

BIOMASSEHANDLINGS- PLAN FOR NORDDJURS, SYDDJURS OG RANDERS KOMMUNER

September 2012



Ea Energianalyse

enercoast



Ea Energianalyse

Biomassehandlingsplan for Nord- djurs, Syddjurs og Randers kom- muner



Udarbejdet af:

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

Indhold

1	Summary.....	6
1.1	Recommendations.....	6
1.2	Resources.....	7
1.3	Utilisation of biomass in the energy supply	8
2	Resumé	10
2.1	Anbefalinger	10
2.2	Ressourcer	11
2.3	Anvendelse af biomasse i energiforsyningen	12
3	Opsamling og konklusioner	14
3.1	Rammerne for øget produktion og anvendelse af biomasse	14
3.2	Anvendelse af energi i dag i kommunerne	16
3.3	Ressourcer	17
3.4	Anvendelse af biomasse i energiforsyningen	19
3.5	Anbefalinger	22
4	Baggrund.....	24
5	Introduktion til de tre kommuner	26
5.1	Region Midtjylland.....	26
5.2	Kommunernes energiprofil.....	27
5.3	Opsummering	45
6	Ressourceanalyse	47
6.1	Status for nuværende arealanvendelse og ressourcer.....	47
6.2	Potentiale og scenarier for øget produktion af biomasse	53
6.3	Miljø og bæredygtighed	59
7	Rammer for forøgelse af biomasseanvendelsen.....	63
7.1	Relevant rammeværk på EU niveau	63

7.2	Nationalt rammeværk	64
7.3	Strategisk energiplanlægning i kommunerne	65
7.4	Skatter, afgifter og tilskud	66
7.5	Udviklingen i brændselspriser	70
8	Teknologiske muligheder for forøgelse af biomasseanvendelsen	72
8.1	Anvendelse af biogas	72
8.2	Omlægning af individuel opvarmning	86
8.3	Kollektiv el- og varmforsyning	89
8.4	Industrien	94
8.5	Transportsektoren	95
9	Scenarier for øget anvendelse	97
9.1	Energimæssige konsekvenser	99
9.2	Miljømæssige konsekvenser	104
9.3	Økonomiske konsekvenser og beskæftigelseseffekter	105
10	Referencer	111
	Bilag 1: Konsekvenser for tab af næringsstoffer ved omlægning til flerårige energiafgrøder	112
	Flerårige energiafgrøder på lavbundslande	113
	Beregning af biomasseudbytte og N og P-fjernelse ved dyrkning af rørgræs og pil	113
	Flerårige energiafgrøder på højbundsland	114
	Beregninger for omlægning til flerårige energiafgrøder	115
	Referencer	116

1 Summary

Ea Energy Analyses and Conterra have prepared a biomass action plan for the municipalities of Randers, Norddjurs and Syddjurs, within a 10 year perspective. The biomass action plan is structured in two main analyses: a resource analysis and an utilisation analysis.

1.1 Recommendations

Concrete actions towards an increased production and utilisation of biomass within the municipalities' energy supply are pointed out and analysed through this report. The following specific actions are recommended:

- **Development of a joint municipal biogas strategy.**
There is a need for a coordinated joint strategy for the establishment of the new biogas plants that are expected to develop within the next years. The strategy should consider how the plants are placed optimally in relation to the slurry resource availability and the technical and economic possibilities of selling the gas. Possibilities of utilising the new fund for projects within the field of strategic energy planning under the new Danish political energy agreement or under the R&D program EUDP could be investigated.
- **Joint strategy for the utilisation of gas in the transport sector.**
When establishing new biogas plants, joint investigations of the possibilities of using the gas in heavy transport should be carried out.
- **Cooperation on increased yield of forest wood chips.**
Pilot projects should be initiated to obtain a higher yield of wood for energy from the forests. These could be carried out in cooperation between universities, forests and local buyers.
- **Cooperation on increased yield of energy crops.**
Pilot projects should be initiated on the cultivation of energy crops on farmland. These could be carried out in cooperation between universities, farmers and local buyers. The consequences for the aquatic environment should be considered.
- **Analysis of industrial utilisation of biomass.**
An analysis should investigate the possibilities of an increased utilisation of biomass within the industry. This should include the possibilities of utilising the new fund for RES-projects in the industry sector.
- **New plan for the heat supply in Grenaa**
There is a need for developing a master plan for the heat supply in Grenaa city. The plan could include continued local utilisation of biomass combined with securing low heating prices and low CO₂-

emissions. The local municipality could facilitate a process where the key actors of the district heating system make joint analyses of the future options for the supply.

1.2 Resources

The report contains a mapping and an analysis of the potential for slurry for biogas, straw, forest wood and energy crops.

Slurry for biogas production	The slurry resource is considerable, and it appears from the analyses that it is possible to establish 3-4 large joint plants within the three municipalities, utilising a combination of slurry and other resources.
Straw from agriculture	There is a substantial unused potential of straw within the three municipalities. However, there are only few obvious possibilities for increased utilisation of the straw locally. Thus, the most realistic option is to utilise the straw in other locations within the regional area.
Wood from forestry	There is a potential for expansion of the production of woody biomass from the forests. However, this would imply that comprehensive investments are made in the forestry. Thus, realising this potential would require long term agreements between forestry and buyers and long term investments in changing the forest management to aim for a much larger delivery of wood for energy. Hence, the potential for obtaining increased forest biomass resources before 2020 is considered limited.
Energy crops on farm land	There is a possibility of establishing woody crops (e.g. willow or poplar) on agricultural farm land. The report analyses an example where 5 % of the farm land is planted with energy crops. In the short term period up to 2020 it is not considered realistic to obtain an increased production of more than 5 %.

All in all, there is a significant potential to increase the utilisation of biomass for energy in the three municipalities. The table below shows a summary of the potential in 2020. In comparison, currently only 1,700 TJ straw from agriculture, 1,200 TJ wood from forestry and hardly any slurry or energy crops are utilised for energy purposes in the three municipalities. This corresponds to around 14 % of the gross energy consumption of the municipalities. In addition imported biomass is used. The table shows that a further mobilisation of the local biomass resources could potentially increase the use of local biomass to 30 % of the total gross energy consumption in the municipalities.

TJ	Straw	Wood	Energy crops	Biogas, Slurry	Biogas, other	Total	% of gross energy consumption
Syddjurs	778	668	268	124	124	1,962	36 %
Norddjurs	939	596	332	198	198	2,263	42 %
Randers	1,162	184	384	179	179	2,088	20 %
Sum	2,879	1,448	984	501	501	6,313	30 %

Table 1: Energy potential from biomass in the 2020 scenario.

1.3 Utilisation of biomass in the energy supply

Within the project, analyses of the possibilities of a green restructuring of the energy supply have been carried out for various sectors: Utilisation of biogas, individual heating, power and district heating supply, the industry and the transport sector. On the basis of these analyses, coherent scenarios of the energy system have been prepared for the three municipalities, using the energy system model STREAM. Calculations have been made for a reference scenario for 2020 and for an alternative scenario for 2020 with the following actions taken:

- Increased usage of biomass in the CHP plants in Grenaa and Randers. The existing plant in Grenaa is assumed to be closed, and a new wood chip fired plant is established.
- Three biogas plants are established with the aim to supply new CHP plants with biogas in Grenaa and Hornslet, and existing CHP in Randers and for upgrade to the natural gas distribution net.
- Increased utilisation of solid biomass and heat pumps for individual heating. 25 % of all individual oil- and natural gas boilers are replaced by heat pumps and 25 % by wood pellet stoves.
- A slight increase in the utilisation of biomass in the industry in Randers.

The consequences for the total fuel utilisation are illustrated in the figure below. There will be a reduction in the use of coal, oil and natural gas. The use of straw is also reduced due to a switch to wood chips in Grenaa, while the wood chips consumption increases due to increased use in Randers and Grenaa and by expanding the district heating coverage in Syddjurs. The biogas consumption is increased significantly, and the use of wood pellets is also increased due to the replacement of oil furnaces. All together, the scenario leads to a total CO₂ emission reduction on 48 % for the three municipalities, not counting the transport sector in. With regards to the transport sector, a major conversion is not recommended within the time frame of the project. However, pilot- and demonstration projects with gas for transport are recommended.

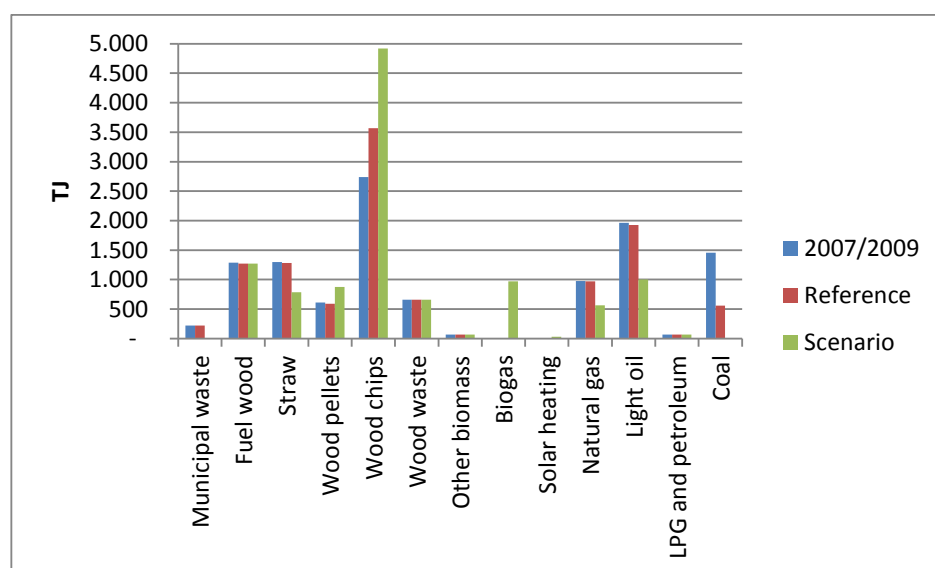


Figure 1: The development of the total fuel use in the three municipalities in the reference scenario for 2020 and the alternative scenario for 2020 compared to the current use (2007/2009).

2 Resumé

Ea Energianalyse og Conterra har udarbejdet en biomassehandlingsplan for Randers, Norddjurs og Syddjurs kommuner indenfor et 10-årigt perspektiv. Handlingsplanen for biomasse er struktureret efter to hoveddele: en ressourceanalyse og en anvendelsesanalyse.

2.1 anbefalinger

I rapporten er der anvist og analyseret en række konkrete tiltag til øget produktion af biomasse og til en øget anvendelse af biomasse i kommunernes energiforsyning. Konkret anbefales det at gå videre med:

- **Udvikling af en tværkommunal biogasstrategi**
Der er behov for en koordineret strategi for etablering af nye biogasanlæg, der ventes at tage fart i de kommende år. Her bør man bl.a. se på, hvordan anlæg placeres bedst i forhold til gødningsressourcen og de tekniske og økonomiske muligheder for afsætning af gassen. Evt. kan man se på muligheder for at få del i den nye pulje til projekter inden for strategisk energiplanlægning fra energiaftalen eller fra EUDP.
- **Fælles strategi for anvendelse af gas til transport**
I forbindelse med etablering af biogasanlæg bør man i fællesskab se på mulighederne for anvendelse af biogas i tungere køretøjer.
- **Samarbejde på tværs for øget udbytte af skovflis**
Der bør igangsættes pilotprojekter for at få mere energi ud af skovene i et samarbejde mellem universiteter, skovbrug og lokale aftagere.
- **Samarbejde på tværs for øget udbytte af energiafgrøder**
Der bør igangsættes pilotprojekter for energiafgrøder på landbrugsjord i samarbejde mellem universiteter, landbrug og lokale aftagere. Herunder bør konsekvenser for vandmiljøet videre analyseres.
- **Analyse af muligheder for biomasse i industrien**
En analyse bør afdække konkrete muligheder for at øge biomasseanvendelsen i industrien. Herunder bør man se på muligheder for at få del i den nye pulje til VE-projekter i industrien.
- **Ny plan for varmforsyningen i Grenaa**
Der er behov for at udvikle en plan for varmforsyningen i Grenaa, hvor man kan se på fortsat lokal anvendelse af biomasse, samtidig med at der sikres fortsat lave varmepriser og lav CO₂-udledning. Kommunen kunne facilitere en proces, hvor fjernvarmesystemets aktører i fællesskab analyserer fremtidige muligheder for forsyningen.

2.2 Ressourcer

Der er i rapporten gennemført en kortlægning og potentieanalyse for husdyrgødning til biogas, halm, træ fra skovene og energiafgrøder.

Husdyrgødning til biogas	Ressourcen af husdyrgødning er betydelig, og det ser umiddelbart ud til, at der i de tre kommuner kan opføres 3-4 større fællesanlæg, der anvender en kombination af husdyrgødning og andre ressourcer.
Halm fra landbruget	Der er et betydeligt uudnyttet halmpotentiale i kommunerne, som med fordel vil kunne udnyttes. Der er dog ikke på kort og mellemlangt sigt oplagte alternativer for lokal anvendelse af halmen. Det mest oplagte er således, at halmen skal anvendes andre steder i regionen.
Træ fra skovbruget	Der er et potentiale for udvidelse af produktionen, men dette vil indebære væsentlige investeringer i skovbrugene. Derfor vil en indfrielse af potentialet kræve, at der indgås langsigtede aftaler mellem skovbrug og aftagere. Desuden er det en langsigtet investering at omlægge skovens produktion til en større leverance af energitræ, hvorfor potentialet inden 2020 er begrænset.
Energiafgrøder på landbrugsjord	Der er mulighed for etablering af træagtige energiafgrøder på landbrugsjord. Der er set på et eksempel, hvor 5 % af landbrugsjorden tilplanter med energiafgrøder. Inden 2020 vurderes det ikke realistisk med en højere produktion.

Alt i alt er der et betydeligt potentiale for at øge udnyttelsen af biomasse til energi. Nedenstående tabel opsummerer potentialet i 2020. Til sammenligning er det i dag kun ca. 1.700 TJ halm fra landbruget, 1.200 TJ træ fra skovbruget og næsten ingen husdyrgødning og energiafgrøder, der udnyttes til energiformål. Det svarer til ca. 14 % af kommunernes bruttoenergiforbrug. Dertil kommer importeret biomasse. Tabellen viser, at en yderligere mobilisering af lokal biomasse potentielt vil kunne øge den lokale biomasses andel af bruttoenergiforbruget til 30 % i de tre kommuner samlet.

TJ	Halm	Træ	Energiafgrøder	Biogas, husdyrgødning	Biogas, andet	I alt	% af bruttoenergiforbrug
Syddjurs	778	668	268	124	124	1.962	36 %
Norrdjurs	939	596	332	198	198	2.263	42 %
Randers	1.162	184	384	179	179	2.088	20 %
Sum	2.879	1.448	984	501	501	6.313	30 %

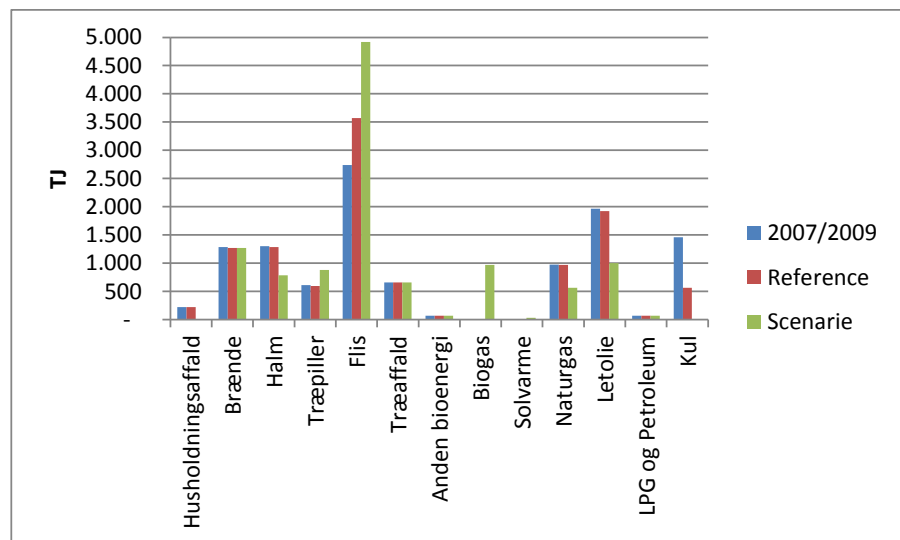
Tabel 1: Energipotentiale fra biomasse i scenariet for 2020.

2.3 Anvendelse af biomasse i energiforsyningen

Der er i projektet gennemført en analyse af mulighederne for omstilling af energiforsyningen i flere sektorer: Anvendelse af biogas, individuel opvarmning, kollektiv el- og varmeforsyning, industrien og transportsektoren. Med udgangspunkt i sektoranalyserne er der opstillet sammenhængende scenarier for energisystemet i de tre kommuner ved brug af energisystemmodellen STREAM. Der er gennemført beregning af et referencescenario for 2020 og af et scenario for 2020 med følgende hovedtiltag:

- Øget anvendelse af biomasse i Grenaa og på Randersværket. Eksisterende anlæg i Grenaa lukkes, og der etableres et nyt flisværk.
- Etablering af tre biogasanlæg med afsætning til ny kraftvarme ved Grenaa og Hornslet samt til eksisterende kraftvarme i Randers og til opgradering til naturgasnettet.
- Øget anvendelse af fast biomasse og varmepumper til individuel opvarmning. Som hovedprincip erstattes 25 % af de individuelle olie- og naturgasfyr med varmepumper og 25 % med træpillefyr.
- Mindre forøgelse af anvendelsen af biomasse i industrien i Randers.

Konsekvenserne for den samlede brændselsanvendelse i kommunerne fremgår af figuren nedenfor. Som konsekvens af tiltagene sker der en reduktion af kul, olie og naturgas. Halmanvendelsen falder pga. skiftet til træflis i Grenaa, mens træflisforbruget stiger som følge af øget anvendelse i Randers, Grenaa og ved udvidelse af fjernvarmegrundlaget i Syddjurs. Biogasforbruget øges betydeligt, og også anvendelse af træpiller øges pga. konverteringen af oliefyr. Samlet set betyder scenariet en reduktion af CO₂-emissionen uden for transportsektoren med 48 % for de tre kommuner samlet. Transportsektoren er ikke inkluderet i scenarieberegningerne. Her anbefales ikke en større omstilling, men pilot- og demonstrationsprojekter med gas til transport.



Figur 1: Oversigt over udviklingen i brændselsanvendelsen samlet i de tre kommuner i reference-scenariet 2020 og i det opstillede scenario for 2020 sammenlignet med i dag (2007/2009).

3 Opsamling og konklusioner

Kommunerne i Randers, Norddjurs og Syddjurs har gennem de seneste år deltaget i projektet ENERCOAST, som er finansieret af EU's Interreg Nordsø-program og Region Midtjylland med partnere fra Danmark, Tyskland, Storbritannien, Sverige og Norge. Den danske del af ENERCOAST, som ledes af Agro Business Park/INBIOM, har fokus på tilvejebringelse og anvendelse af biomasseressourcer i Norddjurs, Syddjurs og Randers kommuner. Projektet afsluttes i 2012.

Som afslutning på ENERCOAST projektet har kommunerne ønsket at udarbejde en handlingsplan for anvendelse af biomasse til energiproduktion indenfor et 10-årigt perspektiv. Handlingsplanen er struktureret efter to hoveddele. Dels en ressourceanalyse, som omhandler ressourcepotentialet i de tre kommuner, udbyttet ved udnyttelse og de miljømæssige konsekvenser herved. Dels en anvendelsesanalyse, som omhandler afsætningen og den tekniske anvendelse af biomassen i energiforsyningen. Som en del arbejdet indeholder rapporten anvisninger til konkrete tiltag i kommuner og erhvervsliv med henblik på at fremme en øget produktion og anvendelse af biomasse. Projektet er gennemført af Ea Energianalyse og Conterra i perioden februar til august 2012.

Fokus på rationel anvendelse af biomassen

3.1 Rammerne for øget produktion og anvendelse af biomasse

Den danske regering har som mål, at energiforsyningen skal være 100 % baseret på vedvarende energi i 2050, og at el- og varmeforsyningen allerede i 2035 skal være helt omstillet til VE. Der er i gennem de senere år gennemført flere studier af, hvordan Danmark kan blive helt uafhængig af fossile brændsler. Det gælder bl.a. Energinet.dk, Ingeniørforeningen, det såkaldte CEESA studie gennemført af Aalborg Universitet mfl. og Klimakommissionen. Studierne viser, at det er muligt at omstille energisystemet til 100 % VE gennem betydelige energibesparelser og anvendelse af en bred vifte af VE-teknologier. De vigtigste ressourcer er vind og biomasse. Studierne viser også, at den danske biomasseressource er knap, så det er vigtigt at anvende den rationelt og dér, hvor der er mest brug for den. På længere sigt vil det formentlig være i transportsektoren og til balancering af fluktuerende energikilder som vind og sol i elsystemet. Ved opstilling af en handlingsplan for øget anvendelse af biomasse i de tre kommuner er det således også vigtigt at se på en rationel anvendelse af biomassen, som også sikrer, at det harmonerer med de langsigtede perspektiver for udvikling af energisystemet.

Biomasseressourcer kan være lokale, regionale eller internationale

De forskellige typer af biomasseressourcer er meget forskellige med hensyn til, hvor langt det er økonomisk at transportere dem, og derfor også forskellige med hensyn til om de anvendes lokalt, regionalt eller internationalt. Husdyrgødning er naturligt en lokal ressource, der skal anvendes tæt på kilden. Halm er også forholdsvist dyr at transportere, men anvendes allerede i dag regionalt. Træflis og træpiller er varer, der handles internationalt, og derfor vanskeligt kan betragtes som lokale brændsler. Det er vigtigt at holde sig disse forhold for øje, når man ser på, hvordan kommunernes biomasseressourcer kan og bør anvendes. Husdyrgødning vil naturligt skulle anvendes i kommunerne, mens halm og i endnu højere grad træ er regionale og internationale brændsler.

Regionale og kommunale målsætninger

Region Midtjylland og de tre kommuner har opsat mål for energiområdet. har en erhvervsmæssig styrkeposition på energi- og miljøområdet. Regionens mål inden for energi- og miljøområdet er:

- En styrkelse af regionens erhvervsudvikling inden for energi- og miljøområdet.
- En udvikling, hvor andelen af vedvarende energi i 2025 udgør mindst 50 % af regionens samlede energiforbrug
- En positiv afledt effekt på klima og miljø.

På baggrund heraf har regionens Vækstforum igangsat en erhvervsstrategi inden for energi og miljø. Regionen har fået udarbejdet en energiperspektivplan, der har kortlagt mulighederne for at opnå målet om, at vedvarende energi skal udgøre 50 % af regionens energiforsyning i 2025.

Norddjurs Kommune udarbejdede i 2009 i samarbejde med Syddjurs Kommune "Handlingsplan for Djurs Energiland", som var en fælles klima- og energiplan frem mod 2025 for de to kommuner. Planen satte blandt andet følgende mål for 2025:

- 20 % reduktion af varmekonsumet
- 75 % reduktion i olie til opvarmning
- 44 % reduktion af CO₂ emissioner

I forlængelse heraf har Syddjurs Kommune i 2012 vedtaget en klimaplan, der overordnet sigter mod en reduktion af CO₂ udledningen med 2 % om året frem til 2025. Derudover har planen fire fokusområder: Energibesparelser i kommunens ejendomme, varmeplanlægning med sigte på at fortrænge olie og el til fordel for biomassebaseret fjernvarme, retningslinjer for klimatilpasning samt strategiske klimasamarbejder med virksomheder og organisationer.

Randers Kommune udgav i 2009 en klimaplan, der rækker frem mod 2030. Planen sigter mod at nedbringe kommunens CO₂-emissioner med 75 % (relativt til 1990 niveau) og at opnå en andel på 75 % vedvarende energi i 2030.

3.2 Anvendelse af energi i dag i kommunerne

Region Midtjylland har et mål om, at VE i 2025 skal udgøre mindst 50 % af energiforbruget. De tre kommuner har allerede i dag en høj anvendelse af VE på 41 % for Randers, 39 % for Norddjurs og 43 % for Syddjurs, hvilket alle ligger betydeligt over regionens samlede VE-andel på 24 %.

Det skyldes i høj grad, at de tre kommuner allerede i dag baserer en relativt stor del af energiforsyningen på biomasse. Ca. 34 % af energiforbruget i de tre kommuner eller over 80 % af den vedvarende energi er således biomasse. For de to kommuner på Djursland hænger det sammen med, at der ikke er naturgasforsyning, hvorfor fjernvarmeanlæggene i vidt omfang er baseret på biomasse. Desuden anvender den store industrivirksomhed Novopan næsten udelukkende træ som energi i produktionen. I Randers by og omegn er næsten hele fjernvarmeproduktionen baseret på træflis. Nedenstående tabel giver et overblik over brændselsanvendelsen i kommunerne.

TJ	Syddjurs	Norddjurs	Randers
Kollektiv el- og varmeforsyning	546	1740	3821
- Biomasse og affald	541	1093	2581
- Naturgas	0	0	337
- Olie og kul	5	646	895
Individuel opvarmning	1349	1173	1711
- Biomasse	741	639	784
- Naturgas	0	0	366
- Olie	608	534	561
Industri	812	70	494
- Biomasse	658	0	63
- Naturgas	0	0	216
- Olie, kul mv.	154	70	215
Transport (olie)	1674	1733	3474
Samlet	4381	4715	9492
- Biomasse og affald	1940	1732	3428
- Naturgas	0	0	919
- Olie og kul	2441	2983	5145

Tabel 2: Brændselsforbrug fordelt på sektorer og brændsler i 2007 (Norddjurs) og 2009 (Randers og Syddjurs). Lokal el produceret på vindmøller og importeret strøm er ikke inkluderet.

De steder, hvor der i dag fortsat anvendes fossile brændsler, er:

- Kul på Grenaaværket (og en lille del på Randersværket)
- Decentral kraftvarme på naturgas i Randers
- Olie og naturgas til individuel opvarmning (ca. halvdelen af energien)

- Olie og naturgas i industrien
- Transportsektoren
- Importeret el (produceres på både fossile brændsler og VE)

3.3 Ressourcer

Der er i rapporten gennemført en kortlægning og potentialeanalyse for forskellige typer af biomasse:

- Husdyrgødning til biogas
- Halm fra landbruget
- Træ fra skovbruget
- Energiafgrøder på landbrugsjord

Der er gennemført en detaljeret kortlægning og analyse af ressourcer, bl.a. ved brug af Conterras arealbaserede analyseværktøj, som tidligere er blevet videreudviklet som en del af ENERCOAST projektet.

Ressourcen af husdyrgødning er betydelig, og det ser umiddelbart ud til, at der i de tre kommuner kan opføres 3-4 større fællesanlæg, der anvender en kombination af husdyrgødning og andre ressourcer. I rapporten præsenteres tre scenarier for kombination af husdyrgødning med hhv. majs, halm og andre ressourcer (græs på lavbund etc.). Det vurderes, at det vil være mest sandsynligt, at majs eller evt. roer og græsafgrøder anvendes som sekundær ressource i biogasanlæggene. Hvis 50 % af biogasproduktionen kommer fra majs, vil det betyde, at yderligere ca. 3 % af landbrugsarealet i de tre kommuner skal anvendes til majs. Hvis alternativt de 50 % af biogasproduktionen skal komme fra hhv. halm eller græsser på lavbundsarealer, vil det kræve 17 % af landbrugsarealets halm eller ca. 50 % af kommunernes lavbundarealer.

Mht. anvendelse af halm så vil halm fra ca. 17 % af landbrugsarealet skulle anvendes til biogas, hvis der alene suppleres med halm. Årsagen til det større areal end for majs er, at tørstofudbyttet af halm pr. hektar er lavere end for majs samtidig med, og at halmen omsættes dårligere i et biogasanlæg. Halm anvendes i dag kun i meget begrænset omfang til biogas, men forsøg har vist, at det er teknisk muligt. Der er derfor behov for demonstration af mulighederne i praksis.

Endelig ses det, at ca. 50 % kommunernes lavbundsarealer skal anvendes til biogasproduktion, hvis biogasanlæggene alene skal suppleres med enggræs. Dette er i dag både arealer med forskellige typer græsser, men også arealer, der anvendes til kornproduktion.

Med hensyn til halm så er der i kommunerne et betydeligt uudnyttet potentiale, som med fordel vil kunne udnyttes. Der er dog ikke på kort og mellemlangt sigt oplagte alternativer for lokal anvendelse af halmen. Det mest oplagte er således, at halmen skal anvendes andre steder i regionen, f.eks. i forbindelse med et større kraftvarmeanlæg i Aarhus, til bioethanolproduktion i Måbjerg eller evt. længere væk. Dog kan der være muligheder for en øget anvendelse af halm i Grenaa, hvis der her vælges en halmbaseret løsning, når forsyningen skal moderniseres. Endelig kan der være muligheder for anvendelse af halm i biogasanlæg.

For træ fra skovbrug ser det ud til, at den nuværende hugst udnyttes til gavntræ og energiproduktion. Der er dog et potentiale for udvidelse af produktionen, men dette vil indebære væsentlige investeringer i skovbrugene. Derfor vil en indfrielse af potentialet formentlig kræve, at der indgås langsigtede aftaler mellem skovbrug og aftagerne, som fx lokale varmegværker. Desuden vil en omlægning af skovens produktion til en større leverance af energitræ tage en del år, inden det kan realiseres, hvorfor potentialet inden 2020 er begrænset. Da der fortsat er relativt billig flis at hente på det internationale marked, kan det endvidere på kort sigt blive vanskeligt at finde aftagere til en forøgelse af den lokale flisproduktion. Men der bør arbejdes videre med området for at høste erfaringer.

Der er mulighed for etablering af træagtige energiafgrøder på landbrugsjord, poppel og pil mv. I rapporten er der set på et eksempel, hvor 5 % af landbrugsjorden tilplantes med energiafgrøder. Ligesom med udvidelse af skovenes output til energiudnyttelse kan prisen i det internationale marked dog være vanskelig at konkurrere med på kort sigt. Studier udført af bl.a. Aarhus Universitet tyder på, at der kan være miljøfordele for vandmiljøet ved omlægning til energiafgrøder.

Samlet set er der et betydeligt potentiale for at øge udnyttelsen af biomasse til energi i de tre kommuner. Nedenstående tabel opsummerer potentialet i det scenario for 2020, som er opstillet i denne rapport. Det angivne potentiale er det samlede potentiale, dvs. inkl. den del af biomassen, som allerede anvendes i dag. Udover de her nævnte biomassetyper kan der også være andre muligheder som efterafgrøder, affald fra husholdninger og industri, afklip fra naturpleje mv. Affald har ikke været en del af dette projekts fokus, og de øvrige vurderes ikke at kunne få større betydning inden 2020.

TJ	Halm	Træ	Energiafgrøder (pil eller poppel)	Biogas, husdyrgødning	Biogas, andre kilder (majs)	I alt	% af bruttoenergiforbrug
Syddjurs	778	668	268	124	124	1.962	36 %
Norddjurs	939	596	332	198	198	2.263	42 %
Randers	1.162	184	384	179	179	2.088	20 %
Sum	2.879	1.448	984	501	501	6.313	30 %

Tabel 3: Energipotentiale fra biomasse i scenariet for 2020. For halm er der indregnet, at 5 % af landbrugsarealet omlægges til energiafgrøder (pil eller poppel), og der er taget hensyn til, at ca. 3 % af landbrugsarealet skal anvendes til energiafgrøder (primært majs) til biogas.

Til sammenligning er det i dag kun ca. 1.700 TJ halm fra kommunernes landbrug og 1.200 TJ træ fra kommunernes skovbrug, der udnyttes til energiformål. Det svarer til ca. 14 % af kommunernes bruttoenergiforbrug. Dertil kommer importeret biomasse. Tabellen viser, at en yderligere mobilisering af lokal biomasse potentielt vil kunne øge den lokale biomasses andel af bruttoenergiforbruget til 30 % i de tre kommuner samlet.

3.4 Anvendelse af biomasse i energiforsyningen

Sektoranalyser af biomasseanvendelse

Der er i projektet gennemført en analyse af mulighederne for omstilling af energiforsyningen i flere sektorer:

- Anvendelse af biogas
- Individuel opvarmning
- Kollektiv el- og varmeforsyning (fjernvarmeværker)
- Industrien
- Transportsektoren

Analysen af økonomien i biogas peger på, at de tre biogas fællesanlæg formentlig bør fordele sig på et til forsyning af Grenaa (Norddjurs), et til forsyning af Hornslet og fjernvarmesystemet i Aarhus (Syddjurs) og et til substitution af naturgas kraftvarme i Randers og til opgradering til naturgasnettet. Muligvis kan der indgås aftaler med enkelte industrier om afsætning af biogas. Den præcise placering af anlæggene er ikke analyseret her, men må fastlægges ud fra lokalisering af husdyrgødningen og en nærmere vurdering af konkrete, mulige placeringer ud fra nabohensyn mv. Der er desuden ikke i denne rapport gennemført en detaljeret analyse af størrelsen af biogasanlæg. Det kan derfor vise sig, at også en løsning med flere mindre biogasanlæg kan være fordelagtig. Dette afhænger af mere detaljerede vurderinger af skalafordelen ved biogasanlæg og af omkostningerne til transport af husdyrgødningen og af gassen.

De tekniske og økonomiske muligheder inden for individuel opvarmning er primært konvertering til fjernvarme, varmepumper og træpillefyr. De to sidstnævnte giver ikke en forøgelse af lokal biomasseanvendelse, og udbredelse af træpillefyr kan sågar give mere importeret biomasse i form af træpiller. El-varmepumper er inkluderet, da de passer godt ind i fremtidens energisystem med stigende mængder vindkraft. Udvidelse af fjernvarmeforsyningen til kunder, der i dag har individuel opvarmning, kan betyde øget afsætning fra eksisterende fjernvarmeværker og dermed øget biomasseanvendelse.

Den kollektive el- og varmeforsyning er præget af, at der allerede anvendes betydelige mængder biomasse, og at fjernvarmepriserne er lave. Dog kan naturgaskraftvarmen i Randers med en økonomisk fordel udskiftes med biogas. Der er behov for at finde en ny forsyningsløsning i Grenaa. I rapportens scenario er der indregnet etablering af et biogasanlæg, og at den nuværende ejer af Grenaa Kraftvarmeværk, Verdo, bygger et nyt værk baseret på flis. Samtidig lukkes affaldsforbrændingsanlægget, og affaldet antages behandlet på andre anlæg, fx i Aarhus. Dette vil betyde en nedgang i anvendelse af kul og halm, men en samtidig forøgelse af biogas- og flisanvendelsen. Det er langt fra sikkert, at et flisbaseret anlæg bliver den endelige forsyningsløsning. Halm kunne også være en økonomisk interessant mulighed, som samtidig vil være bedre for den lokale beskæftigelse. Der forestår en samlet analyse af forsyningen i Grenaa, hvor også det fremtidige varmebehov analyseres, herunder vurdering af eksisterende og nye industrikunder.

Der er kun relativt få store industrivirksomheder i de tre kommuner, og mulighederne her er derfor relativt begrænsede. Der kan dog være et mindre potentiale for omstilling til biogas- eller træfliskedler til procesforbrug. Novopan anvender i dag allerede betydelige mængder biomasse.

I transportsektoren anbefales ikke en større omstilling, men pilot- og demonstrationsprojekter med gas til transport. Der er et behov for udvikling af en samlet gasstrategi til transport i samarbejde med lokale transportselskaber.

Sammenhængende scenarier for udvikling af energisystemet frem mod 2020

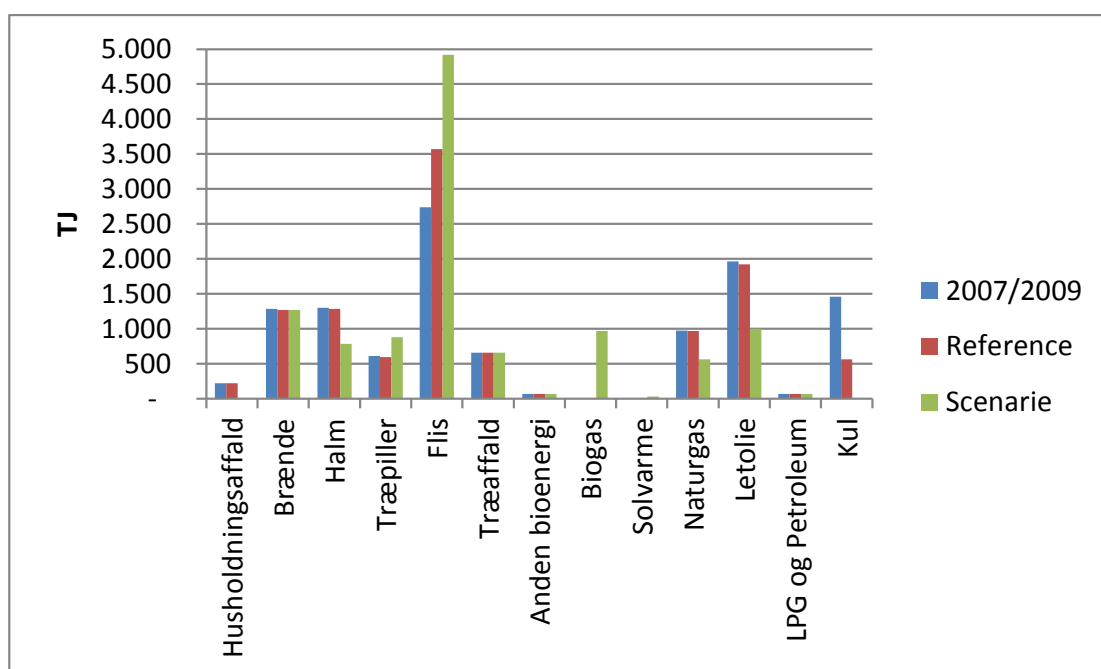
Med udgangspunkt i sektoranalyserne er der opstillet sammenhængende scenarier for energisystemet i de tre kommuner ved brug af energisystemmodellen STREAM. Der er gennemført beregning af et referencescenario og et VE- og biomassescenario for 2020. I referencescenariet er indregnet en udvikling i slutenergiforbruget svarende til Energistyrelsens forventninger på landsplan¹, men der er regnet med en uændret brændselsfordeling. Desuden er der

¹ Baseret på Energistyrelsens basisfremskrivning fra foråret 2011.

regnet på et scenario for 2020 med tiltag inden for de forskellige sektorer og fokus på øget anvendelse af biomasse, hvor det vurderes økonomisk attraktivt. Hovedtiltagene er:

- Øget anvendelse af fast biomasse i Grenaa og på Randersværket.
- Etablering af tre biogasanlæg med afsætning til nye kraftvarmeanlæg ved Grenaa og Hornslet samt til eksisterende kraftvarme og til opgradering til naturgasnettet i Randers.
- Øget anvendelse af fast biomasse til individuel opvarmning, herunder muligheder for nabovarme. Det er her vigtigt at se på en balance mellem biomasseløsninger og andre løsninger som varmepumper ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv. Som hovedprincip erstattes 25 % af de individuelle olie- og naturgasfyr med varmepumper og 25 % med træpillefyr. Desuden er der inkluderet en vis omstilling af individuel opvarmning til fjernvarme.
- En mindre forøgelse af anvendelsen af biomasse i industrien i Randers.

Konsekvenserne for den samlede brændselsanvendelse i kommunerne fremgår af figuren nedenfor. Det fremgår, at der som konsekvens af tiltagene sker en reduktion af kul, olie og naturgas. Halmanvendelsen falder som konsekvens af skiftet til flis i Grenaa, mens flisforbruget stiger som følge af øget anvendelse i Randers, Grenaa og ved udvidelse af fjernvarmegrundlaget i Syddjurs. Biogasforbruget øges betydeligt, og også anvendelse af træpiller øges pga. konverteringen af oliefyr. Samlet set betyder scenariet en reduktion af CO₂-emissionen uden for transportsektoren med 48 % for de tre kommuner samlet.



Figur 2: Oversigt over udviklingen i brændselsanvendelsen samlet i de tre kommuner i reference-scenariet 2020 og i det opstillede scenario for 2020.

Gennemførelse af scenariet for yderligere produktion af biomasse fra landbrug- og skovbrug samt omstilling af energiforsyningen til en større anvendelse af biomasse kan potentielt øge beskæftigelsen lokalt. De vigtigste områder, hvor der kan forventes ny beskæftigelse som følge af scenariet, er:

- Etablering og drift af biogasanlæg, inkl. transport af husdyrgødning og indsamling og transport af andre biomasseressourcer
- Yderligere udnyttelse af halmressourcen, enten lokalt eller eksporteret til områder uden for kommunen
- Yderligere udnyttelse af træressourcer, hvis det viser sig økonomisk attraktivt
- Konvertering af individuel opvarmning til fjernvarme og etablering af varmepumper og træpillefyr.
- Omstilling af varmeforsyningen i Grenaa. Her er der tale om etablering og drift af et flisfyret kraftvarmeanlæg i stedet for det eksisterende kul/halm anlæg og det affaldsfyrede anlæg.

3.5 Anbefalinger

I rapporten er der anvist og analyseret en række konkrete tiltag til øget produktion af biomasse og til en øget anvendelse af biomasse i kommunernes energiforsyning. I mange tilfælde er det private aktører, som vil være hovedkraft i gennemførelse af tiltagene, og kommunerne har derfor sjældent en direkte rolle i projekterne. Kommunerne er dog myndighed for bl.a. miljøbe-

handling og varmeforsyning, men herigennem har de kun begrænset indflydelse på udviklingen. De vil dog alligevel kunne spille en vigtig rolle som katalysator for projekterne, hvor kommunerne spreder viden, får parter til at mødes og påtager sig en koordinerende rolle.

Konkret anbefales det at gå videre med:

- Udvikling af en tværkommunal biogasstrategi. Denne rapport og Plan-Energis nye biogasperspektivplan har vist, at der er behov for en koordineret strategi for etablering af nye biogasanlæg, der ventes at tage fart i de kommende år. Her bør man bl.a. se på, hvordan anlæg placeres bedst i forhold til husdyrgødningsressourcen og tekniske og økonomiske muligheder for afsætning af gassen. Der kan endvidere være behov for koordinering med Aarhus omkring biogasafsætning. Evt. kan man se på muligheder for at få del i den nye pulje til projekter inden for strategisk energiplanlægning fra energiaftalen eller fra EUDP.
- Fælles strategi for anvendelse af gas til transport. I forbindelse med etablering af biogasanlæg i kommunerne bør man i fællesskab se på mulighederne for anvendelse af biogas i tungere køretøjer.
- Igangsætte pilotprojekter for at få mere energi ud af skoven i et samarbejde mellem universiteter, skovbrug og lokale aftagere (fjernvarmeværker).
- Igangsætte tilsvarende pilotprojekter for energiafgrøder på landbrugsjord i samarbejde mellem universiteter, landbrug og lokale aftagere. Herunder bør konsekvenser for vandmiljøet analyseres.
- Nærmere afdække konkrete muligheder for at øge biomasseanvendelsen i industrien. Herunder bør man se på muligheder for at få del i den nye pulje til VE-projekter i industrien.
- Der er behov for at udvikle en plan for varmeforsyningen i Grenaa, hvor man kan se på fortsat lokal anvendelse af biomasse, samtidig med at der sikres fortsat lave varmepriser og lav CO₂-udledning. Kommunen kunne f.eks. facilitere en proces, hvor fjernvarmesystemets aktører i fællesskab analyserer de fremtidige muligheder for forsyningen.

4 Baggrund

Kommunerne i Randers, Norddjurs og Syddjurs ønsker at udarbejde en handlingsplan for anvendelse af biomasse til energiproduktion indenfor et 10-årigt perspektiv. Fokus er eksisterende biomassetyper i nærområdet og anvendelsen skal planlægges under hensyntagen til nærmere definerede bæredygtighedskriterier.

Projektet hører under projektrækken ENERCOAST, som er finansieret af EU med partnere fra Danmark, Tyskland, Storbritannien, Sverige og Norge og er en del af under EU's Interreg Nordsøprogram IVB. Den danske del af ENERCOAST, som ledes af Agro Business Park/INBIOM, tager sit udgangspunkt i biomassepotentialet i Region Midtjylland, nærmere bestemt Norddjurs, Syddjurs og Randers kommuner.

Foruden kommunernes egne klimaplaner er indtil nu udført en række analyser i ENERCOAST regi, som samlet set skal danne baggrund for konkrete handlinger i de tre kommuner indenfor biomasseproduktion og -anvendelse. Det drejer sig om:

- Beregningsværktøj til beregning af det konkrete, eksisterende biomassegrundlag i de tre kommuner (Conterra).
- En Sustainable Supply Chain Management rapport, der analyserer udnyttelsespotentialet for biomasse i de tre kommuner (Ea Energianalyse).
- En biomasse markedsrapport, som analyserer markedspotentialet for afsætning af biomasse i og udenfor de tre kommuner (Ea Energianalyse).
- En rapport om udvaskningseffekter af flerårige energiafgrøder i de tre kommuner (Aarhus Universitet).
- En kortlægning af Cleantech virksomheder i Region Midtjylland med fokus på underleverandør kæder inden for biomasse (Brøndum & Fliess).
- Biogasperspektivplan for Region Midtjylland (Planenergi).
- En analyse af klimagasbalancer på lavbundsjord (Aarhus Universitet).

Projektet skal ses i forlængelse af de tidligere undersøgelser, herunder særligt Sustainable Supply Chain Management analysen udført i 2010.

Rapporten er struktureret efter tre hoveddele. Dels en ressourceanalyse, som omhandler ressourcepotentialer i de tre kommuner, udbyttet ved udnyttelse og de miljømæssige konsekvenser heraf. Dels en anvendelsesanalyse, som omhandler afsætningen og den tekniske anvendelse af biomassen. Endelig indeholder rapporten anvisninger til konkrete tiltag i kommuner og erhvervsliv med henblik på at fremme en øget produktion og anvendelse af biomasse.

5 Introduktion til de tre kommuner

I det følgende tegnes kort den nuværende energiprofil for Norddjurs, Randers og Syddjurs kommuner i form af status for energianvendelsen opgjort som bruttoenergiforbrug. Indledningsvis præsenteres kort Region Midtjyllands profil og målsætninger på energiområdet.

Data

Data for energiproduktion og -forbrug stammer fortrinsvis fra en kortlægning foretaget for Region Midtjylland og de tre kommuner udarbejdet af PlanEnergi. Disse data er tilvejebragt og beregnet på forskellige vis. Fx er forbruget af brænde estimeret med udgangspunkt i oplysninger om antallet af brændeovne fra skorstensfejere, som er multipliceret med et enhedsforbrug. For bl.a. fly er der anlagt en national betragtning i form af et gennemsnitligt forbrug pr. indbygger.

For Randers og Syddjurs anvendes den senest indsamlede data, som er fra 2009. Det senest tilgængelige datasæt for Norddjurs er 2007-data, hvorfor dette er anvendt.

Foruden ovennævnte suppleres der med oplysninger fra Energistyrelsens energiproducenttælling (2010-data) i forbindelse med den lokale el- og varmemeforsyning.

5.1 Region Midtjylland

Randers, Norddjurs og Syddjurs kommuner er beliggende i den nordøstlige del af Region Midtjylland



Figur 3: Oversigt over de 19 kommuner i Region Midtjylland (Region Midtjylland 2012).

Region Midtjylland har i dag alt 1,26 mio. indbyggere og et areal på ca. 13.000 km², svarende til hhv. 23 % af den samlede danske befolkning og ca. 30 % af Danmarks areal (De Kommunale Nøgletal 2012). Omtrent 14 % af Region Midtjyllands 1,26 mio. indbyggere er bosiddende i de tre kommuner, mens kommunerne arealmæssigt udgør ca. 17 % af regionen.

Perspektivplan 2012

Region Midtjylland har opstillet et mål om, at vedvarende energi skal udgøre 50 % af regionens energiforsyning i 2025. I den forbindelse har regionen fået udarbejdet en perspektivplan i januar 2012, der har kortlagt mulighederne for at opnå målet.

Perspektivplanen opgør regionens potentielle vedvarende energiresourcer og fremskriver regionens energinfrastruktur frem mod 2025. Vurderingen af ressourcepotentialet peger blandt andet på et potentiale for biomasse svarende til omtrent en tredjedel af regionens bruttoenergiforbrug i 2025 og ligeledes på meget store potentialer for de øvrige VE-ressourcer som vind, sol geotermisk varme og jordvarme. Perspektivplanen vurderer ligeledes at der er et samlet potentiale for udvidelse af fjernvarmedækningen på ca. 30 %.

Perspektivplanen for Region Midtjylland opstiller 4 scenarier for omstilling til 50 % vedvarende energi i 2025. Et scenario baseret på anvendelse af regionens egne ressourcer ved anvendelse af de enklest mulige tiltag, et scenario baseret på en kraftig udbygning med vindkraft, et scenario med ekstra udbygning med 'grøn gas' fra biomasse og endelig et kombinationsscenario, der anvender de bedste elementer fra de første tre scenarier. Perspektivplanens fjerde scenarie, kombinationsscenariet, når frem til at regionen kan nå målet på 50 % vedvarende energi i 2025 næsten udelukkende ved anvendelse af regionens eget biomassepotentiale og ved etablering af yderligere 480 MW vindmøller ud over de 2270 MW, der allerede er planlagt for.

5.2 Kommunernes energiprofil

Norrdjurs Kommune

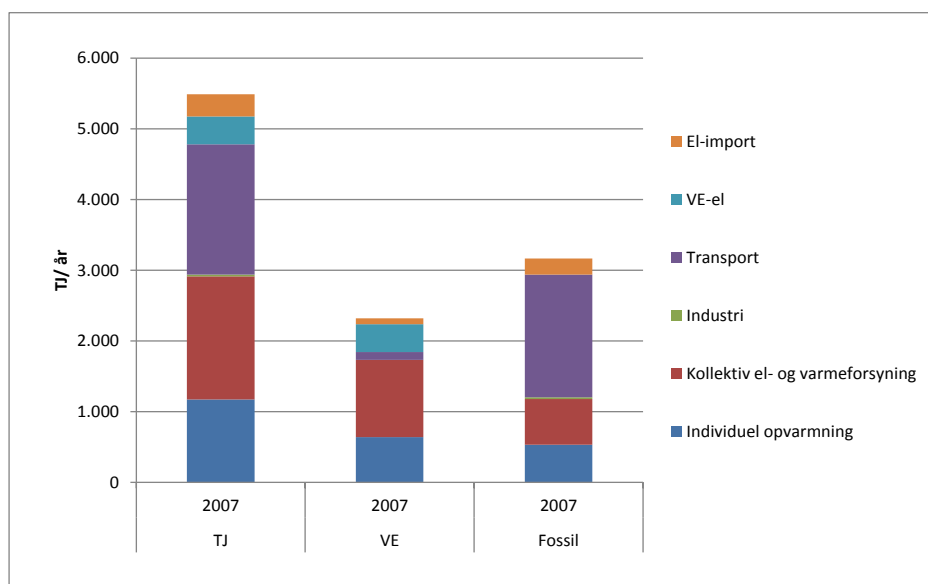
Pr. 1. januar 2011 var der 38.029 indbyggere i Norrdjurs Kommune, hvilket gør kommunen til den mindste af de tre kommuner, hvad angår indbyggertallet. Med et areal på ca. 723 km² spænder kommunen dog over tilnærmelsesvis et lige så stort område som Randers. Befolkningstætheden er på 53 indbyggere pr. km².

Norrdjurs Kommune udarbejdede i 2009 i samarbejde med Syddjurs Kommune "Handlingsplan for Djurs Energiland", som var en fælles klima- og energiplan frem mod 2025 for de to kommuner. Planen satte blandt andet følgende mål for 2025:

- 20 % reduktion af varmekonsumet
- 75 % reduktion i olie til opvarmning
- 44 % reduktion af CO₂ emissioner
- Etablering af 2 nye biogasanlæg

Bruttoenergiforbrug på anvendelser

I Figur 4 er det samlede bruttoenergiforbrug på 5.448 TJ i Norrdjurs Kommune i 2007 fordelt på overordnede anvendelsesområder samt VE og fossil energi illustreret.

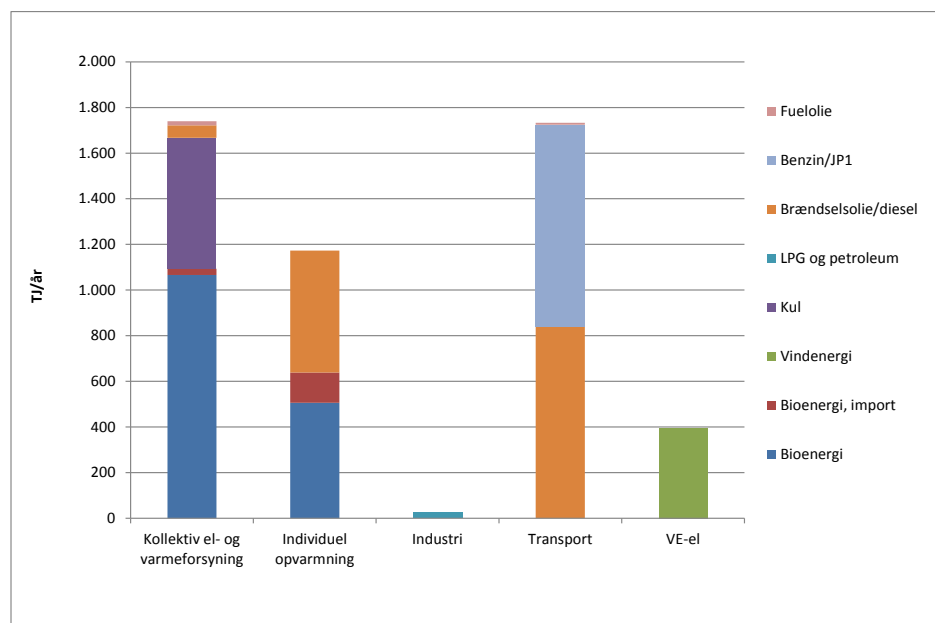


Figur 4: Bruttoenergiforbrug fordelt på anvendelser, herunder VE og fossil energi, i Norrdjurs Kommune 2007 og 2009.

Det ses af figuren, at andelen af VE var ca. 40 % i 2007.

Bruttoenergiforbrug på anvendelser og brændsler

I Figur 5 er bruttoenergiforbruget fordelt på anvendelsesområder og brændsler illustreret.



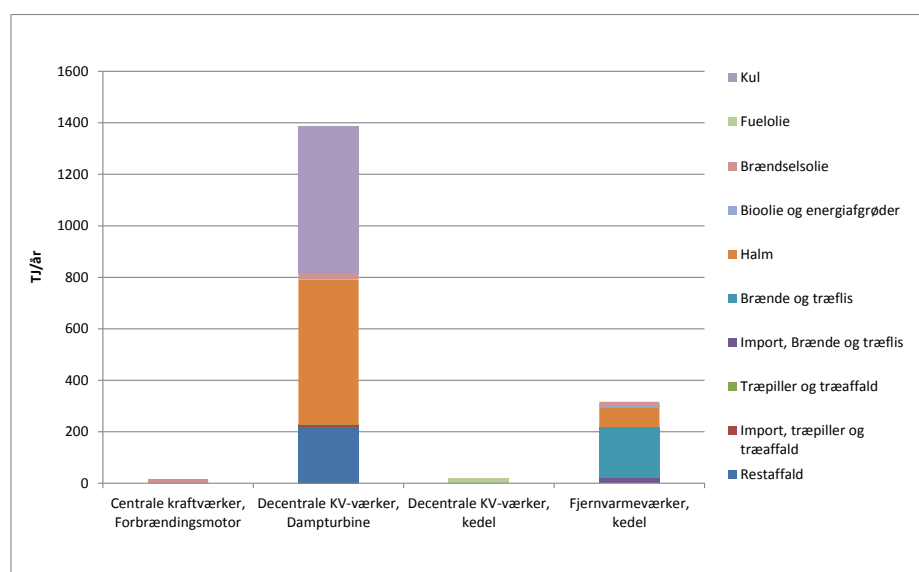
Figur 5: Bruttoenergiforbrug fordelt på anvendelsesområder og brændsler i Norddjurs Kommune 2007 ekskl. ca. 1 TJ omgivelsesvarme til jordvarme og solenergi. JP1 er flybrændstof fra kommunens andel i den nationale flytransport, mens LPG er Liquefied Petroleum Gas, der anvendes til opvarmning.

Ud af det samlede bruttoenergiforbrug på 5.448 TJ stod den kollektive el- og varmforsyning og transport for ca. 65 %. Individuel opvarmning, VE-el og industri udgjorde hhv. 21 %, 7 % og under 1 %. El-import fremgår ikke af figuren, men udgjorde ca. 6 %.

Det kan bemærkes, at der i den kollektive el- og varmforsyning og til individuel opvarmning blev anvendt hhv. 63 % og 57 % VE i form af bioenergi. Dertil fremgår det bl.a., at der stort set ikke er noget industrielt energiforbrug.

Kollektiv el- og varmforsyning

I Figur 6 er bruttoenergiforbruget på 1.740 TJ i den kollektive el- og varmforsyning fordelt på værks- og anlægstyper og brændsler i 2007 vist (ekskl. erhvervsværker og vindkraft).



Figur 6: Kollektiv el- og varmeforsyning fordelt på værks- og anlægstyper samt brændsler i Norddjurs Kommune 2007, ekskl. vindkraft, som udgjorde 395 TJ i 2007.

Det fremgår af figuren ovenfor, at hovedparten af bruttoenergiforbruget anvendes på kommunens decentrale kraftvarmeværker (Grenaa). Der blev i den kollektive el- og varmeforsyning særligt anvendt halm (37 %) og kul (33 %). Dertil kommer især restaffald (13 %), brænde og træflis (13 %) og en mindre andel forskellige andre brændsler fx brændselsolie.

Værker og anlæg

I Tabel 4 fremgår de værker og anlæg, herunder typer og primært anvendte brændsler, der i 2010 udgjorde den kollektive el- og varmeforsyning i Norddjurs Kommune (ekskl. vindmøller, erhvervsværker, spids- og reservelast²).

² Spids- og reservelast anvendes typisk i tilfælde af særligt kolde vinterdage eller i nødstilfælde.

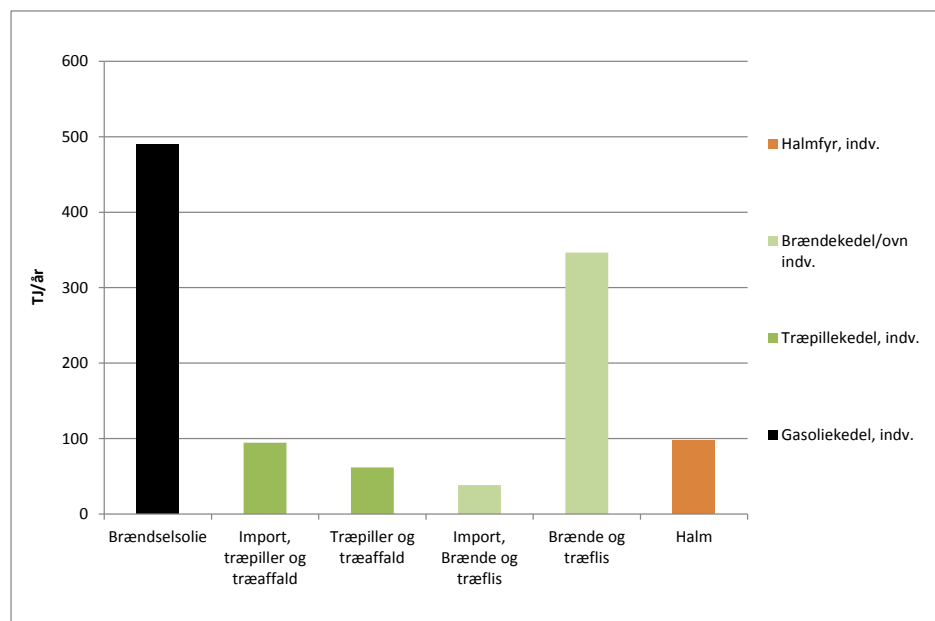
Værk	Værktype	Anlægstype	Primær brændsel
Allingåbro Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Auning Varmeværk	Fjernvarmeværk	5 kedler	Halm
Grenaa Forbrænding	Erhvervsværk	Kedel	Affald
Vivild Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Ørsted Fjernvarmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Halm
Glesborg Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Ørum Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Stenvad Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Gjerrild	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Voldby Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Trustrup-Lyngby Varmeværk	Fjernvarmeværk	Kedel	Træflis
Grenaa Kraftvarmeværk	Decentralt værk	Kedel, turbine	Halm

Tabel 4: Værker og anlæg i den kollektive el- og varmeforsyning ekskl. vindmøller og erhvervsværker, Anholt Elværk, Grenaa Effektereseerve, med undtagelse af Grenaa Forbrænding, herunder typer og primært anvendte brændsler, i Norddjurs Kommune 2010.

Grenaa Forbrænding, som fremgår af tabellen, leverer varme til Grenaa Kraftvarmeværk.

Individuel opvarmning

I Figur 7 er bruttoenergiforbruget på 1.130 TJ til individuel opvarmning fordelt på anvendelser og brændsler 2007 vist.



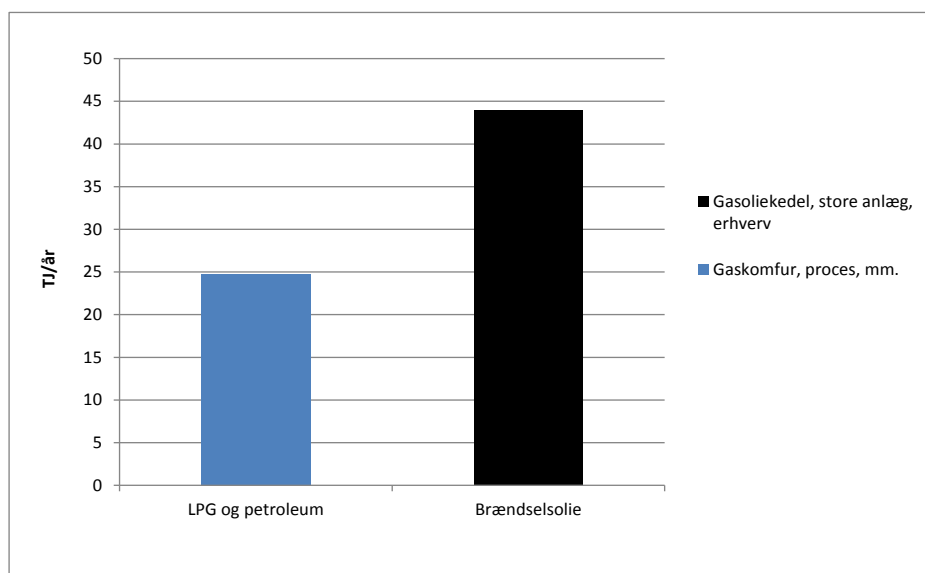
Figur 7: Bruttoenergiforbrug til individuel opvarmning fordelt på anvendelser og brændsler i Norddjurs Kommune 2007. Bemærk at ca. 1 TJ hhv. omgivelsesvarme til varmepumper og solenergi til solvarmeanlæg ikke er vist i figuren.

Det kan ses, at den individuelle opvarmning især er baseret på brændselsolie (43 %). hvorfor oliefyr, målt i forhold bruttoenergiforbruget, må være forholdsvis udbredte.

Som nævnt ovenfor er den individuelle opvarmning dog baseret 57 % på VE. Det fremgår, at det især er brænde og træflis (34 %) efterfulgt træpiller og træaffald (14 %) men også halm (9 %).

Industri

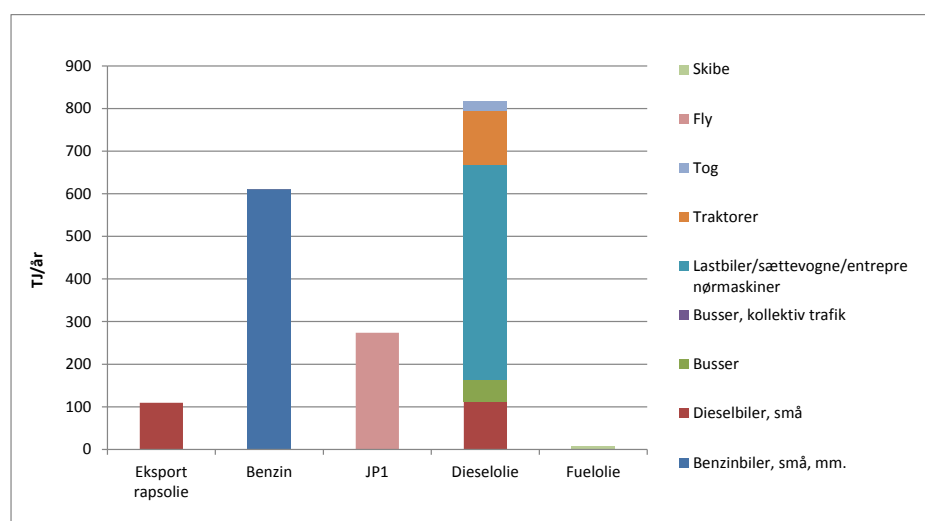
I Figur 8 ses bruttoenergiforbruget på i industrien fordelt på anvendelser og brændsler. Det ses, at industriens energiforbrug var fordelt på brændselsolie (64 %) og LPG (Liquefied Petroleum Gas) og petroleum (36 %).



Figur 8: Bruttoenergi i industrien fordelt på anvendelsesområder og brændsler i Norddjurs Kommune 2007.

Transport

I Figur 9 er bruttoenergiforbruget på 1.917 TJ til transport i 2007 fordelt på anvendelser og brændsler illustreret.



Figur 9: Bruttoenergi til transport fordelt på anvendelsesområder og brændstoffer i Norddjurs Kommune 2007. JP1 er flybrændstof fra kommunens andel i den nationale flytransport.

Det ses af figuren, at forbruget til transport i 2007 var baseret på fossile brændstoffer (94 %), særligt til benzinbiler og diesel til lastbiler mv., bortset fra 6 % VE i form af raps.

Randers Kommune

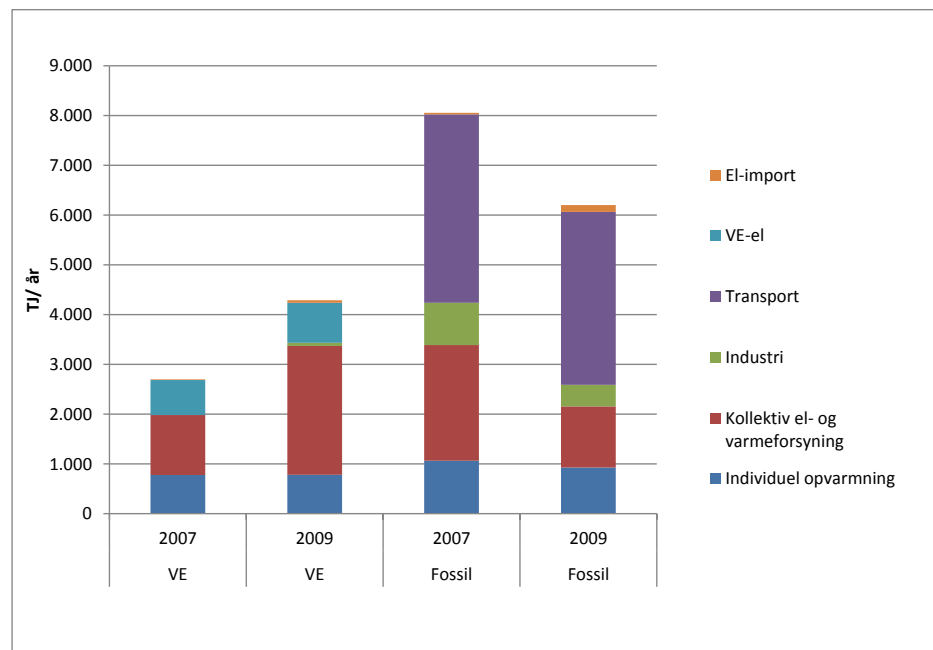
Randers Kommune er den største af de tre kommuner - både hvad angår areal og indbyggertal. Kommunen har et areal på ca. 748 km², 95.318 indbyggere og en befolkningstæthed på ca. 127 indbyggere pr. km².

Klimaplan fra 2009

Randers Kommune udgav i 2009 en klimaplan, der rækker frem mod 2030. Planen sigter mod at nedbringe kommunens CO₂-emissioner med 75 % (relativt til 1990 niveau) og at opnå en andel på 75 % vedvarende energi i 2030. Blandt tiltagene for at nå disse mål er et opgør med kommunens ca. 5.250 individuelle oliefyr. Dette skal ske dels ved konvertering af ca. 1.300 individuelle oliefyr til fjernvarme indenfor de eksisterende fjernvarmeområder og ved installation af 4.000 individuelle solvarmeanlæg i kombination med hhv. træpiller, brænde og varmepumper. Klimaplanen sigter også imod en konvertering fra naturgas til biogas på enkelte af de naturgasfyrede værker samt en anvendelse af 25 % af kommunens biogasressource til kraftvarmeproduktion på kommunens værker. Af andre mål i klimaplanen kan nævnes en ambition om at anvende 30 % af kommunens biogasressourcer til transport.

Bruttoenergiforbrug på anvendelser

I Figur 10 er det bruttoenergiforbrug på 10.494 TJ illustreret på anvendelser, herunder VE og fossil energi, i 2007 og 2009.



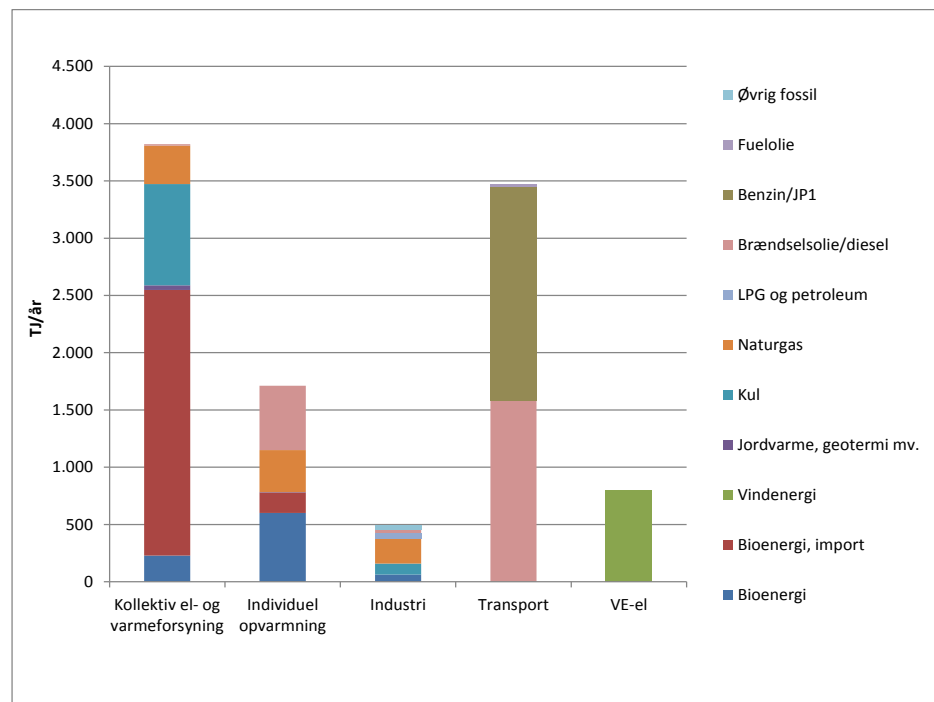
Figur 10: Bruttoenergiforbrug fordelt på anvendelser, herunder VE og fossile energi, i Randers Kommune 2007 og 2009.

I 2007 var andelen af vedvarende energi 25 % af bruttoenergiforbruget, mens den i 2009 var steget til 40 %. Den relative stigning dækker både over en væsentlig reduktion i forbruget af fossil energi fx i industri men også over en forøgelse af VE i den kollektive el- og varmeforsyning, som det ses af figuren.

Udover ovenævnte omlægning fra kul til biomasse, er der også sket en stigning i bl.a. forbruget af biogas, vindkraft og en reduktion af eksempelvis naturgasforbruget.

Bruttoenergiforbrug – anvendelser og brændsler

I Figur 11 ses bruttoenergiforbruget fordelt på anvendelsesområder og brændsler i 2009 (ekskl. el-import). Det fremgår, at ca. 70 % energiforbruget anvendes i den kollektive el- og varmeforsyning og til transport, mens der til individuel opvarmning og i industrien anvendes hhv. ca. 16 % og 5 % af det samlede bruttoenergiforbrug.



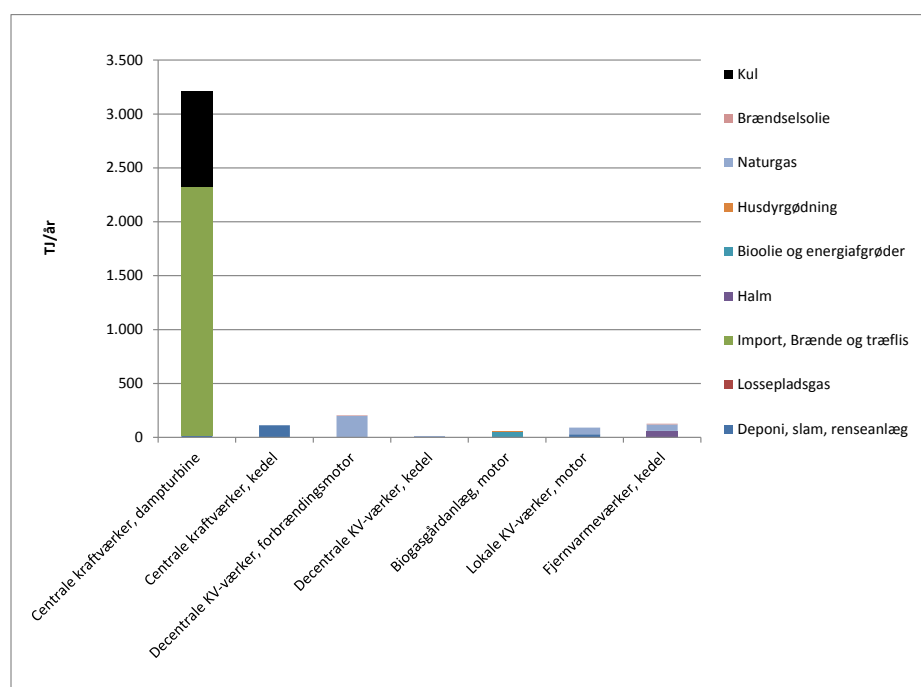
Figur 11: Bruttoenergiforbrug fordelt på anvendelsesområder og brændsler i Randers Kommune 2009 ekskl. el-import. Jordvarme, geotermi mv. dækker 28,6 TJ deponi, slam og renseanlæg 13,35 TJ lossepladsgas og 2,3 TJ solenergi samt 1,4 TJ omgivelsesvarme, mens øvrig fossil dækker over 30,8 TJ novo-sprit, 5,8 TJ alternative brændsler og 1,5 TJ opløsningsmidler. Kilde: Randers Kommune 2012.

Den lokale produktion af el baseret på VE udgjorde ca. 8 % af det samlede bruttoenergiforbrug, mens el-importen androg 2 %.

Det ses endvidere, at der til transport udelukkende bruges fossile brændsler, mens der i den kollektive el- og varmforsyning anvendes knap 70 % vedvarende energi og ca. 46 % VE til individuel opvarmning. I industrien, der som nævnt ovenfor står for en relativt lille andel af de samlede energiforbrug, bruges der fortrinsvis fossile brændsler men også ca. 13 % VE.

Kollektiv el- og varmforsyning

I Figur 12 ses forbruget af bruttoenergi på 3.821 TJ i den kollektive el- og varmforsyning i Randers 2009 fordelt på værks- og anlægstyper samt brændsler.



Figur 12: Kollektiv el- og varmeforsyning fordelt på værks- og anlægstyper samt brændsler i Randers Kommune 2009, ekskl. vindkraft, som udgjorde 803 TJ i 2009. Bemærk: kul er i dag stort set udfaset.

Af figuren fremgår det, at hovedparten af bruttoenergiforbruget, og andelen af VE i den kollektive el- og varmeforsyning, anvendes på kommunens fjernvarmefværker. Der blev i den kollektive el- og varmeforsyning særligt anvendt halm (39 %), affald (32 %), naturgas (15 %) og en mindre andel (14 %) husdyrgødning, brænde og bioolie og energiafgrøder.

Af figuren fremgår det, at størstedelen af brændselsforbruget (87 %) i den kollektive el- og varmeforsyning blev anvendt på "centrale kraftværker", hvor der især blev brugt VE i form af importeret brænde og træflis (61 %) men også kul (23 %). Kategoriseringen "centrale værker" dækker i denne sammenhæng over ét værk – Randersværket.

Den resterende andel (13 %) af bruttoenergiforbruget i den kollektive el- og varmeforsyning blev brugt på forskellige værkstyper - hovedsageligt i form af naturgas (9 %).

Alt i alt er det væsentligt at bemærke, at den kollektive el- og varmeforsyning i 2009 var baseret på knapt 70 % VE.

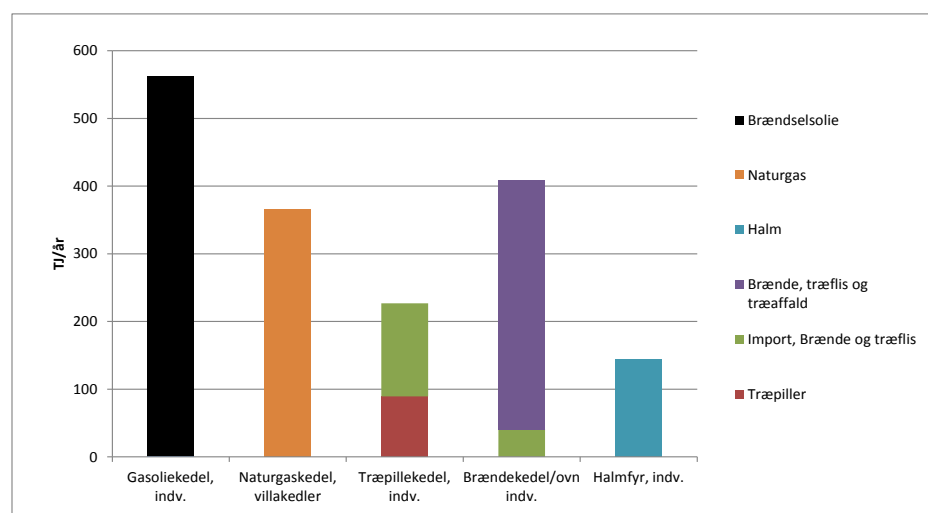
I Tabel 5 ses de værker og anlæg, herunder typer og primært anvendte brændsler, der i 2010 udgjorde den kollektive el- og varmeforsyning i Randers Kommune (ekskl. vindmøller, erhvervsværker, spids- og reservelast).

Værk	Værktype	Anlægstype	Primær brændsel
Mejlby Fjernvarmecentral	Decentralt værk	Motor	Naturgas
Randersværket	Centrale værk	Kedel, turbine	Træflis
Mellerup Kraftvarme	Decentralt værk	Motor, kedel	Naturgas
Langå Kraftvarmeværk	Decentralt værk	Motor	Naturgas
Havndal Fjernvarme	Fjernvarmeværk	2 kedler	Halm
Gassum-Hvidsten Kraftvarmeværk	Decentralt værk	Kedel, motor	Naturgas
Værum-Ørum Kraftvarmeværk	Decentralt værk	Kedel, motor	Naturgas
Randers Renseanlæg	Lokalt værk	2 motorer	Naturgas

Tabel 5: Værker og anlæg i den kollektive el- og varmeforsyning ekskl. vindmøller og erhvervsværker, herunder typer og primært anvendte brændsler, i Randers Kommune 2010.

Individuel opvarmning

Det samlede bruttoenergiforbrug til individuel opvarmning i Randers 2009 udgjorde 1.711 TJ. I Figur 13 ses forbruget til individuel opvarmning fordelt på specifikke anvendelser og brændsler.

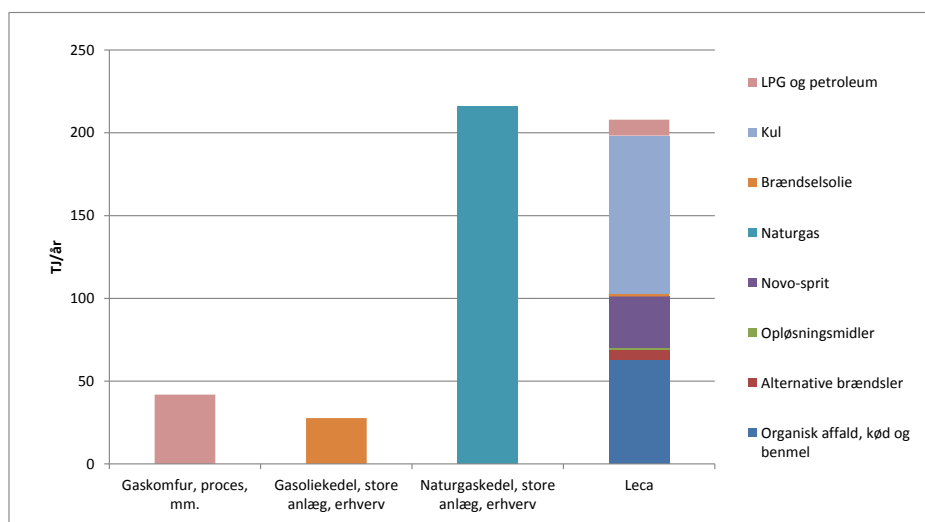


Figur 13: Bruttoenergiforbrug til individuel opvarmning fordelt på anvendelser og brændsler i Randers Kommune 2009. Bemærk at knap 4 TJ, hhv. omgivelsesvarme til varmepumper og solenergi til solvarmeanlæg, ikke er vist i figuren.

Bruttoenergiforbruget til individuel opvarmning fordelte sig i 2009 på 46 % VE og 54 % fossile brændsler. Ud af det samlede bruttoenergiforbrug var forbruget af VE især brænde og træflis (24 %), træpiller og træaffald (13 %) samt halm (8 %). Forbruget af fossile energi var fortrinsvis brændselsolie (33 %), men også naturgas (21 %).

Industri

I Figur 14 er bruttoenergiforbruget i industri på 494 TJ i 2009, fordelt på anvendelsesområder og brændsler, vist.

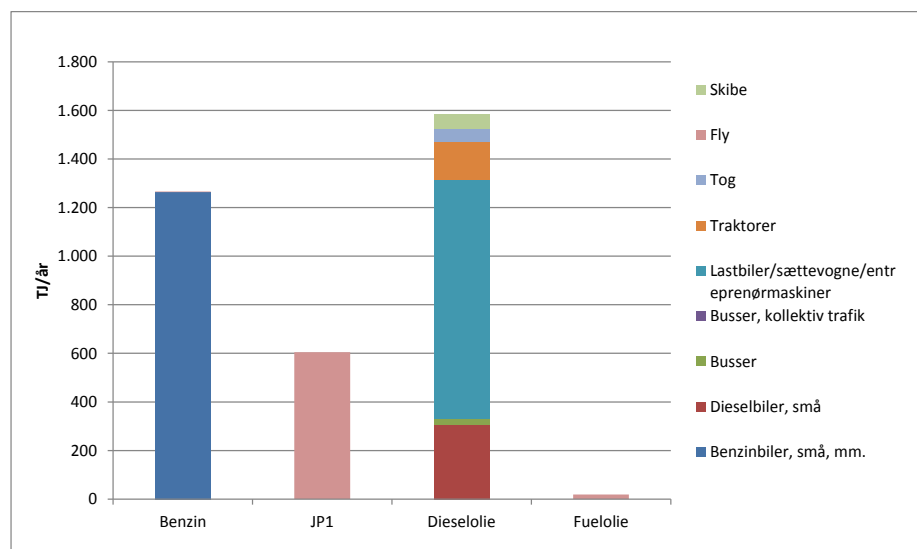


Figur 14: Bruttoenergi i industrien fordelt på anvendelsesområder og brændsler i Randers 2009. Kilde: Randers Kommune 2011.

Det ses bl.a., at det største brændselsforbrug hhv. var forbruget af naturgas på store naturgaskedler (44 %) og især kul (19 %) og organisk affald (13 %) til produktion af isoleringsmaterialet leca. Producenten af Leca, virksomheden Weber, har imidlertid siden 2009 flyttet en stor del af produktionen til produktionsfaciliteter i nabokommunen Favrskov.

Transport

I 2009 var bruttoenergiforbruget på 3.474 TJ til transportformål i Randers. Forbruget er illustreret i Figur 15.



Figur 15: Bruttoenergiforbrug til transport fordelt på specifikke anvendelser og brændsler i Randers Kommune 2009. Kilde: Randers Kommune 2011.

Det ses, at hovedparten af brændselsforbruget til transport er diesel (46 %) til lastbiler mv. og benzin (36 %) til benzinbiler.

I forhold til forbruget af JP1 på ca. 600 TJ til fly, skal det bemærkes, at dette forbrug er tildelt kommunen ud fra dets indbyggertal på baggrund af det nationale forbrug.

Syddjurs Kommune

Syddjurs Kommune er i forhold til indbyggertallet væsentligt mindre end Randers. Pr. 1. januar 2011 var der ca. 41.734 indbyggere i kommunen, og den har areal ca. 697 km² samt en befolkningstæthed på ca. 60 indbyggere pr. km².

Klimaplan 2012

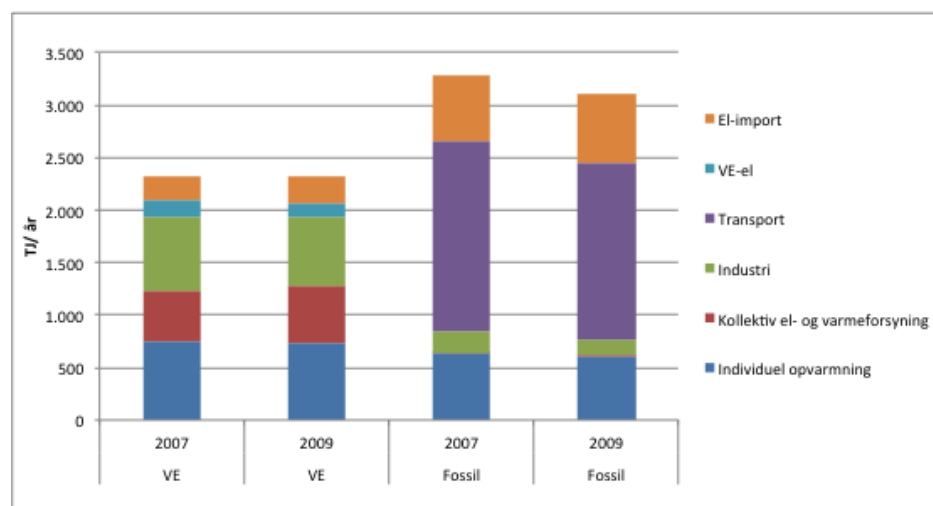
Syddjurs Kommune har i 2012 vedtaget en Klimaplan, der overordnet sigter mod en reduktion af CO₂ udledningen med 2 % om året frem til 2025. Derudover har planen fire fokusområder: Energibesparelser i kommunens ejendomme, varmeplanlægning med sigte på at fortrænge olie og el til fordel for biomassebaseret fjernvarme, retningslinjer for klimatilpasning samt strategiske klimasamarbejder med virksomheder og organisationer.

I kategorien varmeplanlægning har kommunen særligt fokus på fortrængning af individuelle oliefyr og elvarme. Det skal blandt andet ske ved en øget tilslutning til fjernvarme indenfor de eksisterende fjernvarmeområder, hvilket skal føre til en konvertering af 50 % af de eksisterende oliefyr (ca. 1.200) og 33 % af den eksisterende elvarme (ca. 600 boliger) indenfor forsyningsområderne inden 2020.

Af planen fremgår desuden at kommunen vil arbejde for at fremme etablering af fjernvarme baseret på vedvarende energikilder i mindre byer og landsbyer.

Bruttoenergiforbrug på anvendelsesområder

I Figur 16 fremgår bruttoenergiforbruget på hhv. 5.599 TJ og 5.433 TJ, herunder VE og fossil energi, fordelt på anvendelsesområder i Syddjurs Kommune i 2007 og 2009.



Figur 16: Bruttoenergiforbrug fordelt på anvendelsesområder, herunder VE og fossil energi i Syddjurs Kommune 2007 og 2009. Kilde: Syddjurs Kommune 2011.

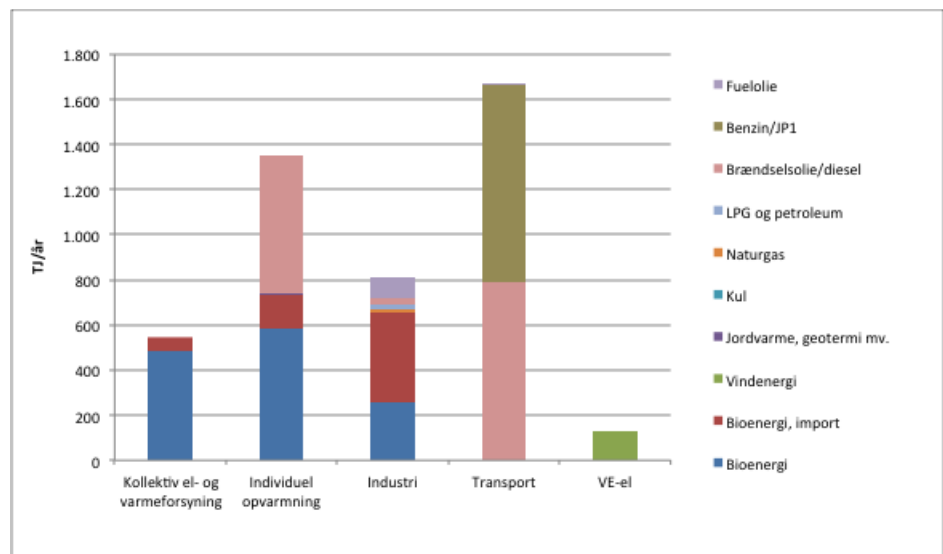
Det fremgår af figuren, at forbruget af fossile brændsler er faldet i perioden.

Endvidere ses det, at størstedelen af energiforbruget finder sted i transport-sektoren (31 %) og til individuel opvarmning (25 %), mens en mindre andel benyttes til industriformål (15 %). Den kollektive el- og varmeforsyning er forholdsmeæssigt mindre (10 %), men er til gengæld udelukkende baseret på vedvarende energi.

Hvad angår forbruget af vedvarende energi bruges ca. 32 % til individuel opvarmning, 28 % i industrien og 23 % til den kollektive el- og varmeforsyning.

Bruttoenergiforbrug på anvendelser og brændsler

I Figur 17 er bruttoenergiforbruget på fordelt på anvendelsesområder og brændsler i 2009, ekskl. el-import, illustreret.



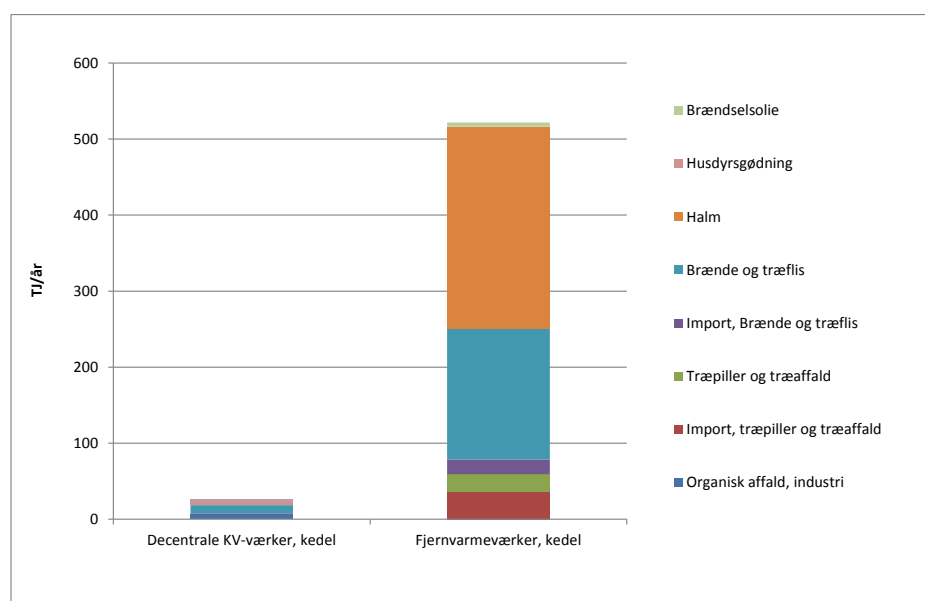
Figur 17: Bruttoenergiforbrug ekskl. el-import fordelt på anvendelsesområder og brændsler Syddjurs Kommune 2009, ekskl. el-import . Jordvarme, geotermi mv. dækker over hhv. 3 TJ solenergi og 2 TJ opgivelsesvarme.

Af det samlede bruttoenergiforbrug på 5.433 TJ udgjorde transport (31 %) og individuel opvarmning (25 %) over halvdelen af forbruget, mens el-import (17 %) industri (15 %) og kollektiv el- og varmforsyning (10 %) samt lokal VE-elproduktion (2 %) samlet set stod for den resterende andel.

I forhold til de to øvrige kommuner har Syddjurs en mindre kollektiv el- og varmforsyning. Det er desuden væsentligt at bemærke, at den er 100 % baseret på VE 99 % på VE i form af bioenergi ligesom både industri (81 %) og individuel opvarmning (55 %) i høj grad også er.

Kollektiv el- og varmforsyning

Fjernvarmen udgør 31 % af det samlede varmebehov i kommunen.



Figur 18: Bruttoenergi i el- og varmeforsyningen i Syddjurs Kommune 2009 fordelt på anvendelser og brændsler. Bemærk at et forbrug på 0,02 TJ fuelolie de lokale fjernvarmeværker er udeladt af figuren. Kilde: Syddjurs Kommune 2012.

Værker og anlæg

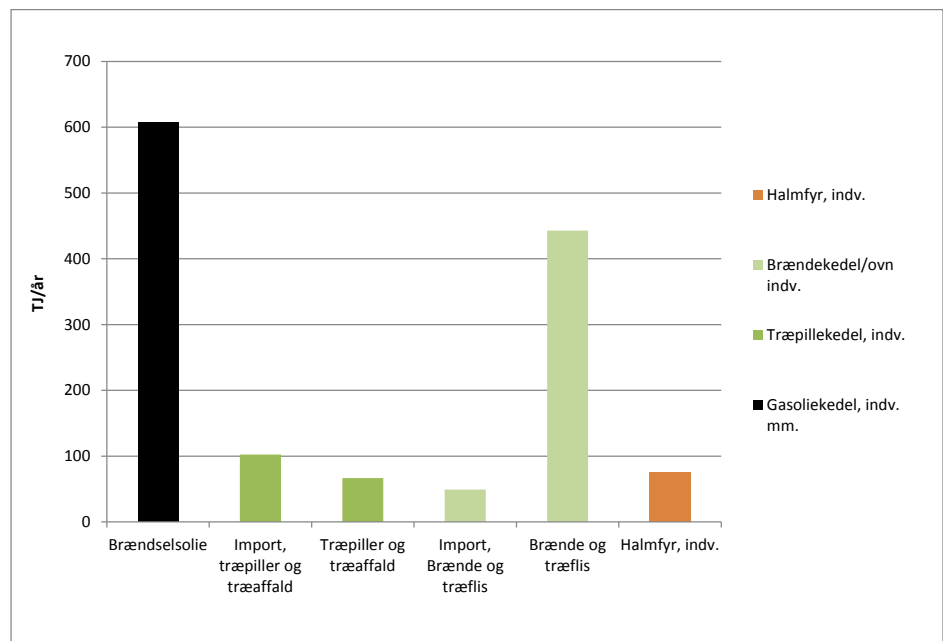
I Tabel 6 ses de værker og anlæg, herunder typer og primært anvendte brændsler, der i 2010 udgjorde den kollektive el- og varmeforsyning i kommunen (ekskl. vindmøller, erhvervsværker, spids- og reservelast).

Værk	Værktype	Anlægstype	Primær brændsel
Kolind Halmvarmeværk	Fjernvarmeværk	Kedel	Halm
Mørke Fjernvarmeselskab	Fjernvarmeværk	Kedel	Træpiller
Ryomgaard Fjernvarmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Halm
Rønne Fjernvarme	Fjernvarmeværk	3 kedler	Halm
Thorsager Fjernvarmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Halm
Balle Varmeværk	Decentralt værk	3 kedler	Affald, træflis
Rosmus Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træpiller
Mesballe	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træpiller
Tirstrup Varmeværk	Fjernvarmeværk	2 kedler	Træflis
Ebeltoft Fjernvarmeværk	Fjernvarmeværk	4 kedler	Træflis

Tabel 6: Værker og anlæg i den kollektive el- og varmeforsyning ekskl. vindmøller, herunder typer og primært anvendte brændsler, i Syddjurs Kommune 2010.

Individuel opvarmning

I 2009 var bruttoenergiforbruget til individuel opvarmning i Syddjurs Kommune 1.349 TJ. I Figur 19 ses forbruget fordelt på anvendelser og brændsler.

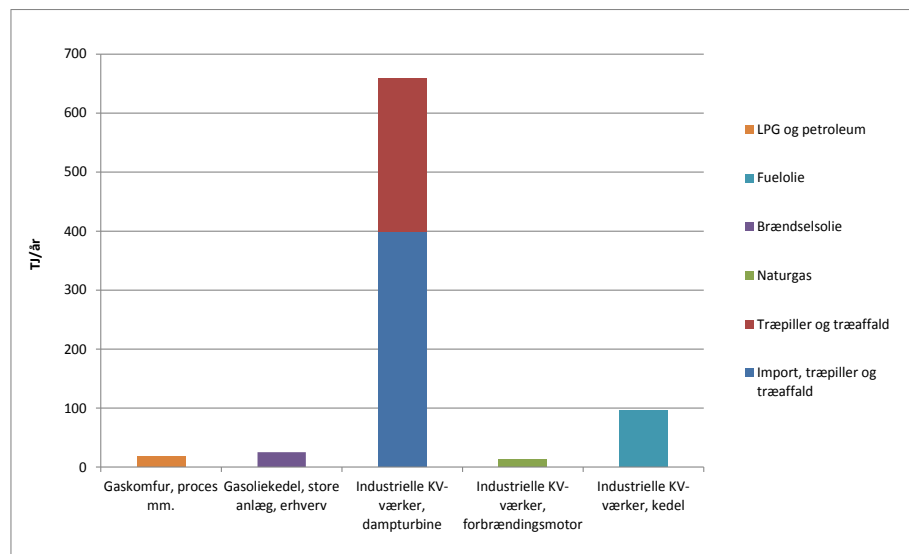


Figur 19: Bruttoenergiforbrug til individuel opvarmning fordelt på anvendelser og brændsler Syddjurs Kommune 2009. Bemærk at hhv. 3,2 TJ omgivelsesvarme og 1,7 TJ solenergi ikke er vist i figuren.

Af figuren kan det ses, at over halvdelen af den individuelle opvarmning er baseret på VE (55 %), særligt lokalt brænde og træflis (33 %). En betydelig del af den individuelle opvarmning er dog også fyring med brændselsolie på gasoliekedler (45 %).

Industri

I Figur 20 er industriens bruttoenergiforbrug i Syddjurs Kommune i 2009 illustreret på anvendelser og brændsler.



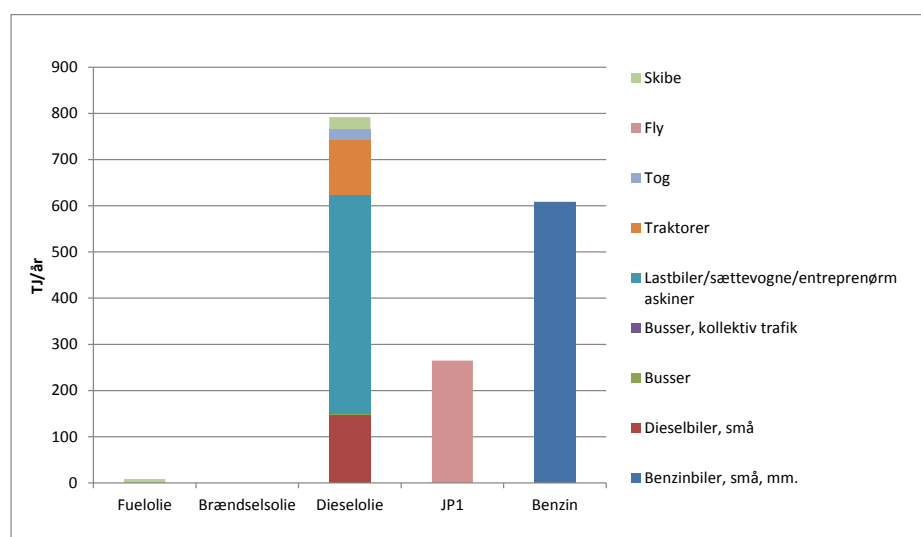
Figur 20: Industriens bruttoenergiforbrug i Syddjurs Kommune 2009 fordelt på anvendelser og brændsler. Kilde: Syddjurs Kommune 2012.

Det ses af figuren, at langt hovedparten af industriens energiforbrug er baseret på VE (81 %), herunder særligt importerede træpiller og træaffald (49 %), men også en væsentlig andel lokal biomasse – ligeledes i form af træpiller og træaffald (32 %).

Det store forbrug af træpiller og træaffald finder sted på virksomheden Novopan Træindustri A/S, som bl.a. producerer spånplader men også varme til Pindstrup Varmeværk.

Transport

Energiforbruget i transportsektoren i Syddjurs Kommune består udelukkende af fossile brændstoffer. Figur 21 viser bruttoenergiforbruget til transport på 1.674 TJ fordelt på brændsler og anvendelser i 2009.



Figur 21: Bruttoenergiforbrug til transport fordelt på specifikke anvendelser og brændsler i Syddjurs Kommune 2007 og 2009. Kilde: Syddjurs Kommune 2012.

Bruttoenergiforbrug fordelte sig hovedsageligt med 47 % på dieselolie til især lastbiler mv. og 36 % på benzin til benzinbiler. Dertil kommer 16 % JP1, som er et flybrændstof. Som for ovenstående kommuner skal det også her bemærkes, at forbruget af JP1 er estimeret af PlanEnergi på antallet af indbyggere kommunen.

5.3 Opsummering

Nedenstående tabel giver en oversigt over brændselsforbruget i de 3 kommuner. Vindkraft og import af el er ikke med i tabellen.

TJ	Syddjurs	Norrdjurs	Randers
Kollektiv el- og varmeforsyning	546	1740	3821
- Biomasse og affald	541	1093	2581
- Naturgas	0	0	337
- Olie og kul	5	646	895
Individuel opvarmning	1349	1173	1711
- Biomasse	741	639	784
- Naturgas	0	0	366
- Olie	608	534	561
Industri	812	70	494
- Biomasse	658	0	63
- Naturgas	0	0	216
- Olie, kul mv.	154	70	215
Transport (olie)	1674	1733	3474
Samlet	4381	4715	9492
- Biomasse og affald	1940	1732	3428
- Naturgas	0	0	919
- Olie og kul	2441	2983	5145

Tabel 7: Brændselsforbrug fordelt på sektorer og brændsler i 2007 (Norrdjurs) og 2009 (Randers og Syddjurs)

De tre kommuner i Norddjurs, Randers og Syddjurs anvender allerede i dag (2007/2009) betydelig mængder biomasse i deres energiforsyning, særligt i varmeproduktionen. Således er det samlede billede af biomasseanvendelsen i de tre kommuner:

- 69 % fjernvarmen er produceret på biomasse
- 51 % af individuel opvarmning er produceret på biomasse
- Industriens største forbruger af procesvarme, Novopan, anvender biomasse

De steder der i dag anvendes fossile brændsler er:

- Kul på Grenaaværket (og en lille del på Randersværket)
- Decentral kraftvarme på naturgas i Randers
- Olie og naturgas til individuel opvarmning (49 % af energien)
- Olie og naturgas i industrien
- Transportsektoren
- Importeret el

6 Ressourceanalyse

6.1 Status for nuværende arealanvendelse og ressourcer

Der kan være flere formål med at forsøge at påvirke arealanvendelsen og dermed biomasseproduktionen i kommunerne:

- Fødevarerproduktion fra landbrugserhvervet
- Træproduktion fra skovbruget til diverse anvendelser
- Energiproduktion fra landbrug og skov
- Vandmiljø
- Landskabelige hensyn og natur
- Erhvervsmuligheder

Kommunen har en vigtig interesse og rolle i valg mellem forskellige arealanvendelser. I denne rapport fokuseres på mulighederne for anvendelse af kommunernes arealer til energiproduktion, men det er vigtigt at se dette i nær sammenhæng med de øvrige anvendelser.

Til brug for opgørelse af nuværende arealanvendelse, produktion af husdyrgødning og udarbejdelse af scenarier for biomasseproduktion fra landbrug og skovbrug, har Conterra gennemført en række analyser. Conterra har anvendt et GIS-baseret værktøj med detaljerede oplysninger om arealanvendelsen og husdyrhold. Ved hjælp af værktøjet kan arealanvendelsen vises både i tabeller og på kort. Alle landbrugsdata vist i det følgende er fra 2009.

Nuværende arealanvendelse

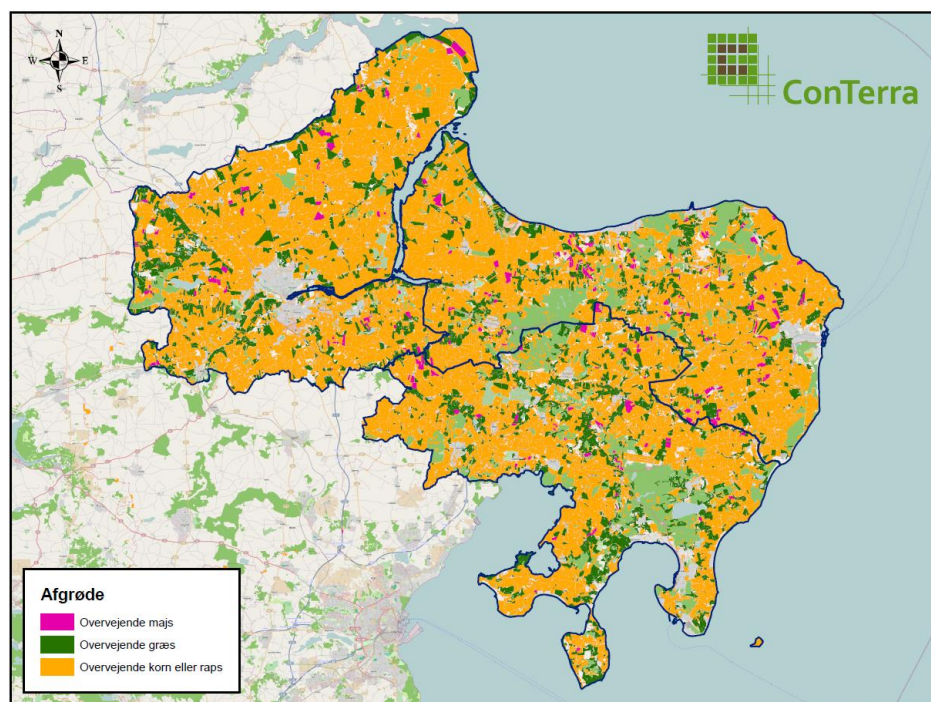
Den nuværende arealanvendelse i de tre kommuner er vist i nedenstående tabel. Det fremgår, at der er et stort landbrugsareal i alle kommuner, og at der i Norddjurs og Syddjurs også er et anseeligt skovareal.

Ha	Norddjurs	Syddjurs	Randers
Areal	72.300	69.700	74.800
Skovbrug	17.400	19.500	5.400
Landbrug	46.600	41.300	53.300
Øvrig anvendelse (Natur, by og bebyggelse)	8.300	8.900	16.100

Tabel 8: Arealanvendelse i kommunerne. Kilde: Conterra.

Nuværende halmressource

Med det GIS-baserede værktøj har Conterra opgjort de samlede landbrugsarealer i kommunerne opdelt på vintersæd, vårsæd, raps, majs og forskellige græsser. Et overblik over landbrugsarealerne fremgår af nedenstående figur.



Figur 22: Overblik over landbrugsarealerne i de tre kommuner fordelt efter den overvejende afgrøde på arealet. Kort udarbejdet af Conterra. Baseret på data for 2009.

Conterra har bl.a. på baggrund af ovenstående opgjort produktion og anvendelse af halm. Denne fremgår af tabellen nedenfor.

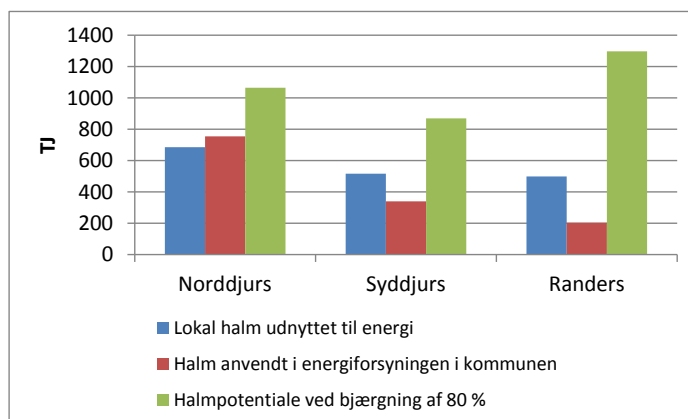
	Halm udnyttet til land- brug (%)	Halm udnyttet til energi (%)	Halm udnyttet til energi (TJ)	Ikke ud- nyttet halm (%)	Mer- energipo- tentiale (TJ)	Total energi- potentia- le (TJ)	Total ved 80 % udnyttel- se (TJ)
Norddjurs	20	41	685	39	645	1330	1064
Syddjurs	20	38	517	42	569	1086	869
Randers	18	25	499	57	1122	1621	1297

Tabel 9: Halmanvendelse og ressourcer. Tal udarbejdet af Conterra. Baseret på data for 2009.

Det ses, at ca. 20 % af halmen i dag anvendes i landbruget til foder, strøelse mv. Derudover udnyttes 25-41 % af halmen til energiformål, enten lokalt i kommunerne eller andre steder. Endelig fremgår det totale energipotential, hvis der fortsat anvendes ca. 20 % til landbrugsformål, og hele den øvrige halmmængde kan bjergeres til energi. Den sidste kolonne viser energipotential-

let fra halm, hvis det antages, at kun 80 % kan bjærges til energi. Det vurderes ikke realistisk, hverken økonomisk eller teknisk, at bjærge den fulde halm-mængde.

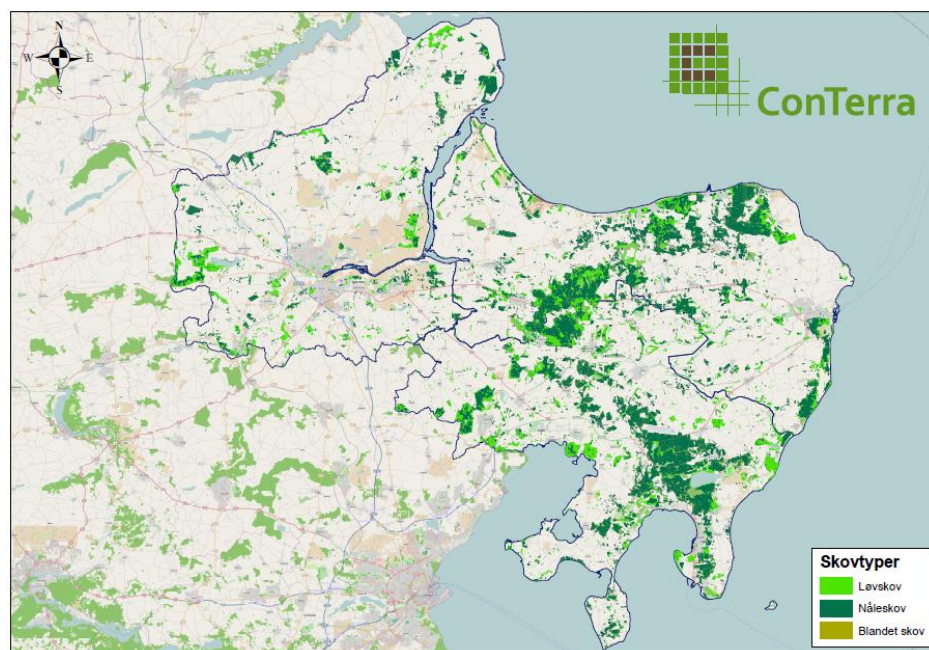
Nedenstående figur viser det totale potentiale til energi (grønne søjler) (inkl. den i dag anvendte mængde halm til energi) sammenlignet med den mængde af landbrugets halm, som allerede anvendes til energi (blå søjler). Desuden er vist den mængde halm, som anvendes i kommunernes energiforsyning i dag (rød søjle). Da der eksporteres og importeres halm over kommunegrænserne er der forskel på den mængde, som landbruget leverer, og den mængde, som anvendes i energianlæg i kommunen. Det fremgår af figuren, at der fra Syddjurs og Randers er en eksport af halm til energianvendelse, mens Norddjurs har en mindre import.



Figur 23: Halmpotentialet (grøn) sammenlignet med den mængde af landbrugets halm, som anvendes til energi (blå). Desuden er vist den mængde halm, som anvendes i kommunernes energiforsyning i dag (rød).

Nuværende træressource

Conterra har opgjort kommunernes skovarealer, der fremgår af nedenstående figur.



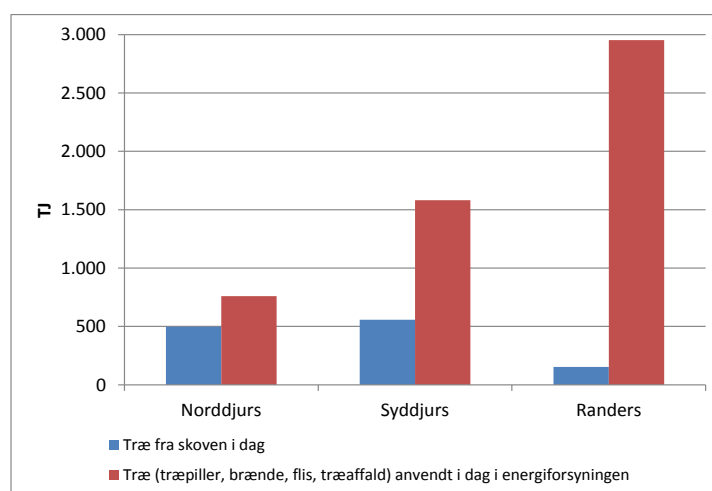
Figur 24: Overblik over skovarealerne i de tre kommuner fordelt efter den overvejende skovtype på arealet.

Det er ikke enkelt at opgøre produktion af energi fra skoven i dag, og ConTerra har ikke i deres værktøj oplysninger om den nuværende energiproduktion. Københavns Universitet (Skov og Landskab) har tidligere estimeret, at energiudbytet fra træ fra de danske skove er 1,5 tons tørstof per hektar om året. Hvis der regnes med et energiindhold på 19 GJ/tons tørstof, kan den nuværende energiproduktion fra skoven opgøres på basis af ConTerras arealopgørelse. Den nuværende energiproduktion fra skoven er vist i tabellen nedenfor med den antagelse, at det fulde potentiale allerede udnyttes i dag.

Energiproduktion fra skoven (TJ)	
Norddjurs	497
Syddjurs	557
Randers	153

Tabel 10: Energiproduktion fra skoven i de tre kommuner i dag.

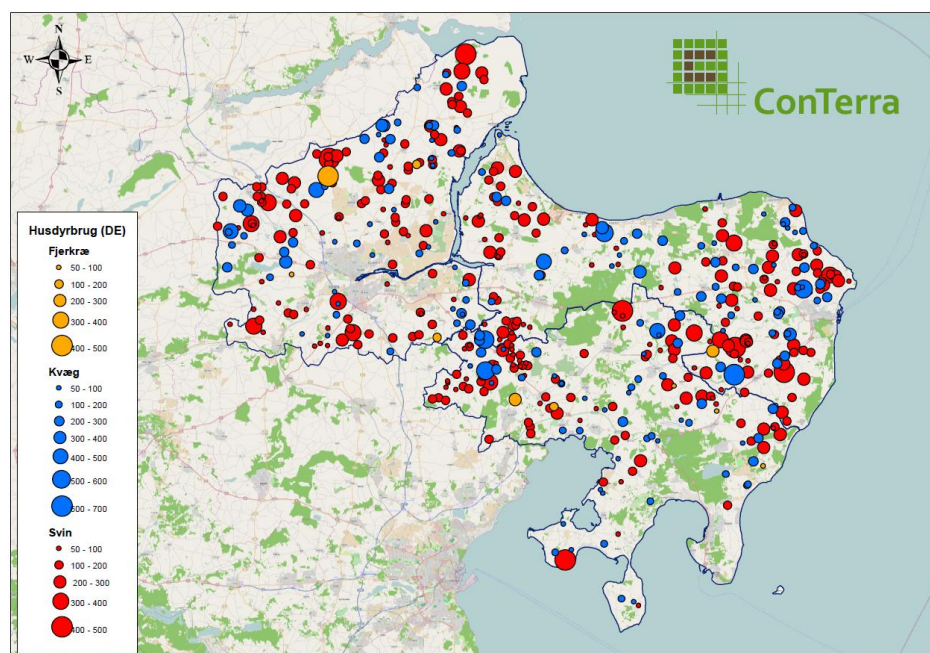
I figuren nedenfor ses en sammenligning af energiproduktionen fra skoven med den nuværende anvendelse i energiforsyningen i de tre kommuner. Det fremgår tydeligt, at der sker en betydelig import af træ til kommunerne. Dette gælder specielt til Randers, hvor der anvendes store mængder træflis på Randersværket, men også til Syddjurs, hvor Novopan anvendes træ i produktionen.



Figur 25: Energiproduktion fra skovene i de tre kommuner i dag sammenlignet med anvendelsen af træ i energiforsyningen.

Nuværende ressource husdyrgødning

Conterra har opgjort samtlige husdyrhold i kommunerne samt type af husdyr og antallet af dyreenheder. Den geografiske placering af husdyrholdene fremgår af nedenstående figur.



Figur 26: Geografisk placering af husdyrbrug i de tre kommuner. Kort udarbejdet af Conterra. Baseret på data for 2009.

Ved opgørelse af potentialet for anvendelse af husdyrgødning til biogas er der regnet med, at det kun er større husdyrbrug, hvor det kan betale sig at indsamle husdyrgødningen. Der er derfor lavet en sortering, således at husdyr-

hold med færre end 100 dyreenheder (DE) kvæg og svin til sammen er valgt fra. Det samme gælder husdyrhold med færre end 50 pelsdyr og fjerkræ til sammen. Dette svarer til, at ca. 25 % af dyreenhederne i kommunerne sorteres fra.

Nedenstående tabel viser opgørelsen over antallet af dyreenheder med fraserter efter det beskrevne kriterium.

Antal DE	Antal steder	DE kvæg	DE svin	DE fjer	DE pels	DE i alt
Syddjurs	94	6.338	10.357	389	208	17.291
Norrdjurs	133	10.459	16.725	216	268	27.669
Randers	129	7.895	16.096	831	163	24.986

Tabel 11: Antal dyreenheder (DE) i husdyrhold over 100 DE samlet for svin og kvæg og over 50 DE for pels og fjer. Baseret på data for 2009.

På baggrund af opgørelsen af dyreenheder og gødningsregnskaberne kan den samlede mængde husdyrgødning i kommunerne opgøres for den valgte størrelse af husdyrbrug. Ud fra en antagelse om gennemsnitligt biogasudbytte på godt 10 m³ methan/tons husdyrgødning har Conterra endelig vurderet det samlede potentiale for biogas fra husdyrgødning i kommunerne. Dette fremgår af nedenstående tabel.

	Husdyrgødning (1000 tons)	Biogaspotentiale (TJ)
Syddjurs	333	124
Norrdjurs	530	198
Randers	480	179

Tabel 12: Mængde husdyrgødning og biogaspotentiale for de tre kommuner i husdyrhold over 100 DE samlet for svin og kvæg og over 50 DE for pels og fjer (~ ca. 75 % af husdyrgødningen). Baseret på data for 2009.

Samlet ses, at der er et potentiale på ca. 500 TJ biogasproduktion fra husdyrgødningen i de tre kommuner ved en anvendelse fra større husdyrbrug svarende til ca. 75 % af husdyrgødningen i kommunerne.

Til sammenligning har PlanEnergi i biogasperspektivplanen for Region Midtjylland fra 2012 opgjort potentialet for Syddjurs, Norrdjurs og Randers til hhv. 252, 286 og 300 TJ ved udnyttelse af 75 % af husdyrgødningen. Dette potentiale er noget højere end opgjort af Conterra. PlanEnergi baserer sin opgørelse af potentialet på beregninger udført af Aarhus Universitet i 2009 ud fra gødningsregnskaber fra 2006.

6.2 Potentiale og scenarier for øget produktion af biomasse

Halm

Der er ikke i denne rapport lavet scenarier for at øge halmudbyttet på de eksisterende markarealer. Halmudbyttet og -potentialet antages således at være det i afsnit 6.1 opgjorte.

Øget produktion af halm til energiformål er således i denne sammenhæng lig med indsamling af den mængde resthalm, der ikke bliver indsamlet og udnyttet i dag. Da det må antages, at det ikke er teknisk muligt at indsamle al den overskydende halm, fratrækkes 20 % af den samlede mængde overskydende halm fra de tre kommuner, hvorved der efterlades et ekstra potentiale på 1.528 TJ ud over den mængde på 1.701 TJ, der allerede anvendes til energiformål i dag. Således er det samlede halmpotentiale i de tre kommuner til brug for scenariet 3.230 TJ. Herfra skal fratrækkes evt. ændret arealanvendelse som følge af dyrkning af energiafgrøder.

Træflis fra skovbrug

Det er vanskeligt at vurdere potentielle ekstra ressourcer fra skovbrug til energiformål. Dette skyldes flere forhold:

- Skovstatistikken synes ikke at inddrage mindre skove
- Bidraget fra hegn og haver kendes ikke
- En del af træhugsten foregår ad uofficielle kanaler
- Træhugsten varierer år for år
- Markedsvilkårene fra konkurrerende industrier, som papir og pladeindustrien påvirker, hvor stor en del der er til rådighed til energiformål.

Dernæst er arbejdet med at øge produktionen af træ fra skovene en langsigtet proces, i og med at nyplantning af træer, som det beskrives i det efterfølgende, afhængigt af sorten først giver udbytte efter 10-20 år når træerne er egnede til udtynding.

Dansk skovbrug nedsatte i 2010 en arbejdsgruppe med repræsentanter fra Dansk Skovforening, Skovdyrkerforeningerne, HedeDanmark, Skov og Landskab (Københavns Universitet) og Danmarks Naturfredningsforening. Arbejdsgruppen havde til opgave at undersøge mulighederne for at øge produktion og afsætning af dansk træ til energiformål. I november 2011 udgav arbejdsgruppen et notat om en ny skovdyrkningsmodel, der angiveligt vil kunne fordoble produktionen af træ til energiformål. Notatet anslår, at de danske skovejere ved hjælp af den nye skovdyrkningsmodel kan mere end fordoble leve-

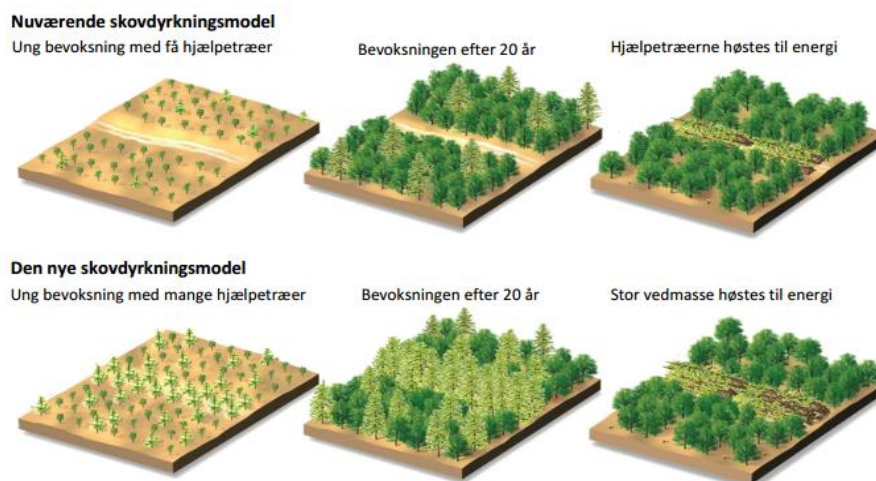
rancen af træ til energiformål fra ca. 11 PJ om året i dag til ca. 26-33 PJ om året i 2050.

Pionertræer

Den nye skovdykningsmodel bygger på ændrede dyrkningsprincipper i såvel nye som eksisterende skovbevoksninger samt ved skovrejsning. I dag plantes bestandstræerne, som er det primære grundlag for råvareproduktionen til savværkerne, med relativt få hjælpetræer, også kaldet pionertræer. Hjælpetræerne, som fx kan være poppel, vokser hurtigt de første 20-30 år efter plantning, hvor bestandstræerne først for alvor begynder at vokse *efter* 20-30 år. Pionertræernes formål er at udkonkurrere græsserne i etableringsfasen og dermed giver bestandstræerne bedre vækstbetingelser og bedre betingelser for at de kan så sig selv. Udttynding blandt pionertræerne sker indenfor 10-20 år efter plantning.

I den nye skovdykningsmodel øges antallet af pionertræer dels ved at erstatte nogle af bestandstræerne med pionertræer og dels ved at plante flere pionertræer – fx dér hvor de kommende kørespor skal være. Denne skovdykningsmodel vil gøre det muligt for skovejerne at udnytte de første 20 år af bevoksningens levetid til en målrettet produktion af træ til energiformål.

Nedenfor ses en illustration af den nye skovdykningsmodel, som den fremstilles af arbejdsgruppen.



Figur 27: Illustration af "den nye skovdykningsmodel", HedeDanmark, Skovdyrkerne og Dansk Skovforening, 2011.

Det øgede potentiale på 26-33 PJ/år i 2050 er beregnet under forudsætning af, at metoden med etablering af pionertræer anvendes ved skovrejsning (1900 ha/år) samt på 50 % af det areal, hvor der etableres nye beplantninger i

skovene hvert år. Ved beregningerne er anvendt poppel som pionertræ og det er antaget, at der plantes 635 træer/ha og at disse høstes over en 20-årig periode.

Notatet fra arbejdsgruppen anslår, at såfremt den nye skovdyrkningsmodel tages i anvendelse nu, og der plantes pionertræer øjeblikkeligt, vil der allerede i 2020 være en øget produktion af træ fra skov til energiproduktion. Umiddelbart, hvis skovejeren som angivet kan begynde udtyndingen af pionertræer efter 10-20 år, vil det dog først være fra 2022 og frem, at der kan produceres ekstra træflis til energiproduktion.

Udbytte for de tre kommuner

Afsnit 6.1 opgjorde et samlet skovareal på ca. 42.300 hektar samlet for de tre kommuner. Københavns Universitet (Skov og Landskab) har tidligere estimeret, at energiudbyttet fra træ fra de danske skove er 1,5 tons tørstof per hektar om året. Det giver et udbytte i dag på ca. 69.000 tons tørstof om året, svarende til ca. 1.200 TJ³.

Såfremt skovdyrkernes beregninger omkring den nye skovdyrkningsmodel holder stik, kan dette nutidige potentiale for energitræ fra de danske skove mere end fordobles. Dette vil dog kræve, at man ændrer hele skovarealet i kommunerne til den nye dyrkningsmodel. Regner man lidt forsigtigt på 50 % øget udbytte fås et samlet, langsigtet potentiale på ca. 1.800 TJ. Det kræver dog en længere tidsperiode, for den nye vækst kan realiseres. Derfor vurderes det ikke realistisk at øge udbyttet med mere end 20 % inden 2020. I nedenstående tabel er potentialet vist for hver kommune sammenlignet med den nuværende energiproduktion fra skoven.

TJ	Energiproduktion fra skoven i dag	Potentiale fra skoven 2020	Potentiale fra skoven på længere sigt
Norrdjurs	497	596	745
Syddjurs	557	668	835
Randers	153	184	230

Tabel 13: Energiproduktion fra skoven i de tre kommuner i dag og potentiale for øget produktion.

Forbehold

Den øgede beplantning med hjælpetræer i den nye skovdyrkningsmodel udgør en øget risiko for skovejeren. For det første bliver etableringsinvesteringerne øget, da der skal plantes flere træer. For det andet skal hjælpetræerne udtyndes inden for ca. 10-20 år og dermed bliver driftsomkostningerne ligeledes øget. De øgede investeringsomkostninger og driftsudgifter kombineret

³ Givet en brændværdi på 19 GJ/ton tørstof for træ med et vandindhold på 0 %.

med usikkerheden om pris og afsætningsmuligheder for brændselsflis efter de 10-20 år, udgør derfor en øget risiko for skovejeren.

Da knap 70 % af det danske skovareal ejes af private skovejere er det afgørende, at usikkerheden om pris og afsætningsmuligheder mindskes, før der sker en investering i pionertræer. En mulighed kunne være faste aftaler/kontrakter med konkrete aftagere, som i et eller andet omfang også er prissikrede.

Træagtige energiafgrøder

Alternativt til øget produktion af skovflis kan der satset på etablering af energiafgrøder på en del af kommunens landbrugsarealer. Adskillige afgrøder kan dyrkes som energiafgrøder, herunder pil og poppel, majs, forskellige typer græsser mm. I dette afsnit fokuserer vi på træafgrøder som pil eller poppel.

Potentialet for produktion af energiafgrøder afhænger af, hvor stor en del af landbrugsarealet, man er villig til at omlægge. I det følgende scenario har vi set på en omlægning af 5 % af landbrugsjorden i de tre kommuner til træliggende energiafgrøder. Der regnes med, at udbyttet vil være 10 tons TS/ha, og at brændværdien er 19 GJ/ton TS. Det samlede potentiale for træagtige energiafgrøder fremgår af nedenstående tabel.

Potentiale for træagtige energiafgrøder (TJ)	
Norrdjurs	332
Syddjurs	268
Randers	384

Tabel 14: Potentiale for træagtige energiafgrøder ved anvendelse af 5 % af landbrugsarealet.

Samme problemstilling, som det var tilfældet med den nye skovdyrkningsmodel i forrige afsnit, gør sig gældende omkring investeringer i energiafgrøder. Landmanden løber en stor risiko ved at investere i omplantning af sine marker til en afgrøde, der først kan høstes efter 10-15 år. Trods tilskud er investeringer i plante- og høstudstyr dyrt, og usikkerhederne omkring pris og afsætningsmuligheder udgør en betydelig risiko. Aftaler/kontrakter om afsætning ville mindske denne usikkerhed betydeligt.

Biogas

De fleste biogasanlæg i Danmark anvender i dag industriaffald i kombination med biomasse. Industriaffaldet kan ofte købes til lav pris eller der kan ligefrem opnås betaling for at behandle det, fordi biogasanlægget løser et affaldsproblem. De væsentligste kilder til industriaffald er imidlertid udtømt i dag, men

der er mulighed for at supplere husdyrgødning med forskellige typer biomasse, hvorved biogasproduktionen fra et biogasanlæg kan øges. Husdyrgødning har et lavt tørstofindhold og har derfor et relativt lavt biogasudbytte pr. ton. Biogasudbyttet er betydeligt højere for andre typer biomasse som f.eks. majs, enggræs, halm mv. I Biogasperspektivplan for Region Midtjylland har Plan-Energi set på forskellige alternative ressourcer til biogasanlæg. Ressourcerne inddeles i væsentlige ressourcer (energiafgrøder, halm, efterafgrøder og enegræs), mindre ressourcer (organisk husholdningsaffald, majsstængler, biomasse fra randzoner og afpuds fra frøgræsmarker) samt ubetydelige ressourcer (slam, græsafpuds, roetoppe mv.). Det opgjorte energipotential fra de væsentlige ressourcer er vist i tabellen nedenfor. For energiafgrøder er der regnet med, at 15 % af landbrugsarealet dyrkes med 1-årige energiafgrøder. For halm er der regnet med, at 80 % af den halmmængde, som ikke anvendes til foder og strøelse, kan bjærges og anvendes til energiformål.

TJ	Energiafgrøder	Halm*	Efterafgrøder	Enggræs
Syddjurs	495	360	192	81
Norddjurs	625	440	243	66
Randers	744	590	289	102

Tabel 15: Potentiale for anvendelse af væsentlige, alternative ressourcer til biogas i de tre kommuner i PlanEnergis Biogasperspektivplan for Region Midtjylland. * Tal aflæst på graf.

I denne rapport er der set på 3 scenarier for supplerende af husdyrgødning med anden biomasse. Det er antaget, at 50 % af biogasproduktionen på biogasanlæggene kommer fra andre kilder, og at ca. 75 % af husdyrgødningen anvendes. De 50 % er valgt, da alternative biomasser på den ene side kan forbedre økonomien i biogasanlæg, da gasproduktionen pr. tons er betydeligt højere. På den anden side regnes der med, at det primære formål med biogasanlæggene er behandling af husdyrgødning, og derfor går man ikke over 50 %. På vægtbasis betyder de 50 %, at der f.eks. skal tilsættes ca. 1/8 mængde majs i forhold til husdyrgødning, så vægtmæssigt er husdyrgødning stadigvæk det helt overvejende input. De 3 scenarier er:

- Supplering med majs
- Supplering med halm
- Supplering med enggræs eller lignende fra lavbundsarealer

I alle tilfælde er der regnet på, hvad det vil betyde, hvis al den supplerende biomasse kommer fra den nævnte kilde. I praksis vil biogasanlæggene formentlig basere sig på en kombination af flere kilder. Nedenstående tabel viser en opgørelse over det nødvendige arealbehov for de 3 scenarier.

Ha	Majs		Halm		Enggræs el. lignende	
	Arealbehov (ha)	Andel af landbrugsareal	Arealbehov (ha)	Andel af landbrugsareal	Arealbehov (ha)	Andel af lavbundsarealer
Syddjurs	975	2,4 %	5.899	14,3 %	4.482	48,9 %
Norrdjurs	1.553	3,3 %	9.395	20,2 %	7.138	55,3 %
Randers	1.407	2,6 %	8.515	16,0 %	6.469	45,7 %

Tabel 16: Arealbehov i de 3 kommuner, hvis hhv. majs, halm eller enggræs anvendes som ressource i biogasanlæg, og der produceres samme mængde biogas fra denne ressource som fra husdyrgødning. For majs er der regnet med 12 tons TS pr. ha, for halm 3 tons TS pr. ha og for enggræs 3,5 tons TS pr. ha. Der er endvidere regnet med et methanudbytte på 295 m³/ton TS majs, på 195 m³/ton TS halm og på 220 m³/tons TS enggræs.

Det fremgår, at hvis husdyrgødning skal suppleres med majs, så vil der skulle dyrkes majs på yderligere ca. 3 % af landbrugsarealet i de tre kommuner. Dette svarer ret nøje til det landbrugsareal, som allerede i dag har majs som primær afgrøde. Der vil således skulle ske en fordobling af majsarealet i de 3 kommuner. Anvendelse af majs i biogasanlæg er kendt teknologi og vil derfor kunne anvendes allerede i dag.

Mht. anvendelse af halm så vil halm fra ca. 17 % af landbrugsarealet skulle anvendes til biogas, hvis der alene suppleres med halm. Årsagen til det større areal end for majs er, at tørstofudbyttet af halm pr. hektar er lavere end for majs samtidig med, og at halmen omsættes dårligere i et biogasanlæg. Halm anvendes i dag kun i meget begrænset omfang til biogas, men forsøg har vist, at det er teknisk muligt. Der er derfor behov for demonstration af mulighederne i praksis.

Endelig ses det, at ca. 50 % kommunernes lavbundsarealer skal anvendes til biogasproduktion, hvis biogasanlæggene alene skal suppleres med enggræs. Dette er i dag både arealer med forskellige typer græsser, men også arealer, der anvendes til kornproduktion.

Alt i alt vurderes det mest realistisk, at størstedelen af den supplerende biomasse vil være majs, men det er muligt, at også andre biomasser kan spille en rolle. Udover halm og enggræs kan efterafgrøder også komme til at spille en rolle som beskrevet af PlanEnergi. I hovedscenariet for øget produktion af biomasse til energi regnes der således med, at hovedsupplementet til husdyrgødning er majs.

Med hensyn til bæredygtighed af de forskellige typer supplerende biomasse er det formentlig mere hensigtsmæssigt at anvende halm og enggræs, da det ikke vil fortrænge nuværende fødevarerproduktion. Majs er i den sammen-

hæng et såkaldt førstegenerationsbrændsel, hvilket også er årsagen til, at der er visse begrænsninger på tilskud til biogasanlæg med en stor andel af majs. Se i øvrigt afsnit 6.3 nedenfor.

Opsamling på scenarier

Samlet set er der et betydeligt potentiale for at øge udnyttelsen af biomasse til energi i de tre kommuner. Nedenstående tabel opsummerer potentialet i det scenario for 2020, som er opstillet i denne rapport.

TJ	Halm	Træ	Energiafgrøder (pil eller poppel)	Biogas, husdyrgødning	Biogas, andre kilder (majs)	I alt	% af bruttoenergiforbrug
Syddjurs	778	668	268	124	124	1.962	36 %
Norrdjurs	939	596	332	198	198	2.263	42 %
Randers	1.162	184	384	179	179	2.088	20 %
Sum	2.879	1.448	984	501	501	6.313	30 %

Tabel 17: Energipotentiale fra biomasse i scenariet for 2020. For halm er der indregnet, at 5 % af landbrugsarealet omlægges til træagtige energiafgrøder (pil eller poppel), og der taget hensyn til, at ca. 3 % af landbrugsarealet skal anvendes til enårige energiafgrøder (primært majs) til biogas.

Til sammenligning er det i dag kun ca. 1.700 TJ halm og 1.200 TJ træ, der udnyttes til energiformål. Det svarer til ca. 14 % af kommunernes bruttoenergiforbrug.

6.3 Miljø og bæredygtighed

Som en del af projektet har miljøkonsekvenserne ved en øget produktion af lokal biomasse og øget anvendelse af biomasse i energiforsyningen været diskuteret. Der er endvidere i ENERCOAST projektet blevet gennemført flere analyser af miljøkonsekvenser, herunder bl.a. en analyse af udvaskningseffekter af flerårige energiafgrøder i de tre kommuner (Aarhus Universitet) og en analyse af klimagasbalancer på lavbundsjord (også Aarhus Universitet). Desuden har INBIOM samlet en del af diskussionen om miljø og bæredygtighed i publikationen "Bioenergi – er det bæredygtigt?". I denne rapport er der ikke gennemført særskilte analyser af miljøkonsekvenser, men i det følgende resumeres kort den førstnævnte analyse fra Aarhus Universitet, da det har relevans for vurdering af konsekvenserne ved udnyttelse af flerårige energiafgrøder i kommunerne. Endvidere oprides den aktuelle bæredygtighedsdiskussion.

Næringsstofudvaskning ved omlægning til flerårige energiafgrøder

Som nævnt har Aarhus Universitet gennemført en analyse af udvaskningseffekter af flerårige energiafgrøder i de tre kommuner. Hovedpunkterne resumeres i det følgende, mens et mere fyldigt resumé kan læses i bilag 1.

Lavbundsjorde

I rapportens vurderes det, at der overvejende vil være en gunstig effekt ved omlægning til flerårige energiafgrøder fra enårige afgrøder på lavbundsjorde. En af årsagerne til den gunstige effekt er eksempelvis, at energiafgrøders dybe rødder og lange vækstsæson medvirker til en god udnyttelse - og et begrænset tab - af næringsstoffer. På den anden side er der dog også forhold, der peger på en øget kvælstoffrigivelse.

DJF finder dog, at der kun foreligger meget få undersøgelser, der sammenligner forskellige dyrkningssystemer med almindelig omdrift og flerårige energiafgrøder på lavbundsjorde. Det konkluderes derfor, at der er behov for mere viden om næringsstofbalancer for forskellige dyrkningssystemer på lavbundsområder.

Pga. af ovennævnte modsatrettede tendenser og den begrænsede viden om konsekvenser af omlægning til flerårige energiafgrøder, påpeges det, at det er vanskeligt præcist at kvantificere en eventuel reduktion i udvaskningen af næringsstoffer fra lavbundsjorde.

Flerårige energiafgrøder på højbundsjord

For højbundsjord viser måleserier for nitratudvaskning, ifølge DJF (2011), samstemmende, at der kan opnås en forbedret næringsstofbalance ved omlægning af arealer med almindelig omdrift til flerårige energiafgrøder. Målingerne er dog kun foretaget for sandjordsarter.

På baggrund af modelberegninger (for et sædskifte med vårbyg, vinterbyg, vinterraps og vinterhvede) vurderes det, at kvælstofudvaskningen gennemsnitligt kan reduceres 25 kg N pr. hektar på lerjord og 50 kg N pr. hektar på sandjord. Det specifikke kvælstoftab for et givent areal ved omlægning til flerårige energiafgrøder afhænger dog af, hvilken driftstype der erstattes.

Hvad angår fosfor anføres det, at der, ligesom for lavbundsjorde, er behov for yderligere studier af udvaskningen under forskellige omstændigheder. Det vurderes dog, at en omlægning af enårige sædskifter til flerårige energiafgrøder, vil reducere risikoen for P-erosion på erosionstruede arealer, ligesom vedvarende græs gør det.

Bæredygtighed

I de seneste 20-30 år er der kommet fokus på at især skovbrug, men også landbrug skal foregå på en bæredygtig måde. Ønsket om bæredygtighed er især fremkommet på baggrund af, at øget efterspørgsel efter landbrugsjord og tropiske træprodukter har medført gigantiske tab af skovområder i de tropiske egne. Andre skovområder omlægges til egentlig plantagedrift, og der er bekymring for, at moderne landbrug visse steder udpiner jorden og skader biodiversiteten.

De emner der drøftes er især:

- Biodiversitet
- Tab af skov
- Lokale effekter for miljø og økonomi
- Menneskerettigheder, rettigheder for oprindelige folk.
- Arbejdsbetingelser

Med debatten omkring biobrændsler i de allerseneste år er kravet om bæredygtighed og certificering optrappet. I arbejdet med EU målsætningen om 10 % VE i transportsektoren blev der rejst berettiget tvivl om den faktiske CO₂ effekt af at skifte fra benzin og diesel til ethanol og biodiesel. Samtidig oplevede verden stigende fødevarerpriser, herunder stigende priser på sukker og majs, der er foretrukne råvarer for produktion af bioethanol i Brasilien og USA.

Denne udvikling har føjet to nye elementer til debatten om bæredygtig biomasse til energiformål:

- Konkurrence med fødevarer
- Udledning af CO₂ (klimagasser)

Det antages almindeligvis, at CO₂-emissionen fra biomasse er nul. Antagelsen bygger på, at der ved afbrænding af biomasse netop udledes samme mængde CO₂, som biomassen har optaget fra luften i sin vækst, hvilket er i harmoni med den tænkning, der anvendes internationalt i både FN og i EU sammenhænge. Der er dog i den seneste tid, blandt andet fra CONCITO, sat spørgsmålstegn ved, om dette er en korrekt antagelse. CONCITO anfører, at ny dyrkning af naturskov samt anvendelse af "gammelt" træ medfører, at biomasseafbrænding først har en reel positiv CO₂-effekt efter mange årtier. Hertil kommer, at inddragelse af naturskov og landbrugsjord til energiformål kan true biodiversitet og hæve priserne på fødevarer i verdensmarkedet.

Andre forskere og institutioner har imødegået disse synspunkter, men er enige i, at det er afgørende, hvorfra biomassen kommer, samt hvordan den pågældende biomasse har ændret dyrkningsmetoder etc., hvis den skal kunne betegnes som bæredygtig. Der er enighed om, at anvendelse af restprodukter fra skov- og landbrug generelt kan betegnes som bæredygtig biomasse. Et afgørende spørgsmål i denne sammenhæng er også, hvad biomassens og dyrkningsarealets alternative anvendelse er.

EU-kommissionen har tilkendegivet, at et fælles regelsæt for bæredygtighedskriterier for faste biobrændsler er på vej. Samtidig vil der i forlængelse af Energiaftalen fra marts 2012 blive igangsat en analyse, som skal se på, *"om der er de rette rammevilkår for en effektiv og miljømæssig bæredygtig anvendelse af biomasseressourcer i den danske energiforsyning"*. Denne analyse skal afrapporteres inden udgangen af 2013.

7 Rammer for forøgelse af biomasseanvendelsen

I det følgende kapitel sættes fokus på rammerne for den fremtidige energiforsyning i forhold til hvilke forsyningsmuligheder, der er for forsyningen nu og i fremtiden og hvilke økonomiske rammebetingelser, der eksisterer.

Rammerne for energiforsyningen har gennem mange år været rimeligt stabile. De seneste par år er der dog sket en del forandringer på grund af liberaliseringen af energisektoren og det øgede fokus på klimaudfordringerne. I samme periode er der også sket større prisændringer, både som følge af stigende brændselspriser og stigninger i CO₂-kvotepriser og elpriser, og på grund af udsving og fald i priserne i kølvandet på finanskrisen i 2008 og frem. Forventningen er, at priserne stiger igen efter krisen.

Den største udfordring for energiforsyningen i dag er den globale klimakrise. Håndteringen af denne har stor indvirkning på den fremtidige fjernvarmeforsyning i Danmark, og vil kræve en omlægning til mere klimavenlig produktion i fremtiden. Derudover er forventningen, at varmesektoren kan se frem til mere fleksible vilkår i fremtiden, men samtidig vil blive mødt med krav om øget effektivitet og nedbringelse af omkostninger i sektoren. De overordnede rammer for varmeforsyningen defineres delvist af Klima- og energipolitiske mål på EU niveau. Både i forhold til kort- og langsigtede mål for udviklingen i energiforsyningen, og i forhold til konkrete direktiver omkring udledninger af CO₂ eller luftforurenende emissioner fra de enkelte anlæg.

7.1 Relevant rammeværk på EU niveau

EU's Klima- og Energipakke fra 2008 har til formål at sikre, at EU-landene når i mål mht. at reducere udledning af drivhusgasser og fremme af vedvarende energi. Pakken indebærer en række forpligtende målsætninger for EU som helhed frem til 2020:

- 20 % reduktion af drivhusgasemissioner i forhold til 2005 i de ikke kvoteomfattede sektorer – Indeholder en byrdefordeling så de nationale mål varierer baseret på lokale forhold. Det danske mål er 20 % i 2020
- 20 % VE i EU's samlede energiforbrug – Indeholder en byrdefordeling. Det danske mål er 30 % i 2020
- 20 % mindre energiforbrug gennem energieffektivisering – dette mål er ikke nationalt bindende

På længere sigt, frem til 2050 har EU fastsat et drivhusgas-reduktionsmål på 80-95 % i forhold til 1990 niveau. Opfyldelsen af dette mål er efterfølgende konkretiseret af kommissionen i deres 'Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050' fra marts 2011 og i det efterfølgende 'Energy Roadmap 2050' fra december 2011. Sidstnævnte illustrerer, at milepælene for den langsigtede reduktion af drivhusgasudledningerne frem mod 2050 kunne være en 40 % reduktion i 2030 og en 80 % reduktion i 2050.

Et vigtigt værktøj til at opnå de opsatte mål er EU's kvotehandelssystem. Fra 2013 fordeles kvoterne gennem fastlæggelse af ét fælles loft for hele EU, der gradvist blive reduceret, så mængden af kvoter år for år bliver mindre og mindre. El- og varmeproducerende enheder over 20 MW indfyret effekt er underlagt ordningen. For kraftvarmeværkers vedkommende er kvoterne ved tildeling øremærket til henholdsvis el- og varmeproduktion. Varmeproduktion fra kraftvarme- og fjernvarmeværker skal fra 2013, som udgangspunkt, have 80 % gratis kvoter, ift. sektor-benchmarks. Denne tildeling udfases lineært, således at der er 30 % gratis tildeling i 2020.

7.2 Nationalt rammeværk

Dansk energipolitik har stor fokus på at reducere udledningen af drivhusgasser og samtidig øge andelen af vedvarende energi. Her er fjernvarmeforsyningen en vigtig brik i forhold til at omstille varmesektoren. En af de hovedtendenser der vil få størst betydning for de fremtidige rammer for fjernvarmen er behovet for nye initiativer der reducerer energiforbrug og øger andelen af VE, for at de nuværende klimamål kan nås. Samtidig må det forventes, at der vil blive sat nye, langsigtede og stadigt mere konkrete og forpligtende mål for energisektoren, hvilket betyder, at fjernvarmesystemerne skal forberedes til yderligere reduktion af CO₂-emissioner og højere andel af vedvarende energi på langt sigt.

I den nuværende regerings energipolitiske udspil 'Vores Energi' fra november 2011 sætter det som mål at hele den danske el- og varmeforsyningen i 2035 skal være dækket af vedvarende energi. Frem mod 2050 er målet en komplet omstilling af energi- og transportsystemet til udelukkende at være baseret på vedvarende energi.

Rammerne for brændselsvalg og forsyningsform

De konkrete rammer for varmeforsyningen er fastlagt i Lov om varmeforsyning. Loven fastlægger blandt andet rammerne for kommunernes beslutninger om brændselsanvendelse, områdeafgrænsning m.v. i den kollektive varmeforsyning. Til samproduktion af el og varme (kraftvarme) er der i realiteten

frit brændselsvalg for de aktuelle brændsler (naturgas, biomasse, biogas, lossepladsgas eller anden forgasset biomasse eller affald). For varmeproducerende anlæg (der ikke producerer el) er det typen af fjernvarmenet, der bestemmer brændselsvalget. Hvis fjernvarmenettet i forvejen forsynes af et decentralt naturgasfyret værk, kan der bruges naturgas eller mineralsk olie. Hvis fjernvarmenettet forsynes af et decentralt værk, der ikke anvender naturgas, kan der bruges biomasse, biogas, lossepladsgas eller anden forgasset biomasse eller affald. Hvis fjernvarmenettet forsynes af et decentralt kraftvarmeværk, kan der ikke godkendes anvendelse af et rent varmeproducerende anlæg, med mindre det drejer sig om spids- og reservelast anlæg (med meget begrænset driftstid).

I et udkast til en revurdering af varmeforsyningsloven der pt. er i høring åbnes muligheden for omstilling til biomasse på de centrale kraftvarme værker og på 35 barmarksværker. Øvrige værker har ikke samme mulighed for omstilling, herunder decentrale kraftvarmeværker drevet på naturgas. Denne justering er en udløber af Energiaftalen fra marts 2012.

Energiaftalen fra marts 2012 for perioden 2012-2020, skal sikre en 12 % reduktion af bruttoenergiforbruget i 2020 i forhold til 2006, 35 % vedvarende energi i 2020 og lige knap 50 % vind i det danske elforbrug i 2020. Derudover forventes CO₂ udslippet reduceret med 34 % i 2020.

Med den gældende varmeforsyningslov påhviler det kommunen i samarbejde med forsyningsselskaber og andre berørte parter at udføre planlægning for varmeforsyningen i kommunen. Hvis der skal etableres nye værker eller distributionsnet, eller hvis der foretages større ændringer i eksisterende anlæg, skal der udarbejdes et projektforslag. Bestemmelserne omkring udarbejdelsen af projektforslag er fastsat i projektbekendtgørelsen⁴.

7.3 Strategisk energiplanlægning i kommunerne

I marts 2010 fremlagde Energistyrelsen og KL et "Oplæg om strategisk energiplanlægning". Strategisk energiplanlægning er tænkt som et værktøj, der skal give kommunerne mulighed for at planlægge en omstilling til et fleksibelt VE system på en samfundsøkonomisk hensigtsmæssig måde.

Den strategiske energiplanlægning skal hjælpe kommunerne til at planlægge hvordan den fremtidige energiforsyning skal udvikles i lyset af varmeforsyningslovens formål og eventuelle lokalpolitiske målsætninger. Planlægningen baseres på en forudgående kortlægning af den lokale energiforsyning, de res-

⁴ [Bekendtgørelse nr. 1295 om godkendelse af projekter for kollektive varmeforsyningsanlæg](#)

sourcer, der er til rådighed, samt energibehovet, inklusiv besparelspotential. Udover kollektiv varmeplanlægning indeholder strategisk energiplanlægning også andre elementer i energikæden som fjernkøling, energibesparelser, udbredelse af individuelle vedvarende energianlæg og transport.

En kommunal strategisk energiplan kan fx indeholde:

- **Energi behovet:** Kortlægning af nuværende og evt. fremtidigt energibehov.
- **Energi besparelspotential:** Hvor opnås energibesparelser mest hensigtsmæssigt i forhold til klima, miljø, og samfundsøkonomi?
- **Energi ressourcer:** Hvilke ressourcer er til rådighed? Fokus på øget udnyttelse af lokale energiresourcer øger behov for tværkommunal koordinering.
- **Prioritering af forskellige energikilder og konverteringsteknologier:** Hvor og med hvilken teknologi udnyttes energien mest optimalt og bæredygtigt?
- **Den konkrete planlægning:** Hvilke områder skal udlægges til kollektiv varmforsyning, hvordan kan individuelle vedvarende forsyningssystemer som varmepumper udbredes eller hvilke projekter vil kommunen have gennemført.

Det er frivilligt for kommunerne at udarbejde strategiske energiplaner. I Energifaften fra marts 2012 oprettedes en pulje på 19 mio. kr. til at fremme partnerskaber om strategisk energiplanlægning mellem kommuner, lokale virksomheder og energiselskaber samt forbedre samspillet mellem statens, regionernes og kommunernes indsatser og understøtte den kommunale planlægning og den borgernære indsats i perioden 2013-2015. Den statslige involvering understøttes med 1 mio. kr.

7.4 Skatter, afgifter og tilskud

Det danske afgiftssystem er en kompleks størrelse. Afgifterne på energiforbrug anvendt til opvarmning, er forholdsvist høje, mens erhvervenes afgifter til andet end opvarmning er væsentligt mindre af hensyn til dansk industris konkurrenceevne.

For varmforsyningen gælder det at fossile brændsler, der går til produktion af varme, er afgiftsbelagt, hvorimod biobrændsler er fritaget for afgifter. Værkerne får dermed et indirekte tilskud for at anvende biomasse. Brændsler, der går til produktion af el, er ikke afgiftsbelagt. I stedet er afgifterne pålagt elforbruget hos slutbrugeren. En væsentlig forskel på afgiftssystemet for varme og el er således, at afgift på varme opkræves hos producenten, mens afgift på el

opkræves hos forbrugeren. Dette medfører, at der betales fuld energiafgift af den del af varmen, der mistes i transmissionen til forbrugeren, i modsætning til elsystemet, hvor der ikke betales afgift af tabet.

For de decentrale og de centrale kraftvarmeværker betales afgift af brændsel, der anvendes til varmeproduktion, idet der gives afgiftsfritagelse for afgiftspligtige brændsler, der medgår til elproduktion. Kraftvarmeanlæg kan få reduceret elafgift, såfremt der benyttes elpatron eller varmepumpe til varmeproduktion. Tilsvarende nedsættes energiafgift samt CO₂-afgift, såfremt der produceres varme på kedler i kraftvarmeværket.

For affald er der en afgift på den producerede energi samt en tilsvarende fritagelse for energi medgået til fremstilling af elektricitet.

Gældende energi- og CO₂-afgifter for varmeproduktion

Afgiftssatserne for energi- og CO₂-afgifter⁵ for 2012 og 2015 ses i tabellen nedenfor.

Brændsel	2012	2015	2025
Stenkul	74,7	78,8	94,1
- Energiafgift	59,4	62,7	74,9
- CO ₂ -afgift	15,3	16,1	19,2
Naturgas	68,5	72,4	86,5
- Energiafgift	59,4	62,7	74,9
- CO ₂ -afgift	9,1	9,7	11,6
Fuel olie	72,4	76,4	91,3
- Energiafgift	59,8	63,1	75,4
- CO ₂ -afgift	12,6	13,3	15,9
Gas olie	71,3	75,2	89,8
- Energiafgift	59,4	62,6	74,8
- CO ₂ -afgift	11,9	12,6	15,0
Tillægsafgift for affald	31,8	31,8	31,8
Affalds-varmeafgift	23,0	25,7	35,9
Varme fra affald (kr./ton CO ₂)	(161,1 kr./ton)	(170 kr./ton)	(203 kr./ton)

Tabel 18: Afgiftssatser for energiafgift og CO₂-afgift pr. GJ brændsel for 2012 og 2015. Afgiftssatserne for 2025 er beregnet under forudsætning af, at fremskrivningen foregår efter samme princip som til 2015. For affaldsafgifterne er der taget hensyn til lovændringerne ved lov 1564, som forklaret længere nede.

For procesindustri gælder lavere afgiftssatser end de viste. Ved ren varmeproduktion i kraftvarmenet nedsættes den samlede afgiftsbetaling (energi og

⁵ CO₂-afgiften for elektricitet har per 1.1.2010 ændret navn til energispareafgift af elektricitet. Afgiften betales uanset hvilket elprodukt forbrugeren får leveret

CO₂-afgift) til 62,2 kr./GJ varme (elpatronordningen). Ved elbaseret varme-
produktion fritages desuden for PSO-afgiften i dette tilfælde.

Størstedelen af kraftvarmeproduktion i Danmark er som tidligere nævnt om-
fattet af EU's kvotehandelssystem. Prisen på CO₂- kvoter er i dag er ca. 50
kr./ton, men Energistyrelsen regner med, at den på længere sigt vil nå godt
200 kr./ton. For kul svarer 200 kr./ton CO₂ til ca. 20 kr. /GJ brændsel og for
naturgas ca. 12 kr./GJ brændsel. Kvoterne omfatter til forskel for de eksiste-
rende afgifter al brændsel på et kraftvarmeværk – også til elproduktion

Forsyningsikkerhedsafgift

Ved en omstilling af det danske el- og varmesystem til et fossilfrit system, vil
staten miste et stort provenu fra anvendelsen af afgiftsbelagte fossile brænds-
ler. Derfor indføres der med energiaftalen fra marts 2012 en forsyningsikker-
hedsafgift der træder i kraft i 2013 (senest 2014 for biomasse). Afgiften på-
lægges al rumvarme både fossilt- og biomassebaseret og stiger gradvist frem
mod 2020. Afgiftsstigningen reduceres dog med 7,5 kr./GJ senest i 2020
(2010-niveau), for forbrugere af fossile brændsler der i forvejen har høje afgif-
ter. Derudover lempes energiafgifterne på el og brændsel til proces for at
fritage det private erhvervsliv fra afgiftsfinansieringen af energiaftalens ener-
gipolitiske initiativer.

Den forventede indtægt fra forsyningsikkerhedsafgiften ses i tabellen neden-
for.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
mia. kr.	0,6	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8

Tabel 19: Forventede indtægter fra forsyningsikkerhedsafgiften i 2011 priser, opgjort som
umiddelbart provenu fratrukket kompensation af erhvervslivet (kilde: Energiaftalen af 22. marts
2012).

Afgifter på elforbrug

Elforbruget pålægges en elafgift, energispareafgift, en eldistributionsafgift og
en tillægsafgift. For 2012 fordelte afgifterne på elforbrug sig således:

	Øre/kWh
Elafgift (inkl. energisparebidrag på 0,6 øre)	64,10
Energispareafgift	6,40
Tillægsafgift	6,10
Eldistributionsafgift	4,00

Tabel 20: Afgifter på elforbrug.

I aftale om indførelse af "elpatronloven" blev særlige afgiftssatser fastsat for brug af el i en elpatron, for at fremme udbredelsen af elpatroner. Elpatronloven trådte i kraft 1. januar 2008 og er efterfølgende blevet gjort permanent.

Produktionstilskud

For at fremme elproduktion baseret på vedvarende energi ydes der i dag forskellige tilskud. For biomassebaseret elproduktion ydes et tilskud på 150 kr./MWh el i løbende priser. I energiaftalen fra marts 2012 blev rammebetingelserne for biogasudbygningen forbedret, så den samlede støtte til biogas, der anvendes til kraftvarme eller sendes ud i naturgasnettet skal kunne komme op på 115 kr./GJ i 2012.

Derudover gives et produktionsuafhængigt tilskud til større decentrale kraftvarmeværker på naturgas, der giver et betydeligt bidrag til værkernes samlede indtjening. Denne ordning ophører i december 2018.

Beregning af fordelingen mellem el og varme på kraftvarmeværker

Ved beregning af andelen af brændsel anvendt til varmeproduktion på et kraftvarmeværk, kan benyttes to forskellige metoder, V-metoden og E-metoden:

- V-metoden (varmevirkningsgrad-metoden):
 - $\text{Brændsel (varme)} = \text{varmeproduktion} / 1,20$
- E-metoden (elvirkningsgrad-metoden):
 - $\text{Brændsel (varme)} = \text{Brændsel (total)} - \text{elproduktion} / 0,67$

Dog kan der højest opnås afgiftsfritagelse på en brændselsmængde svarende til $\text{elproduktion} / 0,35$. De decentrale kraftvarmeværker beslutter selv årligt, om de fremadrettet vil anvende E- eller V-formlen.

Afgifter i erhverv

Afgifterne på erhvervenes energiforbrug varierer kraftigt. Kun enkelte serviceerhverv betaler høje energiafgifter, svarende til afgiftsniveauet for husholdningerne, på alt energiforbrug, mens alle sektorer betaler høje energiafgifter på rumvarme. Ligeledes betales høje afgifter på benzin og diesel (bortset fra i landbruget).

På en række andre anvendelser (såkaldt let og tung proces), er energiafgifterne meget lavere, i størrelsesordenen 5 kr./GJ for brændsel anvendt i erhverv til andet end opvarmning. I forbindelse med Forårspakke 2.0 (og det efterfølgende serviceeftersyn) blev det vedtaget, at satsen skal stige til 8 kr./GJ i 2013. Elafgiften udgør ca. 3 øre/kWh fra 2013.

Virksomheder over en vis størrelse indenfor for bl.a. metalindustri, pap og papirindustri, og cement-, glas- og keramiske (tegl) virksomheder er omfattet af EU's CO2-kvotesystem. Kvotevirksomheder skal "betale" for deres CO2-udledning med CO2-kvoter. Virksomhederne tildeles gratis kvoter efter en produkt-benchmarking. Brancher, der er særligt udsat for udflytning (høj risiko for carbon leakage) modtager flest gratis kvoter.

Erhvervsvirksomheder, der ikke er kvoteomfattede, betaler CO2-afgift på godt 150 kr./ton CO2. er dog undtaget fra at betale CO2-afgift. Desuden er der indført et bundfradrag i CO2-afgiften for virksomheder med tung proces.

Erhvervslivet betaler desuden PSO tarif på elforbrug, dog gives en rabat til virksomheder med særligt højt elforbrug.

I forbindelse med Energiaftalen fra marts 2012 er det besluttet at etablere en pulje på 250 mio. kr. i 2013 og 500 mio. kr. årligt fra 2014, der fastholdes frem mod 2020. Puljen skal fremme anvendelse af vedvarende energi i virksomhedernes produktionsprocesser. Støtten gives som anlægstilskud til projekter, der erstatter fossile brændsler med vedvarende energi eller fjernvarme samt energieffektiviseringer i direkte tilknytning til disse konverteringsprojekter. Derudover indføres et tilskud på 30 mio. kr. årligt fra 2013 til 2020 til at fastholde og fremme industriel kraftvarme i industri og gartnerier.

Fremtidig udvikling i skatter og afgifter

I Energiaftalen blev det aftalt at der frem til 2014 skal udføres en analyse af det eksisterende tilskud- og afgiftssystem, med henblik på at vurdere behovet for justeringer, herunder mulighederne for at sikre rette incitamenter til omstillingen til et grønt, omkostningseffektivt og fleksibelt energisystem. Resultatet af analysen kan få stor betydning for den fremtidige afgiftsstruktur.

7.5 Udviklingen i brændselspriser

Som udgangspunkt for vurderingen af udviklingen i brændselspriser bruges samme forudsætninger, som Energistyrelsen gør i deres samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Disse forudsætninger er baseret på Det Internationale Energiagenturs (IEA) 'World Energy Outlook'. I forhold til vurderingen af fremtidige biomassepriser bygger Energistirelsens analyser på en særskilt konsulentundersøgelse, der er blevet gennemført primo 2011.

Fremskrivning af brændselspriser er behæftet med stor usikkerhed og der kan på kort sigt forekomme markante udsving i forhold til langsigts-trenden.

Energistyrelsens vurdering af biomassepriserne omfatter priser på halm, træflis, træpiller og energiafgrøder (energipil). For træpiller er der opstillet priser for to kvaliteter af piller, industripiller, der bruges på kraftværker og fjernvarmeværker, og konsumpiller, der er af en højere kvalitet og bruges af små forbrugere. Biogas er ikke medtaget, da omkostningerne afhænger meget af de specifikke anlæg. Disse priser er som for de øvrige priser behæftet med stor usikkerhed blandt andet fordi det afhænger af eksterne faktorer såsom efterspørgslen efter biomasse til ikke-energiformål.

Energistyrelsen brændselsprisvurdering fra 2011 ses af tabellen nedenfor.

2009-Kr./GJ	Råolie	Naturgas	Kul	Fuelolie	Gasolie	Diesel	Benzin	JP1	Halm	Træflis	Træpiller		Energipil
											industri	konsum	
2011	75,1	43,9	20,1	65,5	87,2	87,2	88,3	95,0	26,3	33,5	66,5	76,5	35,0
2012	78,0	47,8	20,4	68,4	90,3	90,3	91,4	98,1	26,5	34,0	67,0	77,0	35,0
2013	80,9	51,8	20,6	71,2	93,4	93,4	94,5	101,2	26,8	34,5	67,5	77,5	35,0
2014	85,5	56,9	21,4	75,7	98,3	98,3	99,4	106,0	27,1	35,0	68,0	78,0	35,0
2015	90,2	62,2	22,1	80,4	103,3	103,3	104,4	111,0	27,3	35,6	68,5	78,5	35,0
2016	91,8	63,3	22,2	82,0	105,0	105,0	106,2	112,8	27,6	36,1	69,0	79,0	35,0
2017	93,5	64,5	22,4	83,6	106,8	106,8	107,9	114,5	27,9	36,6	69,5	79,5	35,0
2018	95,1	65,7	22,6	85,3	108,6	108,6	109,7	116,3	28,2	37,2	70,0	80,0	35,0
2019	96,8	66,9	22,8	86,9	110,3	110,3	111,4	118,1	28,4	37,7	70,5	80,5	35,0
2020	98,4	68,0	23,0	88,5	112,1	112,1	113,2	119,8	28,7	38,3	71,0	81,0	35,0
2021	99,6	68,9	23,1	89,7	113,3	113,3	114,4	121,1	29,0	38,9	71,5	81,5	35,0
2022	100,7	69,7	23,2	90,8	114,5	114,5	115,7	122,3	29,3	39,5	72,0	82,0	35,0
2023	101,9	70,5	23,3	91,9	115,8	115,8	116,9	123,5	29,6	40,0	72,5	82,5	35,0
2024	103,0	71,3	23,4	93,1	117,0	117,0	118,1	124,8	29,9	40,6	73,0	83,0	35,5
2025	104,2	72,1	23,5	94,2	118,2	118,2	119,4	126,0	30,2	41,3	73,5	83,5	36,0
2026	105,1	72,8	23,6	95,2	119,2	119,2	120,4	127,0	30,5	41,9	74,0	84,0	36,6
2027	106,1	73,5	23,6	96,1	120,3	120,3	121,4	128,0	30,8	42,5	74,5	84,5	37,1
2028	107,0	74,2	23,7	97,1	121,3	121,3	122,4	129,1	31,1	43,1	75,0	85,0	37,7
2029	108,0	75,0	23,8	98,0	122,3	122,3	123,5	130,1	31,4	43,8	75,5	85,5	38,3
2030	109,0	75,7	23,8	98,9	123,3	123,3	124,5	131,1	31,7	44,4	76,0	86,0	38,9

Tabel 21 Forventede fremtidige importpriser (CIF-priser) på råolie, naturgas, kul, olieprodukter og træpiller samt priser af dansk producent på halm, træflis og energipil (kilde: Energistyrelsen, 2011, "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet").

8 Teknologiske muligheder for forøgelse af biomasseanvendelsen

I denne rapport er analysen af mulighederne for anvendelse af mere biomasse i Randers, Norddjurs og Syddjurs kommuner blevet inddelt i følgende fem områder:

- Anvendelse af biogas
- Individuel opvarmning
- Kollektiv el- og varmeforsyning (fjernvarmeværker)
- Industrien
- Transportsektoren

I det følgende vil mulighederne for øget anvendelse af biomasse indenfor hvert af de fem områder blive udpeget, før opstillingen af et konkret scenarie i næste kapitel.

8.1 Anvendelse af biogas

Dette afsnit belyser økonomiske forhold forbundet med anvendelse af biogas i Randers, Norddjurs og Syddjurs kommuner. Afsnittet har fokus på den selskabsøkonomisk mest hensigtsmæssige anvendelse, mens samfundsøkonomiske forhold behandles mere overordnet.

Udvikling af energiudnyttelse fra biogas har i flere årtier været energipolitisk prioriteret og økonomisk støttet. I flere år har der biogas været begunstiget af eltilskud og afgiftsfritagelse, og med energiaftalen fra marts indføres nye økonomiske muligheder.

Eltilskud og afgiftsfritagelse

Alle nye og eksisterende anlæg med biogas får en fast elafregningspris på 74,5 øre/kWh eller et fast pristillæg på 40,5 øre/kWh, når biogas m.v. anvendes sammen med andre brændsler. Beløbene på 74,5 øre og 40,5 øre prisreguleres med 60 % af stigningen i nettoprisindekset. Med prisregulering er det faste tillæg i dag 42,4 øre/kWh.

Varme fra biogas er afgiftsfritaget. Når biogas fortrænger naturgaskraftvarme svarer dette til et indirekte tilskud på 55,6 kr./GJ varme.

Energiaftalen

Med energiaftalen af 22. marts 2012 øges støtten til biogas yderligere, særligt til anvendelse uden for kraftvarmesektoren.

- Igangsætningsstøtten fra anlægspuljen øges fra 20 pct. til 30 pct. i 2012.
- Der gennemføres tilskudsmæssig ligestilling af biogas til naturgasnettet med biogas til kraftvarme, således at også biogas, der leveres til naturgasnettet, opnår et betydeligt grundtilskud (79 kr./GJ).
- Der indføres et nyt grundtilskud for biogas leveret til procesenergi i virksomheder og transport på netto 39 kr./GJ
- Der indføres et tilskud på 26 kr./GJ til alle anvendelser af biogas. Tilskuddet aftrappes i takt med stigende naturgaspriser ud fra et grundprisniveau på 53,4 kr./GJ. Tilskuddet aftrappes med 1 øre/GJ, når naturgasprisen stiger med 1 øre/GJ. Anvendes biogas til elproduktion gives et tilskud på 26 øre/kWh, som også aftrappes i takt med stigende naturgaspriser. Tilskuddet vil formentlig ikke komme til at gælde biogas produceret ud fra energiafgrøder som fx majs.
- Der indføres yderligere et tilskud på 10 kr./GJ til alle anvendelser af biogas. Tilskuddet aftrappes med 2 kr./GJ fra 2016 til 0 kr./GJ i 2020.

For to af disse tilskudselementer er der vilkår knyttet til, at den primære ressource anvendt i anlægget skal være husdyrgødning. Således står der i Bekendtgørelse om tilskud til biogas mv. (Bek. Nr. 293 af 27/03/12) om igangsætningsstøtten i anlægspuljen, at "Det er en betingelse for tilsagn om tilskud, at husdyrgødning udgør mindst 75 pct. i gennemsnit pr. år af den biomasse målt i tons, der anvendes til produktion af biogas". Da husdyrgødning har et betydeligt mindre biogaspotentiale end andre typer biomasse, vil husdyrgødnings andel på energibasis skulle være betydeligt mindre.

Biogas, der hovedsagelig produceres på basis af energiafgrøder, forventes ikke at kunne opnå pristillægget på 26 kr./GJ. Det ligger endnu ikke klart, hvordan denne begrænsning af tilskuddet vil blive håndteret lovgivningsmæssigt, men Energiministeren har udmeldt, at energiafgrøder skal være defineret som bæredygtige for at tilskud kan opnås.

Tilskud bortfalder i 2020

Den økonomiske analyse er gennemført for 2020. Tilskuddet på 10 kr./GJ forudsættes derfor at være fuldt aftrappet, og tilskuddet på 26 kr./GJ, der afhænger af gasprisen, forudsættes at ligeledes at fuldt nedtrappet, fordi naturgasprisen forventes at stige til 83 kr./GJ i løbende priser frem mod 2020 (baseret på Energistyrelsens forudsætninger fra april 2011).

Størstedelen af den biogas, der produceres i dag, afsættes på naturgasfyrede kraftvarmeværker. I Syd- og Norddjurs Kommuner, hvor der ikke er naturgas-

forsyning, er dette imidlertid ikke en mulighed. Det er det derimod i Randers, men afhængigt af biogasmængderne er det sandsynligt, at kun en del af den samlede biogasmængde i Randers kan erstatte naturgas på kraftvarmeanlæg.

Anvendelsesmuligheder

Følgende anvendelsesmuligheder for biogas er belyst i de økonomiske analyser:

Anvendelsesmuligheder	Beskrivelse
Naturgaskraftvarmeværk	Biogas føres fra anlæg til gaskraftvarmeanlæg, hvor biogas erstatter anvendelse af naturgas. Relevant i Randers.
Ren elproduktion	Der etableres gasmotor ved biogasanlægget, som producerer el til elmarkedet. Varmen fra anlægget bortkøles. En mindre del kan anvendes som procesvarme på biogasanlægget.
Industri (direkte)	Gasledning fører biogas til industri, hvor gassen anvendes direkte til at producere procesvarme. Et eksempel på industri er Novopan i Syddjurs. Værdien afhænger af det fortrængte brændsel (biomasse, kul, gasolie mv.).
Industri (motor)	Gasledning fører biogas til industri, hvor der installeres en gasmotor. Gasmotoren sælger el til elmarkedet, medens overskudsvarmen afsættes til industrien, hvorved der fortrænges brændsel.
Halmvarmeværk (direkte)	Gasledning fører biogas til halmvarmeværk (fx Rønde eller Ebeltoft), hvor gassen anvendes til varmeproduktion.
Halmvarmeværk (motor)	Gasledning fører biogas til halmvarmeværk (fx Rønde eller Ebeltoft), hvor der installeres en gasmotor. Gasmotoren sælger el til elmarkedet, medens overskudsvarmen afsættes til industrien, hvorved der fortrænges brændsel.
Studstrupværket	Gasledning fører biogas til Studstrupværket nord for Aarhus. Her vil biogas på kort sigt erstatte halm eller kul og på længere sigt – i 2020- formentlig træpiller.
Opgradering til naturgasnet	Biogas opgraderes til naturgaskvalitet og sælges i gasmarkedet. Opgraderingen kan ske på biogasanlæggene eller på et eller flere større opgradringsanlæg, hvortil biogassen føres i lavtryksnet.

Tabel 22: Anvendelsesmuligheder for biogas.

Hvilke anvendelsesmuligheder, der selskabsøkonomisk er mest attraktive afhænger dels af omkostningerne forbundet med at fremføre biogassen (biogasnet og eventuel opgradering) og anvende den (fx ny gasmotor), dels af indtægterne fra salg af gas, el og varme samt ikke mindst de tilknyttede tilskud.

Produktionsomkostninger

Biogassen forudsættes i beregningerne at blive produceres på større biogasfællesanlæg med en kapacitet på 1000 tons biomasse i døgnet. Cirka halvdel af biogasproduktion forudsættes at ske på basis af energiafgrøder, da anvendelse af energiafgrøder med de nuværende priser vil reducere den gennemsnitlige produktionsomkostning på biogasanlægget. Derudover vil omsætningen på et givent anlæg blive kraftigt forøget, fordi gasproduktionen tæt ved fordobles. Hvert enkelt anlæg kan med disse specifikationer producere ca.

350 TJ biogas årligt (ca. 100.000 MWh). Det svarer omtrent til gasforbruget på et decentralt naturgaskraftvarmeanlæg på 10 MW (4000 fuldlasttimer årligt). De tilgængelige gyllemængder til biogas betyder, at der til sammen kan opføres op til tre af disse større anlæg i de tre kommuner.

Køb af energiafgrøder

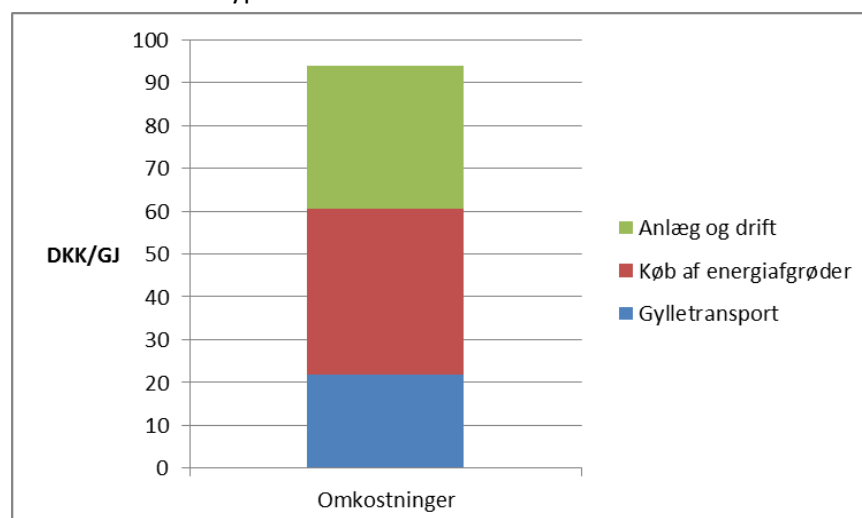
Anlæggets produktionsomkostninger udgør ca. 95 kr./GJ, fordelt omkostninger til transport af gylle, køb af energiafgrøder og anlæg og drift. Energiafgrøderne forudsættes at bestå af majsensilage, som i dag kan købes til ca. 250 kr./ton. Denne prisforudsætning er også anvendt fremadrettet.

Gylletransport

Gylletransport udgør, som det fremgår, en betydelig del af de samlede produktionsomkostninger. Denne omkostning kan reduceres meget betydeligt ved, at der i stedet for fællesanlæg etableres gårdanlæg, som til gengæld kan have relativt højere investeringsomkostninger samt øgede omkostninger til transport af biogas fra gårdanlæg til forbruger. I takt med strukturudviklingen, hvor de enkelte bedrifter bliver større og minder mere om industrier, vil der muligvis ske et skift fra fælles- til gårdanlæg (jf. konceptet for Ringkøbing-Skjern), hvilket potentielt kan føre til lavere produktionsomkostninger.

Udetid

Det er forudsat, at biogasanlægget kører kontinuert og leverer biogas til en motor, et opgraderingsanlæg eller andre mulige anvendelser. For visse anvendelsesmuligheder vil der dog være perioder, hvor gassen ikke kan afsættes og må afbrændes i en fakkelt, da der er tekniske nedbrud i f.eks. motor eller opgraderingsanlæg (udetid). Dette øger omkostninger ved biogasproduktionen. Udetiden er typisk sat til 2 %.



Figur 28: Omkostninger til produktion af biogas (kr./GJ) på biogASFællesanlæg med kapacitet på 1000 tons per dag. Godt halvdelen af biogassen forudsættes produceret på energiafgrøder. Beregningen forudsætter et anlægstilskud på 30 %.

Omkostning til transport af biogas	Ved næsten alle anvendelser af biogas vil det være nødvendigt at fremføre biogassen fra biogasfællesanlæg til en forbruger eller til naturgasnettet. En lavtrykgasledning til transport af biogas estimeres at koste mellem 400.000 kr. og 1 mio. kr. per km., afhængigt af ledningens kapacitet. Anvendes 700.000 kr. per km årlig kapitalomkostning på ca. 1 mio. kr. for en ledning på 16 km. Dertil kommer omkostninger til drift og vedligehold, herunder køb af el, således at den årlige omkostning er ca. 1,15 mio. kr. eller ca. 3 kr./GJ biogas.
Opgradering	Skal biogassen opgraderes, vurderes omkostningerne at ligge på mellem 0,75 og 1,0 kr./Nm³ metan svarende til ca. 25 kr./GJ. Dette forudsætter, at der ikke tilsættes propan – for at opnå samme brændværdi som naturgas fra Nordsøen. Propantilsætning vurderes ikke at være nødvendig, da naturgasnettet fremover skal kunne modtage nye typer gaskvaliteter fx russisk eller tysk naturgas.
Økonomien i anvendelsesmulighederne	I det følgende gennemgås økonomien i de forskellige anvendelsesmuligheder. Beregningen er gennemført ud fra forventede forhold i 2020. Nedenstående tabel viser de anvendte beregningsforudsætninger. Brændselspriser og tilskud er alle opgivet i 2011 priser. Brændselspriser er baseret på Energistyrelsens samfundsøkonomiske forudsætninger fra april 2011. Der forudsættes inflation på 1,8 % fremadrettet. Tilskud til biogas opreguleres med 60 % af nettoprisindekset, dog ikke det produktionstilskud som afhænger af gasprisen og det tidsafhænge tilskud som er udfaset i 2019.

Fælles forudsætninger (2020)		
Halm an værk	39	DKK/GJ
Træflis an værk	51	DKK/GJ
Træflis ex transport	42	DKK/GJ
Gaspris, ab prod.	70	DKK/GJ
Gaspris, an kraftværk	74	DKK/GJ
Gaspris an værk	86	DKK/GJ
Træpiller an kraftværk	74	DKK/GJ
Træpiller an industri	78	DKK/GJ
Gasolie an værk	131	DKK/GJ
Elpris (NP uvægtet)	433	DKK/MWh
Gastransmission	3	DKK/GJ
Eltilskud til biogas (2011)	424	DKK/MWh
Eltilskud til biogas deflateret (2020)	397	DKK/MWh
Eltilskud til biomasse (2011)	150	DKK/MWh
Eltilskud til biomasse, deflateret (2020)	127	DKK/MWh
CO ₂ -kvotepris	221	DKK/ton
Grundlag for beregning af gastilskud	52	DKK/GJ
Gastilskud i 2020	0	DKK/GJ
Energiafgift på naturgas	58,4	DKK/GJ
Forsyningssikkerhedsafgift bio	26,9	DKK/GJ
Forsyningssikkerhedsafgift fossil	19,4	DKK/GJ
Gaspris i 2020 (2020) priser	83	DKK/GJ
Gasprisloft i 2020, 53,4 kr/GJ+26 kr/GJ	78	DKK/GJ
Tilskud til industri (2020)	37	DKK/GJ
Tilskud til opgradering (2020)	75	DKK/GJ

Tabel 23: Beregningsforudsætninger for vurdering af økonomi i forskellige biogasanvendelser.

Afsætning til gaskraftvarmeanlæg

Omkostningerne til produktion og fremføring af biogas til gaskraftvarmeværk udgør i alt ca. 97 kr./GJ. Heri er indregnet ombygning af naturgasmotoren til biogasdrift (angivet som gasrampe i Tabel 24).

Indtægterne stammer fra fortrængt gas og værdi af fortrængt CO₂. Det forudsættes at værket er kvoteomfattet, og at det ikke betaler CO₂-afgift på brændsel til varme (dvs. den nuværende dobbeltbeskatning antages at være afskaffet). Dertil elproduktionstilskud og sparede brændselsafgifter på varmesalg. Regeringens forslag til forsyningssikkerhedsafgifter er indregnet.

Værdien af den fortrængte naturgas er estimeret til 90 % af markedsværdien, fordi biogas er dyr at lagre, og derfor skal aftages mere kontinuerligt end naturgas. Dette kan medføre et ændret driftsmønster på naturgaskraftvarmeanlægget, bl.a. kan i perioder være nødvendigt at bortkøle varme (beregningssmæssigt 20 % af tiden). Hvis biogas kun udgør en lille del af det samlede gasforbrug på anlægget, kan disse fradrag være mindre. Omvendt vil deres be-

tydning øges, hvis biogasmængden er stor i forhold til den anvendte gasmængde på kraftvarmeanlægget.

Samlet ses vurderes indtægterne at udgøre ca. 150 kr./GJ, således at nettogevinsten udgør godt 50 kr./GJ.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter
Gylletransport	22	
Køb af energiafgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
VE-gasnet	3	
Gasrampe	0,5	
Eltilskud (38% elvirk)		42
Energiafgift og FS		18
CO2		13
Fortrængt naturgas		78
Tilskud (prisafh.)		0
SUM	97	150

Tabel 24: Selskabsøkonomiske forhold ved anvendelse af biogas på naturgaskraftvarmeanlæg

Afsætning til ny gasmotor ved biogasanlægget

Her investeres i en gasmotor som etableres i umiddelbart tilknytning til biogasanlægget. Motoren producerer el, som afsættes til elnettet. En mindre del af varmen fra motoren kan anvendes til procesvarme på biogasanlægget og lokalt på bedriften til staldvarme mv. Øvrig varme bortkøles.

Gasmotoren forudsættes at koste 7,5 mio. kr. per MW og har en elvirkningsgrad på 45 %. Drift og vedligehold udgør 6 øre/kWh.

I alt udgør omkostningerne ca. 113 kr./GJ, mens indtægterne blot kan opgøres til 104 kr./GJ. Netto er der således et tab på ca. 9 kr./GJ.

Omkostninger til eventuelle forstærkninger af elnet indgår ikke. Værdi af lokalt varmesalg (proces og staldvarme) indgår ligeledes ikke.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter
Gylletransport	22	
Køb af energifgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
KV anlæg (inv. & drift)	17	
Udetid (2%)	2	
Elsalg		54
Eltilskud		50
Tilskud (prisafh.)		0
SUM	113	104

Tabel 25: Selskabsøkonomiske forhold ved anvendelse af biogas på lokal gasmotor.

Afsætning til industri (direkte)

Der etableres en gasledning fra biogasanlægget til nærliggende industri (regnet med afstand på 16 km). Her anvendes biogas direkte til at producere procesvarme. Et eksempel på industri kunne være Novopan i Syddjurs Kommune, hvor biogas vil fortrænge anvendelsen af affaldsbiomasse. I det tilfælde vurderes værdien af det fortrængte brændsel at være forholdsvis lav (42 kr./GJ).

Fortrænges i stedet fx gasolie værdien af biogas være betydeligt højere. I praksis er det dog næppe realistisk at bruge gasolie som prisreference i 2020, da industrier der i dag anvender større mængder gasolie, må formodes at have skiftet til andre brændsler, fx træpiller.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter (affaldsbio)	Indtægter (gasolie)	Indtægter (træpiller)
Gylletransport	22			
Køb af energifgrøder	39			
Anlæg og drift	33			
VE-gasnet	3			
Nye brændere	1			
Udetid (2%)	2			
Fortrængt brændsel		42	131	78
Procestilskud		37	37	37
Tilskud (prisafh.)		0	0	0
SUM	99	78	168	115

Tabel 26: Selskabsøkonomiske forhold ved direkte anvendelse af biogas i lokal industri.

Afsætning til industri (ny gasmotor)

Biogassen føres via lavtryksgasledning til industri, hvor der installeres en gasmotor. Gasmotoren producerer el, som sælges på elmarkedet, medens overskudsvarmen afsættes til industrien, hvorved der fortrænges brændsel. Motoren forudsættes at have en elvirkningsgrad på 45 % og totalvirkningsgrad på 80 %.

Indtægterne afhænger som før i høj grad af værdien af det fortrængte brændsel. Ved fortrængning af affaldsbiomasse eller andre billige brændsler vil etableringen af gasmotor være en bedre forretning end direkte afsætning til industri. Er prisen på det fortrængte brændsel meget højt vil direkte afsætning være mere interessant, da dette medfører en større brændselssubstitution.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter (affaldsbio)	Indtægter (gasolie)	Indtægter (træpiller)
Gylletransport	22			
Køb af energiafgrøder	39			
Anlæg og drift	33			
VE-gasnet	3			
KV-anlæg	17			
Nye varmevekslere	1			
Udetid (2%)	2			
Elsalg		54	54	54
Eltilskud		50	50	50
Varmesalg		16	51	30
Tilskud (prisafh.)		0	0	0
SUM	117	120	155	134

Tabel 27: Selskabsøkonomiske forhold ved anvendelse af biogas på gasmotor, der leverer varme til lokal industri.

Halmvarmeværk (direkte)

Biogassen føres via lavtryksgasledning til halmvarmeværk (fx Rønde eller Ebeltoft), hvor gassen anvendes direkte til varmeproduktion.

Den selskabsøkonomiske værdi af gassen er forholdsvis lille, da der fortrænges halm som ikke er belagt med afgifter. Samlet set står indtægterne dog langt fra mål med omkostningerne.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter
Gylletransport	22	
Køb af energiafgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
VE-gasnet	3	
Ny kedel	4	
Fortrængt halm		44
Tilskud (prisafh.)		0
SUM	101	44

Tabel 28: Selskabsøkonomiske forhold ved direkte afsætning af biogas til halmvarmeværk.

Halmvarmeværk (ny gasmotor)

Etableres i stedet en gasmotor ved halmvarmeværket, er økonomien væsentligt bedre. Dels er der en betydelig indtægt fra elsalg og eltilskud dels reduceres forsyningssikkerhedsafgiften på biomasse noget, da biogas produceres som kraftvarme som er afgiftsbegünstiget (beregning forudsætter anvendelse af E-formlen).

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter (affaldsbio)
Gylletransport	22	
Køb af energiafgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
VE-gasnet	3	
KV-anlæg	17	
Nye varmevekslere	1	
Brænder	1	
Lavere FS-afgift pga. KV		7
Elsalg		54
Eltilskud		50
Varmesalg		20
Tilskud (prisafh.)		0
SUM	115	131

Tabel 29: Selskabsøkonomiske forhold ved afsætning af biogas til ny gasmotor ved halmvarmeværk.

Afsætning til Studstrupværket

Der etableres en lavtryksgasledning som fører biogas til Studstrupværket nord for Aarhus. Der er regnet med en ledning på 32 km. Her vil biogas på kort sigt erstatte halm eller kul og på længere sigt – i 2020- formentlig træpiller. I beregningen forudsættes biogas at erstatte træpiller.

Beregningen forudsætter endvidere, at Studstrupværket er kontinuerligt i drift. Hvis dette generelt ikke er tilfældet kan biogassen eventuelt afsættes på varmekedel om sommeren. Udover, at biogas fortrænger træpiller, opnås desuden et højere elproduktionstilskud, idet biomasse kun får et elproduktionstilskud på 15 øre/kWh (i løbende priser).. Der er forudsat en elvirkningsgrad på 35 % på Studstrup i kraftvarmedrift.

Samlet set vurderes omkostninger og indtægter at være omtrent lige store, ca. 100 kr./GJ.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter
Gylletransport	22	
Køb af energiafgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
VE-gasnet	6	
Brænder	0,5	
Højere VE-eltilskud (35 % elvirk)		26
Fortrængte træpiller		74
Tilskud (prisafh.)		0
SUM	100	100

Tabel 30: Selskabsøkonomiske forhold ved afsætning af biogas til Studstrupværket.

Opgradering til naturgaskvalitet

Biogassen opgraderes til naturgaskvalitet og sælges i gasmarkedet. Opgraderingen kan ske på biogasanlæggene eller på et eller flere større opgraderingsanlæg, hvortil biogassen føres i lavtryksnet. Biogassen forudsættes at blive transporteret 32 km for at nå frem til opgraderingsanlægget.



Figur 29: Naturgasselskabernes oversigtskort. Transmissions- og fordelingsnet (stål) pr. 1. maj 2007 (Kilde: DGC, http://www.dgc.dk/gastransport/Naturgasselskabernes_Oversigtskort.pdf)

Det antages, at biogassen efter opgradering kan sælges til den rå markedspris plus tillæg for transmissionsomkostninger, da gassen forudsættes at blive afsat i distributionsnettet.

Samlet summerer produktions- og fremføringsomkostningerne til ca. 130 kr./GJ, mens indtægterne udgør knap 150 kr./GJ. Samlet set er der en nettogevinst på ca. 20 kr./GJ.

DKK/GJ	Omkostninger	Indtægter
Gylletransport	22	
Køb af energiafgrøder	39	
Anlæg og drift	33	
VE-gasnet	6	
Opgradering	25	
Metantab (1%)	1	
Udetid (2%)	3	
Fortrængt naturgas		74
Tilskud (prisafh.)		0
Grundtilskud		75
SUM	129	148

Tabel 31: Selskabsøkonomiske forhold ved opgradering af naturgas.

Opsummering af økonomiske analyser

Analysen viser, jf. Tabel 32, at den største gevinst opnås ved at afsættes gas- sen på et naturgaskraftvarmeanlæg. Herefter følger opgradering af gassen til naturgaskvalitet og efterfølgende salg. Fordelen ved at afsætte til naturgas- kraftvarme hænger sammen med flere forhold: der opnås elproduk- tionstilskud, der fortrænges et forholdsvis dyrt brændsel, og der spares ener- giafgifter. Endelig er fremføringen af gassen til afsætningskilden forholdsvis billig, da opgradering ikke er nødvendig.

I forhold til afsætning til industri forudsætter resultatet i Tabel 32, at der for- trænges forholdsvis billig affaldsbiomasse, som det formentlig vil være tilfæl- det hos Novopan. Fortrænger biogas i stedet dyrere træpiller eller ligefrem gasolie, kan økonomien i at anvende biogas i industrien blive betydeligt bedre. Ved fortrængning af træpiller opnås således en nettogevinst på 15-17 kr./GJ (via direkte afsætning hhv. via gasmotor).

Anvendelsesmuligheder (kr./GJ)	Omkostninger	Indtægter	Gevinst
Naturgaskraftvarmeværk	97	150	53
Ren elproduktion	113	104	-10
Industri (direkte) - affaldsbio	99	78	-21
Industri (motor) - affaldsbio	117	120	3
Halmvarmeværk (direkte)	101	44	-57
Halmvarmeværk (motor)	115	131	15
Studstrupværket	100	100	0
Opgradering til naturgasnet	129	148	20

Tabel 32: Omkostninger og indtægter forbundet med forskellige anvendelser af biogas. Opgivet i kr./GJ biogas afsat.

Mulige placeringer af biogasanlæg

Nedenstående tabel giver et overblik over de producerede mængder biogas med de relevante energiforbrug, som potentielt kan fortrænges af biogas. Det fremgår, at der i Randers er et relativt godt match mellem naturgasforbruget på de decentrale kraftvarmeværker og den potentielle biogasproduktion i kommunen. Også Randersværket har et betydeligt højere forbrug end biogaspotentialen, men økonomien i en omstilling til biogas er mindre god i forhold til naturgas. Novopan i Syddjurs har et stort energiforbrug, der er betydeligt større end biogaspotentialen i kommunen, men som vist tidligere er det tvivlsomt, om der er økonomi i at forsyne Novopan med biogas. I Syddjurs er biomasseforbruget på fjernvarmeværkerne større end biogaspotentialen, men værkerne ligger spredt over kommunen. I Norddjurs er der i Grenaa et betydeligt forbrug, der langt overstiger biogaspotentialen.

TJ	Syddjurs	Norddjurs	Randers	I alt
Biogasproduktion:				
Husdyrgødning 75 % udnyttelse	124	198	179	501
Anden biomasse til biogas	124	198	179	501
Samlet biogasproduktion	248	396	358	1002
Energianvendelse i relevante sektorer:				
Industri - bruttoenergi	812	70	494	1.376
- Biomasse	658	0	63	721
- Olie mv.	154	70	215	439
- Naturgas	0	0	216	216
Fjernvarme – bruttoenergi	546	1.740	3.821	6.107
- Biomasse og affald	541	1.093	2.581	4.215
- Olie og kul	5	646	895	1.546
- Naturgas	0	0	337	337

Tabel 33: Sammenligning af biogasproduktion i scenariet for øget biomasseproduktion og anvendelsen af energi i relevante sektorer.

Geografisk er der også lavet en opgørelse over anvendelsen af energi på fjernvarmeværker og udvalgte industrier. Denne fremgår af nedenstående figur. Det ses bl.a., at de mindre biomassefyrede fjernvarmeværker ligger ret spredt i Norddjurs og Syddjurs. Desuden ses Studstrupværkets forbrug, som er meget stort i forhold til biogaspotentialen i de tre kommuner. Hvis biogasanlæggene skal have en størrelse på op til 350 TJ produceret biogas, er der kun relativt få aftagere, som vil kunne aftage en stor del af mængden.



Figur 30: Geografisk overblik over energianvendelsen på fjernvarmewærker og udvalgte industrier i de tre kommuner samt på Studstrupværket i 2010. Kilde: Energiproducenttællingen 2010.

Opsamling biogas

Med udgangspunkt i en opgørelse af biogasressourcen vurderes det muligt at opføre 3-4 større fællesanlæg i alt. Den samlede biogasproduktion kan ligge på ca. 1.000 TJ svarende til ca. 5 % af kommunernes bruttoenergiforbrug.

For at få sikkerhed omkring økonomi og finansiering er det vigtigt at sikre primær aftager på lang kontrakt. Med det nye energiforlig er der gode muligheder for mange sekundære aftagere, men det bør være et supplement til hovedaftaget.

Fortrængning af naturgaskraftvarme ser ud til at have bedst økonomi og derefter følger opgradering til naturgasnettet. Derudover er der øvrige muligheder med relativt god økonomi:

- Kraftvarme til fortrængning af halm eller flis
- Industri (afhænger meget af anvendt brændsel i industrien)
- Studstrupværket kan muligvis være et alternativ

På baggrund af ovenstående analyse foreslås følgende placering af 3 biogas-anlæg i de 3 kommuner:

- 1 anlæg placeres i Randers, og biogas anvendes dels på kraftvarmeanlæg således at hele naturgasmængden fortrænges, og dels til opgradering.
- 1 anlæg placeres i nærheden af Grenaa, og biogassen anvendes til kraftvarmeproduktion med varmeleverance til Grenaa.
- 1 anlæg placeres i den vestlige del af Syddjurs Kommune, og biogassen anvendes til kraftvarmeproduktion med varmeleverance til Aarhus.

8.2 Omlægning af individuel opvarmning

Ca. 55 % af de tre kommuners boliger varmes i dag op ved individuelle varmeløsninger – omkring halvdelen af disse varmes op med olie- eller naturgasfyr. Der findes flere alternativer til individuel opvarmning med oliefyr- eller naturgasfyr: Overgang til kollektive løsninger, som fx nabovarme eller udvidelse af fjernvarmeområder, eller alternativ individuel opvarmning, som fx varmepumper eller træpillefyr.

Ea Energianalyse lavede i marts 2012 en undersøgelse af de tekniske og økonomiske forhold omkring alternativer til oliefyr for brancheorganisationen TEKNIQ. Undersøgelsen omfattede forskellige typer varmepumper, nyt oliefyr med bioolie samt træpillefyr. Konklusionen var, at det for langt de fleste husholdninger er teknisk muligt og privatøkonomisk attraktivt at udskifte oliefyret med et alternativ.

Nedenfor gennemgås de kollektive og de individuelle alternativer til oliefyr.

Udvidelse af fjernvarmeområder

Hvis området ligger tæt på et eksisterende fjernvarmeområde, kan der eventuelt være mulighed for at udvide fjernvarmeområdet til at omfatte de individuelt opvarmede boliger.

I Region Midtjyllands Perspektivplan for 2025 gives der et bud på, hvor meget fjernvarmedækningen kan øges i de enkelte kommuner ved fuld fjernvarmedækning i de nuværende fjernvarmeområder og ved udvidelse af de nuværende fjernvarmeområder til nærliggende områder med individuelle naturgasfyr. I perspektivplanen er det anslået, at fjernvarmedækningen kan øges med 20 % i Norddjurs Kommune, 31 % i Syddjurs Kommune og 20 % i Randers Kommune. En supplerende beregning foretaget i forbindelse med udarbejdelse af energiperspektivplanen viser, at hvis også nærtliggende oplandsbyer med en anden form for individuelle fyringsanlæg tilsluttes fjernvarmen, kan

fjernvarmedækningen i Randers øges med 40 %, mens der ikke på det grundlag ikke vurderes at være muligheder for yderligere tilslutning i Norddjurs og Syddjurs. Der er ikke foretaget konkrete vurderinger af, om udvidelserne af fjernvarmedækningen i og ved de enkelte fjernvarmeområder er økonomisk rentable eller politisk gennemførlige.

Ea Energianalyse foretog i 2010 i ENERCOAST regi en interviewrunde med 30 fjernvarmeværker inden for de tre kommuner. På daværende tidspunkt var værkernes egen vurdering næsten enstemmigt, at der kun var et meget begrænset potentiale for at øge fjernvarmedækningen, og at dette potentiale udelukkende er at finde i udvidelser indenfor de eksisterende fjernvarmeområder, hvor værkerne typisk regner med at kunne tilslutte "få nye kunder". Kun 2 ud af de 30 værker vurderede, at det var muligt at udvide fjernvarmedækningen udenfor de eksisterende fjernvarmeområder. I Syddjurs Kommune meldte Ebeltoft Fjernvarmeværk om muligheder for udvidelse af det eksisterende fjernvarmeområde, men havde på daværende tidspunkt ingen konkrete planer herfor. I Randers Kommune meddelte Gjerlev Varmeværk, som dækker 230 fjernvarmekunder, at der var mulighed for at udvide med 70 kunder indenfor det eksisterende fjernvarmeområde og evt. at tilslutte en nærliggende landsby ved hjælp af en rørledning og en ekstra halmkedel.

Nabovarme

En anden mulighed for en kollektiv løsning er nabovarme, som er en mulighed for at flere tætliggende boliger udenfor et fjernvarmeområde går sammen om en fælles varmeløsning. Nabovarme kan enten opstå ved at flere husstande går sammen om at etablere et fælles varmeproducerende anlæg eller ved at et større gårdanlæg leverer varme til en række nærliggende husstande.

Varmepumper

I områder med spredt bebyggelse, hvor der ikke kan etableres fjernvarme eller nabovarme, er jordvarme/varmepumper en mulighed for at erstatte oliefyr med en anden individuel løsning.

Træpillefyr

Hvis brændslet skal være biomasse, er individuelle træpillefyr det eneste oplagte alternativ til oliefyr i områder uden mulighed for kollektiv opvarmning. Finansieringsomkostningen for et træpillefyr er ca. 20 % højere end for et nyt oliefyr. Dog kræver et træpillefyr mere plads end et olie- eller naturgasfyr, da selve anlægget fylder mere, og der desuden skal være plads til opbevaring af brændslet. Afhængigt af den enkelte boligs indretning kan pladskravet medfø-

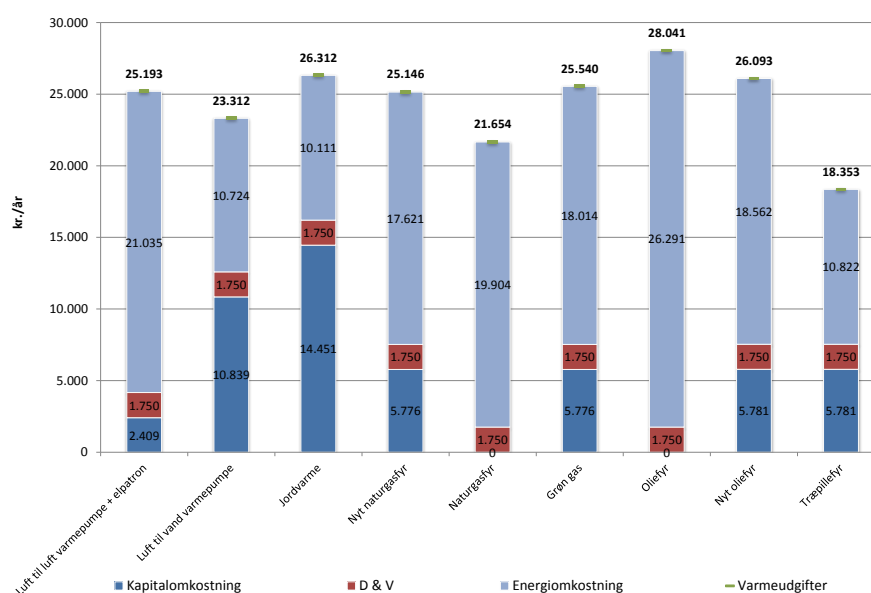
re behov for ekstra investeringer. Lagringen af træpiller kan dog også placeres på et udendørs areal og dermed reducere investeringsbehovet.

Efter udskiftning fra oliefyr til træpillefyr skal desuden påregnes ekstra arbejde i forhold til den daglige drift. Et træpillefyr skal typisk fyldes en til to gange om ugen, og asken skal tømmes. Hvor ofte asken skal tømmes, afhænger af typen af træpillefyr og kan variere fra en gang om måneden til en gang om året.

Der er kun få træpilleproducenter i Danmark, og mange fabrikker er lukket indenfor de senere år pga. konkurrencen med importerede træpiller. Det er derfor mest sandsynligt, at hovedparten af det brændsel, der ville skulle anvendes i træpillefyr i de tre kommuner, vil være importeret fra udlandet.

Økonomisk sammenligning

For at give et overblik over økonomien i de forskellige teknologier er der gennemført en beregning af varmeproduktionsomkostningen for teknologierne. Der er taget udgangspunkt i Energistyrelsens seneste prisforudsætninger for 2020 samt teknologidata fra Teknologikataloget. Der er benyttet gældende afgifter, moms og nettatariffer samt indregnet den nye forsyningssikkerhedsafgift.



Figur 31: Sammenligning af økonomi for forskellige individuelle opvarmingsløsninger.

Opsamling individuel opvarmning

Der findes flere alternativer til olie- og naturgasfyr, og med den forventede udvikling i brændselspriserne ser økonomien fornuftig ud ved en konverte-

ring. Der kan imidlertid være flere praktiske barrierer ved at gennemføre et skift.

Der lægges op til, at man i scenarierne regner med den forudsætning, at 50 % af alle olie- og naturgasfyr skiftes ud med andre løsninger. Halvdelen skiftes ud med jordvarmepumper, og den anden halvdel skiftes ud med træpillefyr.

8.3 Kollektiv el- og varmeforsyning

Fjernvarme produceret på varme- eller kraftvarmeværker kan enten være produceret på fossile brændsler (kul, olie, naturgas) eller på biomasse (træflis, træpiller, halm, energiafgrøder, husdyrgødning, andet).

I 2009 var 69 % af fjernvarmen i de tre kommuner produceret på biomasse. Det sker primært på Randersværket, som importerer forskellige typer af biomasse, primært træflis, og på mindre halm- og træflisfyrede værker. De resterende ca. 31 % bliver produceret på naturgas, gasolie eller på kul (Grenaa-værket).

Der findes forskellige relevante teknologier til anvendelse på fjernvarmeværker:

- Gas kraftvarme
- Biomasse kraftvarme
- Biomassekedler
- Solvarme
- Geotermi
- Varmepumper
- Biogas

Naturgasfyret kraftvarme

På de mindre, decentrale anlæg i Randers produceres el og varme ved anvendelse af en gasmotor. Naturgasfyrede kraftvarmeanlæg har lavere investeringsomkostninger end f.eks. store, kulfyrede kraftværker og biomasseanlæg. Til gengæld er driftsomkostningerne typisk højere, da brændslet er noget dyrere.

Biomassefyrede anlæg

Biomasse kan indgå som brændsel på flere forskellige typer anlæg. I det følgende beskrives biomassefyret damp turbineanlæg til kraftvarme og biomassekedel til ren varmeproduktion.

Ved vurderingen af om et biomassebaseret anlæg er en attraktiv løsning, bør der foruden økonomien tages højde for andre forhold end de teknologiorienterede, herunder om der er egnet grund med tilstrækkelig lagerplads til opbevaring af biomassen, og om de trafikale adgangsforhold er fornuftige. Fx er det oftest mere hensigtsmæssigt at placere en fliskedel ved en havn, hvor mulighederne for forsyning med flis og anden biomasse er lettere og billigere.

Et biomassefyret dampturbineanlæg af den størrelse som er relevant for kommunerne vil typisk bestå af en ristefyret kedel med tilhørende dampturbine. Træflis eller halm kan brændes på en rist i kedelanlægget, der leverer damp med højt tryk og temperatur til turbinen, der producerer strøm via en generator. Teknologien er velkendt, og der findes flere lignende anlæg i Danmark, bl.a. på Fynsværket og Avedøreværket samt mindre anlæg i Masnedø og Maribo-Sakskøbing. Randersværket benytter en lignende teknologi, men er oprindeligt bygget til kul. På Grenaaværket anvendes som det eneste værk i Danmark en såkaldt fluid bed kedel, men ellers er anlægget bygget op efter samme princip som de øvrige dampturbineanlæg. Der er tekniske og økonomiske begrænsninger for, hvor lille et biomasse kraftvarmeanlæg kan laves, og det vil derfor kun være relevant få steder i de tre kommuner, da der kræves større sammenhængende fjernvarmenet for at gennemføre denne løsning.

I et endnu større fjernvarmesystem kan biomasse anvendes i et anlæg, der udnytter samme teknologi som centrale kulkraftværker. Biomassen indblæses og brændes i en stor kraftværkskedel, der producerer damp med høj temperatur og tryk, og denne damp bruges til produktion af el og varme i en dampturbine. Forskellige former for biomasse kan anvendes i et sådant anlæg, både træpiller, flis og halm. Træpiller kan stort set anvendes på samme måde som kul, hvorimod anvendelse af andre former for biomasse kræver større investering i forbehandlingsanlæg til fx tørring og findeling. Teknologien anvendes bl.a. på Avedøreværkets blok 2 og planlægges anvendt på flere store kraftvarmeværker i Danmark, herunder Studstrupværket.

Flis- eller halmkedel

Som alternativ til et dampturbineanlæg, der både producerer el og varme, kan etableres en mindre flis- eller halmkedel til varmeproduktion. Denne teknologi har lavere investeringsomkostninger end et kraftvarmeanlæg og kan også nemmere etableres i mindre skala. Denne teknologi anvendes derfor bredt på fjernvarmeanlæggene i de tre kommuner, særligt på Djursland.

Solvarme

Ifølge Dansk Fjernvarme findes der i maj 2012 over 230.000 kvadratmeter storskala solvarmeanlæg i drift i Danmark i tilknytning til 29 fjernvarmeværker. Derudover er der planlagt yderligere omkring 15 anlæg til opførelse det kommende halvandet år. I alt svarer det til cirka 200.000 kvadratmeter. En stor del af de eksisterende anlæg er placeret i mindre byer, da et sådant anlæg optager et forholdsvis stort areal.

Solvarme fungerer primært som varmeløsning i sommermånederne med mindre anlægget tilknyttes et sæsonvarmelager. Det hidtil største sæsonlager i Danmark er på 10.000 m³ og er placeret i Marstal. Et sæsonvarmelager på 50.000 m³ er i gang med at blive planlagt i Dronninglund. Dette anlæg vil når det er færdigt kunne rumme 7 TJ med en temperaturforskel på 35 °C.

Geotermi

Geotermisk energi kan i Danmark hovedsagelig udnyttes til opvarmning via fjernvarme. Varmeudvindingen foregår typisk ved, at det geotermiske vand udvindes via en boring. Herefter trækkes varmen ud af det geotermiske vand ved hjælp af varmevekslere og varmepumper i et overfladeanlæg. Til sidst pumpes vandet tilbage i undergrunden gennem en anden boring. Det geotermiske vand blandes i processen ikke med vandet i fjernvarmenettet.

Absorptionsvarmepumperne drives af varme eller damp i stedet for el. Af hensyn til leveringen af drivvarme til absorptionsvarmepumperne er det hensigtsmæssigt at placere det geotermiske anlæg sammen med et andet produktionsanlæg som for eksempel et affaldsforbrændingsanlæg, et kraftvarmeværk eller en biomassekedel.

For at identificere egnede placeringer til et geotermisk anlæg skal sandsten-slag med den rette kombination af temperatur og vandledende egenskaber identificeres. Dette gøres ved hjælp af eksisterende data fra nærliggende boringer og seismiske undersøgelser.

Varmepumper

En varmepumpe fungerer ved at optage varmeenergi fra sine omgivelser ved et lavt temperaturniveau og afleverer energien igen ved et højere temperaturniveau gennem anvendelse af drivenergi, fx i form af el. Varmen kan enten hentes fra luft, vand eller jord, eller man kan udnytte overskudsvarme fra industri. Den afleverede varme kan anvendes direkte til opvarmningsformål. Afhængigt af temperaturniveau for den optagede varme og krav til temperatur for den afleverede varme vil varmeleverancen være 2-5 gange større end

den forbrugte el. Dette forhold kaldes varmepumpens COP faktor (Coefficient of Performance). Hvis temperaturen fx skal hæves fra 35 °C til 85 °C kan der opnås en COP på 3–4. For en stor varmepumpe, hvor varmekilden enten er jordvarme eller havvand, vurderes det, at der kan opnås en COP på 2-3.

Der eksisterer i dag kun få store varmepumper i Danmark. De eksisterende varmepumper anvendes i kombination med eller som supplement til andre forsyningsformer fx naturgas kraftvarme. Derudover er omkostningerne ved etablering og drift af store varmepumper, der leverer varme ved høje temperaturer stadig forbundet med stor usikkerhed.

Biogas

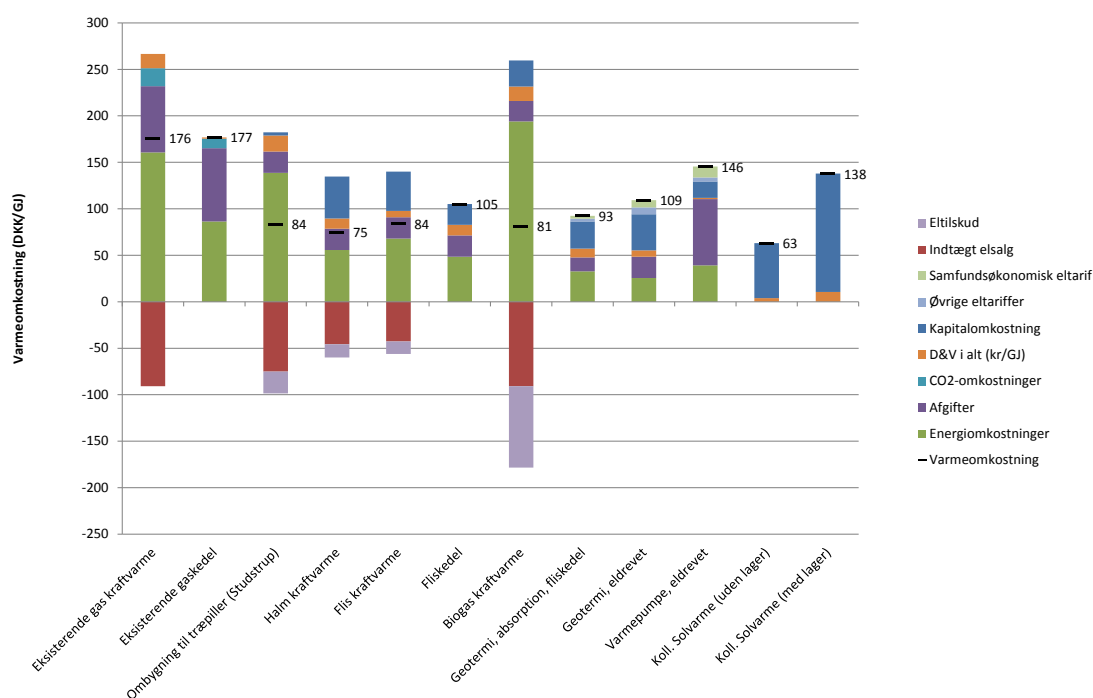
Biogas er en energirig gas, der dannes, når organisk materiale fordøjes af naturligt forekommende tarmbakterier i lukkede, iltfrie tanke.

Biogas kan fremstilles på forskellige typer anlæg og med forskellige typer ressourceinput. Ressourceinput kan enten være husdyrsgødning slam fra rensningsanlæg, organisk husholdnings- eller industriaffald, eller der kan udvindes biogas fra gamle lossepladser. Den producerede biogas kan efterfølgende anvendes f.eks. til produktion af el og varme i kraftvarmeværker.

Økonomisk sammenligning

For at give indledende overblik over økonomien i de forskellige teknologier er der gennemført en beregning af varmeproduktionsomkostningen for teknologierne. Der er taget udgangspunkt i Energistyrelsens seneste prisforudsættninger for 2020 samt teknologidata fra Teknologikataloget. Desuden er der regnet med gældende afgifter og tilskud, og der er endvidere taget hensyn til den nye forsyningssikkerhedsafgift, som det er vedtaget at indføre med det seneste energiforlig.

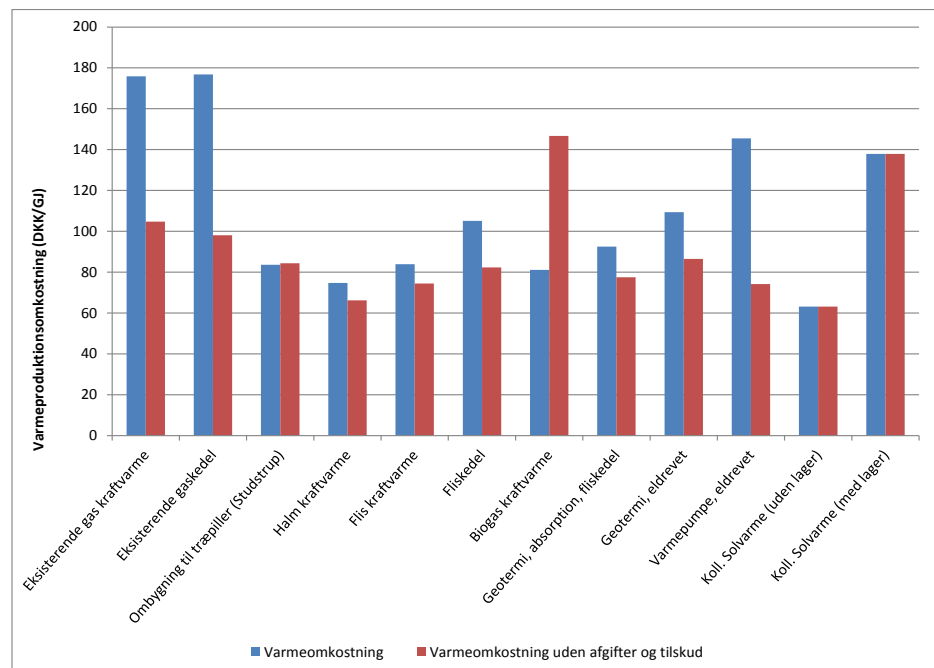
Figuren nedenfor viser en sammenligning af økonomien for teknologierne.



Figur 32: Sammenligning af selskabsøkonomiske omkostninger for forskellige varmeproduktionsteknologier i 2020.

Det fremgår, at gaskraftvarme, som i dag anvendes i Randers Kommune, ligger blandt de dyrere løsninger i 2020 med en varmeproduktionsomkostning på knap 180 kr./GJ. Biomassekraftvarme og biomassekedler er betydeligt billigere, hvilket bl.a. skyldes den betydelige afgiftsfordel for biomasse. Også kollektiv solvarme er en relativt billig løsning, men da størstedelen af produktionen ligger om sommeren vil dette kun være et supplement til øvrig produktion.

Nedenstående figur viser en sammenligning af de selskabsøkonomiske omkostninger med en beregning af omkostningerne uden afgifter og tilskud (samfundsøkonomi). Det ses her bl.a., at varmepumper har betydeligt bedre økonomi uden afgifter, men med det nuværende rammeværk er denne teknologi ikke attraktiv.



Figur 33: Sammenligning af selskabs- og samfundsøkonomiske omkostninger for forskellige varmeproduktionsteknologier.

Opsamling kollektiv el- og varmeforsyning

I de 3 kommuner anvendes biomasse til varmeproduktion på stort set alle fjernvarmeværker. Som vist ovenfor er biomassefyrede værker blandt de billigste teknologier, og det er derfor vanskeligt at forestille sig, at disse værker vil vælge en ny teknologi inden 2020.

Der er imidlertid nogle værker i Randers, som er baseret på naturgaskraftvarme. Her foreslås det, at naturgas udskiftes med biogas. Som beskrevet i afsnit 8.1 foreslås det endvidere at etablere et biogasanlæg nær Grenaa, som afsætter biogas til Grenaa's kraftvarmesystem samt et biogasanlæg i Syddjurs Kommune, som leverer gas til et kraftvarmeanlæg, der producerer el og fjernvarme til Hornslet og Aarhus.

8.4 Industrien

Erhvervslivet er omfattet af regeringens langsigtede målsætning om at energi- og transportsystemet skal være omstillet til 100 % vedvarende energi i 2050.

Omstillingen væk fra fossile brændsler vurderes at blive vanskeligst indenfor landbrug og fiskeri, hvor tekniske løsninger formentlig vil være de samme som i transportsektoren, dvs. biobrændstoffer, eldrift og eventuelt brint. Øget anvendelse af el, biomasse og eventuelt fjernvarme vil derimod enkelt kunne erstatte naturgas og olie til produktion af procesvarme, hvis de nødvendige

incitament er til stede. Fleksibel anvendelse af el til procesvarme (fx dampproduktion på el) vil på sigt kunne levere et vigtigt bidrag til integration af vindkraft. Produktionserhvervene kan desuden få en vigtig rolle som aftagere af biogas, hvis udbygningen med biogas for alvor tager fart i de kommende år.

Der er i de tre kommuner ikke mange større produktionsvirksomheder, som bruger procesvarme. En af de største er Novopan Træindustri i Syddjurs Kommune, som i forvejen bruger biomasse til fremstilling af procesvarme. De resterende virksomheder bruger olie, gas og kul. I 2009 var der en del Leca-produktion i Randers, men siden er en del af produktionen flyttet til Favrskov Kommune.

En udfordring i erhvervslivet er, at procesenergi baseret på fossile brændsler har lav beskatning, og der er derfor ikke samme incitament til at skifte til biomasse som i fjernvarmesektoren og i den individuelle opvarmning. Desuden kan nye biomassekedler kræve relativt stor investering i kedler og logistik.

8.5 Transportsektoren

Ved fortrængning af olie og benzin fra transportsektoren er forskellige nye teknologier kommet frem eller på vej. Af teknologier, som i større eller mindre omfang er realiserbare indenfor dette projekts tidsperspektiv kan nævnes:

- Gas – biogas eller naturgas
- Flydende biobrændstoffer – 1. eller 2. generation
- El

Gas til transport er kendt teknologi og anvendes allerede mange steder, bl.a. i Tyskland og Sverige. Flere bilfabrikanter laver serieproducerede biler til gas. Der findes imidlertid kun få gasbiler og muligheder for opfyldning med gas i Danmark. Anvendelse af biogas til transport er også teknisk muligt, men kræver opgradering til naturgaskvalitet.

Produktion og anvendelse af flydende biobrændstoffer er også en udviklet teknologi, så længe der er tale om 1. generations brændstoffer (baseret på fødevarer som korn eller majs). 2. generations biobrændstoffer er fortsat i demonstrationsfasen.

Der er store forventninger til anvendelse af el til transport, særligt i personbiltransporten, og der findes i dag flere modeller på markedet. Udbredelsen i Danmark er dog fortsat begrænset. Desuden er elforsyningen i Nordeuropa

fortsat i høj grad baseret på fossile brændsler, hvorfor miljøgevinsten ved elbiler fortsat ikke er så stor.

Flere scenariestudier har analyseret mulighederne for at omstille transportsektoren til vedvarende energi, herunder Klimakommissionen og Energinet.dk. Studierne peger på, at omstillingen i transportsektoren er særligt vanskelig teknisk og økonomisk, og at man derfor først forventer en større omstilling på længere sigt frem mod 2050. Et hovedvirkemiddel vil være el til transport, særligt til persontransport i biler, mens det vil være nødvendigt at anvende biobrændsler i fly og tung transport. Der er behov for demonstration og modning af teknologierne i den første fase. Denne udvikling er illustreret i figuren nedenfor.



Figur 34: Perspektiver for udvikling af transportsektoren.

Alt i alt er det vurderingen, at der frem mod 2020 primært vil være brug for pilotprojekter og demonstration af nye transportløsninger i de tre kommuner. Det virker ikke realistisk at foretage en større omstilling af transportsektoren inden for dette tidsperspektiv. Umiddelbart er det mest oplagt at demonstrere nye teknologier inden for en flåde af køretøjer som f.eks. bustransport i Randers, da der kræves en vis kritisk masse for at holde omkostningerne nede. Da kommunerne har et ret stort potentiale for udbygning med biogasanlæg, er det oplagt at udarbejde en strategi for anvendelse af biogas til transport i fællesskab.

9 Scenarier for øget anvendelse

På baggrund af sektoranalyserne i kapitel 8 er der opstillet et scenario for øget anvendelse af biomasse i hver af de tre kommuner frem mod 2020. I scenariet indregnes dels tiltag, som relativt billigt kan give en reduktion af anvendelsen af fossile brændsler og en større anvendelse af biomasse kommunerne, og dels dyrere tiltag, som er mere vanskelige at gennemføre, men som er perspektivrige i forhold til en fuldstændig omstilling af energisystemet til VE. Sidstnævnte tiltag kan ikke volumenmæssigt give samme bidrag, men inddrages som pilot- eller demonstrationsprojekter.

Scenariet indbefatter følgende tiltag:

- Øget anvendelse af fast biomasse i Grenaa og Randersværket.
- Etablering af 3 biogasanlæg med afsætning til ny kraftvarme ved Grenaa og Hornslet, eksisterende kraftvarme i Randers og til opgradering til naturgasnettet.
- Øget anvendelse af fast biomasse til individuel opvarmning, herunder muligheder for nabovarme. Det er her vigtigt at se på en balance mellem biomasseløsninger og andre løsninger som varmepumper ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv. Som hovedprincip erstattes 25 % af de individuelle olie- og naturgasfyr med varmepumper og 25 % med træpillefyr.
- En mindre forøgelse af anvendelsen af biomasse i industrien i Randers.

Med hensyn til anvendelse af fast biomasse tages der ikke i scenariet for 2020 særligt hensyn til, om biomassen er lokal eller importeret. Dog vil det blive vurderet, om der er mulighed for anvendelse af halm. Nedenstående tabel giver et overblik over tiltag i scenarierne.

	Norddjurs	Syddjurs	Randers
Biogas	1 biogasanlæg med leverance til Grenaa	1 biogasanlæg med leverance til Hornslet og til Aarhus	1 biogasanlæg med leverance til naturgaskraftvarme og til opgradering
Individuel opvarmning	Oliefyr reduceret med 50 %. Udskiftes med varmepumper, træpillefyr og lidt halmfyr	Konvertering til fjernvarme. Halvering af oliekedler til fordel for varmepumper, træpillefyr og lidt halmfyr	Konvertering til fjernvarme. Halvering af oliekedler og færre naturgaskedler til fordel for varmepumper, træpillefyr og lidt solvarme og halmfyr
Fjernvarme	I Grenaa udskiftes affald og halm/kul med biogas og træfliskraftvarme	Hornslet går fra import til eksport af varme	Randersværket kun flis. Biogas i stedet for naturgaskraftvarme
Industri	Ingen tiltag	Ingen tiltag	Gas og olie udskiftes delvis med biogas og træflis
Transport	Pilotprojekter inden for naturgas og biogas.		

Tabel 34: Oversigt for scenariet for 2020.

Til sammenligning med de opstillede scenarier for kommunerne i 2020 er der desuden lavet en basisfremskrivning af energisystemet frem til 2020. I basisfremskrivningen forudsættes den samme brændselsfordeling som i dagens energisystem. Der er dog indregnet en udvikling i energiforbruget svarende til den seneste basisfremskrivning for Energistyrelsen.

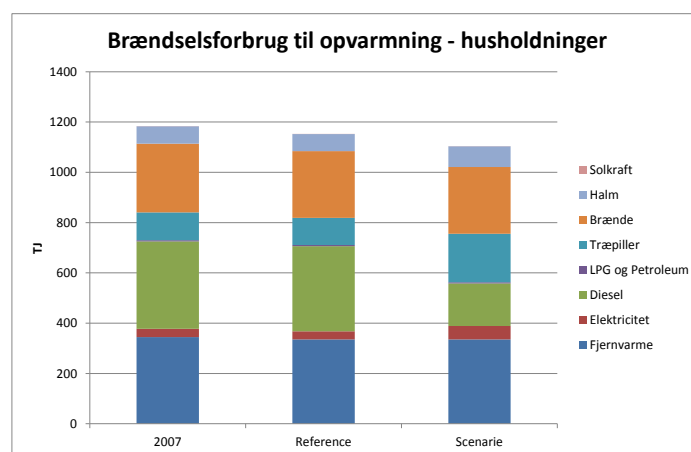
Scenarierne er opstillet med STREAM modellen, der er en energisystemmodel, der omfatter hele energisystemet inkl. el- og varmeproduktion og transport. STREAM modellen blev bl.a. anvendt til opstilling af scenarier for Klimakommissionen og har også tidligere været anvendt i forbindelse med projektet Djurs Energiland. Modellen omfatter hele energisystemet, og det samlede energisystem for hver kommune er i dette projekt lagt ind i modellen, men i det følgende fokuseres på individuel og kollektiv opvarmning samt på industrien, da projektets fokus har været at se på mulighederne for øget biomasseseanvendelse. Således gås ikke i dybden med transportsektoren, elforbruget til apparater mv., elimport og elproduktion fra vindmøller. Eldelen indgår dog naturligvis i opgørelsen af CO₂-emissioner.

9.1 Energimæssige konsekvenser

I det følgende gennemgås de energimæssige konsekvenser af den omlægning af energiforsyningen, som gennemføres i scenarierne for 2020. I figurer og tabeller betyder "reference" det grundscenarie, hvor energiforbruget fremskrives til 2020, men brændselsfordelingen fastholdes, mens "scenario" viser de opstillede scenarier for udvikling i energisystemet.

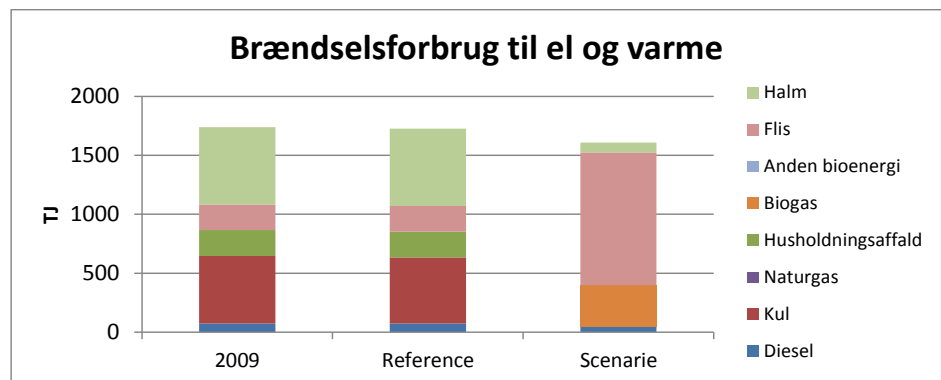
Norrdjurs Kommune

Nedenstående figur viser brændselsanvendelsen til opvarmning i husholdninger. Det ses, at olieforbruget reduceres, mens forbruget af træpiller og el til varmepumper øges. Fjernvarmens andel er uændret. Inden for handel og service sker en lignende udvikling.



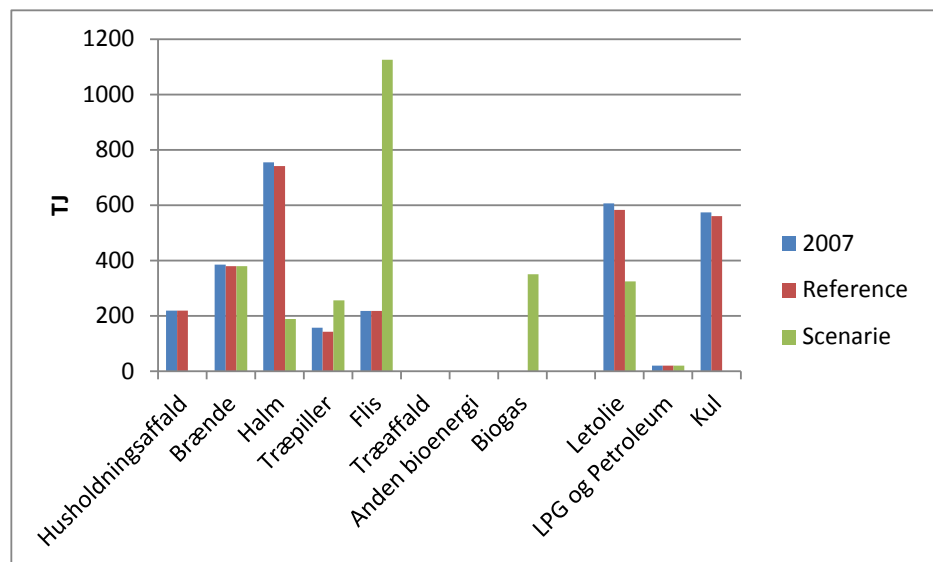
Figur 35: Brændselsforbrug til opvarmning i husholdninger i Norrdjurs Kommune.

Figuren nedenfor viser det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarme-produktion. Vindmøller er ikke inkluderet her. Det er i scenariet forudsat, at der etableres et biogasanlæg med kraftvarmeproduktion og forsyning af fjernvarme til Grenaa, ligesom at affaldsanlægget og det kombinerede halm/kul anlæg lukkes, og Verdo etablerer ny kraftvarmekapacitet baseret på træflis. Det betyder, at forbruget af husholdningsaffald, kul og halm reduceres, mens forbruget af flis forøges.



Figur 36: Det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarmeproduktion i Norddjurs Kommune.

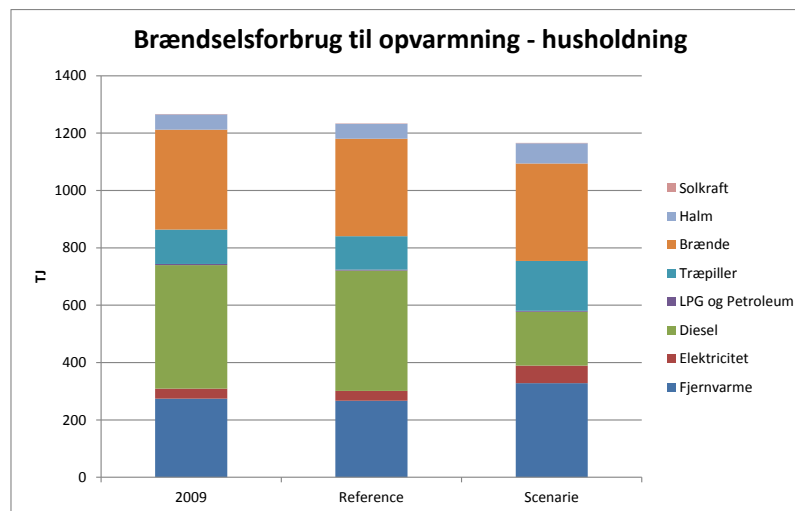
Endelig ses i nedenstående figur det samlede brændselsforbrug i kommunen ekskl. transport.



Figur 37: Totalt brændselsforbrug i Norddjurs Kommune ekskl. transport.

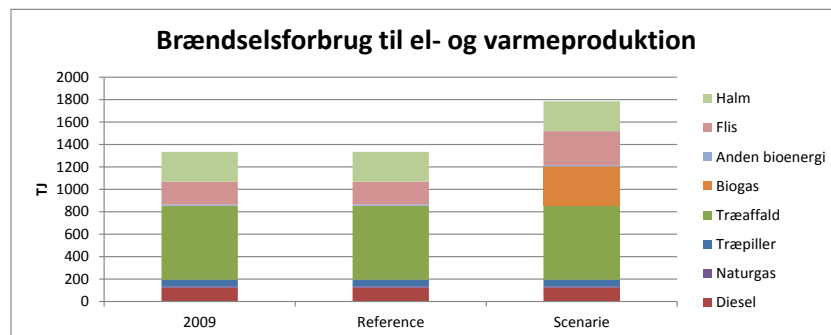
Syddjurs Kommune

Nedenfor ses brændselsanvendelsen til opvarmning i husholdninger. Det ses, at olieforbruget reduceres, mens forbruget af træpiller og el til varmepumper øges. Desuden ses, at fjernvarmens andel forøges, da der forudsættes en vis konvertering af oliefyr til fjernvarme, bl.a. i Ebeltoft.



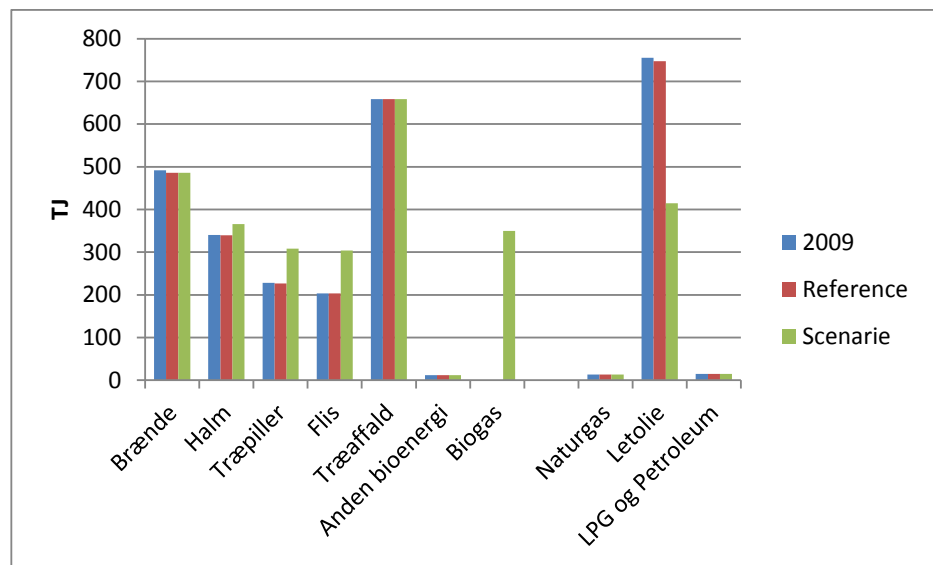
Figur 38: Brændselsforbrug til opvarmning i husholdninger i Syddjurs Kommune.

Figuren nedenfor viser det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarme-produktion. Der sker en forøgelse af brændselsforbruget i scenariet, bl.a. fordi der etableres et nyt biogasanlæg ved Hornslet Fjernvarme med leverance til det samlede fjernvarmesystem i Aarhus. Dermed går Hornslet fra import af fjernvarme til egenproduktion og eksport. Desuden øges brændselsforbruget, da der sker en konvertering af oliefyrr til fjernvarme. I figuren er også inkluderet anvendelsen af træaffald på Novopan, da dette i modellen er lagt ind som et fjernvarmeforbrug.



Figur 39: Det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarme i Syddjurs Kommune.

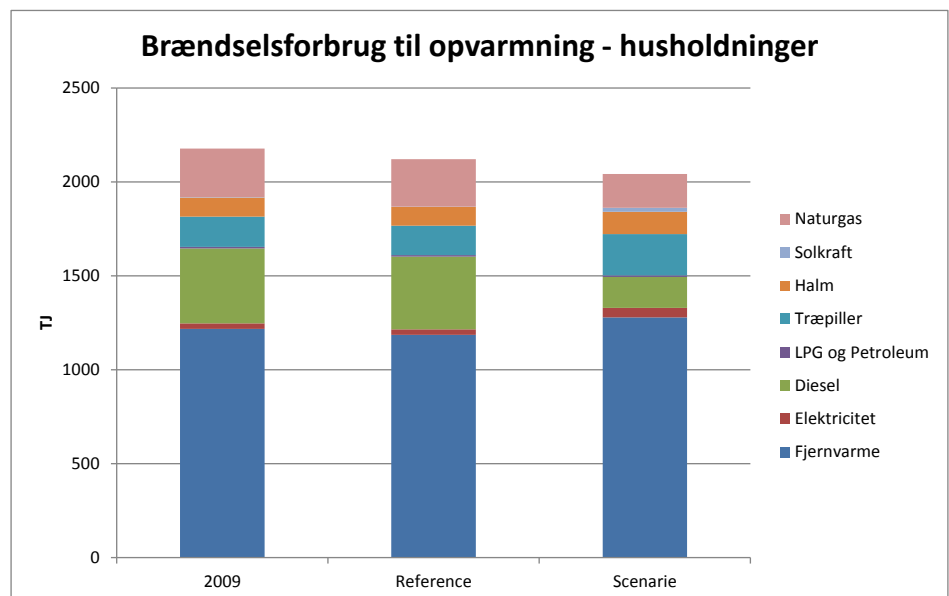
Endelig ses i nedenstående figur det samlede brændselsforbrug i kommunen ekskl. transport. Her ses reduktionen i anvendelse af olie i individuelle oliefyrr samt forøgelsen af træpiller i træpillefyrr samt biogas og træflis i fjernvarmeforsyningen.



Figur 40: Totalt brændselsforbrug i Syddjurs Kommune ekskl. transport.

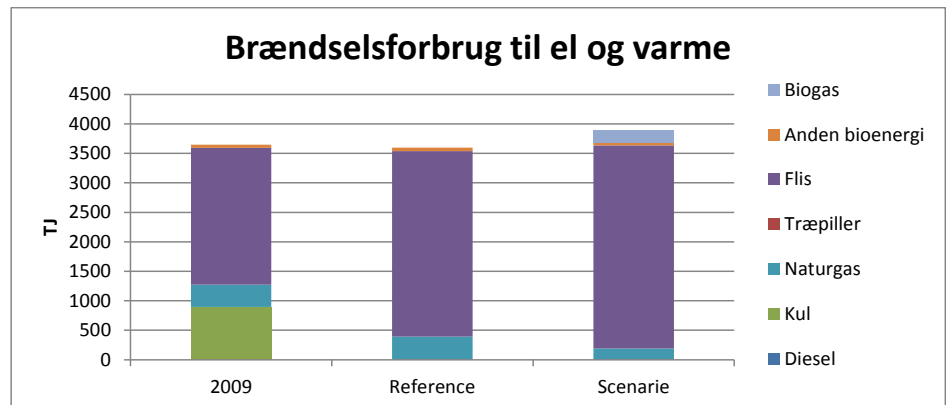
Randers Kommune

Brændselsanvendelsen til opvarmning i husholdninger fremgår af nedenstående figur. Det ses, at olieforbruget reduceres, mens forbruget af træpiller og el til varmepumper øges. Fjernvarmens andel øges endvidere i overensstemmelse med kommunens klimaplan.



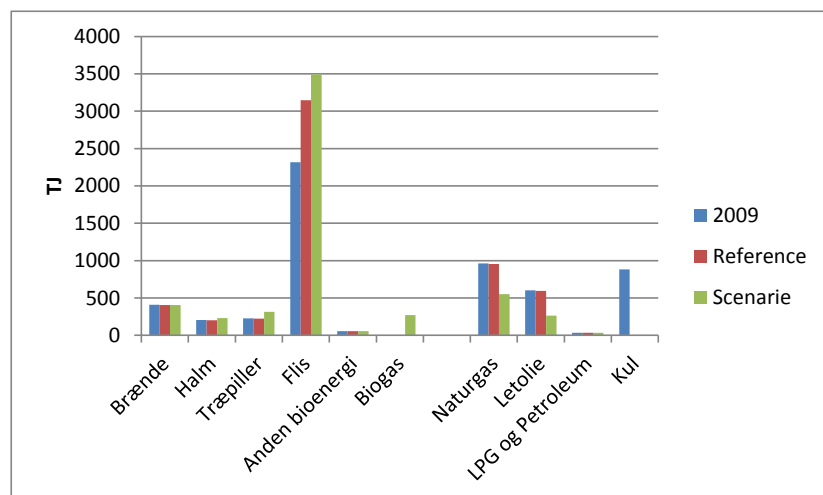
Figur 41: Brændselsforbrug til opvarmning i husholdninger i Randers Kommune.

Figuren nedenfor viser det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarme-produktion. Hovedændringen i scenariet er, at kul er helt udfaset fra Randersværket og en del af naturgasforbruget er substitueret med biogas.



Figur 42: Det samlede brændselsforbrug til el- og fjernvarmeproduktion i Randers Kommune.

Endelig ses i nedenstående figur det samlede brændselsforbrug i kommunen ekskl. transport. Det ses, at biogas- og træflisforbruget forøges, og at naturgas, olie og kul reduceres.



Figur 43: Totalt brændselsforbrug i Randers Kommune ekskl. transport.

Samlet

Udviklingen i det samlede brændselsforbrug ekskl. transport er vist i tabellen nedenfor.

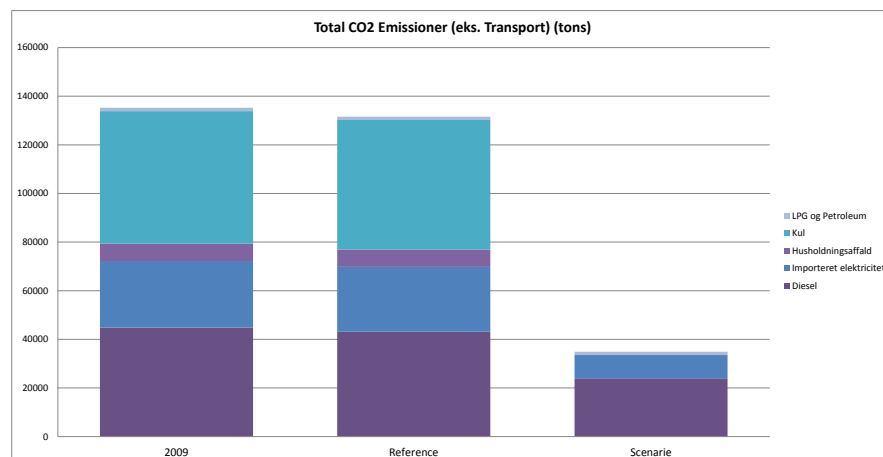
	2007/2009	Reference	Scenarie
Husholdningsaffald	219	219	0
Brænde	1.286	1.269	1.270
Halm	1.298	1.283	785
Træpiller	612	593	878
Flis	2.739	3.569	4.920
Træaffald	658	658	658
Anden bioenergi	69	69	69
Biogas	0	0	971
Solvarme	5	5	32
Naturgas	974	970	564
Letolie	1.962	1.924	1.001
LPG og Petroleum	68	68	68
Kul	1.457	561	0

Tabel 35: Totalt brændselsforbrug for de tre kommuner i 2007/2009 og i referencen og scenariet for 2020.

9.2 Miljømæssige konsekvenser

Norrdjurs

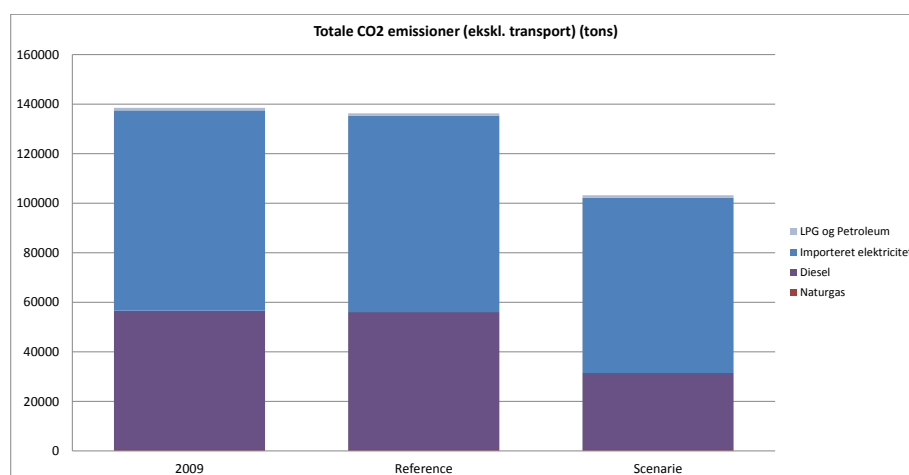
Nedenstående figur viser udviklingen i CO₂-emission frem mod 2020. Der sker en betragtelig reduktion, da kul på Grenaaværket udskiftes med træflis. Desuden regnes der med, at elproduktionen forøges på værket, hvorved import af el reduceres.



Figur 44: CO₂-emissioner for Norrdjurs Kommune (eksklusiv transport).

Syddjurs

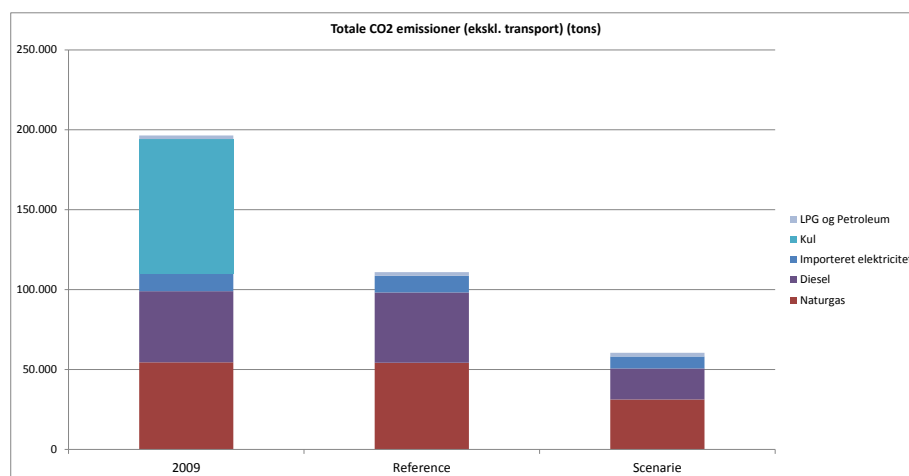
Nedenstående figur viser udviklingen i CO₂-emission frem mod 2020. Der sker en reduktion frem mod 2020, primært pga. omstillingen af oliefyr til træpiller, varmepumper og fjernvarme.



Figur 45: CO2-emissioner for Syddjurs Kommune (eksklusiv transport).

Randers

Nedenstående figur viser udviklingen i CO2-emission frem mod 2020. Der sker allerede i referencen en betydelig reduktion af CO2, da kul på Randersværket udfases. I scenariet sker der derudover en reduktion af anvendelse af naturgas og olie.



Figur 46: CO2-emissioner for Randers Kommune (eksklusiv transport).

9.3 Økonomiske konsekvenser og beskæftigelseseffekter

I scenariet gennemføres flere tiltag, som medfører en ændret økonomisk aktivitet og dermed en ændret beskæftigelse inden for de tre kommuner.

At vurdere de konkrete beskæftigelseseffekter ved omstilling til biomasse er vanskeligt. Effekten vil dels afhænge af en række lokale forhold, dels af den konkrete teknologiske løsning og endelig er det vanskeligt at vurdere nedgangen i anden beskæftigelse som følge af tiltaget.

Nødvendigt at der ikke er fuld beskæftigelse

En grundlæggende betingelse for, at der vil ske en merbeskæftigelse som følge af scenariet er, at der ikke i forvejen er fuld beskæftigelse. Hvis der er fuld beskæftigelse i forvejen, vil efterspørgslen efter arbejdskraft snarere føre til jobskift end til nye job. Konjunkturerne er pt. svage, og regeringen forventer, at dette også vil være tilfældet i 'de kommende år'⁶ (ikke nærmere præciseret). Det vurderes på den baggrund, at det er rimeligt at forudsætte, at initiativet kan føre til merbeskæftigelse i perioden frem til 2015-2017. Herefter er det vanskeligt at sige, om initiativet vil give merbeskæftigelse, da dette i høj grad vil afhænge af udviklingen i de generelle konjunkturer og efterspørgslen indenfor de segmenter, hvor der skabes nye arbejdspladser.

Teori om beskæftigelseseffekter

Det er forbundet med væsentlige metodiske udfordringer at bestemme beskæftigelseseffekten af et givent initiativ. Dette skyldes, at initiativet giver en række forskellige påvirkninger af økonomien, hvoraf flere er vanskelige at bestemme.

Der kan skelnes mellem følgende effekter⁷:

- Direkte og indirekte effekter (også kaldet strukturelle efterspørgsels-effekter)
- Pris- og omkostningseffekter
- Multiplikator- og acceleratoreffekter
- Innovations- og produktivitetseffekter

Direkte og indirekte effekter

De direkte effekter henfører til de arbejdspladser, der skabes ved gennemførelse af selve initiativet: etablering af kraftværk, fremskaffelse af brændsel og drift og vedligehold. De indirekte effekter vedrører underleverandører. I denne rapport fokuseres på disse direkte og indirekte effekter.

Pris- og omkostningseffekter

Omhandler betydning af ændrede energipriser og ændret provenu til staten som følge af initiativet. Dette kan påvirke forbrugernes købekraft og virksomhedernes omkostninger og dermed beskæftigelsen, fordi efterspørgslen efter varer og investeringer i industrien påvirkes. Disse effekter behandles ikke i rapporten.

⁶ Finansministeriet, 2012: "Beskæftigelsesvirkninger af en energiaftale"

⁷ Ragwitz et al, (2009): "The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union". Udarbejdet af Fraunhofer ISI mf..

Multiplikator- og accelerator effekter

Effekten af at økonomien får et stød (impulse) i form af en øget efterspørgsel. Højere indkomst hos de personer, der går fra arbejdsløshed til job, medfører øget forbrug, som igen øger efterspørgslen efter varer osv. (multiplikator effekt). Tilsvarende handler acceleratoreffekten om øgede investeringer i industrien, hvor større efterspørgsel også øger efterspørgslen hos underleverandører, som igen fører til øget efterspørgsel hos andre underleverandører osv. Disse effekter kan føre til en positiv (eller negativ) spiral.

En grundig belysning af sådanne effekter vil indebære, at man gennemfører en simulering med en økonometrisk model som fx ADAM. Multiplikator- og acceleratoreffekterne er ikke vurderet yderligere i projektet.

Innovations- og produktivitets effekter

Vedrører det forhold, at der gennem investeringerne i ny teknologi sker en modernisering af virksomhedernes kapitalapparat. Heri ligger også eventuelle first-mover fordele, som kan give adgang til nye markeder. Både i reference og scenarie er der dog tale om traditionelle biomasseteknologier, som ikke umiddelbart lægger op til væsentlig teknologisk udvikling. Dette forhold er derfor ikke nærmere belyst.

Vi har i denne rapport taget udgangspunkt i eksisterende nøgletal for beskæftigelseseffekter baseret på forskellige metoder. For alle metoder gælder det, at vi med udgangspunkt i ovenstående må tage forbehold for, hvor præcist de konkrete effekter kan anslås.

Metoder til vurdering af beskæftigelseseffekter ved VE

Forskellige aktører har de senere år givet deres bud på en vurdering af beskæftigelseseffekter ved investering i konkrete energiteknologier, herunder biomasseteknologier. Vi har i denne rapport valgt at se på metoder fra henholdsvis Tyge Kjær, Roskilde Universitet og til Frede Hvelplund/Henrik Lund, Aalborg Universitet.

Tyge Kjær

Tyge Kjær har i sit notat "Beskæftigelseseffekten ved vedvarende energi frem til 2030" vurderet den forventede beskæftigelseseffekt ved gennemførelsen af EU's VE-direktiv. Kjærs metode tager udgangspunkt i en "værdikædebetragtning", som i to led medtager beskæftigelse i forbindelse med opførelse, drift og tilvejebringelse af brændsel til værket samt beskæftigelse i forbindelse med teknologileverancen, altså hos producenten af den konkrete teknologi. Med disse to effekt-led når Kjær frem til et sæt nøgletal for den direkte beskæftigelse opdelt på teknologier. Han gør samtidig klart, at tallene ikke med-

tager de *indirekte* beskæftigelseseffekter der kan opstå i forbindelse med fx underleverandører til teknologileverandørerne, effekter af stigende indtjening og forbrug, udvikling i know-how og systemeksport mm. Som bilag til sin undersøgelse vedlægger Kjær en oversigt over beskæftigelseseffekterne opgjort i helårsjobs fordelt på teknologier og størrelse af anlæg.

Nedenfor ses Tyge Kjærs oversigt over de direkte beskæftigelseseffekter fordelt på teknologi og anlægsstørrelse. Tier 1 er beskæftigelseseffekter fra investering, opførelse af anlæg, drift og vedligehold samt tilvejebringelse af brændsel. Tier 2 er beskæftigelseseffekter fra teknologileverancen. Tyge Kjær har ikke i denne forbindelse vurderet, hvor stor en del af beskæftigelsen som er lokal. Dette gør det vanskeligt at anvende denne metode til at bestemme lokale beskæftigelseseffekter. Beskæftigelseseffekterne er endvidere opgjort frem til 2020, og det er vanskeligt at gennemskue, om det er årlig beskæftigelse eller samlet beskæftigelse i perioden.

Samlet beskæftigelse i tier 1 — — — — —						
Teknologier Antal PJ	Beskæft. investering,	Beskæft. ved vedligehold & drift	Beskæft. brændsel	Tier 1 Samlet Beskæft.	Tier 2 Teknologi Beskæft.	Beskæftigelse ialt i tier 1 og tier 2
Biomasse Kraftvarme (mindre anlæg - 25 PJ)	370	924	2.105	3.399	494	3.893
Biomasse Kraftvarme (større anlæg - 25 PJ)	122	216	2.105	2.443	946	3.389
Fjernvarme og spidslast (mindre anlæg - 26 PJ)	103	259	1.768	2.130	142	2.272
Biogas anlæg (Små anlæg 6 PJ)	810	1.915	253	2.978	1.610	4.588
Biogas anlæg (Store anlæg - 6 PJ)	470	1.682	253	2.405	649	3.054
Vindkraft (havmøller - 400 MW)	169	134	0	303	182	485
Vindkraft (landmøller - 700 MW)	152	177	0	329	165	494
Halm (ethanol - 4 PJ)	31	158	337	526	55	581
Varmepumper (mix - 8 PJ)	219	547	0	766	288	1.054

Tabel 36: Oversigt over beskæftigelseseffekter ved vedvarende energi-teknologier. Kjær 2010.

Frede Hvelplund og Henrik Lund

Frede Hvelplund og Henrik Lund har i oktober 2011 udgivet "Notat om data til vurdering af beskæftigelsesmæssige konsekvenser af investeringer i forskellige energiteknologier". Her beregnes beskæftigelseseffekten i personår ved forskellige teknologier per investeret million kr. gennem en simpel in-

put/output betragtning. Tallene er baserede på beregninger udarbejdet i 1985 og 1995 som så er fremskrevet til 2010/2011.

I notatet præsenteres en række nøgletal – metoden til at nå dem beskrives ikke nærmere. Nedenfor ses Hvelplund og Lunds tal for regionale beskæftigelseseffekter i personår per investeret million kroner (sidste kolonne).

Tabel 4		Årsløn = 350000 kr. (Tallene refererer til prisniveau 2010/2011)		
Vurdering for 2010/2011 baseret på analyserne fra 1985 og 1995				
	DK andel af samlet investering Procent	Regional andel af DK andel Procent	Regional andel af samlet anlægsinvestering	Regional beskæftigelse i personår per investeret million kroner
Halmbaseret fjernvarme -og kraftvarmeanlæg	69	50	34	0,98
Biomassebaserede fjernvarme-og kraftvarmeanlæg	69	50	34	0,98
Store solvarmeanlæg(kollektiv)	58	22	13	0,36
Geotermi til fjernvarme	70	22	15	0,44
Små solvarmeanlæg(individuel)	68	36	24	0,69
Store varmepumper til fjernvarme	51	50	26	0,73
Individuelle varmepumper	51	50	26	0,73
Biogasanlæg (evt. med opgradering)	75	71	53	1,52
Vindkraft	55	80	44	1,26
El-og varmebesparelser	70	22	15	0,44
Solceller på bygninger	44	100	44	1,25
Udvidelse af fjernvarmeområder	75	65	49	1,39
Drift og vedligeholdelse generelt	78	70	54	1,55

Tabel 37: Hvelplunds og Lunds vurdering af beskæftigelseseffekter ved investering i forskellige VE-teknologier.

Disse tal indikerer ikke, over hvilken periode (hvor lang) beskæftigelsen rækker, og der ses alene på midlertidig beskæftigelse som følge af investeringen, når der ses på de forskellige VE-teknologier. Produktion og sourcing af brændsel medtages ikke. Der er dog medtaget en generel faktor for drift og vedligeholdelse, som har en høj regional andel. Generelt ses, at den regionale andel af anlægsinvesteringen ligger mellem 13 % og 54 %. Biogasanlæg ligger blandt de højeste regionale andele.

I det følgende er det dog valgt at tage udgangspunkt i Hvelplunds og Lunds metode. Det antages, at beskæftigelseseffekten pr. investeret krone kan overføres til en beregning af beskæftigelsen pr. årlig omsat krone til drift og vedligeholdelse og til sourcing af brændsel. Her benyttes den generelle faktor for drift og vedligeholdelse.

Resultater

De vigtigste områder, hvor der kan forventes ny beskæftigelse som følge af scenariet, er:

- Etablering og drift af biogasanlæg, inkl. transport af husdyrgødning og indsamling og transport af andre biomasseressourcer

- Yderligere udnyttelse af halmressourcen, enten lokalt eller eksporteret til områder uden for kommunen
- Yderligere udnyttelse af træressourcer, hvis det viser sig økonomisk attraktivt
- Konvertering af individuel opvarmning til fjernvarme og etablering af varmepumper og træpillefyr.
- Omstilling af varmeforsyningen i Grenaa. Her er der tale om etablering og drift af et flisfyret kraftvarmeanlæg i stedet for det eksisterende kul/halm anlæg og det affaldsfyrede anlæg.

Det vurderes, at beskæftigelseseffekten ved at omlægge til energiafgrøder formentlig er relativt begrænset, da der blot sker et afgrødeskift, men ikke en decideret udvidelse af produktionen lokalt.

I nedenstående tabel er vist beregnede beskæftigelseseffekter for udvalgte initiativer i scenariet for de tre kommuner. Der er alene vist beskæftigelsen ved den nævnte aktivitet, og det er ikke indregnet, hvor stor nedgangen i beskæftigelse er på den aktivitet, som evt. ophører, når det nye initiativ gennemføres. Til beregning af den årlige omsætning er benyttet brændselsmængden og brændselsprisen i 2020 (for biogas produktionsomkostningen). Det er antaget, at hvert biogasanlæg kan etableres for 116 mio. kr.

	Investering (personår)	Drift og vedligehold og brændsel (personer/år)
3 biogasanlæg	531	119
Øget anvendelse af halm	0	78
Øget produktion af træ fra skoven	0	19

Tabel 38: Regionale beskæftigelseseffekter ved udvalgte initiativer i scenariet.

Det er ikke opgjort, hvad beskæftigelsen vil være for den fulde fjernvarmeomstilling og konvertering til fjernvarme, træpiller og varmepumper. Beskæftigelseseffekten af omstilling af varmeforsyningen i Grenaa er heller ikke beregnet, da det vil være meget omfattende at skulle vurdere både effekten af nye tiltag og stop for den eksisterende forsyning.

10 Referencer

Ea Energianalyse (2012): Alternativer til Oliefyr. Notat fra 5. marts 2012.

Energistyrelsen (2011): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Udgivet i april 2011.

Energistyrelsen (2012a): Technology Data for Individual Heating Plants and Energy Transport. Udgivet i maj 2012.

Energistyrelsen (2012b): Technology Data for Energy Plants. Generation of Electricity and District Heating, Energy Storage and Energy Carrier Generation and Conversion. Udgivet i maj 2012.

INBIOM (2012): Bioenergi – er det bæredygtigt? Udgivet i samarbejde med Randers, Norddjurs og Syddjurs Kommuner.

PlanEnergi (2012): Biogasperspektivplan for Region Midtjylland.

Region Midtjylland (2012): Perspektiver for 50 % vedvarende energi i region Midtjylland i 2025.

Aarhus Universitet (2011): Næringsstofftab efter omlægning fra omdrift til dyrkning af flerårige energiafgrøder. Udarbejdet af Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF), Aarhus Universitet, 2011.

Bilag 1: Konsekvenser for tab af næringsstoffer ved omlægning til flerårige energiafgrøder

I det følgende beskrives det, hvilke konsekvenser det har for tab af næringsstoffer til vandmiljøet, hvis arealanvendelsen ændres fra at dyrke enårige afgrøder til at etablere og drive produktion af flerårige energiafgrøder.

Konsekvenserne beskrives på baggrund af rapporten *”Næringsstofftab efter omlægning fra omdrift til dyrkning af flerårige energiafgrøder”*, udarbejdet af Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF), Aarhus Universitet, 2011. Dette studie er særligt relevant i denne sammenhæng, da der er foretaget konkrete beregninger for de tre kommuner i Randers, Syddjurs og Norddjurs.

Næringsstoffer er nødvendige

Næringsstoffer er stoffer, som er nødvendige for at levende organismer kan opretholde deres livsfunktioner. I miljømæssig sammenhæng er det oftest planternes næringsstoffer, der behandles. Her er kvælstof- og fosforbindelser de væsentligste (DMU, 2011). Kvælstof (benævnes også nitrogen) og fosfors kemiske symboler er hhv. N og P.

Udledning af næringsstoffer stimulerer plantetilvæksten

Når der udleder næringsstoffer i eksempelvis et vandområde, der er fattigt på næring, stimulerer næringsstofferne plantevæksten, og der kommer flere arter af planter. Den øgede plantevækst danner grundlag for en større produktion, biomasse og artsdiversitet af dyr

For stor tilførsel medfører dog såkaldt eutrofiering

Hvis der dog tilføres flere næringsstoffer til området, end det er i stand til at omsætte, forekommer der såkaldt eutrofiering. Dermed vil at mængden af organisk stof (biomasse) vokse, mens biodiversiteten af falder (artsmangfoldigheden). Forsættes overgødskningen kan det medføre, at levevilkårene bliver så dårlige, at planter og dyr ikke længere kan klare sig.

Den hyppigste årsag til eutrofiering er udledning af spildevand fra husholdninger og industrier og tilførsel af overgødskning af marker. Det meste fosfor kommer ud i vandet i form af fosfat med spildevandet, mens det meste kvælstof kommer ud i form af nitrat, der stammer fra gødning, og som regnen eksempelvis vasker ud i vandet fra markerne.

Energiafgrøder ses bl.a. som en måde at reducere udvaskningen på

Energiafgrøder, særligt flerårige energiafgrøder, ses som et middel til at reducere udvaskningen af næringsstoffer samtidig med, at der produceres biomasse med et højt tørstofudbytte.

I rapporten er resultaterne fra en række – danske såvel som udenlandske – videnskabelige undersøgelser vedrørende næringsstofftab forbundet med dyrkning af flerårige energiafgrøder på såkaldt lavbunds- og højbundsjord

sammenfattet. Med udgangspunkt heri, er der desuden foretaget overslagsberegninger af næringsstofftab ved sådanne omlægninger, herunder på et specifikt område i Syddjurs Kommune.

Flerårige energiafgrøder på lavbundslande

Lavbundslande er en fællesbetegnelse for en række forskellige lavtliggende områder fx: tidligere enge, kær og moser, afvandede søer mv. som nu i vidt omfang er drænet og bruges til landbrug (Aarhus Universitet, 2011: 6).

I rapportens vurderes det, at der overvejende vil være en gunstig effekt ved omlægning til flerårige energiafgrøder fra enårige afgrøder på lande af denne type. En af årsagerne til den gunstige effekt er eksempelvis, at energiafgrøders dybe rødder og lange vækstsæson medvirker til en god udnyttelse - og et begrænset tab - af næringsstoffer. På den anden side er der dog også forhold, der peger på en øget kvælstoffrigivelse. (Aarhus Universitet, 2011: 3, 8-9).

DJF finder dog, at der kun foreligger meget få undersøgelser, der sammenligner forskellige dyrkningssystemer med almindelig omdrift og flerårige energiafgrøder på lavbundslande. Det konkluderes derfor, at der er behov for mere viden om næringsstofbalancer for forskellige dyrkningssystemer på lavbundslande. (Aarhus Universitet, 2011: 9).

Pga. af ovennævnte modsatrettede tendenser og den begrænsede viden om konsekvenser af omlægning til flerårige energiafgrøder, påpeges det, at det er vanskeligt præcist at kvantificere en eventuel reduktion i udvaskningen af næringsstoffer fra lavbundslande.

Beregning af biomasseudbytte og N og P-fjernelse ved dyrkning af rørgræs og pil

På trods af ovennævnte vanskeligheder beregner DJF (2011) N og P-fjernelsen og det potentielle biomasseudbytte ved dyrkning af rørgræs og pil på lavbundslande, herunder for vådområdet Termestrup Enge i Syddjurs Kommune.

Til beregningerne er der forudsætningerne, der ses i Tabel 39. Det bemærkes, at udbyttet er relativt højt pga. en antagelse om gunstige vækstvilkår.

	Udbytte (t tørstof/ha)	N (% af TS)	P (% af TS)	Energiudbytte /ton tørstof (GJ)
Rørgræs	10	1,5	0,3	13
Pil	12	0,5	0,1	16

Tabel 39: Forudsætninger anvendt til beregning af biomasseudbytte og N og P-fjernelse ved dyrkning af rørgræs og pil (DJF 2011:17). Energiindholdet for pil er den nedre brændværdi ved 50 % vandindhold, mens der for rørgræs antages 1-2 slæt og et udbytte på 350 m³ metan/t tørstof og 0,036 GJ/m³ metan.

På baggrund af ovenstående forudsætninger beregner DJF (2011:17) den potentielle biomasseproduktion og næringsstofreduktion pr. hektar ved etablering og høst af hhv. rørgræs og pil.

	Energiudbytte (GJ)	N-fjernelse (ton)	P-fjernelse (ton)
Rørgræs	130	0,15	0,03
Pil	192	0,06	0,012

Tabel 40: Overslag over potential biomasseproduktion og næringsstofreduktion pr. hektar ved høst efter etablering af rørgræs og pil på lavbundsarealer, der oversvømmes for fjernelse af næringsstoffer (DJF 2011:17).

Det forventede areal til omdrift på Termestrup Enge udfør ifølge DJF (2011:17) 250 ha. Vha. af de i Tabel 39 og Tabel 40 beskrevne forudsætninger beregnes i rapporten den potentielle biomasseproduktion og næringsstofreduktion fra vådområdet, som vist i Tabel 41.

	Energiudbytte (GJ)	N-fjernelse (ton)	P-fjernelse (ton)
Rørgræs	32.500	37.500	7.500
Pil	48.000	15.000	3.000

Tabel 41: Potentiel biomasseproduktion og næringsstofreduktion ved etablering og høst af rørgræs og pil på 250 hektar i Termestrup Enge.

Nedenfor ses på konsekvenserne for næringsstofftab ved omlægning til flerårige energiafgrøder på højbundsjord.

Flerårige energiafgrøder på højbundsjord

For højbundsjord, som er en betegnelse for højtliggende arealer fx hede, viser måleserier for nitratudvaskning, ifølge DJF (2011), samstemmende, at der kan opnås en forbedret næringsstofbalance ved omlægning af arealer med almindelige omdrift til flerårige energiafgrøder. Målingerne er dog kun foretaget for sandjordsarter.

På baggrund af modelberegninger (for et sædskifte med vårbyg, vinterbyg, vinterraps og vinterhvede) vurderes det, at kvælstofudvaskningen gennemsnitligt kan reduceres 25 kg N pr. hektar på lerjord og 50 kg N pr. hektar på sandjord. Det specifikke kvælstoftab for et givent areal ved omlægning til flerårige energiafgrøder afhænger dog af, hvilken driftstype der erstattes.

Hvad angår fosfor anføres det, at der, ligesom for lavbundslande, er behov for yderligere studier af udvaskningen under forskellige omstændigheder. Det vurderes dog, at en omlægning af enårige sædskifter til flerårige energiafgrøder, vil reducere risikoen for P-erosion på erosionstruede arealer, ligesom vedvarende græs gør det.

Beregninger for omlægning til flerårige energiafgrøder

På baggrund af ovennævnte forudsætninger om udvaskning af næringsstoffer er der i rapporten foretaget overslagsberegninger ved omlægning af 15 % af kornarealet i kommunerne til flerårige energiafgrøder. Denne antagelse er baseret på, at 10-20 % af Danmarks kornproduktion typisk eksporteres.

Resultaterne af beregningerne fremgår af Tabel 42. Det skal bemærkes, at det er reduktionen ud af rodzonen, der er beregnet. Konsekvenserne for vandmiljøet vil afhænge af de lokale muligheder for at tilbageholde næringsstoffer i jorden. For en komplet gennemgang af beregningsforudsætninger henvises til rapporten.

Kommune	Jordtype	Totalt kornareal (ha)	N-fjernelse (ton)
Randers	Ler	6.123	23,0
	Sand	27.422	205,7
Norddjurs	Ler	3.830	14,4
	Sand	24.339	182,5
Syddjurs	Ler	5.909	22,2
	Sand	16.246	121,8

Tabel 42: Reduktion i nitratudvaskningen fra rodzonen ved omlægning af kornarealer til flerårige energiafgrøder i Randers, Norddjurs og Syddjurs. (DJF 2011:15).

Det ses, at N-udvaskningen reduceres med ca. 229 tons N i Randers, 197 tons i Norddjurs og 144 tons i Syddjurs. En samlet reduktion på 570 tons N i de tre kommuner.

På baggrund beregningerne kan desuden udledes en reduceret N-udvaskning pr. ha for ler- og sandjord på hhv. ca. 0,025 ton N/ha og 0,050 ton N/ha.

Referencer

Aarhus Universitet (2011): *"Næringsstofftab efter omlægning fra omdrift til dyrkning af flerårige energiafgrøder – Status på viden om produktion på høj- og lavbundsjord"*. Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Aarhus Universitet.

DMU (2011): <http://www.dmu.dk/miljoeordbog/>

Projekt Enercoast har haft som ambition at vise veje til at mobilisere mere biomasse til energi i Randers, Norddjurs og Syddjurs kommuner. Ea Energianalyse og Conterra har udarbejdet denne handlingsplan med scenarier og anbefalinger til de næste skridt for de tre kommuner.

De tre kommuner kan fordoble bioenergiandelen i 2020 af det samlede bruttoenergiforbrug ved at øge brugen af halm, træ, energiafgrøder og biogas. Det anbefales i rapporten bl.a. at udvikle en tværkommunal biogasstrategi til at optimere denne ressource – fx til transport. Desuden anbefales samarbejder og demonstrationer for at udnytte skovflis og energiafgrøder bedre – fx i industrien.

