



# SCENARIER FOR REGIONAL PRODUKTION OG ANVENDELSE AF BIOMASSE TIL ENERGIFORMÅL

# Scenarier for regional produktion og anvendelse af biomasse til energiformål

Thorkild Frandsen, Søren U. Larsen, Torkild Birkmose og Jørgen Pedersen, AgroTech  
Jørgen Hinge, Leivur Gilli Trónd og Hans O. Hansen, Teknologisk Institut  
Anne-Luise Skov Jensen, Innovationsnetværket for Biomasse

# INDHOLD

---

<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>1. KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER .....</b>	<b>6</b>
<b>2. INDLEDNING .....</b>	<b>13</b>
<b>3. KONSEKVENSER VED BIOMASSEPRODUKTION .....</b>	<b>14</b>
3.1 SAMMENFATNING VEDRØRENDE VALG AF BIOMASSER .....	14
3.2 PRIORITEREDE BIOMASSER TIL ENERGIFORMÅL I REGION MIDTJYLLAND .....	14
3.3 ØKONOMISKE OG TEKNISKE BETINGELSER FOR PRODUKTION AF BIOMASSE .....	16
3.4 MILJØMÆSSIGE EFFEKTER VED UDNYTTELSE AF UDVALGTE BIOMASSER .....	28
3.5 AKTUEL OG FREMTIDIG AREALANVENDELSE I REGION MIDTJYLLAND .....	31
3.6 REGIONAL VÆKST OG BESKÆFTIGELSE VED BRUG AF LOKAL BIOMASSE .....	35
<b>4. SCENARIER FOR BIOMASSEPRODUKTION .....</b>	<b>37</b>
4.1 MULIGHEDER FOR AT ØGE BIOMASSEPRODUKTIONEN .....	37
4.2 TEORETISKE SCENARIER FOR ANVENDELSE AF BIOMASSE TIL ENERGI .....	39
<b>5. TIDSFØLGE FOR UDNYTTELSE AF BIOMASSEPOTENTIALER .....</b>	<b>42</b>
5.1 ENERGIFORBRUG OG UDNYTTELSE AF BIOMASSE FREM MOD 2050 .....	42
5.2 KONVERTERINGSMETODER OG BEHOV FOR TEKNOLOGIUDVIKLING .....	46
5.3 EFFEKTERNE VED DE TRE SCENARIER .....	48
5.4 ANBEFALET SCENARIO .....	50
<b>6. ORGANISERING, FINANSIERING OG RAMMEVILKÅR .....</b>	<b>54</b>
6.1 OPSUMMERING AF NUVÆRENDE RAMMEVILKÅR .....	54
6.2 FORSLAG TIL ÆNDRER RAMMEVILKÅR OG INCITAMENT-STRUKTURER .....	54
<b>7. ALTERNATIV ENERGIPRODUKTION PÅ LANDBRUGSAREALER .....</b>	<b>56</b>
7.1 ANVENDTE FORUDSÆTNINGER FOR SAMMENLIGNING AF FORSKELLIGE ANVENDELSER AF LANDBRUGSAREALER .....	56
7.2 RESULTATER OG KOMMENTARER .....	57
<b>8. REFERENCER .....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEX A: VÆSENTLIGE RAMMEBETINGELSER I FORM AF LOVGIVNING OG STØTTEORDNINGER .....</b>	<b>62</b>
<b>ANNEX B: NOTAT FRA BIOMASSE-WORKSHOP DEN 2/10-2014 .....</b>	<b>71</b>

## SAMMENDRAG

---

Biomasse spiller en vigtig rolle i omstillingen til vedvarende energi, og på mange anlæg i Region Midtjylland er det allerede nu besluttet at erstatte fossile energikilder med biomasse. Selvom der løbende udvikles nye og mere effektive vedvarende energi-teknologier forventes biomasseforbruget i regionen at blive fordoblet perioden frem mod 2050.

En øget regional biomasseproduktion vil have en positiv effekt på forsyningssikkerhed, beskæftigelse i landdistrikterne og på miljøet. Det anbefales derfor at fremme den regionale produktion og anvendelse af biomasse.

Det er realistisk, at tredoble mængden af regionalt produceret biomasse anvendt til energiformål frem mod 2050, uden det medfører en væsentlig reduktion af foder- og fødevarerproduktionen. Det forudsætter dog, at de rette rammebetingelser er til stede, herunder at der er sikkerhed for afsætningen af biomassen. Desuden er der behov for en fortsat udvikling og optimering af metoder og teknologier til effektiv produktion, håndtering og konvertering af biomasse til energi.

I første omgang skal tilgængelige restbiomasser som halm og husdyrgødning udnyttes bedre end i dag. Halm er allerede i dag et konkurrencedygtigt brændsel til varme- og kraftvarmeproduktion, og det forventes, at det nuværende overskud af halm udnyttes til energiformål inden 2020. På længere sigt er der mulighed for at øge mængden af halm gennem forædling og teknologiudvikling, og sådanne aktiviteter bør derfor fremmes.

Husdyrgødning findes i store mængder i Region Midtjylland, og ved udnyttelse i biogasanlæg opnår man både miljømæssige fordele og et energiprodukt, der kan bruges til transport og dermed har en høj værdi. Det er dog en biomasseressource som, på grund af det høje vandindhold, er dyr at udnytte til energi. Desuden er det vanskeligt at finde gode placeringer til nye biogasanlæg. Der er brug for tiltag, der understøtter udbygningen af biogasanlæg, for at energipotentialet i husdyrgødningen kan udnyttes. Det kan f.eks. være tilskud til driften af biogasanlæggene, støtte til udviklingen af nye, effektive teknologier og tiltag, der kan lette lokaliseringen af nye anlæg.

Efterafgrøder, organisk husholdningsaffald og biomasse fra natur- og ekstensivt dyrkede græsarealer kan udnyttes som suppleringsbiomasse til gyllebaserede biogasanlæg. Dette vil øge energiproduktionen, samtidig med at recirkuleringen af næringsstofferne i biomasserne forbedres. Der er dog relativt høje omkostninger ved at høste og transportere efterafgrøder og naturbiomasse. Derfor er der behov for tiltag, der forbedrer økonomien i at udnytte disse biomasser. Sådanne tiltag kan ses som et middel til at få udnyttet en større del af gyllen til energi, idet økonomien i biogasanlæggene hermed generelt forbedres.

Dyrkning af miljø- og energiafgrøder kan øge mængden af lokalt produceret biomasse, samtidig med at der opnås en række positive miljøeffekter. Således kan omlægning fra korn til græs og energiskov (poppel og pil) bidrage til at reducere kvælstofudvaskningen og pesticidforbruget, samtidig med at kulstofindholdet i jorden øges. Dette kan være relevant i begrænset omfang i områder, der afvander til sårbare vandmiljøer.

Der er et stort energipotential fra skovarealer i form af vedmasse, som i dag ikke udnyttes til tømmer eller andre højværdiprodukter. På kort sigt kan mængden af træ til energi øges betydeligt, idet hugsten i en årrække har ligget under den årlige tilvækst i de eksisterende skove. På længere sigt er det muligt at øge produktionen af træ til energi ved indførelse af dyrkningssystemer, hvor nye kulturer etableres med særlig fokus på en højere biomassepro-

duktion. Dette er både relevant ved reetablering efter rydning af eksisterende skovarealer og ved skovrejsning på landbrugsjord. For at få skovejerne til at vælge de biomasserige dyrkningssystemer er det afgørende, at de kan tro på, at der er efterspørgsel efter biomassen 10-20 år ude i fremtiden, når energitræerne er modne til høst.

På kort og mellemlangt sigt vil en stor del af halmen og træbiomassen fortsat blive anvendt til forbrænding, og det vil i de kommende år fortsat være relevant at etablere nye anlæg hertil. I perioden frem mod 2050 anbefales dog en gradvis omstilling, så biomasserne i stigende grad udnyttes til produktion af biogas, termisk forgasningsgas og flydende brændstoffer fremfor at blive brugt til el- og varmeproduktion. På langt sigt forventes træbiomassen således at blive udnyttet til energi ved termisk forgasning, mens halmen vil blive anvendt til produktion af 2. generations bioethanol eller som suppleringsbiomasse i biogasanlæg.

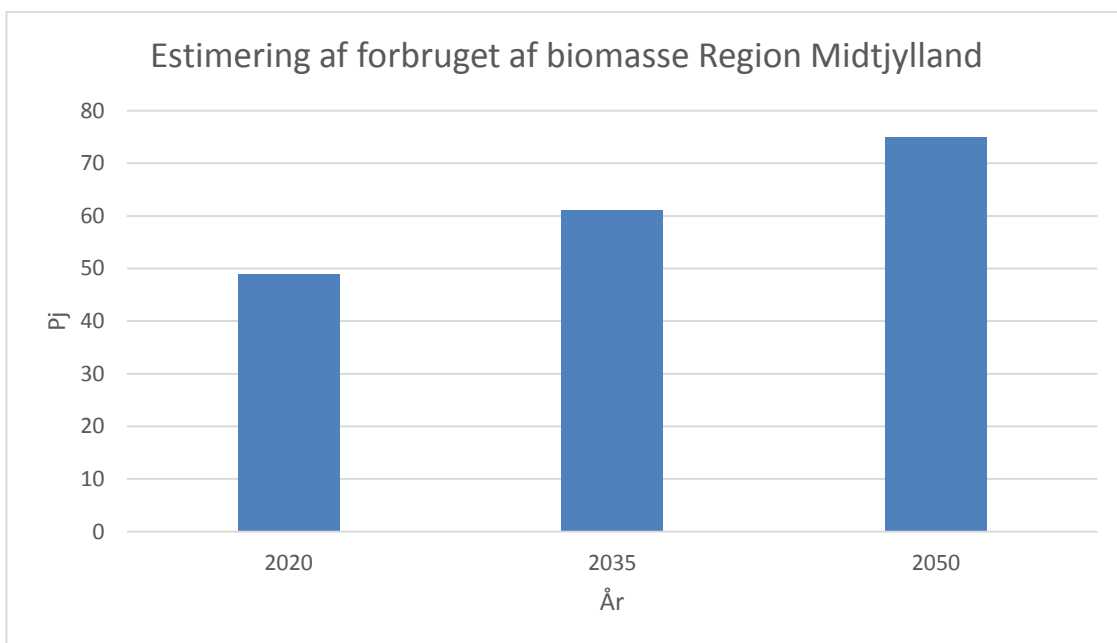
## 1. KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

---

### Fremtidsscenario for biomasse og bioenergi i Region Midtjylland

Forbruget af biomasse i Region Midtjylland vil stige i de kommende år. Allerede nu gennemføres konkrete tiltag (anlæggene i Lisbjerg, Studstrup, Skanderborg-Hørning), der medfører et stigende forbrug. Disse tiltag vil allerede i 2020 betyde, at forbruget af biomasse vil være mindst 47 PJ. Hertil kommer eventuelle øvrige tiltag. Planerne for et ethanol-anlæg ved Måbjerg med et planlagt forbrug på 300.000 tons halm årligt vil f.eks. øge forbruget med yderligere ca. 4,4 PJ.

Frem mod 2035 forventer vi en yderligere stigning i biomasseforbruget i forhold til 2020. På større værker, i det private forbrug og i industrien udgør de fossile brændsler i nutidssceneriet et energiforbrug svarende til ca. 42 PJ. Hvis en tredjedel af dette omstilles til biomasse, antages forbruget at stige til i alt 61 PJ. Dette tal kan igen blive højere, f.eks. ved etablering af et ethanolanlæg ved Måbjerg. I 2050 estimeres en yderligere stigning til mindst 75 PJ.



I dag kan den regionalt producerede biomasse dække ca. halvdelen af biomasseforbruget til energi. Der er altså allerede nu en stor nettoimport af biomasse. Denne import vil stige væsentligt i fremtiden, hvis vi ikke øger mængden af regionalt produceret biomasse. Vi anbefaler derfor, at produktionen af biomasse i Region Midtjylland maksimeres, dog således at produktionen af fødevarer og foder i al væsentlighed opretholdes, og således at det ikke påvirker miljøet i negativ retning.

Ved at udnytte diverse restprodukter bedre og ved at øge produktionen af biomasse er det muligt at 3-doble mængden af biomasse af regional oprindelse anvendt til energiformål. Og dette kan gøres uden væsentlig reduktion i produktionen af foder og fødevarer samtidig med at der opnås miljømæssige fordele. Nettoimporten af biomasse vil på den måde kunne begrænses til 40-50 % af det forventede regionale biomasseforbrug i 2050 med deraf følgende positive effekter på forsyningssikkerhed og lokal beskæftigelse.

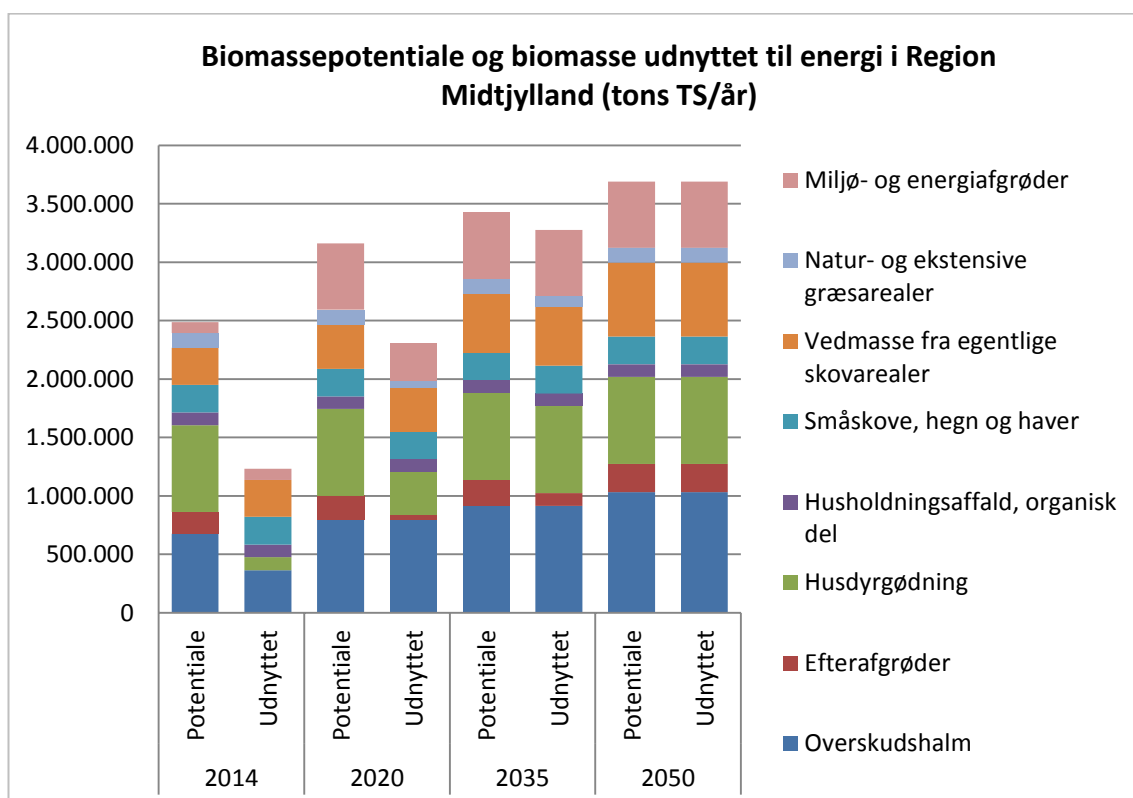
Import og eksport af biomasse og energi til og fra regionen styres i sidste ende af markedet og internationale reguleringer. Det vil derfor fortsat være således, at der både importeres og eksporteres biomasse til og fra regionen, ligesom der vil blive importeret og eksporteret energi, f.eks. i form af biobrændstoffer.

Ved at erstatte importerede brændsler (kul, olie, træpiller, mv.) med regionalt produceret biomasse øges lokale investeringer, hvilket kan føre til lokal vækst og beskæftigelse. Der vil være nye jobs forbundet med både etablering, drift og vedligeholdelse af energianlæggene, men den største beskæftigelsesmæssige effekt relaterer sig til fremskaffelse af brændslet. Eksempelvis er det ved etablering af halmbaserede energianlæg estimeret at 70 % af de nye jobs ligger indenfor bjærgning, lagring og transport af halm. Det vil sige jobs, som typisk er relateret til landdistrikterne. Modelberegninger viser, at en satsning på øget produktion og anvendelse af lokalt produceret biomasse kan medføre 3500 – 6500 nye jobs i Region Midtjylland. Det er estimeret at ca. halvdelen af de nye jobs skabes indenfor landbrug og skovbrug.

Gennem den foreslåede maksimering af biomasseproduktionen bidrager Region Midtjylland til nationale og internationale målsætninger om begrænsning af drivhusgasudledninger med henblik på at begrænse temperaturstigningen til 2 grader i dette århundrede.

### Produktion af biomasse i Region Midtjylland 2020-2050

Som led i dette analysearbejde er der beregnet estimater for biomasseproduktionen i regionen og biomasseudnyttelsesgraden i 2020, 2035 og 2050. Mængderne af biomasse er opgjort i tons tørstof (TS) pr. år, og resultatet af beregningerne er vist i figuren herunder.



Der er estimeret et biomassepotentiale til energiproduktion på knap 2,5 mio. tons TS i dag. Heraf udnyttedes i dag kun knap halvdelen. Fra 2014 og frem mod 2050 er der muligheder for

dels at øge mængden af biomasse til rådighed for energiproduktion og dels at øge udnyttelsesgraden. Det vurderes således, at være muligt at øge mængden af regionalt produceret biomasse til 3,7 mio. tons tørstof i 2050 og at hele denne mængde kan udnyttes til energiformål. Det vil give en stigning i brugen af regionalt produceret biomasse til energi på 2,5 mio. tons i perioden frem til 2050.

De største bidrag til bioenergiproduktionen stammer fra halm, husdyrgødning og vedmasse fra egentlige skovarealer. Der er dog også et betydeligt biomassepotentiale (567.000 tons TS) ved dyrkning af miljø- og energiafgrøder (primært poppel, pil og græs), hvilket især kan være relevant på arealer, hvor risikoen for kvælstofudvaskningen er stor.

Selvom al halmen fra markerne fjernes kan jordens kulstofindhold opretholdes ved øget etablering og nedpløjning af efterafgrøder (kort og mellemlang sigt) samt (på mellemlang og lang sigt) tilpassede sædskifter og øget tilbageførsel af afgasset materiale fra biogasanlæg og biochar fra anlæg til termisk forgasning. Halmudbyttet og -opsamlingen kan øges væsentligt frem mod 2050 gennem forædling og optimeret teknologi, herunder udfasning af stråforkortere. Produktionen af træ kan øges på mellemlangt og langt sigt gennem ændret dyrkningspraksis og ved skovrejsning, hvilket er i tråd med Folketingets målsætning fra 1989 om en fordobling af skovarealet inden for en trægeneration (80-100 år).

Dyrkning af miljø- og energiafgrøder kan bidrage til at øge mængden af lokalt produceret biomasse samtidig med, at der opnås en række positive miljøeffekter. Således kan flerårige afgrøder som græs og energiskov (poppel og pil) bidrage til at reducere kvælstofudvaskningen fra sårbare landbrugsarealer samtidig med at kulstofindholdet i jorden øges. Græs giver mulighed for væsentligt højere biomasseproduktion pr. hektar end f.eks. kornafgrøder og ved anvendelse i bioraffineringsanlæg kan græsset udnyttes til samproduktion af proteinfoder og bioenergi. Brugen af miljø- og energiafgrøder skal dog balanceres, så det ikke fører til nogen væsentlig reduktion i foder- og fødevarerproduktionen. I opgørelsen af biomassepotentialet er forudsat, at ca. 52.000 hektar landbrugsjord frem mod 2035 omlægges fra korn og majs til energiskov og græs. Det svarer til ca. 6 % af det samlede landbrugsareal i Region Midtjylland. Den ændrede arealanvendelse foreslås gennemført i de områder hvor risikoen for kvælstofudvaskning er størst, hvilket især er i de kystnære områder.

Efterafgrøder kan anvendes som supplerende til gylle i biogasanlæg, men der er behov for at reducere omkostningerne ved at udnytte denne biomasse. En mulighed kunne være at ændre gødskningsreglerne, så der tillades en vis gødskning. De resulterende øgede udbytter reducerer omkostningen per ton biomasse og en begrænset gødskning kan foretages uden at det medfører forøget udvaskning.

#### *Tiltag på kort sigt, 2014-2020*

Vi anbefaler, at regionens ressourcer af halm og træ udnyttes fuldt ud fra år 2020. På kort sigt er det fortsat relevant i betydeligt omfang at anvende halmen til forbrænding. For at opnå den ønskede stigning i træproduktionen på mellemlangt og langt sigt, bør der indføres tiltag til at fremme skovrejsning og til at fremme indførelse af skovdyrkningsystemer, der giver højere biomasseproduktion. Skovrejsning kan fremmes gennem øget støtte til at etablere skov. Tiltag der giver skovejerne sikkerhed for afsætningen af biomasse til energi vil være med til at motivere omlægningen til mere biomasserige dyrkningsystemer. Etablering af biogasanlæg skal fremmes her og nu. Kommunerne skal eksempelvis bidrage til, at der kan findes egnede lokaliseringer til biogasfælesanlæg. Produktion og udnyttelse af miljø- og energiafgrøder bør iværksættes.



#### *Tiltag på mellemlangt sigt, 2020–2035*

Halmen skal i stigende omfang anvendes som suppleringsbiomasse til biogasanlæggene. En betydelig mængde halm anvendes til transportbrændstoffer i form af gas (via biogasanlæg og opgradering af biogas til naturgas) eller bioethanol, som eksempelvis kunne produceres på det planlagte anlæg i Maabjerg. Udbygningen med landbrugsbaserede biogasanlæg anbefales accelereret, således at op til 75 % af husdyrgødningen udnyttes fra 2025.

Der er muligheder for en gradvis stigning i udnyttelsen af efterafgrøder til biogas. I forbindelse med udviklingen af det nye system til regulering af gødskning af landbrugsjord, anbefales det at åbne mulighed for at tildele en vis mængde kvælstof til efterafgrøder. Som supplement til gyllen i biogasanlæggene skal halm, den organiske del af husholdningsaffaldet og biomasse fra udyrkede arealer og ekstensivt dyrkede lavbundsarealer indføres. Ved fuld udbygning af biogasanlæggene så der er kapacitet til at behandle 75 % af husdyrgødningen vil der være plads til at behandle halm svarende til omkring 430.000 tons TS. Det svarer til at lidt under halvdelen af halmpotentialet udnyttes til biogasproduktion i 2035, mens resten af halmoverskuddet anvendes til forbrænding.

Ved realisering af Maabjerg Energy Concept vil halmforbruget hertil og halmforbruget på biogasanlæggene stort set svare til hele halmoverskuddet i regionen. Da der på det tidspunkt fortsat er efterspørgsel efter halm til forbrænding, bør udnyttelsen af efterafgrøder til erstatning af halm til biogas i den situation fremmes mest muligt. Kraftvarmeværkerne bør endvidere i stigende grad anvende træ i stedet for halm.

#### *Tiltag på langt sigt, 2035-2050*

På langt sigt anvendes kun en begrænset del af halmen til forbrænding, mens hovedparten af halmen i stedet bruges til biogas og til fremstilling af bioethanol. Til at supplere halm på biogasanlæggene anbefaler vi en yderligere stigning i anvendelsen af efterafgrøder til biogas, således at der i 2050 bruges efterafgrøder fra 112.000 hektar svarende til ca. 25 % af kornarealet i 2014. Arealet med efterafgrøder i Region Midtjylland estimeres i dag at være omkring 80.000 hektar, men indtil nu sker der stort set ingen udnyttelse af biomassen herfra til energiformål.

Produktion og udnyttelse af træ fra skove samt miljø- og energiafgrøder vil blive fuldt ud implementeret i den periode.

Akvatisk biomasse (alger) udgør på langt sigt et potentiale for at forøge biogasproduktionen. Der er dog behov for en betydelig teknologisk udvikling vedr. dyrkning og høst af alger, og den kombinerede udnyttelse (højværdiprodukter, foder, energi mv.) skal optimeres.

### **Udnyttelse af biomassen i Region Midtjylland 2020-2050**

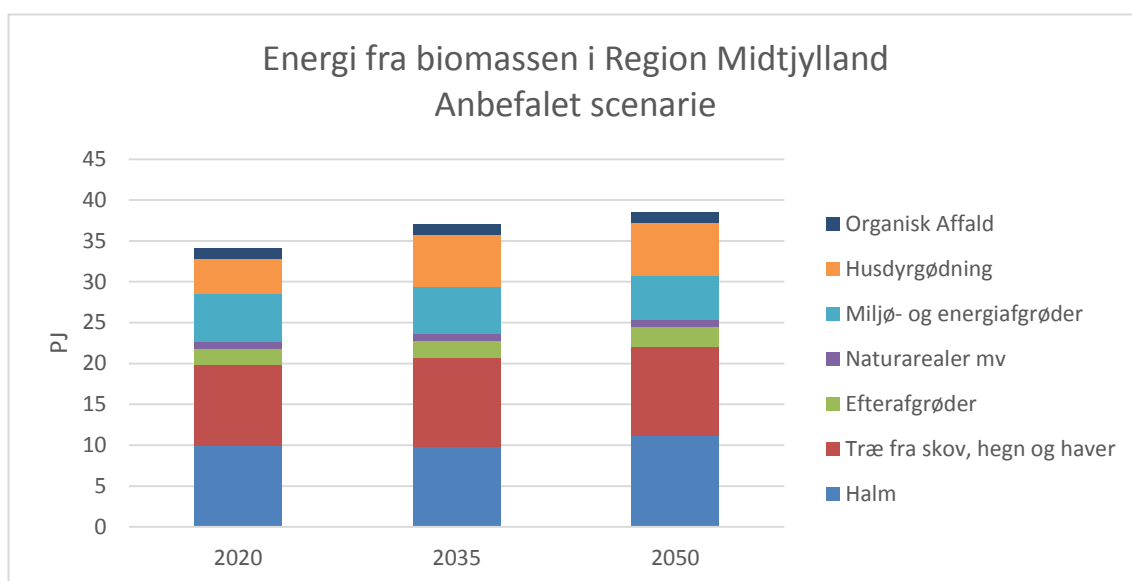
Generelt forventes det at en stadig større andel af biomassen konverteres til gas og flydende transportbrændstoffer. Men på kort og mellemlangt sigt vil halm og især træ for en stor dels vedkommende fortsat blive anvendt til el- og varmeproduktion. Det skyldes ikke mindst at en række af de store biomassefyrede værker har en restlevetid, der rækker frem mod 2035.

I takt med at teknologierne til termisk forgasning af træ bliver fuldt udviklede og kommercialiserede, skal der imidlertid etableres fuldskala anlæg hertil, så en stor del af energiproduktionen fra biomassen på langt sigt kan kanaliseres over i transportsektoren. Halmen vil på mellemlangt og langt sigt i stigende omfang blive anvendt i biogasanlæg samt i bioraffinaderier til produktion af transportbrændstoffer.

På langt sigt er det muligt, at det primære fokus for udnyttelsen af biomasse ikke nødvendigvis er energiproduktion. Fremtidens bioraffinaderier vil fokusere på en optimal udnyttelse af ressourcerne, hvor højværdiprodukter som farmaceutica og fødevarer prioriteres højt, men der vil fortsat være et betydeligt output af energi. Her er det vigtigt at prioritere transportbrændstoffer og gas, der giver den højeste værdi og fleksibilitet i forhold til el og varme.

I takt med at biomassen i stigende grad anvendes i bioraffinaderier, herunder til transportbrændstoffer, vil der være mindre biomasse til rådighed til el- og varmeproduktion. Selv om en betydelig effektivisering i el- og varmesektoren forventes at reducere behovet, vil øvrige VE-former (sol, vind, varmepumper) på længere sigt skulle erstatte det lavere input fra biomassen.

Som led i dette udredningsarbejde er opstillet tre scenarier for den fremtidige produktion og anvendelse af biomasse til energi i Region Midtjylland: 1) Biomasse prioriteret til forbrænding. 2) Maksimal produktion af grøn gas (biogas og gas fra termisk forgasning). 3) Maksimal produktion af flydende transportbrændstoffer. Efter en analyse af disse tre scenarier er beskrevet et anbefalet scenarie, som kombinerer de bedste egenskaber fra de tre oprindelige scenarier. Figuren herunder viser energiproduktionen fordelt på biomassetyper i 2020, 2035 og 2050 for det anbefalede scenarie.



Til trods for at anvendelsen af regionalt produceret biomasse øges frem mod 2050 afspejler dette sig kun i mindre omfang i energiproduktionen i det anbefalede scenarie. Således er det energimæssige output fra halm stort set uændret fra 2020 til 2035, selvom halmproduktionen til energi forventes øget med ca. 20 %. Dette skyldes, at mens halmen i 2020 fortsat primært udnyttes til forbrænding (med høj effektivitet) anvendes en større del af halmen i 2035 til biogas, hvor energiudbyttet er lavere per ton halm.

### Barrierer og udfordringer

På biogasområdet ligger udfordringen især i at opnå rentabel drift på et stigende antal biogasanlæg, hvor en stor del af biomassegrundlaget udgøres af husdyrgødning, og hvor der er begrænset adgang til organisk affald med højt energipotential. For at opnå den ønskede udbygning af biogasproduktionen vil det derfor fortsat være nødvendigt med tilskud til drif-

ten af biogasanlæg eller andre gunstige økonomiske rammebetingelser. Desuden kan forsknings- og udviklingsaktiviteter bidrage til at optimere effektiviteten af biogasanlæggene og dermed forbedre driftsøkonomien. En anden barriere for udbygningen af biogasproduktionen er lokaliseringen af nye anlæg.

For termisk forgasning af træ er der en række pilot- og storskala projekter i gang nationalt og internationalt. Den periode, der forløber indtil de nuværende store kraftværker i regionen står over for udskiftning (15-25 år) skal bruges til at udvikle effektive og driftssikre teknologier, der kan sikre en rentabel konvertering af biomassen til gas i store anlæg.

Konvertering af biomasse til 2. generations transportbrændstof er endnu ikke etableret i stor skala, og der er et betydeligt potentiale for optimering og effektivisering af processerne. De relativt høje omkostninger til produktion af 2. generations biobrændstoffer betyder, at en økonomisk støtte fortsat er nødvendig for at teknologierne videreudvikles og optimeres. På længere sigt og i takt med at biobrændstofproduktionen øges kan stigende krav til iblanding og sluttelig udfasning af fossile brændstoffer udgøre det "træk" i markedet, der fører til at udviklingen accelereres.

En stor udfordring frem mod 2050, hvor energiforbruget skal dækkes helt af vedvarende energi (VE), bliver at sikre, at de forskellige VE-former kan fungere sammen, således at effektiv udnyttelse af ressourcerne kombineres med en høj forsyningssikkerhed til de lavest mulige omkostninger. I og med at en betydelig del af energipotentialet fra biomassen ønskes anvendt i transportsektoren (primært i den tunge transport), bliver udfordringerne i højere grad at øge fleksibiliteten for de fluktuerende VE-former (sol og vind), hvor en effektiv lagring af energien bliver helt central.

Politisk kan man bidrage til, at nationale og internationale rammebetingelser udformes, så de ønskede teknologiskift fremmes. Et marked, der efterspørger produkter i form af biomasse og teknologiske løsninger er en forudsætning for at opnå den ønskede udvikling. Derfor skal en stor indsats lægges i, at de danske politikere arbejder for at der skabes et internationalt marked for anvendelse og handel med bæredygtigt produceret biomasse.

For producenterne af biomasse omfatter relevante rammebetingelser endvidere, at miljø-mæssige gevinster ved produktion af biomasse værdisættes og honoreres.

I tabellen herunder er vist nogle eksempler på konkrete barrierer for øget produktion og anvendelse af biomasse og et tilhørende forslag til indsats for at nedbryde barrieren.

Barriere / udfordring	Forslag til indsats
Udbytte af efterafgrøder er generelt for lave til at få økonomi i høst og udnyttelse til energi.	Tilpas reglerne for gødskning så tildeling af en begrænset mængde kvælstof til efterafgrøder accepteres (indførelse af N-norm). Demonstrer muligheder for at opnå øgede udbytter af efterafgrøder, f.eks. ribbehøst og samtidig høst af halmstrå og efterafgrøder eller tidligere høst af hovedafgrøden.
For få landmænd er motiverede til at etablere energiskov på landbrugsjord pga. manglende kendskab til dyrkningsformen og usikkerhed omkring afsætningen og økonomien i energiskov.	Genindfør tilskud til etablering af energiskov, så investeringen for landmanden reduceres. Øg kendskabet til pil og poppel ved at demonstrere metoder til effektiv etablering, renholdelse og høst af disse afgrøder. Demonstrer i samarbejde med varmeværker/kraftværker muligheder for at sikre en ensartet og høj kvalitet af pile- og poppeflis. Tilpas reglerne for gødskning af energiskov, så der tillades øget tildeling af kvælstof. Dette vil øge udbytte og indtjeningen for landmanden uden at give øget udvaskning af kvælstof. Demonstrer nye modeller for biomassehandel mellem landmænd

	<p>og varmeværker/kraftværker for at give landmanden større sikkerhed for den langsigtede afsætning af pil og poppeflis, som lever op til definerede kvalitetskrav.</p> <p>Tænk energiskov ind i udviklingen af det nye system for regulering af gødsning i landbruget som redskab til at reducere kvælstofudvaskning.</p>
<p>For få landmænd er motiverede til at dyrke mere græs selvom det er en afgrøde med et stort biomassepotentiale og miljøfordele.</p>	<p>Tilpas reglerne for gødsning af græs, så der tillades øget tilde- ling af kvælstof. Dette vil øge udbyttet og indtjeningen for landmanden uden at øge udvaskningen af kvælstof.</p> <p>Demonstrer hvordan græs kan udnyttes til samproduktion af proteinfoder og energi. Etablering af bioraffineringsanlæg vil på længere sigt øge efterspørgslen og betalingsvilligheden for græs.</p> <p>Tænk græs ind i udviklingen af det nye system for regulering af gødsning i landbruget som redskab til at reducere kvælstofudvaskningen.</p>
<p>Økonomien i at udnytte biomasse fra naturarealer og ekstensivt dyrkede græsarealer er for ringe.</p>	<p>Indfør tilskud til at udnytte biomasse fra disse arealer og opnå samtidig positive effekter for natur og miljø.</p> <p>Demonstrer optimal brug af maskiner og metoder for at udbrede kendskab om omkostningseffektiv høst og håndtering af denne biomasse.</p>
<p>For få skovejere er motiverede til at indføre dyrkningssystemer rettet mod højere biomasseproduktion pga. usikkerhed omkring afsætningsmulighederne når biomassen er klar til høst 15 -20 år efter etablering af kulturen.</p>	<p>Understøt udbygningen af flisfyrede varmeværker / kraftværker, så skovejerne overbevises om, at der er efterspørgsel efter biomassen, når den er klar til høst.</p> <p>Indfør krav om bæredygtigheds certificering for biomasse så dansk, bæredygtigt produceret biomasse foretrakkes fremfor visse typer af det importerede biomasse.</p>
<p>Etablering af nye skovarealer sker i et langsommere tempo end ønsket.</p>	<p>Øg tilskuddet til skovrejsning og opnå udover en øget biomasseproduktion fordele for natur, miljø, grundvand og friluftsliv.</p> <p>Indfør et smidigere samspil mellem de offentlige myndigheder der er involveret i skovrejsning (kommunerne, Naturstyrelsen og NaturErhvervstyrelsen).</p>
<p>En periode med faldende efterspørgsel på halm og lave priser gør at potentialet i denne lettilgængelige ressource ikke udnyttes i dag.</p>	<p>Indfør rammebetingelser (tilskud, iblandingskrav, mv.) som muliggør rentable anlæg til produktionen af 2. generations ethanol.</p> <p>Indfør rammebetingelser, som motiverer varmeværker til at omstille til brug af halm.</p> <p>Demonstrer teknologier og metoder til forbehandling af halm, så det kan bruges i biogasanlæg uden procesproblemer.</p>

## 2. INDLEDNING

---

I den regionale udviklingsplan for Region Midtjylland er der fastsat et mål om 50 % vedvarende energi i regionens energiforsyning i 2025 og på længere sigt 100 %. Tilsvarende har regionens kommuner fastlagt mål for vedvarende energi og reduktion af drivhusgasser.

For at fremme omstillingen til et fleksibelt og effektivt energisystem baseret på vedvarende energi har et partnerskab mellem alle kommuner i regionen, Region Midtjylland, energiaktører og universiteter igangsat projektet "*midt.energi*strategi". Som led i projektet skal der bl.a. udarbejdes strategier for omstilling af regionens energiforsyning i 2020, 2035 og 2050, og der skal laves handlingsplaner for initiativer frem mod 2020.

Partnerskabet har iværksat forskellige udrednings- og analysearbejder, som skal være med til at danne basis for strategier og handlingsplaner. På biomasseområdet forestår AgroTech i samarbejde med Teknologisk Institut og Innovationsnetværket for Biomasse udredningsarbejdet.

Biomasse kommer også i fremtiden til at spille en væsentlig rolle i den regionale energiforsyning. Der er dog rift om biomassen fra mange sider, og hvis man øger produktionen vil det have en række effekter på miljø, klima og regional vækst og arbejdspladser. Effekterne afhænger af hvilke biomasser der produceres og hvordan disse biomasser udnyttes til energiproduktionen.

I denne rapport sammenfattes resultaterne af biomasseanalysen. Hensigten er at resultaterne skal danne grundlag for partnerskabets arbejde med udvikling og implementering af en strategi for bæredygtig anvendelse af biomasse til energiformål frem mod 2050.

Aarhus, februar 2015

## 3. KONSEKVENSER VED BIOMASSEPRODUKTION

---

### 3.1 Sammenfatning vedrørende valg af biomasser

Der er gode muligheder for at øge mængden af lokalt produceret biomasse til brug i den fremtidige energiforsyning i Region Midtjylland samtidig med at der opnås en række fordele for miljø, natur og regional beskæftigelse. Herunder gives et overblik over biomasser med størst relevans til energiformål og begrundelse for at netop disse biomasser er prioriteret.

Halm findes i store mængder og en del udnyttes allerede i dag til energiproduktion. Både halmudbyttet pr. hektar og udnyttelsesgraden kan øges gennem bl.a. forædling og teknologudvikling. Fjernelse af halm fra markerne kan bidrage til at reducere jordens indhold af kulstof, hvilket på længere sigt skader klimaet og jordens frugtbarhed. Brug af efterafgrøder kan dog delvist kompensere herfor. Halm er en fleksibel råvare til energiproduktion, da halm er let at lagre og kan anvendes som supplement til gyllebaserede biogasanlæg, til forbrænding og til fremstilling af ethanol.

Der er et stort potentiale i at udnytte en større del af husdyrgødningen til energiproduktion i form af biogas. Økonomien er dog en barriere og rentabel biogasproduktion forudsætter normalt, at der tilføres anlægget mere energiholdige biomasser som supplement til husdyrgødningen. Som eksempler kan nævnes organisk affald (fra husholdninger, detailhandel, storkøkkener, industri, rensningsanlæg) og biomasse høstet fra naturarealer eller ekstensivt dyrkede landbrugsarealer. Når disse biomasser bruges i biogasanlæg fremmes samtidig recirkuleringen af næringsstofferne til gavn for planteproduktionen og ressourceeffektiviteten.

Ved at dyrke mere græs og etablere mere energiskov (poppel og pil) kan biomasseproduktionen øges, samtidig med at kvælstofudvaskningen reduceres. Disse afgrøder kan således ses som et virkemiddel til at nå målene om en reduceret næringsstofpåvirkning af vores vandmiljøer. Desuden bidrager de flerårige afgrøder til opbygning af jordens kulstofpulje til gavn for klimaet og for jordens frugtbarhed.

Græs har ydermere den fordel, at det kan bidrage til samproduktion af foder, energi og biobaserede materialer. Ud fra et ønske om at opnå en større grad af selvforsyning med proteinfoder forventes det derfor at græs bliver dyrket i gradvist større omfang frem mod 2050. Der er dog fortsat behov for at optimere teknologierne til bioraffinering. Poppel og pil har en gavnlige effekt på biodiversiteten, men omvendt kan de høje kulturer visse steder (f.eks. i ådale) give en negativ påvirkning på landskabet.

Skove, hegn, parker og haver bidrager med biomasse til energi i form af træflis og brænde. De væsentligste kilder er træ fra tynding af unge bevoksninger, hugstaffald, rodflis og andre rester fra gavntreproduktion. Mængden af skovbiomasse der udnyttes udgør i dag kun omkring 60 % af tilvæksten. Der er således et vist potentiale for at øge brugen af træbiomasse til energiformål uden at reducere kulstofpuljen i de eksisterende skove. Herudover er der på længere sigt mulighed for at øge den årlige vedmassetilvækst gennem skovrejsning og ændringer i artssammensætning, driftsmetoder, hugststrategi.

### 3.2 Prioriterede biomasser til energiformål i Region Midtjylland

For at kunne udvælge de biomasseressourcer med størst potentiale for at spille en væsentlig rolle i en fossilfri energiforsyning i Region Midtjylland, er opstillet en række kriterier. I det følgende gøres rede for de foreslåede kriterier.

Overordnet set gives høj prioritet til biomasseressourcer som ikke beslaglægger areal, der kunne være brugt til foder eller fødevarer. Det vil sige høj prioritet til restprodukter som ikke udnyttes i dag, men som med fordel kan bruges til energi. Ligeledes gives høj prioritet til deciderede afgrøder fra arealer uden en alternativ anvendelse til produktion af foder eller fødevarer.

Desuden gives høj prioritet til biomasser med mulighed for at opnå et stort volumen i Region Midt og høj prioritet til biomasseressourcer, hvis produktion/tilvejebringelse og udnyttelse giver mulighed for lokal/regional vækst og beskæftigelse. Høj prioritet til biomasseressourcer, hvis produktion/tilvejebringelse og udnyttelse til energi kan bidrage til positive miljøeffekter som f.eks.:

- Reduceret tab af næringsstoffer til grundvand og vandmiljø (=forbedret recirkulering),
- Reduceret udledning af drivhusgasser,
- Øget biodiversitet/naturpleje,
- Reduceret pesticidforbrug,
- Positiv effekt på jordens kulstofbalance (vedligeholde/øge jordens frugtbarhed).

Til brug for vurdering og valg af egentlige energiafgrøder anvendes udover ovennævnte kriterier følgende forhold i prioriteringen:

- Høj prioritet til afgrøder, der har gunstige jordbundsmæssige- og klimamæssige betingelser for dyrkning i Region Midt
- Høj prioritet til afgrøder med højt nettoenergiudbytte pr. arealenhed
- Høj prioritet til afgrøder hvor det vurderes at være realistisk at landmanden kan opnå en forretning ved at dyrke afgrøden. Eller at det er sandsynligt, at der indenfor 10-25 års horisont kan tilvejebringes sådanne betingelser (priser på produkter, priser på inputfaktorer).
- Høj prioritet til afgrøder, hvor de nødvendige teknologier er til stede i dag eller er under udvikling, så det er realistisk at biomassen kan håndteres effektivt hele vejen igennem værdikæden.

I tabellen herunder vises de biomasser, som ud fra ovennævnte kriterier har størst potentielle som råvarer til energiproduktion i Region Midtjylland. Det er disse biomasser, der er fokuseret på i dette udredningsarbejde.

*Tabel 3.1. Oversigt over mest relevante biomasser til energiformål i Region Midtjylland.*

Biomassetype	Biomasser
Husdyrgødning	Gylle Dybstrøelse og fast møg
Biprodukter fra planteproduktion	Halm fra kornafgrøder, raps og frøgræs Efterafgrøder
Træ fra skov, hegn og haver	Flis og brænde fra tyndingshugst i større skovarealer Flis og brænde fra mindre skove, hegn og haver
Organisk affald	Husholdningsaffald og affald fra storkøkkener og detailhandel Industriaffald fra produktionsvirksomheder og spildevandsslam
Biomasse fra naturarealer	Plantebiomasse fra beskyttede naturarealer Plantebiomasse fra ekstensivt dyrkede arealer
Energiafgrøder (Afgøder dyrket til energiformål på landbrugsjord)	Hvede (kerne og halm) Vinterrug (kerne og halm) Raps (frø og halm) Roer (rod og top) Majs (helsæd eller kolbe og halm) Slætgræs Pil og poppel

### 3.3 Økonomiske og tekniske betingelser for produktion af biomasse

#### 3.3.1 Husdyrgødning

I alt produceres i Region Midtjylland ca. 13 mio. ton husdyrgødning, hvoraf 86 pct. er gylle, 11 pct. er dybstrøelse, mens mængden af fast staldgødning og ajle er ubetydelig (NaturErhvervstyrelsen, 2014). Ca. 1/3 af al Danmarks husdyrgødning (40 mio. ton) produceres i regionen.

Kvæg og svin står hver især for næsten halvdelen af gødningsproduktionen (henholdsvis 46 og 48 pct.). De øvrige dyregruppers gødningsproduktion er mængdemæssig ubetydelig. Kvæggylle, svinegylle og dybstrøelse fra kvæg står for over 90 pct. af gødningsmængden.

Det ikke muligt eller realistisk at opsamle og udnytte hele mængden til energiproduktion. En lang række tekniske og økonomiske barrierer vil betyde, at den realistiske mængde (nettomængden) er lavere.

Aarhus Universitet har vurderet, at det er muligt at udnytte op til 75 % af den husdyrgødning, der afsættes på stald til biogasproduktion. Og af denne mængde vil der kunne produceres ca. 178 mio. m<sup>3</sup> metan, svarende til et energiudbytte på 6,4 PJ/år (Jørgensen et al., 2008). En så høj udnyttelsesgrad er dog kun realistisk hvis der fortsat sker teknologiske og driftsledelsesmæssige optimeringer i biogasproduktionen og hvis der eksisterer tilstrækkelige incitamenter for at husdyrproducenterne lader husdyrgødningen behandle i biogasanlæg.

#### Udviklingen i mængden af husdyrgødning frem mod 2050

Mange politiske, markeds-mæssige, økonomiske og strukturelle forhold har betydning for udviklingen i produktionen af husdyrgødning frem mod 2050. På kort sigt (frem mod 2020) kan man med rimelighed forudse udviklingen, om end estimatet vil være behæftet med nogen usikkerhed. I rapporten "Biomasse til biogasanlæg i Danmark - på kort og langt sigt" vurderede Birkmose *et al.* (2013), at den totale mængde af både svinegylle og kvæggylle vil falde ca. 5 pct. frem mod 2020 i forhold til 2011 ud fra en samlet vurdering af udviklingen i husdyrantallet, produktionseffektiviteten, strukturudviklingen, ophør af mælkekvoter mv.

Dertil kommer, at den økologiske andel formentlig vil stige lidt, der vil blive flere søer og færre slagtesvin på grund af øget eksport af smågrise til Tyskland, stalde med staldgødning og ajle vil blive udfaset og ikke mindst vil mange små bedrifter lukke, mens de store bedrifter bliver endnu større. Samlet set vil disse forhold formentlig betyde, at mængden af husdyrgødning, som kan opsamles til energiformål vil være nogenlunde uændret frem mod 2020.

Det er reelt umuligt at forudsige de politiske, markeds-mæssige, økonomiske og strukturelle forhold frem mod 2035 og 2050. Dermed er det reelt også umuligt at forudsige udviklingen i mængden af husdyrgødning.

Danmark har historisk set altid været et landbrugsland med stor fokus på husdyrproduktion, og det vil det sandsynligvis fortsat være. Der er ca. 35 år til 2050. Hvis man ser 35 år tilbage i tiden (tilbage til ca. 1980) er der sket meget store teknologiske, strukturelle, miljømæssige, markeds-mæssige og politiske ændringer, og landbruget og dets rammevilkår ser markant anderledes ud end dengang. Imidlertid har den samlede årlige produktion af husdyrgødning i perioden være nogenlunde konstant på trods af omvæltningerne (Vestergaard, 2014).

Mængden af husdyrgødning er således forholdsvis robust overfor strukturelle ændringer, og derfor kan det med forsigtighed også skønnes, at den årlige produktion vil være nogenlunde uændret fremover.



Det vurderes derfor, at mængden af husdyrgødning vil være på samme niveau i 2020, 2035 og 2050 som i 2011. Den største barriere for at udnytte husdyrgødningen til biogasproduktion er at indtjeningen er for lav og for usikker. For at øge udnyttelsen op mod de 75 % af husdyrgødningen er det derfor nødvendigt, at der findes tilstrækkelige incitamenter for landmændene til at lade husdyrgødningen behandle i biogasanlæg. Og disse incitamenter skal være kendte over en længere periode (gerne over 10 år) for at give investorer et rimeligt sikkert beslutningsgrundlag forud for etableringen af nye biogasanlæg.

### 3.3.2 Halm

Halm har gennem en længere årrække været anvendt til produktion af bioenergi og det er en ressource, som også kommer til at spille en vigtig rolle i fremtidens energiforsyning i Region Midtjylland. Halm findes i relativt store mængder og der er udviklet teknologi og viden, som sikrer en effektiv opsamling, transport og lagring af halm. Desuden kan halm anvendes til energi gennem flere forskellige konverteringsteknologier. Således kan halm være råvare til forbrændingsanlæg, biogasanlæg, anlæg til termisk forgasning og til fremstilling af anden generations ethanol.

I runde tal produceres i Region Midtjylland omkring 1,75 millioner tons halm om året (Danmarks Statistik, 2014a). Det drejer sig primært om halm fra forskellige kornafgrøder, men der er også indregnet halm fra raps, bælgæd og frøgræs. Det antages her, at det er økonomisk realistisk at udnytte op til 80 % af den totale halmproduktion, 1,4 mio. tons halm. I dag udnyttes ca. 605.000 tons halm til foder og strøelse. Det efterlader en mængde på ca. 795.000 tons halm, som kan udnyttes til energi. Med et gennemsnitligt tørstof-indhold på 85 % svarer det til ca. 676.000 tons tørstof, som kan udnyttes til energi.

#### Udviklingen i produktionen af halm frem mod 2050

Der er flere muligheder for at øge halmudbyttet. En mulighed er at vælge kornsorter med højere halmudbytte uden det går ud over kerneudbyttet. Allerede i dag er der vist op til 57 % højere halmudbytter (Larsen et al., 2012), men der er mulighed for at øge halmudbyttet yderligere gennem forædling.

En anden mulighed er at øge halmudbyttet ved at skifte kornart. F.eks. har triticale og rug et større totaludbytte end hvede, selv ved lavere N-gødsning. Om dette er attraktivt for landmanden afhænger af, hvordan den samlede indtjening påvirkes ved et sådant skifte.

For det tredje kan kornhøst og opsamling af halm optimeres, så en mindre del af den producerede halm efterlades på marken. Ved tilpasning af mejetærskere kan avner og småhalm opsamles og placeres ovenpå halmstrengen således at disse fraktioner kan opsamles og bjærges med halmpresseren.

Ifølge Gylling et al (2012) er det muligt frem mod 2020 at opnå en forøgelse i halmudbyttet på 15 % og forbedret halmopsamling også på 15 %. Tiltagene bliver dog kun implementeret, hvis efterspørgslen efter halm er tilstrækkelig stor. Status i dag er, at der er halm i overskud og dette overskud øges i disse år, som resultat af at halm udfases fra flere store kraftværker.

I estimatet for halm til rådighed for energiproduktion er forudsat, at forbruget af halm til foder og strøelse vil være på samme niveau som i dag. Godt nok er der de senere år set et faldende forbrug af halm til strøelse i kvægbruget, men til gengæld forventes øget brug af halm i svineproduktionen af hensyn til bl.a. dyrevelfærd. Det skal bemærkes, at halm til foder og strøelse også bidrager til energiproduktionen, hvis husdyrgødningen med foder- og

strøelsesresterne efterfølgende bruges til biogasproduktion. Dette energibidrag medtages dog mest naturligt under opgørelsen af potentialet fra husdyrgødning.

### **3.3.3 Vedmasse fra skov, hegn, parker og haver**

Skove, hegn, parker og haver bidrager med biomasse til energi i form af træflis og brænde. De væsentligste kilder er træ fra tynding af unge bevoksninger, hugstaffald, rodflis og andre rester fra gavntreproduktion. I opgørelsen af mængden af træbiomasse skelner flere kilder mellem vedmasse fra egentlige skovarealer og vedmasse produceret udenfor de egentlige skove (Gylling et al, 2012). Sidstnævnte omfatter bl.a. vedmasse fra pleje af levende hegn, parker og haver.

Mængden af biomasse fra egentlige skovarealer, der udnyttes udgør i dag kun omkring 60 % af tilvæksten. Der er således et potentiale for at øge brugen af træbiomasse til energiformål uden at reducere kulstofpuljen i de eksisterende skove. Men det er klart, at hvis man udnytter en større del af vedmassetilvæksten til energi, så medfører det en langsommere opbygning af kulstoflageret i skovene fremover. Herudover er der mulighed for øgede mængder af træbiomasse fra skovrejsningsarealer. Skovrejsning er gavnligt for grundvandsbeskyttelsen og for biodiversiteten. Omvendt vil en øget udnyttelse af skovbiomasse betyde at der efterlades færre døde træer i skoven og dermed reduceres biodiversiteten. Alt i alt estimeres det, at det vil være muligt at fordoble mængden af træbiomasse til energiformål fra de egentlige skovarealer (herunder fra nye skovarealer) frem mod 2050 (HedeDanmark et al, 2012).

Der er ikke fundet estimater for den samlede produktion af biomasse fra småskove, hegn, parker og haver. Men mængde af biomasse fra disse arealer, som i dag udnyttes til energiformål er af Gylling et al. (2012) anslået til ca. 0,7 mio. tons tørstof om året på landsplan. Ud fra arealmæssige forhold estimeres det, at bidraget fra Region Midtjylland udgør 237.000 tons TS. I denne udredning forudsættes at denne mængde fortsat kan udnyttes til energiformål frem mod 2050. Dvs. der er ikke regnet med nogen stigning i mængden af biomasse, der udnyttes til energi fra småskove, hegn, parker og haver.

### **3.3.4 Efterafgrøder**

Det primære formål med at dyrke efterafgrøder er at reducere udvaskningen af kvælstof fra landbrugsjord, men efterafgrøder kan også bidrage til at øge jordens frugtbarhed og kulstofpulje. Normalt efterlades efterafgrøderne blot på marken, men det er en mulighed at høste efterafgrøderne og udnytte biomassen til biogasproduktion. Da der er tale om betydelige arealer udgør efterafgrøder en potentiel stor biomasseressource også selvom der opnås begrænsede udbytter pr. hektar.

Beregninger har vist, at omkostningen ved at udnytte efterafgrøder til biogas normalt er for høje til at der kan opnås en økonomisk fortjeneste (Hvid, 2012). I praksis udnyttes efterafgrøder da heller ikke i dag til biogas i betydeligt omfang. Men hvis det er muligt at øge udbyttene og dyrkningssikkerheden kan det blive rentabelt at udnytte efterafgrøder til biogas fremover.

Der er mulighed for at øge efterafgrødeudbytterne ved at tildele kvælstof-gødning. Da der ikke er nogen N-kvote for efterafgrøder er den eneste mulighed i dag dog at omfordele gødning fra landmandens andre afgrøder til efterafgrøderne. En sådan omfordeling betyder lave udbytter i de afgrøder, som tildeles mindre gødning og det vil samlet set reducere landmandens indtjening i langt de fleste tilfælde. I forbindelse med udviklingen af det nye system til regulering af gødsning af landbrugsjord er der mulighed for at acceptere tildeling af

en vis mængde kvælstof til efterafgrøder. Når efterafgrøden høstes og udnyttes til bioenergi forventes det at ikke, at gødskningen vil give anledning til forøget udvaskning af kvælstof (Jørgensen & Olesen, 2013).

En anden mulighed for at øge efterafgrødeudbyttet er at høste hovedafgrøden tidligere, så efterafgrøden opnår en længere vækstperiode. Hvis man har mulighed for at lagre foderkorn under gastætte forhold, kan man acceptere et højere vandindhold i kornet ved høst. Eventuelt kan man høste kornet ved ribbehøst, hvor aks og kerner rives af stænglerne (halmstråerne), som så bliver stående på marken. Ribbehøst kan foretages med en almindelig mejetærsker, som har fået monteret et såkaldt ribbebord i stedet for det almindelige skærebord. Alternativt kan ribbehøst foretages med en finsnitter med ribbebord, hvor aksfraktionen finsnittes og efterfølgende ensileres.

Der er lavet et estimat for hvor store mængder af biomasse fra efterafgrøder, som potentielt kunne udnyttes til biogas i Region Midtjylland i 2014. Der er her regnet med et gennemsnitsudbytte på 1500 kg organisk tørstof per hektar, hvilket er realistisk for højt ydende efterafgrøder (Birkmose et al, 2013). Hvis det forudsættes, at 25 % af kornarealet i regionen anvendes til efterafgrøder, kan der produceres ca. 185.000 tons TS i 2014 svarende til et energipotential på 1,8 PJ pr. år ved udnyttelse til biogasproduktion. Pga. det høje vandindhold giver det ikke umiddelbart mening at udnytte efterafgrøder til forbrænding eller termisk forgasning.

### **3.3.5 Organisk affald**

Der er i Region Midtjylland en række forskellige typer af organisk affald, som kan anvendes til energi. Mængden af husholdningsaffald, der udnyttes til biogasproduktion forventes øget over de kommende 5-15 år.

Ifølge Regeringens ressourcestrategi fra oktober 2013 er det målet at øge recirkuleringen af næringsstofferne i vores affald. Dette skal bl.a. ske ved i højere grad at anvende den organiske del af husholdningsaffaldet til biogasproduktion, hvilket muliggør at næringsstofferne føres tilbage til landbrugsarealerne gennem den afgassede gylle. Det forventes derfor, at den organiske fraktion af husholdningsaffaldet gradvist overføres til udnyttelse på biogasanlæggene.

### **3.3.6 Biomasse fra beskyttede naturarealer og fra ekstensivt dyrkede græsarealer**

#### Udyrkede, beskyttede naturarealer

En del beskyttede naturtyper kræver løbende pleje for ikke at springe i krat, rørskov eller anden uønsket natur. Plejen kan bestå af afgræsning eller slåning. Ved slåning efterlades den afslåede biomasse typisk på arealerne. Opsamlet biomasse kan anvendes på biogasanlæg, og opsamlingen vil desuden have den gavnlige effekt, at der fjernes næringsstoffer fra naturtyper, som man ofte gerne vil holde på et lavt næringsstofniveau.

Det totale areal med beskyttet natur i kommunerne i Region Midtjylland er opgjort til ca. 106.000 hektar, hvoraf eng, hede og mose udgør langt størsteparten. Efter fradrag af arealer, som det ikke forventes at kunne benytte til energiformål, resterer knap 20.000 hektar med eng, mose og strandeng (nettoareal). Heraf er langt hovedparten eng. Ca. 81 pct. af naturarealerne kan man altså ikke forvente, at det er muligt at anvende til bioenergiformål af forskellige årsager. Det reelle areal kan imidlertid være endnu lavere, hvis ikke kan laves en

økonomisk rentabel forretningsmodel for arealerne, eller at lodsejerne ikke ønsker at høste arealerne. Endelig kan visse af arealerne være ufremkommelige, f.eks. på grund af bevoksning eller arealet kan være vådt en stor del af året.

På baggrund af litteraturstudier er der foretaget en vurdering af biomasseproduktionen fra fire naturtyper: fersk eng, mose og strandeng. Det er vurderingen, at biomasseproduktionen på §3-beskyttede ferske enge varierer mellem 2,6 og 4,8 tons tørstof pr. ha., afhængig af antal slæt pr. år, samt af hvilke arter som er dominerende. Generelt for ferske enge angives en biomasseproduktion på 3,5 ton tørstof pr. år ved et årligt slæt. Biomasseproduktionen fra moser er i litteraturen angivet til 0,5 ton tørstof pr. ha. Det skal dog fremhæves, at den tilgængelige viden om biomasseproduktionen på denne naturtype er meget begrænset. Biomasseproduktionen fra strandeng er vurderet til 1,5 ton tørstof pr. ha.

I alt produceres ca. 53.000 ton tørstof på naturarealerne. Heraf er over 90 pct. fra engene. 53.000 ton tørstof svarer ca. til 7.000 lastvognfulde biomasse.

#### Ekstensivt dyrkede græsarealer

Udover biomasse fra de udyrkede naturarealer er der et potentiale for at udnytte biomassen fra en del af de vedvarende græsarealer. Ifølge Danmarks Statistik (2014) er der et areal i Region Midtjylland på 56.500 ha med vedvarende græs. Det antages her, at halvdelen af disse arealer dyrkes ekstensivt og at det derfor vil være realistisk at ændre anvendelsen fra græsset fra foder til energi. Og hvis det yderligere antages, at det er realistisk rent praktisk at udnytte biomassen fra 75 % af de ekstensivt dyrkede arealer når man frem til et areal på ca. 21.000 ha i Region Midt.

Med et gennemsnitligt udbytte på 3,5 tons TS per ha er der et samlet potentiale på 74.000 tons TS ved udnyttelse af biomasse fra ekstensivt dyrkede arealer med vedvarende græs.

### **3.3.7 Miljø- og energiafgrøder**

#### Biomasseudbytter

I tabel 3.2 er der angivet forventet biomasseudbytte for 8 udvalgte energiafgrøder. Tørstofudbyttet er primært vurderet ud fra Danmarks Statistiks udbytteopgørelse for Region Midtjylland som gennemsnit for årene 2009-2013. For energipil er udbyttet dog vurderet ud fra opgørelser i forsøg og praksis samt en antagelse om god dyrkningspraksis på en jord med god vandforsyning. For fordelingen af udbytter i afgrødefraktioner er der dels anvendt de forholdstal, der anvendes af Danmarks Statistik, dels forholdstal fundet i markforsøg.

De vurderede udbyttene er udtryk for, hvad der som gennemsnit for Region Midtjylland er realistisk at opnå ved praktisk dyrkning på nuværende tidspunkt. Udbyttet for de forskellige afgrøder afhænger særdeles meget af jordtype, og ved større ændringer i afgrødesammensætning i regionen vil de mulige kombinationer af jordtype og afgrøde kunne påvirke det gennemsnitlige udbytte. Som eksempel kan nævnes, at afgrøder som roer og hvede klarer sig bedst på relativt god jord og må forventes at give væsentligt dårligere udbytte på mager sandjord end gennemsnitsudbyttet i tabellen.

Et andet vigtigt aspekt i forhold til optimeret biomasseproduktion er, at en del afgrøder ikke kan dyrkes hvert år, f.eks. kan roer kun dyrkes hvert 4. år og kan dermed maksimalt udgøre en fjerdedel af sædskiftet.

Tabel 3.2. Forventet tørstof- og energiudbytte ved dyrkning af forskellige energiafgrøder i Region Midt.

Afgroede	Fraktion	Udbytte		Vandindhold	Brændværdi		Bruttoenergiudbytte		Nettoenergiudbytte <sup>1</sup>	
		Tons TS/ha /år	Tons råvare /ha/år	%	GJ/ton TS	GJ/ton råvare	GJ/ha /år	GJ/ha /år	GJ/ha /år	GJ/ha /år
					Øvre brændværdi	Nedre brændværdi	Øvre brændværdi	Nedre brændværdi	Øvre brændværdi	Nedre brændværdi
Vinterhvede	Kerne	6,0	7,1	15,0	18,4	15,3	110,4	108,0	95,2	92,8
	Halm	3,3	3,9	15,0	17,9	14,9	59,1	57,8	57,1	55,8
	I alt	9,3	10,9				169,5	165,8	152,3	148,6
Vinterrug	Kerne	4,7	5,6	15,0	18,4 <sup>2</sup>	15,3 <sup>2</sup>	86,9	85,0	71,7 <sup>3</sup>	69,8 <sup>3</sup>
	Halm	3,8	4,4	15,0	17,9 <sup>2</sup>	14,9 <sup>2</sup>	67,6	66,1	65,6	64,1
	I alt	8,5	10,0				154,5	151,1	137,3 <sup>3</sup>	133,9 <sup>3</sup>
Vinterraps	Frø	3,1	3,4	9,0	27,7	25,0	84,6	83,9	70,2	69,5
	Halm	2,7	3,2	15,0	17,9	14,9	49,2	48,1	47,5	46,4
	I alt	5,8	6,6				133,7	132,0	117,6	115,9
Roer	Rod	14,0	70,0	80,0	17,6	1,7	246,4	120,0	225,6	99,2
	Top	3,5	26,9	87,0	17,6	0,3	61,6	8,7	59,9	7,0
	I alt	17,5	96,9				308,0	128,7	285,5	106,2
Majs til helsæd	Kolbe	7,4	14,0	47						
	Halm	4,1	13,2	69						
	I alt	11,5	34,8	67,0	17,6	4,3	202,4	149,7	186,8	134,1
Slætgræs	I alt	10	33,3	70,0	17,6	3,7	176,0	123,3	165,3 <sup>4</sup>	112,6 <sup>4</sup>
Pil	I alt	9,0	18,0	50,0	18,7	8,2	168,3	148,0	160,8	140,5
Poppel	I alt	9,0	18,0	50,0	18,7	8,2	168,3	148,0	162,7	143,1

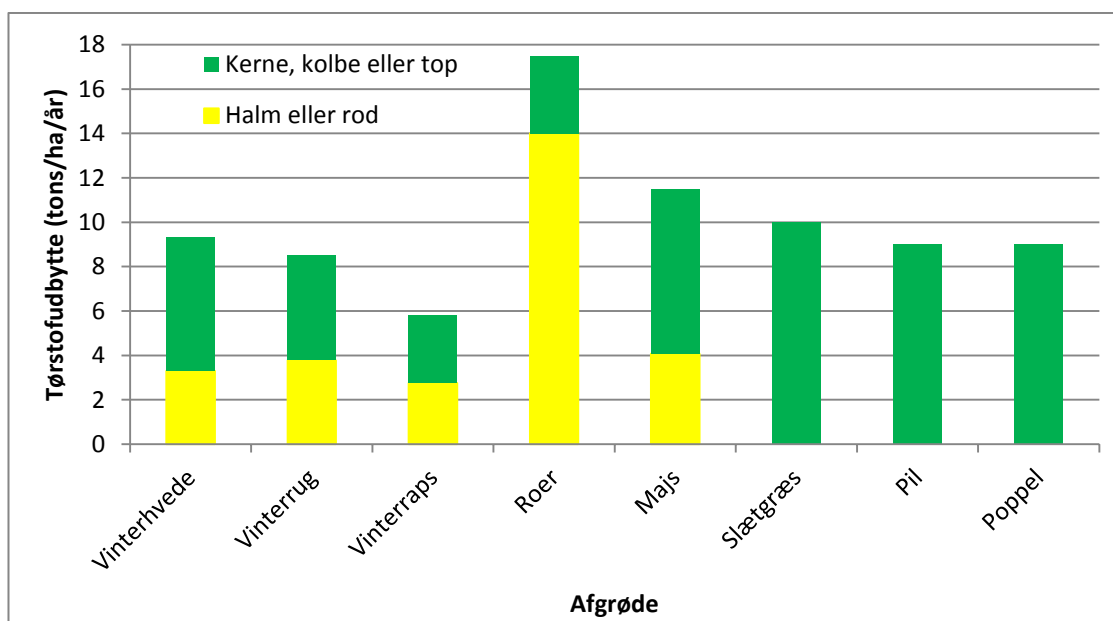
<sup>1</sup> Nettoenergiudbyttet er beregnet ud fra bruttoenergiudbyttet ved at fratække det primære energiforbrug til dyrkning og 50 km transport af biomassen, dvs. inkl. dieselolie, gødning og produktion af frø, pesticider og maskiner.

<sup>2</sup> Der er antaget samme brændværdier for rug som for vinterhvede.

<sup>3</sup> Der er antaget samme energiforbrug til dyrkning af vinterrug som for vinterhvede, men i realiteten er energiforbruget for rug nok lidt lavere pga. mindre sprøjtning og lidt mindre gødsning.

<sup>4</sup> Energiforbruget afhænger meget af gødningsmængden. Der er for slætgræs regnet med 70 kg N/ha/år, hvilket er i den lave ende i forhold til normal praksis.

I figur 3.1 herunder er vist de forventede udbytter udtrykt som årlig produktion af tørstof pr. hektar. Figuren viser også hvordan tørstoffet fordeler sig på afgrødefraktionerne.



Figur 3.1. Tørstofudbytter ved 8 forskellige energiafgrøder (tons tørstof/ha/år).

Roer er med 17,5 tons/ha den afgrøde, der giver det klart største tørstofudbytte, men også majs (11,5 tons/ha) ligger et stykke over de traditionelle kornafgrøder (8,5 – 9,3 tons/ha). I forhold til korn giver græs en bedre udnyttelse af sollys og gødning i sidste halvdel af sommeren. Ved dyrkning af græs til slæt kan der forventes et udbytte på 10 tons tørstof/år, men dette kan øges betydeligt med tildeling af større mængder kvælstofgødning end de 70 kg N/ha, der er forudsat i tabellen. Således har Aarhus Universitet under kontrollerede markforsøg med rajsvingel opnået et tørstofudbytte på 22 tons/ha efter tildeling af 425 kg N/ha. Og det vel at mærke med væsentligt lavere kvælstofudvaskning end ved almindelig dyrkning af byg (Skøtt, 2014).

De 425 kg N/ha ligger ganske vist langt over N-kvoten for rajsvingel. Hvis landmanden vil gødske én afgrøde over N-kvoten, så skal N-tildelingen til nogle af de øvrige afgrøder i bedriften reduceres tilsvarende. Som nævnt ovenfor i afsnittet om efterafgrøder, så kunne det i forbindelse med indførelse af et nyt system for regulering af gødningsanvendelse i landbruget overvejes, at give mulighed for at øge kvælstoftildelingen for afgrøder, som er i stand til at udnytte det ekstra kvælstof. Dermed kan biomasseudbyttet pr. hektar øges ved dyrkning af eksempelvis rajsvingel uden at kvælstofudvaskningen øges.

#### Energiindhold, energiforbrug og energiudbytte

I tabel 3.2 er der for de forskellige afgrøder og afgrødefraktioner vist vandindhold og brændværdi for biomassen (baseret på Börjesson & Tufvesson, 2011). Der er både angivet den øvre brændværdi som det teoretisk set maksimale energiindhold samt den nedre brændværdi, hvor der tages højde for energiforbruget til fordampning af vandindholdet. For de meget våde biomasser er nedre brændværdi væsentligt lavere end øvre brændværdi, og det vil være mere oplagt at konvertere så våde biomasser til energi vha. f.eks. bioafgasning fremfor forbrænding. Det realistisk opnåelige energiindhold afhænger således meget af konverteringsteknologien og ligger derfor et sted imellem øvre og nedre brændværdi.

Tabel 3.2 viser også bruttoenergiudbyttet, dvs. det energiudbytte der i princippet kan høstes pr. ha. Da der medgår energi til dyrkning og høst af biomassen, skal dette energiforbrug trækkes fra bruttoenergiudbyttet for at nå frem til nettoenergiudbyttet, dvs. den ekstra energiproduktion der reelt opnås. Ved beregning af nettoenergiudbyttet i tabellen er der fratrukket det primære energiforbrug til dyrkning samt 50 km transport af biomassen, dvs. energiforbruget i form af dieselolie, gødning, produktion af frø, pesticider og maskiner (Börjesson & Tufvesson, 2011).

Produktion af gødning udgør typisk en stor andel af det samlede energiforbrug, svarende til mellem 27 og 53 % af energiforbruget til dyrkning af de viste afgrøder. Gødningsniveauet og gødningstypen har derfor indflydelse på energiforbrug og nettoenergiudbytte, og for afgrøder som slætgræs, der ofte gødskes med store mængder gødning, vil energiforbruget øges, hvis der anvendes store mængder handelsgødning. Hvis afgrøden bruges til biogasproduktion, hvor næringsstofferne recirkuleres, så vil energiregnskabet i princippet kun blive belastet af denne gødning, hvis der anvendes handelsgødning i starten. Forbrændes biomassen derimod, vil kvælstoffet være tabt, og der skal regnes med et energiforbrug til gødskning af den efterfølgende afgrøde. Anvendelse af bælgplanter og husdyrgødning vil kunne minimere energiforbruget til gødning.

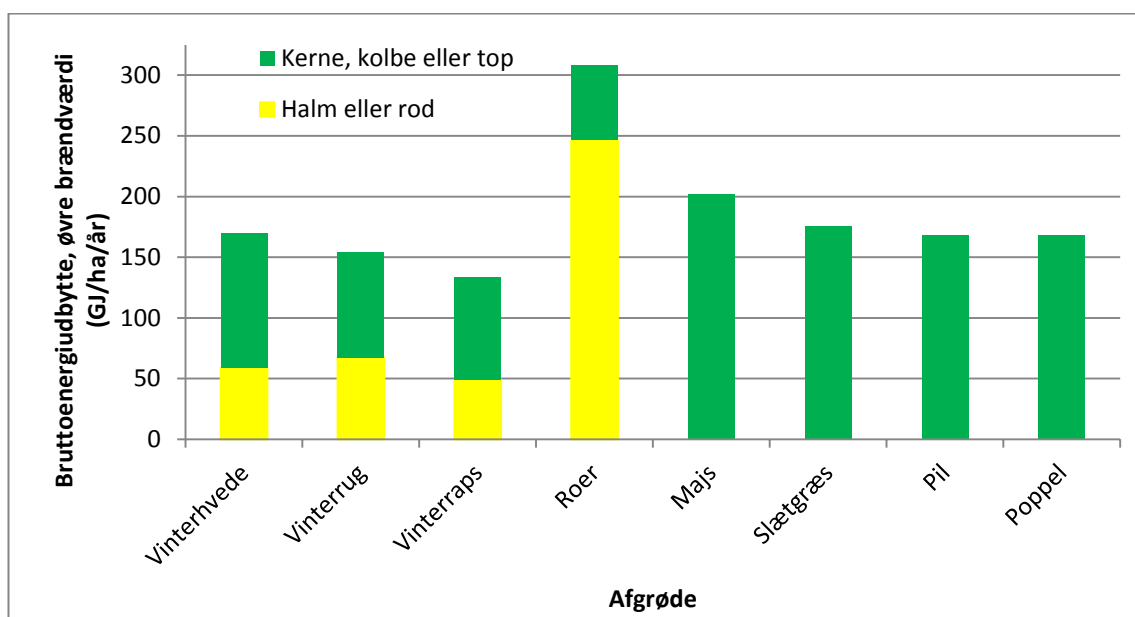
Om en biomasse udnyttes til forbrænding eller til biogasproduktion har også indflydelse på nyttiggørelse af fosfor, som jo er et essentielt næringsstof for opretholdelse af planteproduktion. Mineralsk fosfor er en begrænset ressource, som i større mængder kun findes i ganske få lande. Det gør det relevant at sikre så høj grad af recirkulering af fosfor som muligt.

Når biomasser forbrændes kommer fosfor på en form, som er meget lidt tilgængelig for planterne ved udbringning af asken på markerne. Hvis biomasserne derimod udnyttes til energi i biogasanlæg forbliver fosfor på en plantetilgængelig form. Udbringning af den afgassede biomasse på markerne bidrager til at dække afgrødernes fosforbehov, og derved reduceres behovet for brug af mineralisk fosfor udbragt i form af handelsgødning.

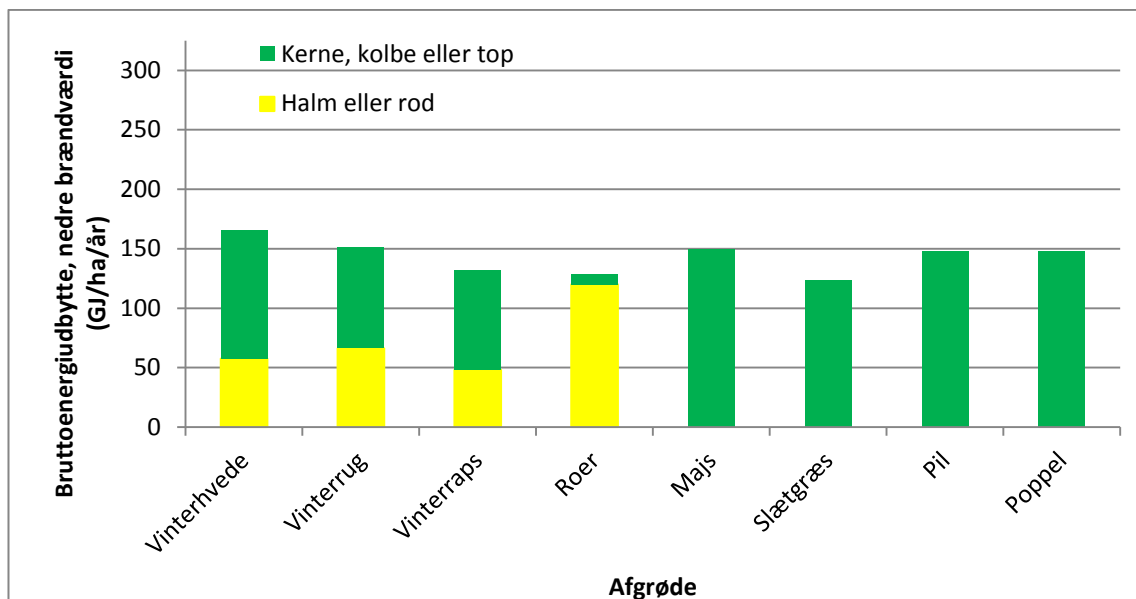
Af de 8 afgrøder kan der opnås det højeste nettoenergiudbytte for roer og det laveste for raps, når der regnes med det teoretisk opnåelige energiudbytte (øvre brændværdi). Hvis biomassen forbrændes, vil nettoenergiudbyttet til gengæld være lavest for roer og højest for vinterhvede.

I figur 3.2 og 3.3 herunder er vist bruttoenergiudbyttet for de udvalgte energiafgrøder opgjort som henholdsvis øvre brændværdi og nedre brændværdi.

Energiudbyttene vist i figur 3.2 og 3.3 er udtryk for, hvad der som gennemsnit for Region Midtjylland er realistisk at opnå ved praktisk dyrkning med nuværende teknologi, afgrødesorter og med gældende gødskningsregler. Hvis der åbnes mulighed for øget kvælstoftildeling til de afgrøder som er mest effektive til at optage det ekstra kvælstof, så vil energipotentialet ved dyrkning af slætgræs, pil og poppel øges i forhold til de øvrige energiafgrøder i figuren.



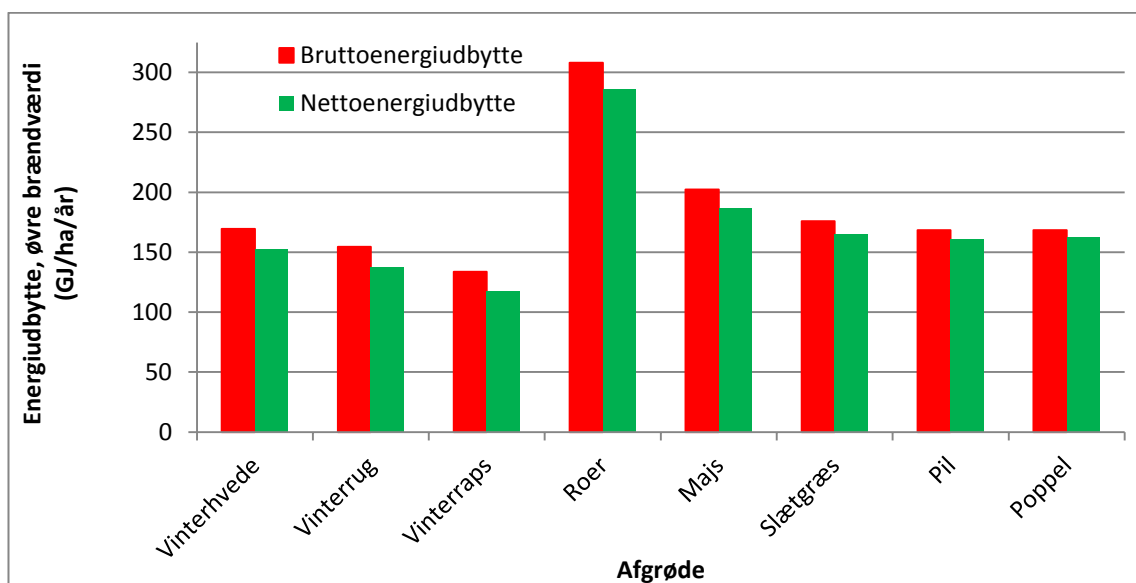
Figur 3.2. Bruttoenergiudbyttet ved 8 forskellige energiafgrøder, øvre brændværdi (GJ/ha/år).



Figur 3.3. Bruttoenergiudbyttet ved 8 forskellige energiafgrøder, nedre brændværdi (GJ/ha/år).

Hvis målet er at producere biomasse til udnyttelse i biogasanlæg er især roer men også majs og slætgræs velegnede. De giver et højt energiudbytte pr. hektar og det relativt høje vandindhold er ikke noget problem ved omsætning til energi en biogasanlæg. Hvis målet er at producere biomasse til forbrænding eller termisk forgasning er det en fordel med så lavt et vandindhold i den høstede biomasse som muligt. Og så giver vinterhvede, pil og poppel et højere energiudbytte pr. hektar end f.eks. roer, selvom roer producerer væsentligt mere tørstof pr. hektar.

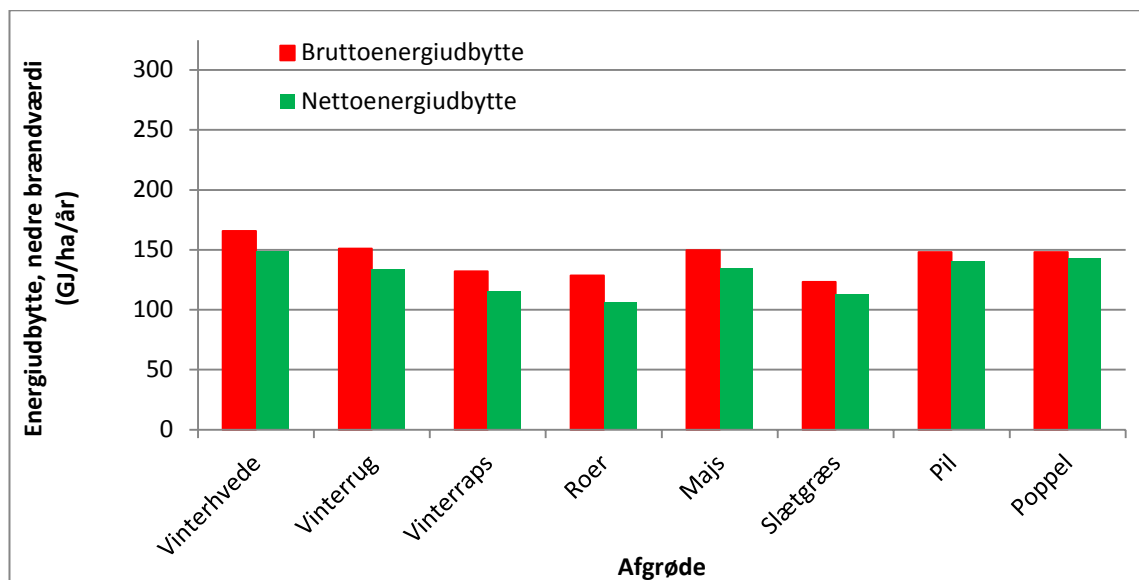
I figur 3.4 herunder er vist brutto- og nettoenergiudbyttet udtrykt som øvre brændværdi opgjort som summen af afgrødefraktionerne.



Figur 3.4. Brutto- og nettoenergiudbyttet ved 8 energiafgrøder, øvre brændværdi (GJ/ha/år).



I figur 3.5 herunder er vist brutto- og nettoenergiudbyttet udtrykt som nedre brændværdi opgjort som summen af afgrødefraktionerne.



Figur 3.5. Brutto- og nettoenergiudbyttet ved 8 energiafgrøder, nedre brændværdi (GJ/ha/år).

Det fremgår af figur 3.4 og 3.5 at der generelt er tale om relativt små forskelle mellem bruttoenergiudbytte og nettoenergiudbytte. Når energiudbyttet opgøres i form af øvre brændværdi, så udgør energiforbruget til dyrkning, høst og transport af biomassen mellem 4 og 12 % af bruttoenergiudbyttet. Laveste andel ses for pil og poppel og højeste andel ses for raps. Hvis der i stedet regnes med nedre brændværdi, så udgør energiforbruget til dyrkning, høst og transport af biomassen mellem 5 og 17 %. Laveste andel ses for pil og poppel og højeste andel ses for roer.

#### Værdi af energiafgrøder og økonomi ved dyrkning

I tabel 3.3 gives et overblik over aktuelle salgspriser (september 2014) for 8 forskellige energiafgrøder. Desuden er vist forventet indtjening udtrykt som dækningsbidrag 2 ved dyrkning af de forskellige energiafgrøder.

Tabel 3.3. Salgspriser for 8 energiafgrøder opgjort september 2014. Desuden er vist størrelsen af dækningsbidrag 2<sup>2</sup> for to jordtypekategorier, en sandjord og en lerjord. Kilde: Budgetkalkuler (2014).

Afgroede	Fraktion	Salgspris		Dækningsbidrag 2 <sup>2</sup>	
		kr./ton råvare	kr./ton TS	kr./ha	kr./ha
				JB 1-3 (sandjord)	JB 5-6 (lerjord)
Vinterhvede	Kerne	1200	1412	-	-
	Halm	500	588	-	-
	I alt	-	-	28	3544
Vinterrug	Kerne	1050	1235	-	-
	Halm	500	588	-	-
	I alt	-	-	-454	1906
Vinterraps	Frø	2400	2637	-	-
	Halm	500 <sup>1</sup>	588 <sup>1</sup>	-	-
	I alt	-	-	-1443	751
Roer	Rod	210	1049	-2192	672
	Top	Ukendt	Ukendt	-	-
	I alt	-	-	-	-
Majs til helsæd	Kolbe	-	-	-	-
	Halm	-	-	-	-
	I alt	294	892	1063	1866
Slætgræs	I alt	309	936	-783	-408
Pil	I alt	353	707	1181	1181
Poppel	I alt	353	707	1181	1181

<sup>1</sup> Der er antaget samme salgspris for rapshalm som for hvedehalm og rughalm.

<sup>2</sup> Dækningsbidrag 2 (DB 2) udtrykker indtjeningen pr. hektar efter at de inddirekte udgifter til løn, maskiner, mv. er trukket fra. DB 2 skal dække forrentning af jorden og jordskatter eller forpagtningsafgift samt de med dyrkning forbundne udgifter (kalkning m.v.). DB 2 inkluderer ikke støtte fra enkeltbetalingsordningen (hektarstøtte).

Højeste salgspriser ses for rapsfrø (2637 kr./ton TS) efterfulgt af vinterhvede (1412 kr./ton TS kerne) og vinterrug (1235 kr./ton TS kerne). Pil og poppel er de afgrøder med lavest salgspris når der regnes ud fra tørstofindholdet (707 kr./ton TS). Ved salg af halmfraktionen fra korn eller raps kan der opnås en pris på 588 kr./ton TS. Generelt ses altså laveste priser for de biomasser, der primært anvendes til energi gennem forbrænding.

Det skal bemærkes, at kornpriserne kan svinge meget indenfor korte perioder. De 1200 kr./ton hvede, som er anført i tabel 3.3 ligger lidt under de gennemsnitligt fakturerede salgspriser ab gård (1338 kr./ton) for 5-årsperioden fra oktober 2009 til oktober 2014 (Videncentret for Landbrug, 2014). De svingende kornpriser påvirker de relative konkurrenceforhold mellem de forskellige energiafgrøder.

På lerjord opnås med gældende priser klart størst indtjening ved dyrkning af vinterhvede (3544 kr./ha). Herefter kommer vinterrug og majs til helsæd med et DB 2 på henholdsvis 1906 og 1866 kr./ha. På sandjord er indtjeningen fra dyrkning af korn, raps, roer og slætgræs lav og i flere tilfælde ses et negativt DB 2. Her kan pil og poppel være et relevant alternativ med et DB 2 på 1181 kr./ha med de anvendte forudsætninger (Budgetkalkuler, 2014).

Det skal dog bemærkes, at kalkulerne for pil og poppel er behæftet med større usikkerhed end kalkulerne for de langt mere dyrkede og velafprøvede afgrøder såsom korn. Desuden bør der ved sammenligning af de enårige og de flerårige afgrøders økonomi tages udgangspunkt i den forventede gennemsnitspris for samme tidsperiode. For pil og poppel regnes med en levetid på op mod 20 år eller længere, og ved sammenligning med f.eks. vinterhvede skal der i princippet anvendes en gennemsnitlig hvedepris for samme periode.

Med etablering af pil og poppel binder landmanden arealet til en bestemt anvendelse over en betydeligt længere periode end med de mere traditionelle afgrøder. Det betyder, at landmanden mister fleksibiliteten i forhold til at tilpasse sin produktion alt efter, hvordan priserne udvikler sig fra år til år. Omvendt kan pil og poppel bidrage til stabilisering af landmandens indtjening, hvis det ellers er muligt at opnå langvarig kontrakt om afsætning af biomassen til en tilfredsstillende pris.

#### Mulighederne for at øge biomasseudbyttet fra energiafgrøder

Udbyttet i tabel 3.2 angiver et realistisk udbyttelniveau ved dyrkning af afgrøderne på nuværende tidspunkt med gældende rammebetingelser. Over en lang tidshorizont kan der forventes en betydelig stigning i udbyttelniveauet som følge af forædling af nye, forbedrede sorter og udvikling af bedre metoder og teknologi til dyrkningen, f.eks. mere effektiv bekæmpelse af ukrudt, sygdomme og skadedyr.

Som eksempel kan nævnes en stor forædlingsfremgang i energipil gennem de seneste to årtier samt betydelig udbyttestigning i rug ved anvendelse af sorter af hybridrug. Omvendt er der også eksempler på, at udbyttefremgangen kan aftage med tiden, f.eks. har der været tendens til stagnerende udbytte i vinterhvede i de seneste år. Dette kan dels hænge sammen med, at de nemmeste udbyttegevinster allerede er opnået, dels at dyrkningsmæssige restriktioner såsom tilladt gødningsnorm kan være begrænsende for udbyttefremgangen.

Aarhus Universitet har i en fremskrivning af biomasseproduktionen anvendt en årlig stigning i afgrødeudbyttet på 0,7 pct.-point målt i forhold til 2009 udbyttet (Dalgaard et al., 2010). For energiafgrøder er der regnet med en lidt større fremgang på 1,0 pct.-point pr. år, da der er tale om forholdsvis nye afgrøder med større potentiale for optimering. For perioden fra 2014 til 2050 vil en årlig udbyttefremgang på 0,7-1,0 pct.-point betyde en samlet udbyttestigning på 29-43 % over de 35 år og dermed en betydelig forøgelse af den tilgængelige biomasseressource.

### **3.3.5 Akvatisk biomasse**

Makroalger (tang) har et potentiale for at bidrage til energiforsyningen i Region Midtjylland i fremtiden. Det er dog på nuværende tidspunkt uklart om dette potentiale kan realiseres, endda på langt sigt.

En af fordelene ved tang er, at produktionen ikke beslaglægger arealer på land som kunne være brugt til foder og fødevarer. Der er store havområder, som kan tages i anvendelse til biomasseproduktion. Desuden er der mulighed for at opnå høje biomasse-vækstrater i forhold til landplanter og der er et stort potentiale for at forædling kan give endnu mere produktive sorter og arter uden at benytte sig af gensplejsning.

Tang tilvejebringes hovedsagligt på tre måder:

- Opsamling af døde tangplanter på stranden (beach-cast).
- Høst af vildtvoksende alger og vandplanter. Afhængig af metoden kan denne høst give betydelige miljøpåvirkninger på lokalområdet.
- Dyrkning af udvalgte arter. Det er en skånsom metode for miljøet som har flere positive sideeffekter. Tangdyrkning er p.t. økonomisk urentabelt i danske farvande til andet end niche produktion.

I figur 3.6 er for hver af de tre måder, givet en vurdering af mulighederne for kommerciel udnyttelse på kort, mellemlangt og langt sigt.



Figur 3.6. Oversigt over forskellige metoder til tilvejebringelse af tang og en vurdering af mulighederne for kommerciel udnyttelse på kort, mellemlangt og langt sigt.

Der er nedenfor foretaget en beregning af energipotentialet ved produktion af alger til brug i biogasanlæg. I beregningen forudsættes at et ton algebiomasse (drænet vægt=15 % TS) leverer 1,20 GJ biogas.

Region Midtjylland har som udgangspunkt 750 km<sup>2</sup> produktivt havområde, som kan anvendes til tangproduktion. De 750 km<sup>2</sup> er et estimat for det areal, der ligger inden for en sømil fra Region Midtjyllands kystlinje. De 750 km<sup>2</sup> kan øges til 7500 km<sup>2</sup>, hvis offshore områder indregnes. Offshore-områder er beliggende mere end en sømil fra kystlinjen. I beregningen er biomasseudbyttet konservativt sat til 4 – 8 tons tørstof per ha, hvilket svarer til 26,7 - 53,3 tons drænet vægt per ha.

Et havområde på 750 km<sup>2</sup> betyder et samlet teoretisk biomassepotentiale mellem 2 og 4 mio. tons drænet vægt, svarende til et samlet bioenergi potentiale fra akvatisk biomasse på 2,4 – 4,8 PJ. Det teoretiske potentiale skal naturligvis fraregnes områder til skibstrafik, fredede og utilgængelige områder osv. Endvidere er den økonomiske rentabilitet af dette potentiale ikke kendt på nuværende tidspunkt.

For at få bæredygtig økonomi ved produktion af akvatisk biomasse skal der sandsynligvis være fokus på at opnå højværdiprodukter. Typisk vil der dog være en restbiomasse efter højværdistofferne er ekstraheret og det er naturligt at udnytte denne restbiomasse til energi. På denne måde kan akvatisk biomasse muligvis godt give et begrænset bidrag til produktion af bioenergi i fremtiden, men det afhænger af om produktionen af højværdistoffer kan gøres rentabel.

### 3.4 Miljømæssige effekter ved udnyttelse af udvalgte biomasser

Ved dyrkning af afgrøder med henblik på produktion af bioenergi ændres arealanvendelsen i større eller mindre grad afhængig af, hvilken type af energiafgrøde, som dyrkes. Dertil kommer, at dyrkning af energiafgrøder på arealer, hvor der alternativt kan dyrkes afgrøder til foder og fødevarer forskyber markedsforholdene, hvilket medfører indirekte ændringer i arealanvendelsen andre steder i verden (indirekte arealændringer). Effekterne kan være både positive og negative.

I tabel 3.4 er foretaget en vurdering af disse effekter, og effekterne er kommenteret nedenfor. Som reference for vurderingen er anvendt korndyrkning, hvor halmen nedmuldes, idet det antages, at det er på sådanne arealer, at dyrkning af biomasse til energi kan være interessant. Det antages således, at nuværende arealer med foderafgrøder og bjergning af halm til foder og strøelse ikke påvirkes.

Tabel 3.4. Vurdering af miljø- og ressourceeffekt ved dyrkning af biomasse til bioenergi. Referencen er anvendelse af de pågældende arealer til foder- og fødevarerproduktion i form af korn- og rapsdyrkning, hvor halmen nedmuldes. 0 = ingen effekt, --- = stor negativ effekt (meget dårligt), +++ = stor positiv effekt (meget godt).

Biomasse	Kvælstofudvaskning	Ammoniakfordampning	Jordens kulstofindhold <sup>1</sup>	CO <sub>2</sub> -fortrængning <sup>1</sup>	Pesticidforbrug	Biodiversitet	Indirekte arealændringer (iLUC)	Samproduktion af biomasse, foder, fødevarer <sup>2</sup>
Vinterhvede + halm	0	0	--	++	0	0	--	0
Vinterrug + halm	0	0	--	++	0	0	--	0
Vinterraps + halm	0	0	--	++	0	0	--	0
Roer + top	+	++	+	+++	-	0	-	0
Majs til helsæd	-	++	0	++	+	-	--	0
Slætgræs (flerårig)	++	++	++	++	++	+	--	0
Poppel og pil	+++	0	+++	++	++	++	--	0
Kun halm <sup>3</sup>	0	0	--	+	0	0	0	+++
Efterafgrøder <sup>3</sup>	++	0	++	+	0	+	0	+++

<sup>1</sup> I vurderingen af CO<sub>2</sub>-fortrængningen er indirekte arealændringer (iLUC) ikke indregnet.

<sup>2</sup> Forbrænding er forudsat som konverteringsmetode, dvs. ingen tilbageførsel af kulstof til landbrugsjorden.

<sup>3</sup> Referencen er henholdsvis ikke at fjerne halmen og ikke at dyrke efterafgrøder

I det følgende beskrives baggrunden for vurderingen af miljøeffekterne som angivet i tabel 3.4. Indledningsvist skal det bemærkes, at miljøeffekten i mange tilfælde vil afhænge af, hvilken teknologi der anvendes i konverteringen af de enkelte biomasser til energi. Det fremgår ikke direkte af tabellen.

#### Kvælstofudvaskning

På kort sigt reducerer nedmuldning af halm kvælstofudvaskningen, fordi den nedmuldede halm binder kvælstof i løbet af efteråret. På kort sigt vil kvælstofudvaskningen derfor stige, hvis halmen bjerges og bruges til bioenergi. På langt sigt forventes det dog, at denne effekt opvejes af, at udvaskningen stiger på grund af et højere indhold af mineraliserbart organisk kvælstof i jorden (Jørgensen et al., 2013). Roer og græs har en lang vækstsæson i efteråret, og mængden af mineralsk kvælstof er derfor lav, og derfor er risikoen for nitratudvaskning også lav. Fra majs forventes derimod en lidt større udvaskning end fra korn (Jørgensen et al., 2013). Pilekulturer har et stort og permanent rodnet, som sikrer, at mineraliseret kvælstof

optages. Efterafgrøder er én af de mest effektive metoder til at reducere nitratudvaskning, og har derfor også været et centralt element i skiftende vandmiljøplaner.

#### Ammoniakfordampning

Det væsentligste bidrag til ammoniakfordampning fra dyrkningsarealerne er fra udbragt gødning, og her er udbragt husdyrgødning langt den største bidragsyder. I vurderingen er det antaget, at den samlede mængde gødning til udbringning er uændret i forhold til referencen, og forskelle i ammoniakfordampning er derfor alene en vurdering af forskelle i udbringningsmetode. I referencen med korndyrkning antages det, at flydende husdyrgødning udbringes med slæbeslanger. Ved dyrkning af roer, majs eller græs er det imidlertid lovmæssig krævet at nedfælde eller forsure gyllen, hvilket omtrent vil halvere ammoniakfordampningen i forhold til traditionel slangeudlægning.

#### Jordens kulstofindhold

Ved at fjerne og anvende biomasse til energiformål, reduceres den mængde kulstof, som tilbageføres til jorden. På den anden side kan opbygning af et stort og vedvarende rodmasse betyde, at kulstofindholdet i jorden øges. Den negative effekt af at fjerne biomasse til energiformål afhænger imidlertid af konverteringsmetoden. Ved afgangning i biogasanlæg tilbageføres ca. halvdelen af kulstoffet til markerne i form af afgasset gylle. Også ved forgasning tilbageføres kulstof i form af biochar, mens der ikke tilbageføres kulstof ved forbrænding. I vurderingen er det forudsat, at konverteringsmetoden er forbrænding. For roer, majs, græs og til dels halm kunne afgangning dog formentlig være en mere realistisk konverteringsmetode.

#### CO<sub>2</sub>-fortrængning

CO<sub>2</sub>-fortrængningen er alene vurderet ud fra den producerede mængde energi, som produceres og som kan fortrænge energi fra fossile brændsler. Fortrængningen er derfor vurderet ud fra den samlede biomasseproduktion og dermed indirekte til den øvre brændværdi. Forskelle i energiproduktion ved frembringelsen, i udledning af metan og lattergas, og forskelle i energiudnyttelsen er ikke inddraget i vurderingen. Roer udskiller sig i kraft af en meget høj biomasseproduktion. De øvrige afgrøder ligger på nogenlunde samme niveau. Biprodukterne halm og efterafgrøder producerer i sagens natur mindre, fordi hovedafgrøderne forudsættes anvendt til foder.

#### Pesticidforbrug

Det antages, at pesticidforbruget ved dyrkning af korn eller raps til energi vil svare til referencescenariet, hvor halmen nedmuldes. Teoretisk set falder behovet for herbicider og fungicider dog lidt når halmen fjernes og udnyttes til energiformål. Det skyldes, visse jordmidler kan bindes til halmen, og halmen kan videreføre visse svampesporer (Jørgensen et al., 2013). Flerårige afgrøder som græs og pil har et lavere behov for pesticider end enårige afgrøder, hvis man ser bort fra etableringsåret. Også majs har et lavt pesticidbehov, mens roers behov vurderes at være lidt højere end korns. Det vurderes ikke, at der er behov for pesticider i forbindelse med dyrkning af efterafgrøder.

#### Biodiversitet

Forskellen i biodiversitet mellem etårige afgrøder er ret beskeden – især hvis de dyrkes i et roterende, alsidigt sædskifte. Dyrkes afgrøderne i monokultur (som f.eks. majs ofte gøres det), vil der være en tendens til faldende biodiversitet. Hvis majs dyrkes i et roterende sædskifte, vil biodiversiteten være som for korn. Flerårige afgrøder som græs og især pil øger biodiversiteten i forhold til korn, fordi længere levende arter kan etablere sig og den uforstyrrede jordbund bliver levested for organismer, som er følsom overfor jordbehandling (Jørgensen et al., 2013).

### Indirekte arealændringer (indirect Land Use Changes, iLUC)

Når arealer, som i dag anvendes til foder og fødevarerproduktion udtages til brug for energiproduktion, bliver der pres på dyrkningsarealer i andre dele af verden, idet det forudsættes, at den nuværende produktion af foder og fødevarer skal opretholdes. Og da handel med foder og fødevarer sker på et globalt marked, vil udtagning af jord til energiproduktion f.eks. kunne betyde forøget rydning af regnskov i Sydamerika. Der findes ingen umiddelbar beregningsenhed for de indirekte arealændringer, så vurderingen er foretaget subjektivt ud fra den mulige energiproduktion på arealerne. For anvendelse af biprodukterne halm og efterafgrøder antages det ikke at give anledning til indirekte arealændringer, da det forudsættes, at hovedprodukterne fortsat anvendes til foder. Ligeledes forventes det at halmudbyttet kan øges uden at kerneudbyttet falder.

### Samproduktion af biomasse, foder og fødevarer

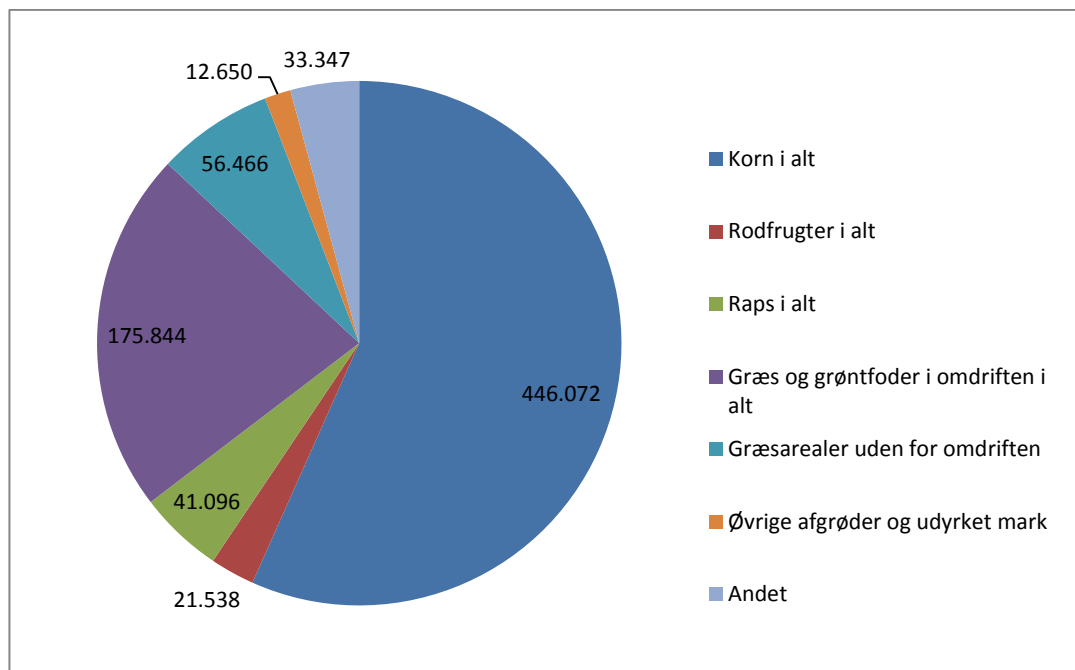
Muligheden for produktion af biomasse samtidig med, at der produceres foder eller fødevarer afhænger bl.a. af konverteringsteknologien. Hvis hele biomassen forbrændes, forgasses eller anvendes på biogasanlæg er muligheden for at samproducere begrænset. Hvis derimod f.eks. majs eller roer anvendes til produktion af bioethanol, produceres der et biprodukt i form af en gæringsrest, som kan anvendes til foder. Og hvis raps anvendes til olie, produceres rapskage, som også kan anvendes til foder. Den primære konverteringsform forventes imidlertid at være forbrænding eller afgangning i biogasanlæg, hvorfor mulighederne for samproduktion antages at være begrænsede. Ved anvendelse af biprodukterne halm og efterafgrøder er der derimod gode muligheder, da hovedafgrøden anvendes til foder.

## **3.5 Aktuel og fremtidig arealanvendelse i Region Midtjylland**

### **3.5.1 Landbrugs- og skovbrugsarealet i Region Midtjylland**

Ifølge Danmarks Statistik var der som gennemsnit over femårsperioden 2010-2014 et dyrket landbrugsareal på 787.014 ha i Region Midtjylland. Det dyrkede areal er i Figur 3.7 fordelt på forskellige overordnede afgrødekategorier.

Det ses af figuren at der dyrkes kornafgrøder på mere end halvdelen af arealet (ca. 57 %). Græs og grøntfoder i omdrift udgør ca. 22 % af det dyrkede areal. Data stammer fra landmændenes indberetning til Enkeltbetalingsordningen i forbindelse med ansøgning om EU-hektarstøtte. Det dyrkede areal kan derfor være større end oplysningerne fra Danmarks Statistik viser, men forskellen vurderes at være ubetydelig.



Figur 3.7. Det dyrkede landbrugsareal i Region Midtjylland fordelt på afgrødekategorier. I alt 787.014 ha i gennemsnit for 2010-2014. (Danmarks Statistik, 2014a).

Det dyrkede landbrugsareal i Region Midtjylland har ifølge Danmarks Statistik været svagt faldende i perioden 2009-2014. Sammenholdes gennemsnittet af det dyrkede areal for de tre første år i perioden, nemlig 2009-2011, med det tilsvarende gennemsnit for de sidste tre år, 2012-2014, er der sket et fald i det dyrkede areal på ca. 5600 ha, svarende til ca. 1850 ha i gennemsnit pr. år. Fremskrives denne udvikling, vil det dyrkede landbrugsareal være følgende:

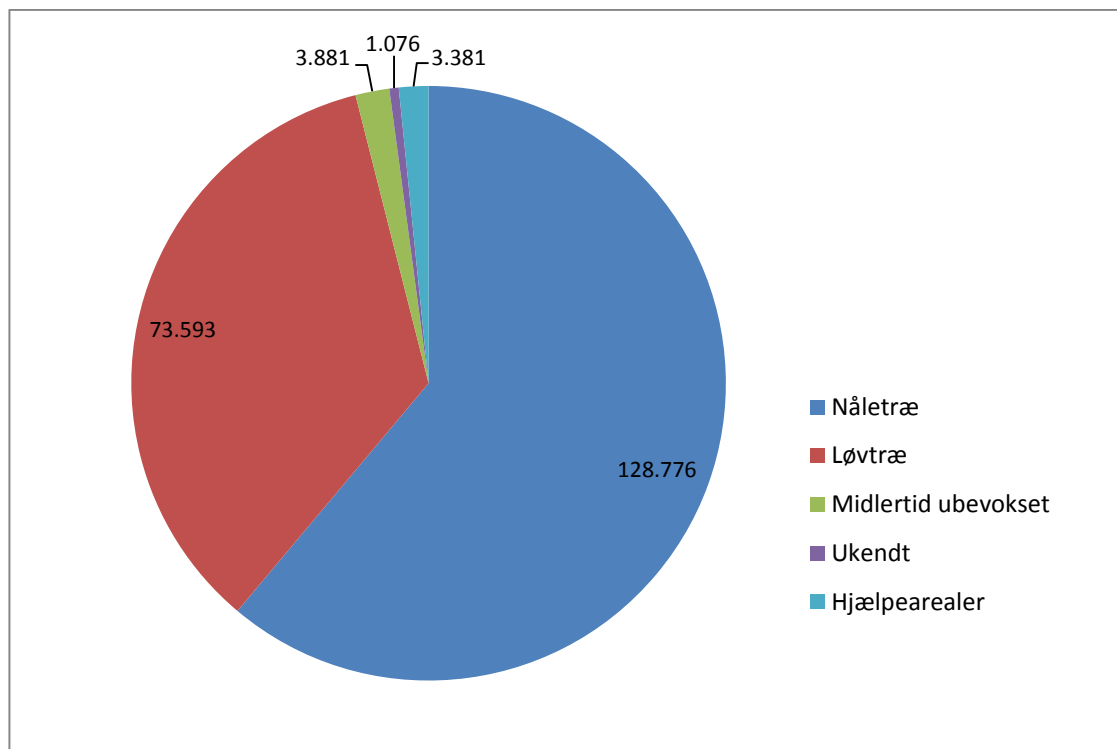
- 774.000 ha i 2020
- 746.000 ha i 2035
- 718.000 ha i 2050

Ifølge Danmarks Statistik omfatter skovarealet i Region Midtjylland i alt 210.707 ha i 2011. Figur 3.8 nedenfor viser at omkring 61 % af skovarealet er med nåletræ, mens løvtræ udgør 35 % af skovarealet.

På baggrund af et årligt skovrejsningsareal på 1900 hektar for Danmark som helhed (Graudal et al, 2014) estimeres det at der i Region Midtjylland etableres 500 – 600 ha ny skov om året. Hvis skovrejsningen fortsætter i dette tempo vil der i 2020, 2035 og 2050 være etableret henholdsvis ca. 3500 ha, 12.000 ha og 20.500 ha ny skov i Region Midtjylland. Det svarer til, at skovarealet i 2050 vil være øget med ca. 10 % i forhold til nu. Træartsfordelingen ved skovrejsning forventes at være nogenlunde den samme som for de eksisterende skove. Det vil sige ca. 1/3 løv og 2/3 nål. Det er muligt at øge biomasseproduktionen i skovene ved at øge andelen af nål ved skovrejsning og når skove skal reetableres efter afdrift.

Udover i de egentlige skove produceres der også betydelige mængder vedmasse i levende hegn, langs veje og jernbaner, i parker og haver. Gylling et al (2012) estimerer at disse arealstyper på landsplan dækker mellem 100.000 og 200.000 ha. Hvis disse arealstyper antages jævnt fordelt i landet svarer det til mellem 30.000 og 60.000 ha i Region Midtjylland.





Figur 3.8. Skovarealet i Region Midtjylland. Det samlede skovareal er i 2011 opgjort til 210.707 ha, fordelt på de fem hovedkategorier som vist i diagrammet (Danmarks Statistik, 2014a).

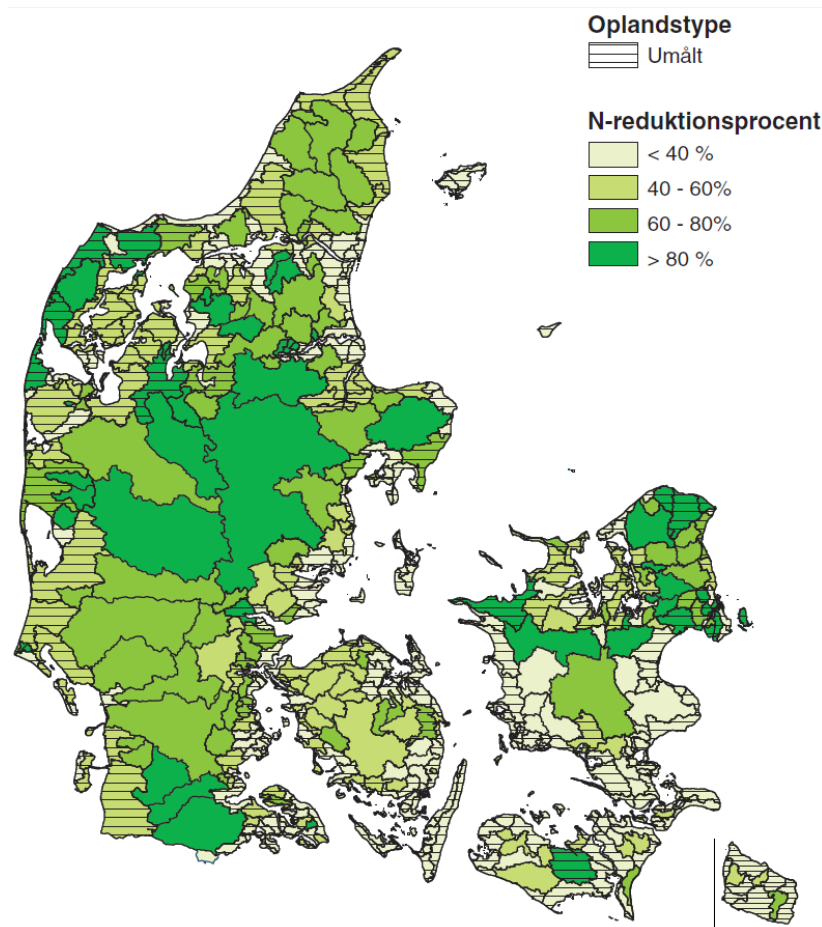
### 3.5.2 Energiafgrøder som virkemiddel til reduktion af kvælstofudvaskningen

Som det fremgår af afsnit 3.3 ovenfor er det muligt at reducere kvælstofudvaskningen fra landbrugsjord ved et skift i arealanvendelsen fra kornafgrøder til flerårige energiafgrøder. Dette er især relevant i områder, hvor risikoen for udvaskningen er stor og hvor den det udvaskede kvælstof ledes til vandmiljøer, der er sårbare overfor næringsstofbelastning.

Kvælstofretentionen (eller kvælstofreduktion) er betegnelsen for den fjernelse af kvælstof, der sker mellem rodzone og vandmiljøet. Kvælstofudledningen er altså et produkt af udvaskningen fra rodzonen og retentionen:  $Udledning = udvaskning \text{ fra rodzonen} \times ((100 - retentionen)/100)$ . Retentionen skyldes kemisk eller bakteriel omdannelse af nitrat i jorden.

På baggrund af en række målinger og modelberegninger er landet inddelt i retentionsklasser. Disse klasser er indtegnede på kort og et eksempel er vist i figur 3.9.

Jo højere retentionsklasse (jo større retention), jo mindre vil udledningen af den udvaskede kvælstof være fra et givet område til vandmiljøet. Ved høj retention vil der derfor ikke være samme behov for regulering af kvælstofanvendelsen på landbrugsarealerne som ved lav retention.



Figur 3.9. Kort over N-retention for oplande i Danmark opdelt i fire klasser (Blicher-Mathiesen & Windolf, 2012).

På baggrund af N-retentionskort og landmændenes indberetning under Enkeltbetalingsordningen for 2014 har Videncenter for Landbrug udarbejdet tabeller, som viser fordelingen mellem regioner og afgrøder.

I tabel 3.5 er retentionsklasserne i Region Midtjylland opdelt på de almindeligste afgrødetyper. Det fremgår, at afgrøderne er nogenlunde ligeligt fordelt mellem retentionsklasserne.

Tabel 3.5. Landbrugsarealets fordeling mellem retentionsklasser og afgrøder i Region Midtjylland. Ha.

Retentionsklasse	Korn	Raps	Frøgræs	Majs	Græs i omdrift	Græs ikke i omdrift	Andre afgrøder	Alle afgrøder
10-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-30	28.864	3.379	1.517	1.053	2.040	5.660	4.787	47.299
30-40	18.599	2.257	595	1.898	3.340	2.453	2.397	31.540
40-50	48.330	4.550	2.097	4.686	10.353	7.621	7.168	84.804
50-60	47.051	4.696	2.175	5.768	6.524	7.519	5.672	79.405
60-70	16.897	2.248	461	3.392	4.123	3.877	2.941	33.939
70-80	86.644	6.699	2.587	10.739	17.107	13.714	20.397	157.889
80-90	186.859	16.969	5.605	28.756	42.764	34.201	41.638	356.793
90-100	3.679	214	23	480	1.083	753	466	6.697
I alt	436.923	41.012	15.060	56.771	87.336	75.798	85.465	798.366
Procent	55	5	2	7	11	9	11	100

Med udgangspunkt i tabel 3.5 er lavet et bud på et areal i Region Midtjylland, hvor det er mest relevant at ændre arealanvendelsen fra korn og majs til flerårige energiafgrøder for derved at reducere kvælstofudvaskningen samtidig med at der produceres biomasse til energiformål.

Det samlede areal med korn og majs beliggende i oplande med en N-retention på mindre end 50 % udgør 103.430 ha (summen af de røde tal i tabel 3.5). Hvis vi antager, at det ønskes at reducere kvælstofudvaskningen på 50 % af dette areal er der 51.715 ha i Region Midtjylland, hvor der er grundlag for at etablere energiafgrøder. Hvis det endvidere antages at halvdelen af dette areal anvendes til energiskov (poppel og pil) til forbrændingsformål og halvdelen til slætgræs til biogasformål er det muligt at beregne biomassepotentialer og energipotentialer som følge af denne omlægning (se tabel 3.6).

*Tabel 3.6. Biomassepotentialer og energipotentialer ved at etablere flerårige energiafgrøder i stedet for korn eller majs på de arealer, der er mest sårbare for kvælstofudvaskning i Region Midtjylland.*

Afgrøde	Areal	Biomassepotentialer (tons TS/år)	Energipotentialer, forbrænding (PJ/år)	Energipotentialer, biogas (PJ/år)
Slætgræs	25.858	258.575	---	2,66
Energiskov	25.858	232.718	3,82	---
<b>I alt</b>	<b>51.715</b>	<b>491.293</b>	<b>3,82</b>	<b>2,66</b>

Om landmændene finder det relevant at gennemføre en sådan ændring i arealanvendelsen afhænger af konsekvenserne for indtjeningen, herunder om der er sikre afsætningsmuligheder og om der er incitamenter, som kan motivere landmændene til at ændre produktionen.

Tallene i tabel 3.6 skal betragtes som et eksempel på beregning af biomassepotentialer ud fra de beskrevne forudsætninger om ændring i arealanvendelsen fra korn og majs til græs og energiskov. Man kan diskutere, hvilke kriterier der skal bruges til udpegningen af arealer, det er mest relevant at omlægge fra korn og majs til energiafgrøder. I forlængelse af Natur- og Landbrugskommissionens anbefalinger omkring et nyt emissionsbaseret regulering af landbruget er der igangsat en række analysearbejder, som vil bidrage med nyttig viden til brug for kategoriseringen af landbrugsjorden i forskellige sårbarhedsklasser.

Ligeledes kan det diskuteres, hvor stor andel af arealet der skal anvendes til slætgræs i forhold til energiskov. At der i eksemplet ovenfor er antaget en ligelig fordeling af arealet til disse to afgrødetyper skyldes udelukkende, at der forventes at være en efterspørgsel efter såvel biomasse til forbrænding og på længere sigt termisk forgasning og biomasse til samproduktion af protein og biogas.

### 3.6 Regional vækst og beskæftigelse ved brug af lokal biomasse

Ved at erstatte importerede brændsler (kul, olie, træpiller, mv.) med regionalt produceret biomasse øges lokale investeringer, hvilket kan føre til lokal vækst og beskæftigelse. Det er vanskeligt at beregne størrelsen af beskæftigelseseffekten, da mange faktorer spiller ind. Således afhænger jobskabelsen bl.a. af biomassetypen, den konkrete teknologiske løsning og en lang række lokale forhold.

Gylling et al. (2012) har som led i "+ 10 mio. tons Planen" beregnet effekten på beskæftigelse som følge af implementeringen af tre scenarier for øget biomasseproduktion i Danmark.

Beskæftigelseseffekten er beregnet til at ligge mellem 12.000 og 21.000 ansatte afhængig af det enkelte scenarie. Afhængigt af det enkelte scenarie skabes mellem en tredjedel og halvdelen af de nye jobs indenfor produktion, forarbejdning og udnyttelse af biomasse. Øget brug af lokalt produceret biomasse vil imidlertid også give en afledt beskæftigelse i en lang række andre sektorer, herunder bl.a. bygge og anlæg, handel, transport og finansiering (Gylling et al, 2012). Med en simpel overførsel til Region Midtjylland giver det en estimeret beskæftigelseseffekt mellem 3.500 og 6.500 ansatte ved implementering af de tre scenarier fra "+ 10 mio. tons planen". Dette estimat er baseret på at ca. 30 % af Danmarks landbrugsareal ligger i Region Midtjylland og at fordelingen af indbyggere mellem landdistrikter, små byer og store byer er i nogenlunde overensstemmelse med Danmark som helhed.

Hvelplund & Lund (2011) har lavet en beregning af regionale beskæftigelseseffekter ved investering i forskellige VE-teknologier. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i en regionaliseret input-output model. I tabellen herunder ses en oversigt over de beregnede beskæftigelseseffekter opgjort i personår per investeret million kroner.

*Tabel 3.7. Beskæftigelseseffekter ved investering i forskellige VE-teknologier (Hvelplund & Lund, 2011).*

<b>Energiteknologi</b>	<b>Antal personår / investeret mio. kr.</b>
Biomassebaseret fjernvarme- og kraftvarmeanlæg	0,98
Store solvarmeanlæg (kollektiv)	0,36
Geotermi til fjernvarme	0,44
Små solvarmeanlæg (individuel)	0,69
Store varmepumper til fjernvarme	0,73
Biogasanlæg (evt. med opgradering)	1,52
Vindkraft	1,26
Solceller på bygninger	1,25

Af tabellen ses at investering i biogasanlæg har en relativ høj regional beskæftigelseseffekt med 1,52 personår pr. investeret mio. kr. Til sammenligning giver investeringer i vindkraft og solceller anledning til henholdsvis 1,26 og 1,25 personår pr. investeret mio. kr. Etablering af biomassebaserede fjernvarme- og kraftvarmeanlæg giver ligeledes en relativ høj beskæftigelseseffekt med 0,98 personår pr. investeret mio. kr. Ud fra et mål om at fremme lokal vækst og beskæftigelse giver det god mening at investere i omstilling til biomassebaseret energiproduktion.

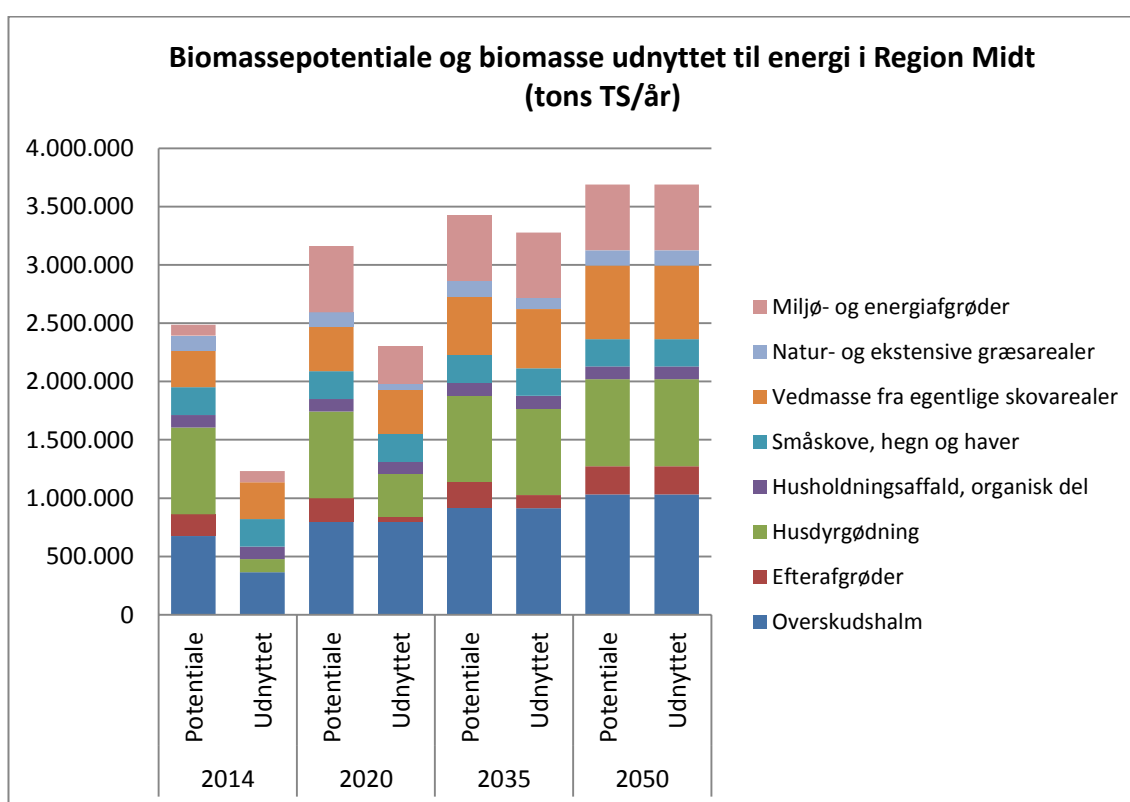
I en analyse af anvendelsesmuligheder for halm til energiformål har Elsgaard et al. (2011) estimeret at en øget anvendelse af 1,2 – 1,4 mio. tons halm giver anledning til 2400-2500 nye, blivende arbejdspladser. Der er estimeret et potentiale for at øge mængden af halm til energiformål i Region Midt med ca. 785.000 tons frem mod 2050 (se afsnit 4). Det giver mulighed for ca. 1475 nye arbejdspladser i Region Midt. Heraf estimeres de 1025 jobs (70 %) at relatere sig til bjærgning, lagring og transport af halmen mens de 450 jobs relaterer sig til drift og vedligeholdelse af energianlæggene.

## 4. SCENARIER FOR BIOMASSEPRODUKTION

### 4.1 Muligheder for at øge biomasseproduktionen

Med udgangspunkt i forskellige eksisterende biomasseopgørelser er der lavet et estimat for det aktuelle biomassepotentiale i Region Midtjylland i 2014. For de udvalgte biomassetyper er potentialet opgjort i tons tørstof til rådighed for energiproduktion. Det er desuden anslået hvor stor del af dette biomassepotentiale, som i dag udnyttes til energiformål.

I afsnit 3.3 er der for de enkelte biomassetyper beskrevet mulighederne for at øge mængden af biomasse til rådighed for energiproduktion. På baggrund heraf, er der beregnet estimater for biomasseproduktionen og biomasseudnyttelsesgraden i 2020, 2035 og 2050. Resultatet af beregningerne er vist i figur 4.1.



Figur 4.1. Estimer for biomassepotentialet i Region Midtjylland til rådighed for energiproduktion i 2014, 2020, 2035 og 2050. Estimer for hvor stor del af biomassepotentialet der udnyttes til energiproduktion i 2014, 2020, 2035 og 2050. Egne beregninger på baggrund af en række forskellige kilder.

Af figur 4.1 ses, at der i Region Midtjylland i 2014 er estimeret et biomassepotentiale til energiproduktion på knap 2,5 mio. tons tørstof. Heraf udnyttes i dag kun halvdelen. Det ikke-udnyttede biomassepotentiale består primært af husdyrgødning, halm og efterafgrøder.

Fra 2014 og frem mod 2050 er der muligheder for både at øge mængden af biomasse til rådighed for energiproduktion og for at øge udnyttelsesgraden. Det vurderes således, at være muligt at øge mængden af regionalt produceret biomasse til 3,7 mio. tons tørstof i 2050 og at hele denne mængde kan udnyttes til energiformål. I tabel 4.1 gøres rede for forudsætningerne bag estimerne for biomassepotentialerne.

Tabel 4.1. Anvendte forudsætninger for beregninger af biomassepotentialer og biomasseudnyttelse.

	2014	2020 - 2050
<b>Halm fra korn, raps, bælgssæd og frøgræs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total produktion på ca. 1.487.000 tons i Region Midtjylland (Danmarks Statistik, 2014).</li> <li>Heraf antages det økonomisk realistisk at opsamle og udnytte 1.190.000 tons (80 %).</li> <li>I dag udnyttes ca. 514.000 tons TS til foder og strøelse.</li> <li>Det giver en halmmængde på 676.000 tons TS som kan udnyttes til energi i 2014.</li> <li>Af de 676.000 tons TS udnyttes i forvejen 365.000 tons energiformål (forbrænding.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forbruget af halm til strøelse og foder holder sig på 2014-niveau.</li> <li>Al overskudshalm kan udnyttes til energi fra 2020 og frem mod 2050.</li> <li>Det halmgivende areal i 2020, 2035 og 2050 reduceres med henholdsvis 6%, 15% og 18% i forhold til arealet i 2014 som følge af dels konvertering af kornareal til miljø- og energiafgrøder og dels den generelle reduktion i landbrugsarealet.</li> <li>Halmmængden i 2020, 2035 og 2050 øges med henholdsvis 10%, 20% og 30% i forhold til halmmængden i 2014 som følge af dels forædling og dels forbedrede teknologier til opsamling af halm.</li> </ul>
<b>Efterafgrøder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der er et potentiale for at udnytte efterafgrøder til energi på 111.500 ha svarende til 25 % af kornarealet i Region Midtjylland i 2014.</li> <li>Udbyttet pr. hektar er i gennemsnit 1,7 tons TS</li> <li>I alt giver det et biomassepotentiale på 186.000 tons TS</li> <li>Der sker endnu ingen udnyttelse af efterafgrøde energiformål i betydende omfang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Det gennemsnitlige udbytte i 2020, 2035 og 2050 øges med henholdsvis 10%, 20% og 30% i forhold til 2014-udbytteneiveauet.</li> <li>I 2020 udnyttes 20 % af biomassepotentialet, 41.000 tons TS</li> <li>I 2035 udnyttes 50 % af biomassepotentialet, 112.000 tons TS</li> <li>I 2050 udnyttes 100 % af biomassepotentialet, 242.000 tons TS</li> </ul>
<b>Naturarealer og eks-tensivt dyrkede arealer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Et potentiale på 53.000 tons TS ved udnyttelse af biomasse fra udyrkede naturarealer og et potentiale på 74.000 tons TS ved udnyttelse af biomasse fra ekstensivt dyrkede arealer med vedvarende græs. I alt 127.000 tons TS.</li> <li>Der sker ingen udnyttelse af biomasse til energi fra disse arealer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I 2020 udnyttes 40 % af biomassepotentialet, 51.000 tons TS</li> <li>I 2035 udnyttes 70 % af biomassepotentialet, 89.000 tons TS</li> <li>I 2050 udnyttes 100 % af biomassepotentialet, 127.000 tons TS</li> </ul>
<b>Egentlige skovarealer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Et skovareal i Region Midt på 211.000 ha (Danmarks Statistik, 2014)</li> <li>Et potentiale på 2,25 tons TS/ha/år uden at hugsten overstiger tilvækst, 474.000 tons TS</li> <li>I dag udnyttes træbiomasse svarende til 1,5 tons TS/ha, 316.000 tons TS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I 2020 udnyttes 20% mere end i 2014, 379.000 tons TS. Udelukkende øget udtræk af eksisterende skove.</li> <li>I 2035 udnyttes 60% mere træbiomasse end i 2014, 506.000 tons TS. Kombineret effekt af øget udtræk fra eksisterende skove og begyndende udtræk fra nye skovrejsningsområder og reetablerede arealer.</li> <li>I 2050 udnyttes dobbelt så meget træbiomasse til energiformål som i 2014. Kombineret effekt af øget udtræk fra eksisterende skove og stigende udtræk fra nye skovrejsningsområder og reetablerede arealer.</li> <li>Nye skovarealer i Region Midtjylland udgør i 2020, 2035 og 2050 henholdsvis ca. 3500 ha, 12.000 ha og 20.500 ha.</li> </ul>
<b>Biomasse fra småskove, hegn, haver</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der udnyttes træbiomasse fra småskove, hegn og haver svarende til 75% af den mængde, der udnyttes fra de egentlige skovarealer, 237.000 tons TS. Dette estimat er baseret på forholdet mellem biomasse fra eksisterende skovarealer og biomasse fra småskove, hegn og haver, som angivet i tabellen på side 21 i Jørgensen et al. (2013).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mængden af træbiomasse fra småskove, hegn og haver som udnyttes til energi antages at være nogenlunde konstant frem mod 2050, 237.000 tons TS.</li> </ul>

<b>Gylle, dybstrøelse og fast staldgødning</b>	<b>2014</b>	<b>2020 - 2050</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentiale: 75 % af den totale produktion kan udnyttes til energi, 744.000 tons TS.</li> <li>• I dag antages at 15 % af potentialet udnyttes til biogas, 112.000 tons TS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mængden af husdyrgødning antages at være nogenlunde på samme niveau som i 2014.</li> <li>• I 2020 udnyttes halvdelen af potentialet til energi, 372.000 tons TS.</li> <li>• Fra 2035 udnyttes det fulde potentiale til energi, 744.000 tons TS.</li> </ul>
<b>Den organiske del af husholdningsaffaldet</b>	<b>2014</b>	<b>2020 - 2050</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der produceres i gennemsnit 447 kg husholdningsaffald pr. indbygger (Miljøstyrelsen, 2011).</li> <li>• 54 % antages at være bionedbrydeligt (Energiregnskabet for Region Midtjylland, 2011).</li> <li>• Der antages et gennemsnitlig tørstofindhold i det bionedbrydelige affald på 35 %.</li> <li>• Med 1,27 mio. indbyggere i Region Midt giver det et potentiale på 108.000 tons TS.</li> <li>• Dette potentiale udnyttet i dag fuldt ud til energi i affaldsforbrændingsanlæggene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mængden af bionedbrydeligt husholdningsaffald forventes at være uændret i forhold til 2014.</li> <li>• Der sker en gradvis ændring i energiudnyttelse fra forbrænding til biogas, så alt det bionedbrydelige affald anvendes til biogas fra 2035.</li> </ul>
<b>Miljø- og energiafgrøder</b>	<b>2014</b>	<b>2020 - 2050</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der antages i dag en biomasseproduktion fra energiskov på ca. 18.000 tons TS svarende til ca. 2000 ha i Region Midt.</li> <li>• Der sker i dag ikke nogen udnyttelse af græs til energiformål i betydende omfang.</li> <li>• I dag dyrkes raps på ca. 41.000 ha i Region Midt, svarende til en biomasseproduktion i form af frø på i alt ca. 127.000 tons TS.</li> <li>• Det estimeres at 60 % af rapsfrøene anvendes til energiformål (diesel), svarende til ca. 76.000 tons TS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomassepotentialet ved dyrkning af miljø- og energiafgrøder er baseret på omlægning af 50 % af korn- og majsarealet med en N-retention på mindre end 50 %, et areal på ca. 52.000 ha i Region Midtjylland.</li> <li>• Af de 52.000 ha antages halvdelen anvendt til energiskov (poppel og pil, i alt 26.000 ha) og halvdelen anvendt til slætgræs (26.000 ha).</li> <li>• For energiskov svarer det til et potentiale på 233.000 tons TS.</li> <li>• For slætgræs giver 26.000 ha et biomassepotentiale på 259.000 tons TS.</li> <li>• I 2020 antages 50 % af potentialet fra energiskov udnyttet, 116.000 tons TS.</li> <li>• I 2020 antages 50 % af biomassepotentialet fra græs udnyttet, 129.000 tons TS.</li> <li>• Fra 2035 antages det fulde potentiale fra energiskov udnyttet, 233.000 tons TS.</li> <li>• Fra 2035 antages det fulde potentiale fra energigræs udnyttet, 259.000 tons TS.</li> </ul>

## 4.2 Teoretiske scenarier for anvendelse af biomasse til energi

I det følgende er opstillet tre scenarier for anvendelse af biomasse til energi i Region Midtjylland. Scenarierne er opstillet for at lettere at kunne vurdere og tage stilling til nogle principielle udviklingsspor for bioenergien i Region Midtjylland. Hvis man f.eks. ønsker en maksimal produktion af flydende biobrændstoffer, så skal halmen prioriteres til dette formål frem for at blive brugt i biogasanlæggene eller til forbrænding. De tre scenarier er:

1. Biomasse prioriteret til forbrænding (maksimering af energiproduktionen)
2. Maksimal produktion af grøn gas (biogas og gas fra termisk forgasning)
3. Maksimal produktion af flydende transportbiobrændstoffer

I alle 3 scenarier forudsættes, at landbrugsjorden altovervejende anvendes til produktion af foder og fødevarer. Dyrkning af energiafgrøder accepteres dog i begrænset omfang ud fra et ønske om at foder- og fødevarerproduktion ikke reduceres væsentligt.

Som nævnt ovenfor kan dyrkningen af visse energiafgrøder på visse arealer dog kan give nogle positive sideeffekter (f.eks. reduceret kvælstofudvaskning, reduceret pesticidforbrug mv.) som kan berettiggte et skift i arealanvendelse fra foder og fødevarer til energiafgrøder.

Tabel 4.2. Scenarie 1. Biomasse prioriteret til forbrænding (maksimering af energiproduktion).

Biomasse til grøn gas	Biomasse til forbrænding	Biomasse til flydende transportbrændstoffer
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gylle</li> <li>• Dybstrøelse og fast møg</li> <li>• Organisk affald</li> <li>• Efterafgrøder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flis og brænde fra hugstafald og tynding i skove, hegn, parker og haver.</li> <li>• Overskudshalm fra korn, raps og frøgræs.</li> <li>• Biomasse fra naturarealer og ekstensivt dyrkede arealer.</li> <li>• Som energiafgrøder prioriteres poppel og pil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intet</li> </ul>

I **scenarie 1** er det målet, at dække så stor en del af brændselsbehovet til varme og kraftvarmeanlæggene som muligt med regionalt produceret biomasse. Det indebærer en maksimering af produktionen af forbrændingsegne biomasser, dvs. biomasser med lille vandindhold.

I dette scenarie prioriteres halm således til forbrænding fremfor til biogas eller til transportbrændstoffer. Og som energiafgrøder prioriteres vedbaserede biomasser som poppel og pil fremfor mere våde biomasser som græs, roer og majs. Biomasse fra naturarealer og ekstensivt dyrkede arealer forudsættes tørret inden anvendelse, f.eks. ved at bjærge disse som hø.

Scenarie 1 giver en god energimæssig udnyttelse af biomasserne idet energieffektiviteten ved forbrænding er højere end ved udnyttelse til biogas eller til transportbrændstoffer. Desuden er teknologierne til forbrænding af biomasse veludviklede og driftssikre. Til gengæld er værdien af el og varme relativt lav i forhold til mere forædlede energibærere som gas og flydende transportbrændstof.

I **scenarie 2** er det målet at prioritere de regionalt producerede biomasser til produktion af grøn gas i biogasanlæg eller i anlæg til termisk forgasning. Ved konvertering af biomassen til grøn gas udvides anvendelsesmulighederne. Grøn gas kan således bruges til transportformål og dermed medvirke til udfasning af dieselolie og benzin baseret på fossile kilder. Ved at rense og opgradere biogassen/forgasningsgassen kan den efterfølgende ledes ind i naturgasnettet, hvilket giver øget fleksibilitet i afsætningen og mulighed for at lagre energi i nettet.

Teknologierne til produktion af biogas er kendte og driftssikre, men økonomien i biogasproduktion er i de fleste tilfælde afhængig af offentlige tilskud. Teknologierne til termisk forgasning af biomasse er endnu ikke ret udbredte, men det forventes, at der kan udvikles effektive og driftssikre anlæg til forgasning af træ indenfor en overskuelig årrække (Energistyrelsen, 2014a). Således forventes det at en stigende andel af træbiomassen udnyttes til termisk forgasning fremfor forbrænding i perioden frem mod 2050. Til gengæld forventes det ikke at være muligt at nå frem til kommercielle anlæg til effektiv og driftssikker forgasning halm. I scenarie 2 forventes det at en stigende del af træbiomassen flytter fra forbrændingsanlæggene til forgasningsanlæggene frem mod 2050. Til gengæld forventes den del af halmen der ikke er plads til i biogasanlæggene fortsat anvendt til forbrænding.

Ved fuld udbygning af biogasanlæggene så der er kapacitet til at behandle 75 % af husdyrgødningen vil der være plads til at behandle halm svarende til omkring 430.000 tons TS sammen med det organiske affald, efterafgrøderne og biomassen fra naturarealerne og de ekstensivt udnyttede græsarealer. Det svarer til at lidt under halvdelen af halmpotentialet



udnyttes til biogasproduktion i 2035, mens resten af halmoverskuddet anvendes til forbrænding.

Energiudnyttelsen af biomassen i scenarie 2 er ikke så høj som i scenarie 1. Det skyldes dels, at der ikke sker en fuldstændig omsætning af tørstoffet i biomassen til gas og dels at der er et energiforbrug forbundet med selve konverteringen. Til gengæld så giver biogas og termisk forgasning bedre muligheder for at tilbageføre næringsstoffer og uomsat kulstof til landbrugsjorden, hvilket bidrager til at opretholde jordens frugtbarhed i det lange løb.

Tabel 4.3. Scenarie 2: Biomasser prioriteret til grøn gas (biogas og termisk forgasningsgas).

Biomasse til grøn gas	Biomasse til forbrænding	Biomasse til flydende transportbrændstoffer
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gylle</li> <li>Dybstrøelse og fast møg</li> <li>Organisk affald</li> <li>Efterafgrøder</li> <li>Overskudshalm som kan blandes i gyllen uden overbelastning af biogasanlæg.</li> <li>Biomasse fra naturarealer og ekstensivt dyrkede arealer.</li> <li>En stigende del af biomassen fra tynding i skove, hegn og haver udnyttes til termisk forgasning.</li> <li>Som energiafgrøder prioriteres roer, majs og slæmgræs til biogas og poppel og pil til termisk forgasning.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brænde fra hugstaffald og tynding i skove, hegn, parker og haver.</li> <li>Den del af træflisproduktionen som ikke anvendes til termisk forgasning.</li> <li>Overskudshalm, der ikke er kapacitet til at behandle i biogasanlæggene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet</li> </ul>

I **scenarie 3** er målet at prioritere den regionale biomasse til maksimal produktion af flydende transportbrændstoffer, hvor der her især tænkes på bioethanol. Det planlagte Maa-bjerg Energy Concept er et eksempel på et anlæg, der producerer bioethanol. Dette scenarie indebærer, at al overskudshalm anvendes til transportbrændstoffer og at der som energiafgrøder prioriteres hvede, roer, majs og i et begrænset omfang eventuelt også raps med henblik på anvendelse til biodiesel.

En af fordelene ved dette scenarie er, at biomassen udnyttes til produktion af en energibærer med høj værdi. Som ulempe kan nævnes, at konverteringsteknologierne fortsat skal udvikles og at det på kort sigt er usandsynligt at opnå rentable anlæg uden offentlige tilskud. Desuden er det nok en forudsætning, at der etableres meget store anlæg for at opnå de størrelsesøkonomiske fordele, der kan gøre produktion af flydende transportbrændstoffer rentabel. Store produktionsanlæg giver logistiske udfordringer, idet biomasserne skal transporteres over store afstande. Endelig er det en ulempe ved dette scenarie, at energiudnyttelsen i råvaren er relativt ringe.

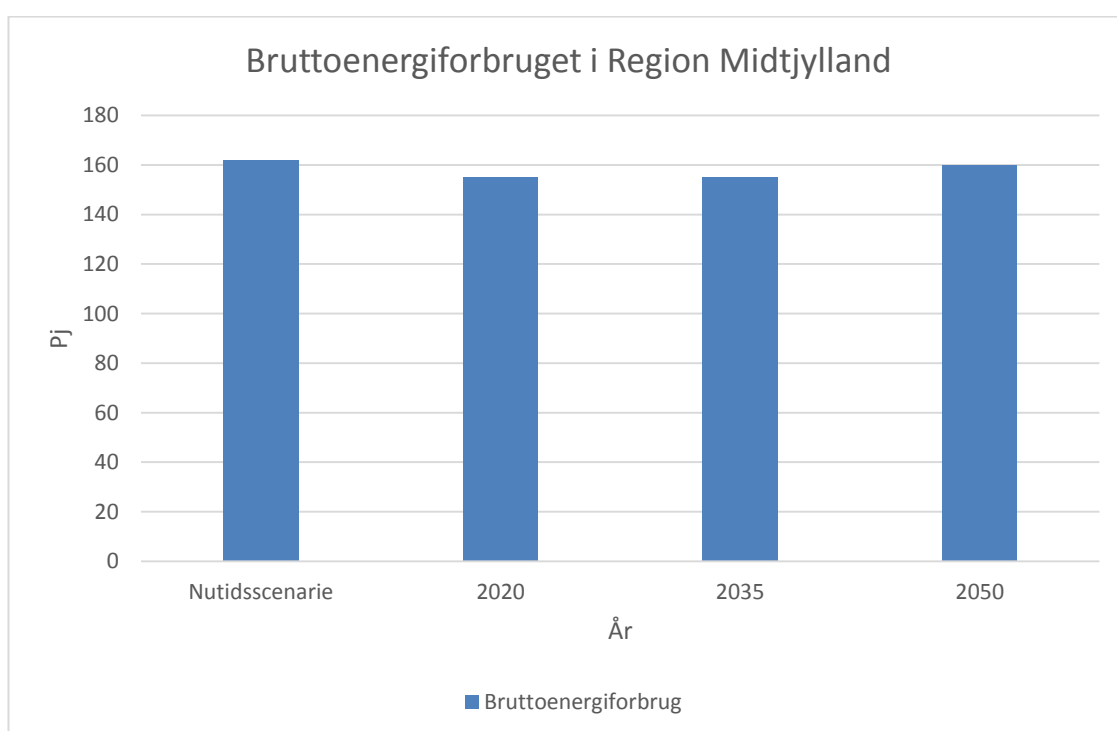
Tabel 4.4. Scenarie 3. Biomasser prioriteret til flydende transportbrændstoffer.

Biomasse til grøn gas	Biomasse til forbrænding	Biomasse til flydende transportbrændstoffer
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gylle</li> <li>Dybstrøelse og fast møg</li> <li>Organisk affald</li> <li>Efterafgrøder</li> <li>Biomasse fra naturarealer og ekstensivt dyrkede arealer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flis og brænde fra hugstaffald og tynding i skove, hegn, parker og haver.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al overskudshalm</li> <li>Som energiafgrøder prioriteres hvede, roer, majs og raps.</li> </ul>

## 5. TIDSFØLGE FOR UDNYTTELSE AF BIOMASSEPOTENTIALE

### 5.1 Energiforbrug og udnyttelse af biomasse frem mod 2050

Udviklingen i bruttoenergiforbruget i Region Midt er opgjort af PlanEnergi og Region Midtjylland (2012) for 2009, 2025 og 2050. Endvidere har Energistyrelsen udarbejdet fremskrivninger for landets forventede energiforbrug i (Energistyrelsen 2012a og 2012b). Hvis disse lægges til grund kan udviklingen i bruttoenergiforbruget i Region Midt i 2020, 2035 og 2050 forventes kun at udvise mindre variationer som vist i figur 5.1, idet der antages at ske en betydelig energieffektivisering af eksisterende teknologier (PlanEnergi og Region Midtjylland, 2012).



Figur 5.1. Fremskrivning af bruttoenergiforbruget i Region Midtjylland på kort, mellemlang og lang sigt. (PlanEnergi og Region Midtjylland, 2012)

I nutidsscenariet udnyttes regionalt produceret biomasse i energiforsyningen svarende til ca. 18 PJ (PlanEnergi og Region Midtjylland, 2012), mens potentialet er opgjort til 39 PJ, jf. afsnit 3; dette potentiale omfatter alene de aktuelt tilstedeværende biomasser – på det aktuelt dyrkede areal, samt potentialet for "Miljø- og energiafgrøder", som beskrevet i afsnit 3.

Det samlede biomasseforbrug i Region Midtjylland i nutidsscenariet er opgjort til ca. 35 PJ (PlanEnergi og Region Midtjylland, 2014). Udover den regionalt producerede biomasse, udgøres dette forbrug i alt væsentligt af importerede træpiller og en mindre andel importeret træflis.

Det vil sige, at hvis man sammenholder potentialet med det aktuelle forbrug og udelukkende ser på antallet af PJ, kan Region Midtjylland i princippet være selvforsynende med biomasse i nutidsscenariet. Der er dog ingen storskala produktion af træpiller i Region Midtjylland, og derfor importeres disse til de centrale værker (og i et vist omfang til mindre værker og private anlæg).

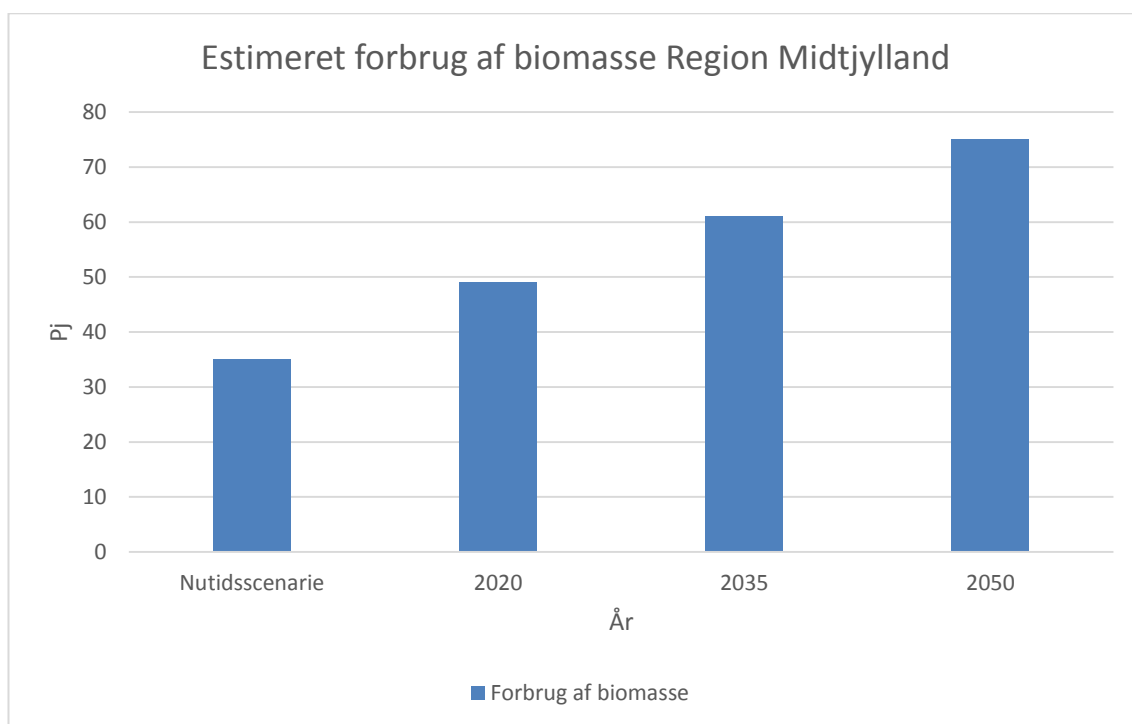
Forbruget af biomasse vil stige i de kommende år. Allerede nu gennemføres konkrete tiltag (anlæggene i Lisbjerg, Studstrup, Skanderborg-Hørning), der medfører et stigende forbrug. Disse tiltag vil allerede i 2020 betyde, at forbruget af biomasse vil være mindst 47PJ. Hertil kommer eventuelle øvrige tiltag. Planerne for et ethanol-anlæg ved Måbjerg med et planlagt forbrug på 300.000 tons halm årligt vil f.eks. øge forbruget med yderligere ca. 4,4 PJ.

Frem mod 2035 forventer vi en yderligere stigning (i forhold til 2020) i biomasseforbruget. På større værker, i det private forbrug og i industrien udgør de fossile brændsler i nutidssceneriet et energiforbrug svarende til ca. 42 PJ. Hvis en tredjedel af dette forudsættes omstillet til biomasse, kan forbruget antages at stige til i alt 61 PJ. Dette tal kan igen blive højere, f.eks. ved evt. ethanolproduktion ved Måbjerg. I 2050 estimeres en yderligere stigning til mindst 75 PJ.

Af andre faktorer, der kan påvirke forbruget af biomasse kan nævnes:

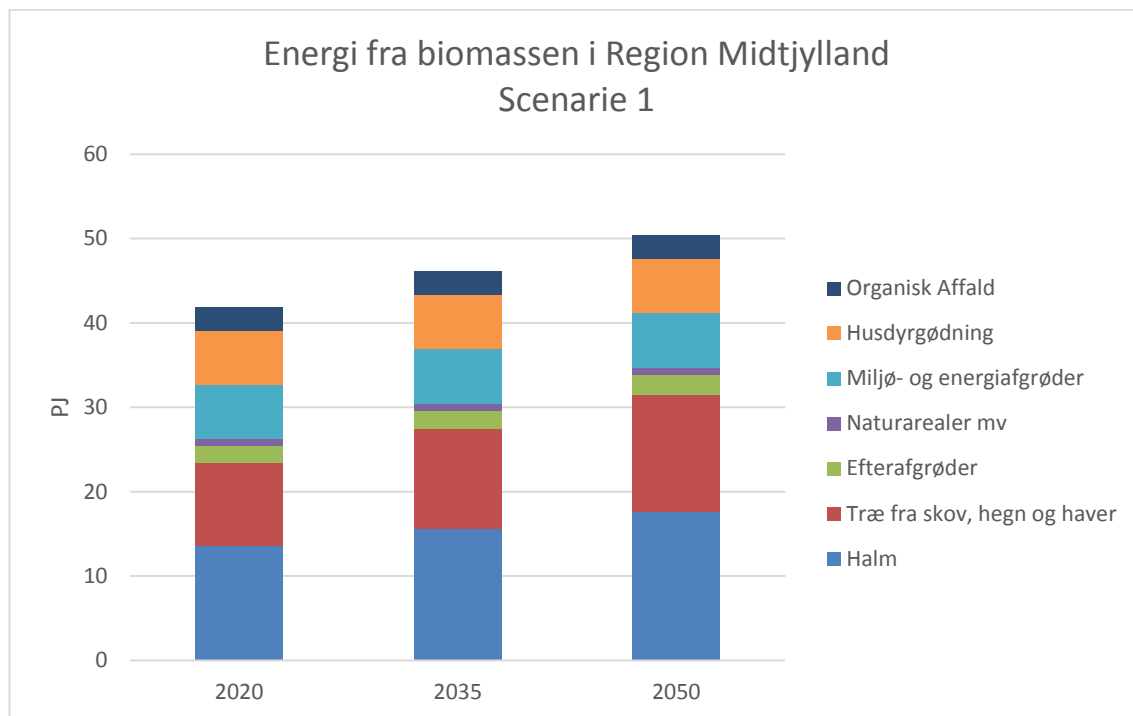
- Ønsket om en væsentlig forøget udnyttelse af husdyrgødningen til biogas; for at opnå rentabel drift skal der tilføres andet organisk materiale, og i mangel af organisk affald kan tilføres halm. Agrotech har estimeret, at der vil skulle anvendes op mod 300.000 tons halm til dette formål.
- En række barmarksværker får formentligt mulighed for at omstille til biomasse (Dansk Fjernvarme, 2014).

I figur 5.2 er vist estimerede forbrug af biomasse frem mod 2050. Estimaterne er – som oven for angivet – usikre, og skal her alene tjene til at angive nogle størrelsesordener som kan holdes op mod de potentialer for produktion af bioenergi fra biomasse, der følger af de opstillede scenarier.



Figur 5.2. Estimering af biomasseforbruget i Region Midtjylland på kort, mellemlang og lang sigt.

Potentialet for produktion af biomasse til energi kan/vil ligeledes ændres frem mod 2050. For eksempel vil ændringer i husdyrproduktionen (produktionens omfang, staldindretning osv.) påvirke den halmmængde, der er til rådighed for energiproduktion. Tilsvarende kan produktionen af halm øges ved forædling og mængden af træflis fra de eksisterende skovarealer kan øges gennem ændret dyrkningspraksis.



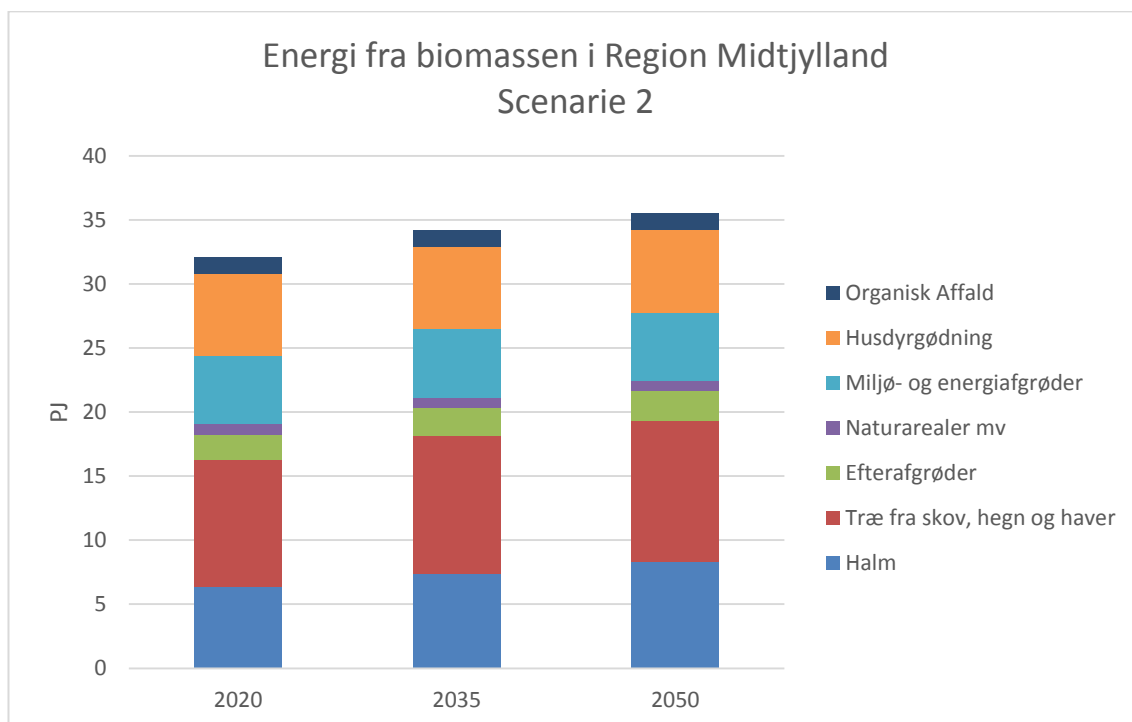
Figur 5.3. Potentiale for energiproduktion i Region Midt fra de forskellige biomasser ved gennemførelse af scenarie 1.

I figur 5.3 er vist, hvor stor en energiproduktion der kan opnås fra de forskellige biomasser, såfremt mest muligt af biomassen anvendes til forbrænding, jf. scenarie 1. Med de forudsætninger, der er anvendt for fremskrivning af bruttoenergiforbruget og potentialet for biomasseproduktion vil biomassen kunne dække knapt en tredjedel af bruttoenergiforbruget i 2050 (jf. figur 5.1). Det ses endvidere, at med de anvendte forudsætninger for biomasseproduktion, vil der allerede fra 2020 være underskud af biomasse i Region Midt i forhold til det forventede forbrug jf. figur 5.2. Der vil således skulle ske en netto import af biomasse for at dække forbruget i regionen.

Den forøgelse af biomassepotentialet, der er forudsætningen for tallene i figur 5.3 sker alene ved en større produktion på de eksisterende arealer. Således vurderes det, at flisproduktionen fra de eksisterende skovarealer kan fordobles frem mod 2050, alene gennem ændret dyrkningspraksis; det er endvidere værd at bemærke, at denne fordobling af flisproduktionen ikke vil medføre et forøget forbrug af sprøjtemidler og gødning (HedeDanmark, Skovdyrkerne og Dansk Skovforening, 2011). Også egentlig skovrejsning vil forøge produktionen af træ og flis. Det er imidlertid usikkert, i hvilket omfang dette vil kunne effektueres, idet dette vil forudsætte, at man inddrager yderligere arealer. Hertil kommer muligheden for at forøge biomasseproduktionen ved dyrkning af egentlige energiafgrøder jf. afsnit 3.3.6. (udover de medtagne "Miljø- og energiafgrøder") Dette vil ligeledes forudsætte, at man inddrager yderligere arealer til dette formål.

For scenarie 2 er dækningsgraden for biomasse ikke så høj som i forbrændingsscenariet. Dette skyldes, at biomassen ikke omsættes så godt (til energi) i et biogasanlæg som ved fuldstændig forbrænding i en kedel. Til gengæld har biogasscenariet så en række andre fordele frem for forbrænding, jf. afsnit 4.2 og afsnit 5.4.

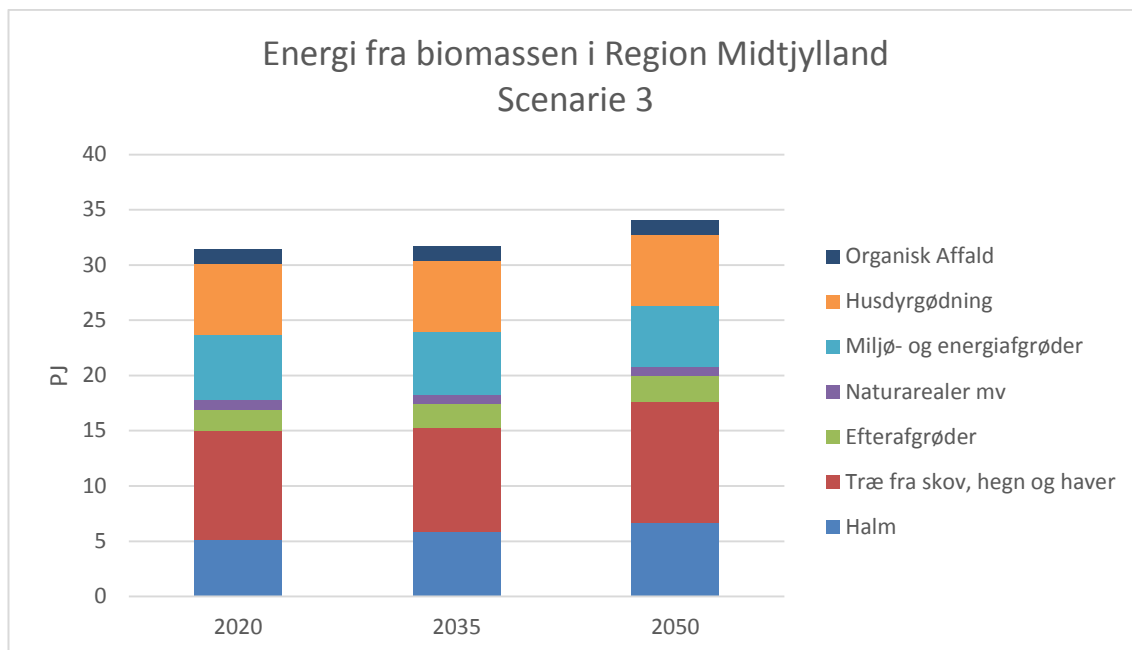
I figur 5.4 er vist, hvor stor en energiproduktion der kan opnås fra de forskellige biomasser, såfremt mest muligt af biomassen anvendes til biogas/grøn gas produktion, jf. scenarie 2. Igen vil der være mulighed for yderligere produktion af biomasse i form af energiafgrøder, der i givet fald må dyrkes på nye arealer.



Figur 5.4. Potentiale for energiproduktion i Region Midtjylland fra de forskellige biomasser ved gennemførelse af scenarie 2.

Mens det samlede bruttoenergiforbrug i Region Midtjylland forventes at stagnere frem mod 2050, forventes den andel af bruttoenergiforbruget, der anvendes til transport at stige, således at den i 2050 forventes at udgøre ca. 50 % af bruttoenergiforbruget (PlanEnergi og Region Midt, 2012).

En stor del af dette forventes dækket af el, nemlig den del der går til let transport (personbiler) og togdrift. Men en del af energiforbruget til transport forventes fortsat at skulle komme fra flydende brændsler; det kan evt. være i form af flydende ethanol, biogas (eller komprimeret biogas), men det er også relevant at se på, hvor stor en andel af bruttoenergiforbruget/transportforbruget, der i givet fald kan dækkes af andre flydende biobrændsler, jf. scenarie 3. Dette er vist i figur 5.5.



Figur 5.5. Potentiale for energiproduktion i Region Midtjylland fra de forskellige biomasser ved gennemførelse af scenarie 3.

## 5.2 Konverteringsmetoder og behov for teknologiudvikling

De tre scenarier beskrevet i afsnit 4 er udtryk for forskellige former for udnyttelse af biomasse, og dermed også på de produkter, der kommer ud af konverteringen:

- Scenarie 1 – forbrænding. Biomassen forbrændes, i kedler, og hvorved der produceres varme eller el/varme. En mindre del af biomassen (den "våde" del) anvendes til biogas.
- Scenarie 2 – grøn gas. Mest muligt af biomassen anvendes til biogas. På lang sigt (2050) anvendes træflis fra skovene til termisk forgasning, mens biomasse fra hegn og haver mv fortsat afbrændes.
- Scenarie 3 – transportbrændstoffer. Mest muligt af biomassen konverteres til flydende brændstoffer, der kan anvendes til transport. Konverteringen sker på sigt i bioraffinaderier, hvor energiproduktionen ikke nødvendigvis er det primære.

I tabel 5.1 beskrives, hvorledes biomassen forventes udnyttet i de tre scenarier i 2020, 2035 og 2050. Den forventede udvikling i udnyttelsen af biomassen forudsætter en teknologiudvikling frem mod 2050, specielt for scenarie 2 og 3.

Tabel 5.1. Udvikling i anvendelsen af biomasse for de tre scenarier

	Scenarie 1 – forbrænding	Scenarie 2 - Biogas/Grøn gas	Scenarie 3 - Transportbrændstoffer og bioraffinering
Nutidsscenarie	Fast biomasse forbrændes i kedler til varme og på kraftvarmeværker til produktion af el og varme	Biogas produceres på fællesanlæg og gårdanlæg; stort set alle anlæg anvender en kombination af husdyrgødning og organisk affald (max 25 %).  Biogassen anvendes stort set udelukkende til kraftvarme  Der er enkelte småskala anlæg til termisk forgasning af biomasse	Der produceres biodiesel fra animalsk affald (DAKA).  Der er etableret et bioraffinaderi til produktion af ethanol fra halm (INBI-CON), dog ikke i fuldskala.
2020	Som nu; der etableres fortsat anlæg til forbrænding af biomasse.  Anlæg med fleksibilitet i brændselsvalg prioriteres  Stigende udbytter fra de eksisterende skovarealer betyder, at den samlede kapacitet kan øges.	Biogas produceres som nu på gårdanlæg og fællesanlæg, men der er øget fokus på optimeret anvendelse af husdyrgødningen.  Andre <u>restprodukter</u> som eksempelvis halm anvendes i stigende omfang.  Nye anlæg etablerer i vidt omfang anlæg til opgradering af biogassen til naturgas-kvalitet	Anlæg til produktion af bioethanol er etableret
2035	Forbrænding af biomasse anvendes i stigende grad til udligning af variationer i energiforbruget, hvorved biomassens særlige muligheder i relation til lagring af VE udnyttes  Fortsat anvendelse	Biogassen integreres med andre energiformer i et fleksibelt energisystem.  Overskudsstrøm anvendes til forøgelse af biogasproduktionen gennem brintproduktion.  Naturgasnettet anvendes til distribution	Der produceres bioethanol på bioraffinaderier  Biogas opgraderes til transportbrændstof (komprimeret og/eller flydende) på centrale anlæg  Anvendelsen af de biobase-rede transportbrændstoffer drejes i stigende grad over mod den tunge trafik

	af træpiller og lignende i mindre, private anlæg	af biogas. Fuldskala anlæg til termisk forgasning (af træ)	
2050		Biogassen (især fra større anlæg) anvendes kun i begrænset omfang til kraftvarme  Gas fra termisk forgasning af træ indgår på lige fod med biogas i energiforsyningen  Gassen fra den termiske forgasning anvendes i vidt omfang til biobrændstof.	Biobrændstoffer/bioenergi er ikke det primære output fra bioraffinaderier.  Restprodukter fra bioraffinering anvendes til biogas  Anvendelsen af de biobaserede transportbrændstoffer sker fortrinsvis i den tunge trafik

### 5.3 Effekterne ved de tre scenarier

De forskellige teknologier, der danner udgangspunkt for hovedlinjerne i de tre scenarier har hver især en række fordele og ulemper. Disse er opsummerede i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Fordele og ulemper ved de forskellige teknologier – og dermed scenarier. Delvist efter Miljøstyrelsen (2011).

Scenarie	Fordele	Ulemper
Scenarie 1 - forbrænding	Kommercielt tilgængelig og velkendt teknologi  Højt nettoenergiudbytte ved kraftvarmeproduktion  Privatøkonomisk konkurrencedygtig  Simpel indsamling af affald/biomasse	Lille fleksibilitet i anvendelsen af den producerede energi (el/varme)  Selv om aske fra forbrændingen kan genanvendes, vil der være et betydeligt tab af næringsstoffer.  Ingen tilbageførsel af organisk materiale til jorden
Scenarie 2 – Grøn gas  Biogas	Kommercielt tilgængelig og velkendt teknologi  Kan sikre god energiudnyttelse af våde biomasser, herunder gylle og akvatisk biomasse (alger).	Vanskelig økonomi uden anvendelse af supplerende letomsætteligt affald  Risiko for lugtgener



<p>Termisk forgasning</p> <p>Metanisering</p>	<p>Biogas kan både afbrændes direkte til kraftvarme og opgraderes til transport</p> <p>På sigt kan biogas også bruges til produktion af andre stoffer (ikke nødvendigvis energi)</p> <p>Næsten alle former for fast biomasse kan potentielt udnyttes til forgasning.</p> <p>Gas kan konverteres til andre produkter, herunder motorbrændstof.</p> <p>Overskudsstrøm fra vindmøller anvendes til at øge gasproduktionen på biogasanlæg. Dette giver bedre lagringsmuligheder og fleksibilitet.</p>	<p>I Danmark er termisk forgasning af biomasse indtil nu kun gennemført i pilotskala.</p> <p>Halm og affald er vanskeligt at forgasse termisk.</p> <p>Der sker et vist tab af næringsstoffer og organisk materiale.</p> <p>Økonomien i metanisering er en barriere</p>
<p>Scenarie 3 - transportbrændstoffer</p> <p>Bioethanol (2. generation)</p>	<p>Produktion af flydende brændstof (f.eks. metanol eller dimethylether) ud fra træ, halm o.l.</p> <p>Fleksibel proces fremtidssikret til nye teknologisor</p> <p>Meget rene brændstoffer med lave emissioner</p> <p>Produktion af flydende motorbrændstof (ethanol) fra celluloseholdige restprodukter, bl.a. halm</p> <p>Ethanol iblandet benzin under 10 % kan uden videre anvendes i benzinmotorer og kan erstatte fossilt baseret benzin</p> <p>Rest- og biprodukter kan genanvendes som brændsel og foder</p>	<p>Teknologien kræver endnu en del udvikling</p> <p>Kan kræve motormodifikationer</p> <p>Procesøkonomi og samlet miljøprofil stadig usikker</p> <p>Kræver store centrale produktionsanlæg</p> <p>Dårlig ressourceudnyttelse</p> <p>Kræver store anlæg og dermed store investeringer. Kan udnytte overskudsvarme fra kraftværker</p> <p>Produktionsmål (liter ethanol/ton halm) endnu ikke nået i fuldskala drift</p>

Biodiesel (2. generation)	Produktion af biodiesel ud fra animalsk fedt og andre restprodukter  Produktet kan umiddelbart erstatte eller supplere fossilt baseret diesel  Kommercielt tilgængeligt  Høj drivhusgasfortrængning  Rest- og biprodukter kan genanvendes	Begrænset råvaregrundlag
---------------------------	---	--------------------------

## 5.4 Anbefalet scenarie

De skitserede scenarier 1, 2 og 3 beskriver effekterne ved en ensidig satsning på henholdsvis forbrænding, biogas/grøn gas og transportbrændstoffer. Hvert af scenarierne har en række fordele og ulemper, som skitseret i afsnit 5.4. Ved at kombinere scenarierne kan de bedste egenskaber fra hvert scenarie opnås samtidigt med at flest mulige ulemper undgås eller minimeres. I det følgende beskrives det scenarie for anvendelse af biomasse i energiforsyningen frem mod 2050, som vurderes at give de største samlede fordele for Region Midt, under hensyntagen til arealanvendelse, miljøhensyn samt vækst og beskæftigelsesmæssige effekter.

### 5.4.1. Produktion og anvendelse af biomasse i Region Midtjylland 2020-2050

Vi anbefaler, at produktionen af biomasse i Region Midtjylland maksimeres, dog således at produktionen af fødevarer og foder i al væsentlighed opretholdes, og således at det ikke påvirker miljøet i negativ retning. Biomasseproduktionen kan øges markant, samtidigt med at miljø, natur og rekreative hensyn tilgodeses. Den øgede produktion og udnyttelse af biomasse vil endvidere betyde vækstmuligheder og forøget beskæftigelse i regionen.

Det anbefales, at optimere udnyttelsen af efterafgrøder til biogasproduktion. Mulighederne for begrænset gødskning uden at øge kvælstofudvaskningen bør undersøges med henblik på en forøgelse af biomasseudbyttet. På kort sigt nedmuldes hovedparten af efterafgrøderne dog fortsat, hvilket kompenserer for fjernelse af halm, men på mellemlang og lang sigt skal efterafgrøderne i stigende grad udnyttes i biogasanlæg. Biomassen fra udyrkede arealer skal ligeledes anvendes fuldt ud på lang sigt.

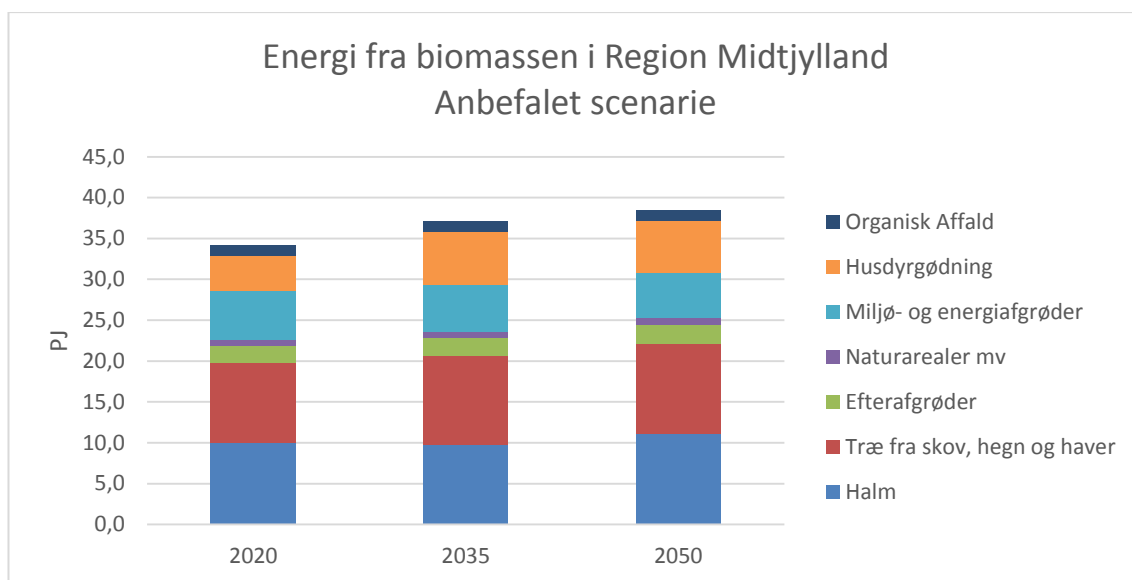
Udbygningen med landbrugsbaserede biogasanlæg (med husdyrgødning som væsentligste biomasse) anbefales accelereret, således at op mod 75 % af husdyrgødningen udnyttes fra 2025. Som supplerende biomasser i biogasanlæggene skal halm, efterafgrøder og biomasse fra udyrkede arealer indføres. Endvidere udgør akvatisk biomasse (alger) på lang sigt et potentiale for en forøgelse af biogasproduktionen.

Dyrkning af energiafgrøder kan bidrage til at øge mængden af lokalt produceret biomasse samtidig med, at der opnås en række fordele og synergier. Således kan energiskov (poppel og pil) bidrage til at reducere kvælstofudvaskningen fra sårbare landbrugsarealer samtidig med at kulstofindholdet i jorden øges. Græs giver mulighed for væsentligt højere biomasseproduktion pr. hektar end f.eks. kornafgrøder og ved anvendelse i bioraffineringsanlæg kan græsset udnyttes til samproduktion af proteinfoder og bioenergi. Samtidig bidrager større arealer med græs til at nedbringe kvælstofudvaskningen. Brugen af energiafgrøder skal dog

balanceres, således at det ikke fører til nogen væsentlig reduktion i foder- og fødevarerproduktionen. I det anbefalede scenarie forudsættes energiafgrøder som udgangspunkt derfor kun anvendt som beskrevet jf. "Miljø- og Energiafgrøder"; såfremt der viser sig yderligere muligheder for at inddrage arealer, kan produktionen således umiddelbart øges.

I det anbefalede scenarie udnyttes regionens (tilgængelige) ressourcer af halm og træ (fra skove samt småskove, hegn og haver) fuldt ud allerede fra år 2020. Det samme gælder den organiske del af husholdningsaffaldet. Det forudsættes, at 50 % af husdyrgødningen samt "Miljø- og energiafgrøder" anvendes fra 2020 stigende til 100% fra 2035. På samme måde stiger udnyttelsen af efterafgrøder fra 20 % i 2020 til 100% i 2050, mens udnyttelsen af biomasse fra udyrkede naturarealer stiger fra 40 % i 2020 til 100 % i 2050.

I figur 5.6 er vist, hvor stor en energiproduktion der kan opnås fra de forskellige biomasser i det anbefalede scenarie. Der vil være behov for en betydelig nettoimport af biomasse til Region Midtjylland for at kunne matche det estimerede forbrug, jf. figur 5.2.



Figur 5.6. Potentiale for energiproduktion i Region Midtjylland fra de forskellige biomasser ved gennemførelse af det anbefalede scenarie.

På kort og mellemlang sigt vil halm og især træ for en stor dels vedkommende fortsat blive anvendt til el- og varmeproduktion, ikke mindst fordi en række af de store biomassefyrede værker har en restlevetid, der rækker frem mod 2035. I takt med at teknologierne til termisk forgasning af træ bliver fuldt kommercialiserede, skal der imidlertid etableres fuldskala anlæg hertil, således at en stor del af energiproduktionen fra biomassen på lang sigt kan kanaliseres over i transportsektoren. Halmen vil på mellemlang og lang sigt i stigende omfang blive anvendt i biogasanlæg samt i bioraffinaderier til produktion af transportbrændstoffer.

I tabel 5.3 er vist, hvor stor en del af de forskellige biomassetyper, der forudsættes anvendt til hhv. forbrænding, biogas/grøn gas og flydende transportbrændstoffer i det anbefalede scenarie. I 2020 anvendes al halm, der er til rådighed til energiformål (dvs. fraregnet landbrugets forbrug og ikke bjærgbar halm): 70 % heraf forventes fortsat afbrændt i varme- og kraftvarmeverker samt private halmfyr, mens de resterende 30 % tilføres biogasanlæggene. I 2035 udnyttes ligeledes 100 %, men anvendelsen er skiftet, således at en større del nu 40 % nu forudsættes anvendt til produktion af ethanol, f. eks. på Måbjerg-anlægget.

For miljø- og energiafgrøderne, der udgøres af græs hhv. poppel/pil forudsættes 50 % udnyttelse i 2020, heraf udnyttes 25% (græsset) til biogas, mens de resterende 25% (poppel/pil) forbrændes. Fra 2035 udnyttes 100 % af potentialet for denne biomassestype; græsset tilføres fortsat til biogasanlæg, mens en del af poppel/pil-biomassen forudsættes anvendt i anlæg til termisk forgasning. Denne andel øges yderligere i 2050.

Mængden af biogas/grøn gas vil skal også forøges gennem et samspil med overskuds-el fra vindenergi (og evt. solceller); i perioder med stor el-produktion skal der produceres brint, der sammen med CO<sub>2</sub>-en i biogassen kan omdannes til yderligere metan. Da dette imidlertid ikke er et udtryk for ændring i biomasseproduktionen/udnyttelsen i Region Midtjylland, behandles emnet ikke yderligere her.

Tabel 5.3. Tidsfølge for udnyttelse af biomassepotentialet i Region Midtjylland i det anbefalede scenarie.

% -fordeling	2020			2035			2050		
	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof
Halm	70	30	0	30	30	40	10	40	50
Efterafgrøder	0	20	0	0	50	0	0	100	0
Biomasse fra udrykkede naturarealer	0	40	0	0	70	0	0	100	0
Egentlige skovarealer (Danmarks Statistik)	100	0	0	70	30	0	30	70	0
Biomasse fra småskove, hegn, haver	100	0	0	80	20	0	70	30	0
Miljø- og energiafgrøder	25	25	0	35	65	0	15	85	0
Gylle, dybstrøelse og fast staldgødning	0	50	0	0	75	0	0	75	0
Organiske del af husholdningsaffaldet	90	10	0	30	70	0	20	80	0

Omkring 2020 forventes, at en produktion af egentlige transportbrændstoffer er etableret, dette figurerer dog først på tabellen i 2035. Det skal også nævnes, at der jo allerede sker en produktion af biodiesel fra animalske restprodukter. Denne er ikke medtaget her, idet det er vanskeligt at vurdere, hvor stor en andel af biomassen til dette anlæg, der kommer fra Region Midt. Endvidere forventes produktionen herfra at være uændret over perioden.

### 5.4.2. Udnyttelse af biomassen i Region Midtjylland 2020-2050

Forventningerne til udviklingen i energiforbruget i Region Midt frem mod 2050 tilsiger, at der sigtes mod størst mulig produktion af gas og transportbrændstoffer. En markant satsning på konvertering af biomassen til gas (fra biogas og termisk forgasning vil også sikre, at der er en smidig og hensigtsmæssig sammenhæng mellem de vægtigste biomasseressourcer i Regionen (husdyrgødning, halm, træ-biomasser) og udviklingen i energiproduktion og -forbrug, herunder ikke mindst muligheden for at dække behovet i de dele af transportsektoren, der ikke umiddelbart vil kunne dækkes med el.

I takt med at biomassen i stigende grad anvendes i bioraffinaderier (se nedenunder), herunder til transportbrændstoffer, vil der være mindre biomasse til rådighed til el- og varmeproduktion. Selv om en betydelig effektivisering i el- og varmesektoren forventes at reducere behovet, vil øvrige VE-former (sol, vind, varmepumper) på længere sigt skulle erstatte det lavere input fra biomassen.

I tabel 5.4 er vist, hvordan anvendelsen af energien fra biomassen forventes at udvikle sig i det anbefalede scenarie. For den del af biomassen, der anvendes til forbrænding (jf. tabel 5.3) forudsættes produkterne være el og varme i forholdet 30 % / 70 %. Selv om der er et potentiale for forøgelse af el-virkningsgraden på kraftvarmeværkerne, forventes forholdet at være konstant; dette skyldes, at en større andel af den biomasse, der i 2050 fortsat anvendes til forbrænding, vil blive anvendt i mindre anlæg og private kedler.

Biogassen forventes i 2020 fortsat anvendt hovedsageligt til kraftvarme, hvor 40 % af energien bliver til el og 60 % til varme. Herefter forventes en ændring af anvendelsen af biogas og gas fra træforgasning over mod transportsektoren, således at 75 % af den gas, der kommer fra biomasse i 2050 (jf. tabel 5.3) forventes anvendt til transport.

Tabel 5.4. Tidsfølge for udnyttelse af energien fra biomassen i det anbefalede scenarie.

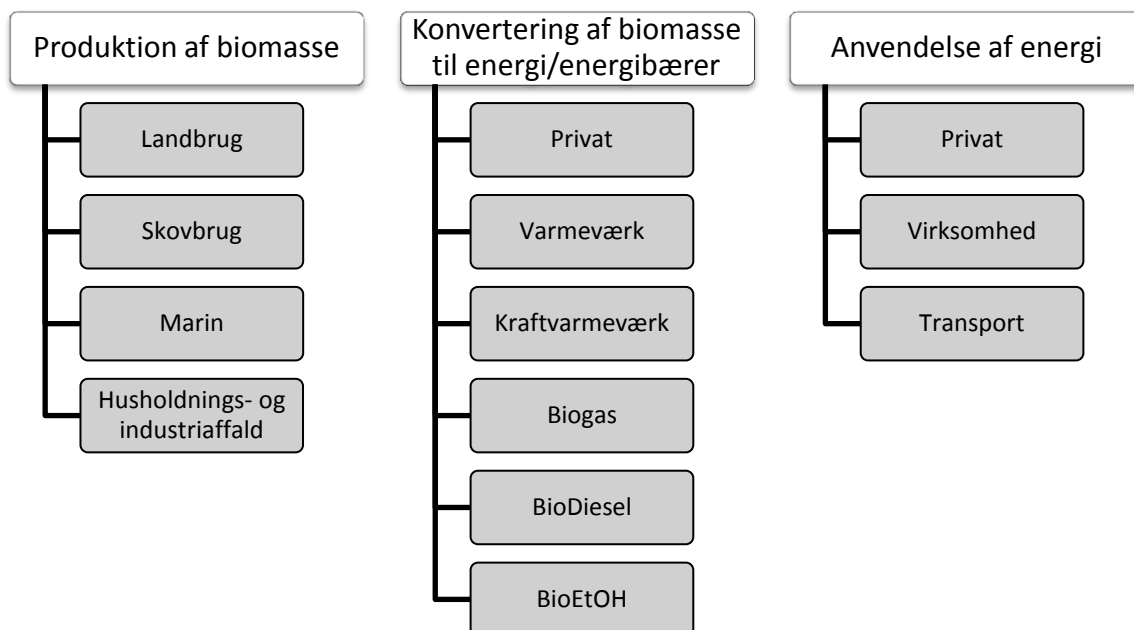
% -fordeling	2020			2035			2050		
	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof	Forbrænding	Biogas/grøn gas	Transportbrændstof
Varme	70	60		70	30		70	15	
El	30	40		30	20		30	10	
Transportbrændstoffer					50	100		75	100

På lang sigt er det muligt, at det primære fokus for udnyttelsen af biomasse ikke nødvendigvis er energiproduktion. Fremtidens bioraffinaderier vil fokusere på en optimal udnyttelse af ressourcerne, hvor højværdiprodukter som farmaceutica og fødevarer prioriteres højt, men der vil fortsat være et betydeligt output af energi. Her er det vigtigt at prioritere transportbrændstoffer og gas, der giver den højeste værdi og fleksibilitet i forhold til el og varme.

## 6. ORGANISERING, FINANSIERING OG RAMMEVILKÅR

### 6.1 Opsummering af nuværende rammevilkår

Rammevilkårene for biomasse til energiformål består af en lang række nationale og internationale love, bekendtgørelser, direktiver mv. Forholdene kompliceres yderligere af, at biomasseområdet er komplekst både hvad angår produktion af biomasse, konvertering og anvendelse energien, som illustreret i figur 6.1.



Figur 6.1. Rammebetingelserne for biomasse til energi skal tage højde for en lang række aktører, processer og samfundsforhold i forsøget på at fremme den ønskede udvikling på området.

I Annex A til denne rapport er opsummeret vigtig lovgivning og incitamenter (støtteordninger) der har indflydelse på udviklingen inden for biomasse til energi. Med henblik på at udpege de vigtigste indsatsområder i udformningen af fremtidige rammebetingelser, blev dette specifikt taget op med nøgleaktører på området i forbindelse med den workshop, der afholdtes i regi af dette projekt den 2. oktober 2014.

### 6.2 Forslag til ændrede rammevilkår og incitament-strukturer

De største barrierer for det skitserede scenarie for øget anvendelse af biomasse i energiforsyningen i Region Midt frem mod 2050 vurderes at være knyttet til omstillingen til en effektiv konvertering til transportbrændstoffer, dog således at udfordringerne ligger på flere niveauer.

På biogasområdet ligger udfordringen især i at opnå rentabel drift på et stigende antal biogasanlæg, hvor en stor del af biomassegrundlaget udgøres af husdyrgødning, og hvor der er begrænset adgang til organisk affald med højt energipotential. Dette er et fokusområde, hvor der skal sættes ind her og nu, hvis det skal lykkes at nå op på 75 % udnyttelse af husdyrgødning til biogas i 2025.

For termisk forgasning af træ er der en række pilot- og storskala projekter i gang nationalt og internationalt. Den periode, der forløber indtil de nuværende store værker i regionen står over for udskiftning (15-25 år) skal bruges til at finde den eller de optimale teknologier, der kan sikre en effektiv omsætning af biomassen til gas i store anlæg.

Konvertering af biomasse til 2. generations transportbrændstof er endnu ikke etableret i stor skala, og der er et betydeligt potentiale for optimering og effektivisering af processerne.

En stor udfordring frem mod 2050, hvor energiforbruget skal dækkes helt af vedvarende energi, bliver at sikre, at de forskellige VE-former kan fungere sammen, således at effektiv udnyttelse af ressourcerne kombineres med en høj forsyningsikkerhed til de lavest mulige omkostninger.

I og med at en betydelig del af energipotentialet fra biomassen ønskes anvendt i transportsektoren (primært i den tunge transport), bliver udfordringerne i højere grad at øge fleksibiliteten for de fluktuerende VE-former (sol og vind), hvor en effektiv lagring af energien bliver helt central.

Politisk er det vigtigt, at rammebetingelserne – nationalt og internationalt – udformes, så de ønskede teknologiskift fremmes. Et marked, der efterspørger produkter – både i form af biomasse og teknologiske løsninger – er en forudsætning for at opnå den ønskede udvikling og de ønskede mål. Derfor skal en stor indsats lægges i, at de danske politikere arbejder for at der skabes et internationalt marked for anvendelse og handel med bæredygtigt produceret biomasse.

For producenterne af biomasse omfatter relevante rammebetingelser endvidere, at miljømæssige gevinster ved produktion af biomasse værdisættes og honoreres.

For at opnå den ønskede hurtige udvikling på biogasområdet er det nødvendigt med økonomiske rammebetingelser, der muliggør rentabel drift uden tilførsel af affald med højt energipotential, samtidig med at fortsat optimering fremmes, således at tilskuds-behovet på sigt reduceres.

De relativt høje omkostninger til produktion af 2. generations biobrændstoffer betyder, at en økonomisk kompensation er nødvendig for at teknologierne videreudvikles og optimeres. På længere sigt (i takt med at produktionen øges) kan stigende krav til iblanding (og sluttelig udfasning af fossile brændstoffer) udgøre det "træk" i markedet, der fører til at udviklingen accelereres.

## **7. ALTERNATIV ENERGIPRODUKTION PÅ LANDBRUGSAREALER**

---

### **7.1 Anvendte forudsætninger for sammenligning af forskellige anvendelser af landbrugsarealer**

#### Arealanvendelse

Opdraget i denne delopgave er at sammenligne udnyttelsen af landbrugsarealet til biomas-seproduktion med en udnyttelse af de samme arealer til solvarme, solcelle- og vindkraftan-læg. Biomasse er i sammenligningen differentieret i energiafgrøder og restbiomasse. Ved energiafgrøder forstås i denne forbindelse afgrøder, der etableres, dyrkes og høstes med henblik på energiproduktion; der kan godt være sideprodukter fra konverteringen, der an-vendes til ikke-energimæssige formål (f.eks. ved etanolproduktion fra halm). Ved restbio-masse forstås biomasse fra det pågældende areal, hvor det primære formål med dyrkningen ikke er energiproduktion (for eksempel betragter vi halm fra dyrkning af korn til kon-sum/foder som en restbiomasse)

Der tages ikke højde for, at der efterfølgende for nogle teknologier skal bruges arealer til forarbejdning mv. for at energiproduktet er til rådighed. For eksempel, leveres vindmølle-strøm fra "1 ha vindmøller" direkte ind på nettet, mens man til 1 ha halm der anvendes til kraftvarme – udover selve den ene ha med halm – skal bruge et vist areal til lagring af halm samt til det kraftværk og de faciliteter, der omsætter halmen til strøm og varme.

I nogle tilfælde vil det – udover den primære anvendelse - være muligt at opnå en supple-rende energiproduktion fra den pågældende hektar. For eksempel kan der (og vil der oftest) på 1 ha med maksimal installeret vindmølleeffekt dyrkes korn eller andre (energi-) afgrøder, der også kan bidrage med en konkret energiproduktion. I sådanne tilfælde kvantificeres det energimæssige bidrag.

I modsætning hertil kunne nævnes arealer med solceller; her vurderes ikke at kunne dyrkes en høstbar energiafgrøde. Der kan måske græsse nogle får eller lignende, hvilket naturligvis har en værdi, men dette beskrives alene under sideeffekter.

#### Energiproduktion fra 1 ha

Kun produkter, der direkte er energi (eks. el fra vindmøller, varme fra solvarmeanlæg) eller bliver brugt til egentlig energiproduktion (eks. pileflis til varme, halm til kraftvarme) med-regnes i den angivne energiproduktion fra 1 ha. Det vil sige, at hvis der for eksempel fra produktion af raps-methyl-ester (RME, biodiesel baseret på raps) kommer en rapskage, der udnyttes til foder, medregnes dette ikke i energiproduktionen, selv om rapskagen basalt set repræsenterer et energipotential.

#### Brutto- og nettoenergi-potentiale

Energi-potentialet opgives som bruttoenergien fra den pågældende kilde. Dvs. for en energi-afgrøde opgives energimængden som 1 ha af afgrøden repræsenterer i form af nedre brændværdi; der indregnes ikke lagertab, konverteringstab osv. På samme måde opgives for vindmøller og solceller/solvarmeanlæg den energimængde, som gennemsnitligt kan produce-res på 1 ha; der indregnes ikke nettab og lignende. Der er heller ikke indregnet energifor-brug til fremstilling, vedligeholdelse, bortskaffelse mv. af anlæggene.



## 7.2 Resultater og kommentarer

I tabel 7.1 er vist brutto- og nettoenergiproduktionen pr ha for forskellige typer biomasse sammenlignet med andre vedvarende energiformer. Bruttoenergiproduktionen er udtryk for den energimængde (nedre brændværdi), der reelt er i afgrøden, mens der ved nettoenergiproduktionen er fratrukket energi til dyrkning mv. af afgrøden/biomassen.

Tabel 7.1. Energiproduktion pr ha fra forskellige biomasetyper og andre VE-kilder.

Kategori	Biomasetype/ beskrivelse	Energi- produktion	Energi- produktion	Anvendelse
		Brutto (GJ/ha)	Netto (GJ/ha)	
Biomasse, energi-afgrøder <sup>1)</sup>	Hvede (kerne og halm)	170	152	Kraftvarme, varme, biogas, ethanol, biodiesel, bioraffinering/optimeret anvendelse
	Vinterrug (kerne og halm)	154	137	
	Raps (frø og halm)	134	118	
	Roer	308	286	
	Majs	202	187	
	Slætgræs	176	165	
	Pil	168	160	
Biomasse, restprodukter <sup>2)</sup>	Halm fra kornafgrøder, raps og frøgræs	59	57	Biogas, kraftvarme, varme, ethanol
Biomasse, skov <sup>3)</sup>	Bøg	217		Kraftvarme, varme, termisk forgasning
	Bøg og Lærk	461		
Solvarme <sup>4)</sup>		4500		Varme
Solceller <sup>5)</sup>		1200-1500		El
	Solcelleanlæg på Flyvestation Karup	1224 <sup>6)</sup>		
Vindkraft	Vindkraft (Klim Fjordholme)	2600 <sup>7)</sup>		El
	Vindkraft (Trolldhede)	1699 <sup>8)</sup>		
	Vindkraft med supplerende biomasseudbytte fra arealet (halm)	1699/2600 + 153		

<sup>1)</sup> Biomasse energiafgrøder er landbrugsafgrøder, der dyrkes med det formål at producere energi. Tallet er beregnet af AgroTech, 2014.

<sup>2)</sup> Biomasse restprodukter er afgrøder eller dele heraf, der er et biprodukt ved produktion af en anden afgrøde. Tallene er beregnet af AgroTech, 2014.

<sup>3)</sup> Tallene er hentet fra *HedeDanmark, Skovdyrkerne og Dansk Skovforening (2011)*.

<sup>4)</sup> Tallet for solvarme er hentet fra *PlanEnergi (2014)*.

<sup>5)</sup> Tallet for solcelle-el er hentet fra *PlanEnergi (2014)*.

<sup>6)</sup> Tallet er beregnet fra *Viborg Kommune (2013)* og *Forsvaret.dk (2013)*.

<sup>7)</sup> Produktionen fra Klim Fjordholme vindmøllepark er beregnet fra *Jammerbugt Kommune (2012)*.

<sup>8)</sup> Produktionen fra Trolldhede vindmøllepark er hentet/beregnet fra *Ringkøbing-Skjern Kommune (2010)*.

Tabel 7.1 viser, at det generelt er mest effektivt at udnytte arealerne til vindkraft eller anlæg, der direkte udnytter sollyset – dvs. til direkte varme- eller el-produktion. Typisk vil bruttoenergiproduktionen – målt i GJ/ha/år – være i størrelsesordenen en faktor 5-10 højere end ved biomasseproduktion. Udfordringerne herved er imidlertid mange, herunder især den fluktuerende produktion og lagringsproblematikken samt for solvarmens vedkommende også begrænsninger i anvendelsesmulighederne (kan umiddelbart kun anvendes til varme).

For energiafgrøderne er der også en betydelig variation i den potentielle energiproduktion fra én ha. Roer repræsenterer således et potentiale, der er i størrelsesordenen dobbelt så stort som kornafgrøderne samt slætgræs og pil. De dyrkningsmæssige konsekvenser for de forskellige afgrøder skal imidlertid også tages i betragtning, som beskrevet i afsnit 3.4. Specielt kan nævnes, at pilekulturer og efterafgrøder har en positiv indvirkning på kvælstofudvaskningen, ligesom roer og græs – pga. den lange vækstsæson – giver lavere kvælstofudvaskning end f.eks. majs.

Ved etablering af skovarealer med ændret dyrkningspraksis kan der opnås en energiproduktion pr ha, der er mere end dobbelt så høj som for landbrugs energiafgrøderne, og dette uden brug af sprøjtemidler og gødning. Den ændrede dyrkningspraksis består eksempelvis i etablering af blandede beplantninger (bøg/lærk) som beskrevet af (HedeDanmark, Skovdyrkerne og Dansk Skovforening, 2011).

Ved etablering af landbaserede vindkraftanlæg kan mindst 90 % af arealet udnyttes til produktion af landbrugsafgrøder, og dermed kan f. eks. halmen fra kornafgrøder udgøre en supplerende energiproduktion.

Sammenligningen af forskellige energikilders energiproduktion pr. arealenhed giver et billede af det relative arealforbrug for de forskellige energikilder. Der er her ikke regnet eller vurderet på andre relevante forhold, som økonomi, beskæftigelse, miljø, indpasning i energisystemet mv. Sammenligningen viser, at energikilder som vindkraft, solceller og solvarme har klart det mindste arealbehov set i forhold til alle former for biomasse.

Sammenlignes forskellige former for biomasse har biomasse fra skov det mindste arealbehov, mens roer og evt. slætgræs (hvis øget gødskning kan finde sted) har det mindste arealbehov for biomasse på landbrugsområdet.

## 8. REFERENCER

---

**Birkmose, T., Hjort-Gregersen, K. & Stefanek, K. (2013):** *Biomasse til biogasanlæg i Danmark på kort og langt sigt. AgroTech. 63 s.*

**Budgetkalkuler (2014):** Budgetkalkuler for diverse afgrøder. Hentes på hjemmesiden Farmtal Online, baseret på en database ved Videncentret for Landbrug: <https://farmtalonline.dlbr.dk/Navigation/navigationtree.aspx>. Beskrivelse af Farmtal Online: <http://it.dlbr.dk/DLBROkonomiIT/FarmtalOnline/DLBRFarmtalOnline.htm>. Særligt om kalkuler for salgsafgrøder: <https://www.landbrugsinfo.dk/Oekonomi/Budgetkalkuler/Sider/Saerligt-om-kalkuler-for-salgsafgroeder-konventionel.aspx>. Kalkuler for salgsafgrøder er ajourført 5/2 2014.

**Börjesson, P. & Tufvesson, L.M. (2011):** *Agricultural crop-based biofuels – resource efficiency and environmental performance including direct land use changes. Journal of Cleaner Production, 19, 108-120.*

**Dalgaard, T., Jørgensen, U., Petersen, S.O., Petersen, B.M., Kristensen, T., Hermansen, J.E. & Hutchings, N. (2010):** *Landbrugets drivhusgasemissioner og bioenergiproduktionen i Danmark 1990-2050. Rapport til Klimakommissionen, 25/9 2010. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. 55 s.*

**Danmarks Statistik (2014a):** *Statistikbanken. Udbyttedata fra tabellen 'HST77: Høstresultat efter område, afgrøde og enhed'. Udbyttedata hentet 12/9 2014.* <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1024>.

**Danmarks Statistik (2014b):** *Statistikbanken. Varedeklaration 'Høsten af korn m.v.':* <http://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/kvalitetsdeklarationer/hoesten-af-korn-m-v-.aspx>

**Elsgaard, L., Jørgensen, U., Gylling, M., Holst, T., Andersen, H. & Nikolaisen, L. (2011):** *Anvendelsesmuligheder for halm til energiformål. Notat udarbejdet for Region Midtjylland. 15 sider.*

**Energistyrelsen (2012a):** *Fremskrivninger; <http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/fremskrivninger>*

**Energistyrelsen (2012b):** *Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050; [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/Energianalyser/nyeste/energiscenarier\\_-\\_analyse\\_2014\\_web.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/Energianalyser/nyeste/energiscenarier_-_analyse_2014_web.pdf)*

**Energistyrelsen (2014a):** *Analyse af bioenergi i Danmark. Energistyrelsen. Downloadet fra [www.ens.dk/analyser](http://www.ens.dk/analyser). 160 sider.*

**Energistyrelsen (2014b):** *Biogas i Danmark – status, barrierer og perspektiver. Energistyrelsen. 102 s.*

**Forsvaret.dk, 2013:** *Nyt stort solcelleanlæg på Flyvestation Karup).* [http://www2.forsvaret.dk/nyheder/overige\\_nyheder/Pages/solcellerkarup.aspx](http://www2.forsvaret.dk/nyheder/overige_nyheder/Pages/solcellerkarup.aspx)

**Graudal, L., Nielsen, U.B., Schou, E., Thorsen, B.J., Hansen, J.K., Bentsen, N.S. & Johannsen, V.K. (2014):** *Muligheder for bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010-2100. Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret*

økonomi. IGN Rapport. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. 86 s. ill.

**Gylling, M., Jørgensen, U., Bentsen, N.S., Felby, C. & Johannsen, V.K. (2012):** + 10 Mio. tons planen – muligheder for en øget dansk produktion af bæredygtig biomasse til bio-raffinaderier.. Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet, 30 s.

**HedeDanmark, Skovdyrkerne og Dansk Skovforening (2011):** Danske skove kan fordoble udbuddet af træ til energi;  
<http://www.ft.dk/samling/20111/almdel/KEB/bilag/122/1058296/index.htm?samling/20111/almdel/KEB/bilag/122/1058296/index.htm>

**Hvelplund & Lund (2011):** Notat om data til vurdering af beskæftigelsesmæssige konsekvenser af investering i forskellige energiteknologier.

**Hvid, S.K. (2012):** Efterafgrøder til biogas er ikke rentable med aktuelle priser på biogas. Planteavl/orientering 092, Landbrugsinfo, 16/2 2012.

**Jammerbugt Kommune, 2012:** Vindmøller ved Klim Fjordholme. Miljørapport.

**Jørgensen, K. (2014):** Personlig meddelelse.

**Jørgensen, U., Sørensen, P., Adamsen, A.P. & Kristensen, I.T. (2008):** Energi fra biomasse – Ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. DJF Markbrug nr. 134. 77 s.

**Jørgensen, U. & Olesen, J.E. (2013):** Behov for ny, grøn revolution i landbruget. Kronik i Ingeniøren 4. december 2013. <http://ing.dk/artikel/kronik-behov-ny-groen-revolution-i-landbruget-164753>. 2 sider.

**Jørgensen, U., Elsgaard, L., Sørensen, P., Olsen, P., Vinther, F.P., Kristensen, E.F., Ejrnæst, R. Nygaard, B., Krogh, P.H., Bruhn, A., Rasmussen, M.B., Johansen, A., Jensen, S.K., Gylling, M. & Bojesen, M. (2013):** Biomasseudnyttelse i Danmark. – Potentielle ressourcer og bæredygtighed. DCA Rapport nr. 033. December 2013. Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 129 s.

**Larsen, S.U., Bruun, S. & Lindedam, J. (2012):** Straw yield and saccharification potential for ethanol in cereal species and wheat cultivars. Biomass and Bioenergy, 45, 239-250.

**Miljøstyrelsen (2011):** Miljøteknologi på affaldsområdet - Danske styrkepositioner og potentialer - Bilag 3 Affaldsteknologier i det teknologiske kredsløb – brændsler/energiydelse;  
<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2010/978-87-92668-30-1/html/kap10.htm>

**NaturErhvervsstyrelsen (2014):** Dataudtræk fra Gødnings- og Husdyrindberetningen (GHI) fra gødningsplanperioden 2010 – 2011.

**Nielsen, U.B., Madsen, P., Hansen, J.K., Nord-Larsen, T. & Nielsen, A.T. (2014).** Production potential of 36 poplar clones grown at medium length rotation in Denmark. Biomasse & Bioenergy, 64, 99-109.

**Oversigten over Landsforsøg (2011):** Udbytter i roesortsforsøg. Afsnittet Sorter, energi- og foderroer, s.333-336.

**PlanEnergi (2014):** Personlig kommentar. Jørgen L. Olesen, PlanEnergi.

**PlanEnergi og Region Midtjylland (2012):** Perspektivplan for 50% Vedvarende Energi i Region Midtjylland i 2025.

**Ringkøbing-Skjern Kommune (2010):** *Vindmøller ved Troldhede. VVM-redegørelse og Miljørapport.*

**Skøtt, T. (2014):** Dyrk græs i stedet for korn. Forskning I Bioenergi nr. 49. September 2014, side 10-11.

**US Dept. Of Energy (2004):** <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35097.pdf>

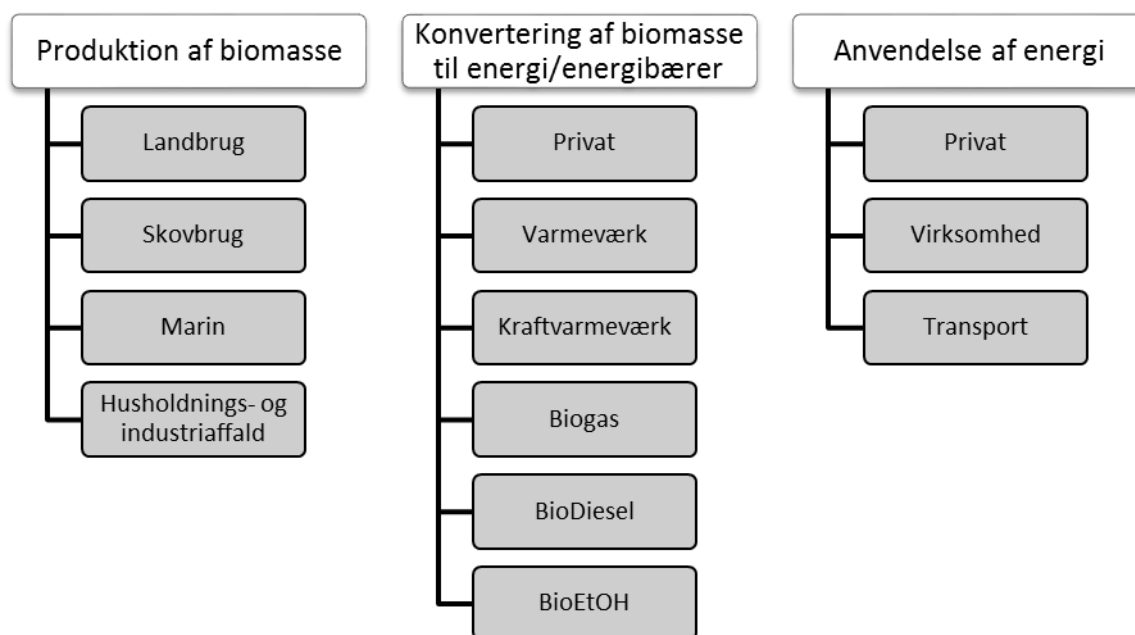
**Vestergaard, A.V. (2014).** *Personlig kommunikation med Annette Vibeke Vestergaard, Specialkonsulent, Planter & Miljø, PlanteInnovation, Videncentret for Landbrug.*

**Viborg Kommune (2013):** *Solcelleanlæg på Flyvestation Karup.*

**Videncentret for Landbrug (2014):** *Farmtal Online. Data hentet den 16. december 2014 fra: <https://farmtalonline.dlbr.dk>*

## ANNEX A: VÆSENTLIGE RAMMEBETINGELSER I FORM AF LOVGIVNING OG STØTTEORDNINGER

Dette annex indeholder en gennemgang af vigtig lovgivning og støtteordninger i relation til produktion af biomasse, konvertering og anvendelse af energi. Materialet er struktureret i henhold til følgende overskrifter:



### A1. RAMMEBETINGELSER FOR PRODUKTION AF BIOMASSE

#### Landbrug

Inden for landbruget findes en række støtteordninger i forbindelse med dyrkning af landbrugsarealer samt husdyrbrug. Nogle af de vigtigste er vist Tabel A1.

Tabel A1. Lovgrundlag for landbrugsmæssig produktion af biomasse.

Lov/Bekendtgørelse	Beskrivelse
LBK nr 879 af 26. juni 2010	Miljøbeskyttelsesloven
LBK nr. 244 af 28. februar 2013	Landbrugsstøtteleven
BEK nr. 907 af 29. juli 2014	Direkte støtte til landbrugere efter grundbetalingsordningen m.v.
BEK nr. 908 af 29. juli 2014	Markblok og elektronisk fællesskema

Herudover findes en lang række støtteordninger, der på virker landmændenes muligheder – og incitament til – at producere og levere biomasse til energi.

Oversigt over landmandsrettede støtteordninger, fordelt på følgende områder:

- Arealstøtte
- Husdyr
- Natur og miljø
- Økologi

*Tabel A2. Oversigt over tilskudsmuligheder under Arealstøtte (Kilde: [www.landbrugsinfo.dk](http://www.landbrugsinfo.dk)).*

Titel	Beskrivelse
Ekstensivt landbrug	1-årigt tilskud til arealer, der drives landbrugsmæssigt med nedsat tilførsel af gødning og uden brug af pesticider.
Enkeltbetalingsordning	Tilskud til arealer, der drives landbrugsmæssigt. Tilskuddet afhænger af betalingsrettighedernes værdi.
Etablering af flerårige energiafgrøder	Støtte til etablering af flerårige energiafgrøder med det formål at fremme produktionen af biomasse, som kan erstatte fossile brændstoffer, og dermed reducere CO2 udledningen
Pleje af EB-støtteberettigede græsarealer	1-årigt tilskud til ekstensiv drift af permanente græsarealer med afgræsning eller slæt
Pleje af græs- og naturarealer	5-årig støtte til arealer med græs eller natur, der er beliggende i Natura 2000 eller §3-område, er udpeget som naturperle, er omfattet af gentegning af græstilsagn, indgår i et vådområdeprojekt eller et Natura 2000 projekt med rydning eller hegning.
Produktion af flerårige energiafgrøder	Støtte til produktion af flerårige energiafgrøder med det formål at fremme produktionen af biomasse, som kan erstatte fossile brændstoffer, og dermed reducere CO2 udledningen.
Økologi tilskud til omlægning	5-årigt tilsagn om tilskud til arealer, der drives økologisk i hele tilsagnsperioden
Ø-støtte	Tilskud til jordbrugsmæssigt drevne arealer, dvs. arealer i omdrift og uden for omdrift, som benyttes til landbrugsformål. Ordningen er kun til jordbrugere på småøer

*Tabel A3. Husdyr - tilskudsoversigt (Kilde: [www.landbrugsinfo.dk](http://www.landbrugsinfo.dk)).*

Titel	Beskrivelse
Ekstensivt landbrug	1-årigt tilskud til arealer, der drives landbrugsmæssigt med nedsat tilførsel af gødning og uden brug af pesticider.
Gamle husdyrracer	Tilskud til at bevare gamle danske husdyrracer. Formålet med ordningen er at fastholde og helst øge populationsstørrelserne og fremme udbredelse af racerne til flest mulige avlere. Tilskud kan søges af personer og institutioner, som praktiserer renavl med oprindelige danske husdyrracer.
Handyr	Slagtepræmie pr. tyr eller stud. Ordningen ændres fra 2012, så slagtepræmie reduceres til ca. 40% af det nuværende niveau. For de resterende 60% af beløbsrammen udbetales der et afkoblet tillæg beregnet på handyrproduktionen i referenceperioden 2009-2011
Moderfår	Fåreavlere, der har mindst 10 moderfår og præmierettigheder, kan søge om tilskud til moderfår. Præmien afkobles i 2012 og ændres til et afkoblet tillæg beregnet på gennemsnittet af produktionen i 2010 og 2011

Pleje af EB-støtteberettigede græsarealer	1-årigt tilskud til ekstensiv drift af permanente græsarealer med afgræsning eller slæt
Pleje af græs- og naturarealer	5-årigt tilsagn om tilskud til pleje af græs- og naturarealer.

*Tabel A4. Natur og miljø - tilskudsoversigt (Kilde: [www.landbrugsinfo.dk](http://www.landbrugsinfo.dk)).*

Titel	Beskrivelse
Akvatisk flora og fauna	Tilskud til forbedring af vandmiljø og beskyttelse af akvatisk fauna og flora. Ordningen omfatter tre forskellige indsatsområder: Beskyttelse og forbedring af miljøet inden for rammerne af NATURA 2000 Undersøgelse og videns opbygning vedrørende etablering af marine rev. Udsætning af ål
Fastholdelse af vådområder (20 årig)	20-årig tilsagn til fastholdelse af vådområder. Vådområderne skal være etableret med tilskud under vandmiljøplan III eller under Grøn Vækst.
Landskabs- og biotopforbedrende beplantninger	Tilskud til levende hegn og småbeplantninger i det åbne land
Plant for vildtet	Tilskud til plantning af træer og buske (vildtremiser, hegn og krat) i det åbne land til gavn for vildt
Private skove	Tilskud til rejsning af privat skov på landbrugsjord der ligger i et skovrejsningsområde eller et område, hvor skovrejsning er mulig. Områderne udlægges af kommunerne
Vandhuller og søer (mindre vådområder)	Tilskud til etablering af mindre vådområder og vandhuller. Ved vådområder forstås i denne sammenhæng ferske vådområder med permanent vandspejl under normale vejrforhold – jagttegnsmidler.
Vådområdeprojekter, kommunale	Tilskud til anlæg af vådområder. Projektet skal bl.a. medføre, at der netto fjernes mindst 113 kg kvælstof pr. ha pr. år inden for projektområdet.
Ekstensivt landbrug	1-årigt tilskud til arealer, der drives landbrugsmæssigt med nedsat tilførsel af gødning og uden brug af pesticider.
Etablering af flerårige energiafgrøder	Støtte til etablering af flerårige energiafgrøder med det formål at fremme produktionen af biomasse, som kan erstatte fossile brændstoffer, og dermed reducere CO2 udledningen
Anlæg af naturlige vandskandsforhold i Natura 2000	Der kan søge tilskud til projekter om anlæg af naturlige vandstandsforhold (hydrologi). Du kan typisk få tilskud til at afbryde dræn eller lukke afvandingsgrøfter i projektområdet. Ordningen giver tilskud til ikke-produktionsfremmende investeringer.
Pleje af EB-støtteberettigede græsarealer	1-årigt tilskud til ekstensiv drift af permanente græsarealer med afgræsning eller slæt
Grønt Udviklings og Demonstrations Program (GUDP)	Støtte til udviklings- og demonstrationsprojekter og netværksprojekter. De vigtigste kriterier er, at projektet bidrager til et grønnere miljø; bedre dyrevelfærd; mere effektiv produktion; sundere og bedre mad til forbrugere – samtidigt med at der sikres en øget vækst i fødevareerhvervet
Beskyttelse, etablering og genopretning af natur og miljø	Tilskud til ikke-produktionsfremmende tiltag inden for beskyttelse, etablering og genopretning af natur og miljø
Biogas	Der kan søges om tilskud til etablering og udvidelse af biogas fællesan-



	læg, etablering og udvidelse af biogas gårdanlæg samt supplerende be- drifts-investeringer, der vurderes nødvendige for at kunne levere biomas- se til anlæggene.
Etablering af vegetations- striber	Tilskud til etablering af vegetationsstriber
Græsningsprojekter	Tilskud til græsningsprojekter
Grønne partnerskaber	Støtte til grønne partnerskaber
Planlægning af natur- og miljøprojekter	Støtte til aktiviteter inden for planlægning af natur- og miljøprojekter
Særlige levesteder for dyrearter	Tilskud til ikke-produktionsfremmende tiltag der etablerer særlige leve- steder for dyrearter
Udarbejdelse af naturpla- ner	Støtte til udarbejdelse af naturplaner
Pleje af græs- og natur- arealer	5-årig støtte til arealer med græs eller natur, der er beliggende i Natura 2000 eller §3-område, er udpeget som naturperle, er omfattet af genteg- ning af græstilsagn, indgår i et vådområdeprojekt eller et Natura 2000 projekt med rydning eller hegning.
Rydning og forberedelse til afgræsning	Støtte til rydning og forberedelse til afgræsning på særligt udpegede arealer indenfor Natura 2000-områder.
Produktion af flerårige energiafgrøder	Støtte til produktion af flerårige energiafgrøder med det formål at fremme produktionen af biomasse, som kan erstatte fossile brændstoffer, og dermed reducere CO2 udledningen.
Jordfordeling	Tilskud til jordfordeling ved projekter, der omhandler; Særlige levesteder for dyrearter; Græsningsprojekter; Beskyttelse, etablering og genopret- ning af natur eller miljø.

*Tabel A5. Oversigt over de typiske tilskudsmuligheder indenfor økologisk landbrug (Kilde: [www.landbrugsinfo.dk](http://www.landbrugsinfo.dk)).*

<b>Titel</b>	<b>Beskrivelse</b>
Ekstensivt landbrug	1-årigt tilskud til arealer, der drives landbrugsmæssigt med nedsat tilfø- relse af gødning og uden brug af pesticider.
Grønt Udviklings og De- monstrations Program (GUDP)	Støtte til udviklings- og demonstrationsprojekter og netværksprojekter. De vigtigste kriterier er, at projektet bidrager til et grønnere miljø; bedre dyrevelfærd; mere effektiv produktion; sundere og bedre mad til forbru- gerne – samtidigt med at der sikres en øget vækst i fødevarerhvervet
Pleje af EB-støtte- berettigede græsarealer	1-årigt tilskud til ekstensiv drift af permanente græsarealer med afgræs- ning eller slæt
Økologi tilskud til omlæg- ning	5-årigt tilsagn om tilskud til arealer, der drives økologisk i hele tilsagns- perioden
Økologifonden (FØL)	Fonden for økologisk landbrug giver tilskud til projekter, der styrker ud- viklingsmuligheder og konkurrenceevne i økologisk landbrug.
Økologifremme	Støtte til projekter der fremmer produktion og afsætning af økologiske fødevarer.
Økologisk Investerings- støtte	Tilskud på op til 40 pct. af udgifter til investeringer i nye teknologier på økologiske bedrifter. Det er en forudsætning, at teknologien er omfattet af den liste over teknologier, som Aarhus Universitet har udarbejdet til brug for NaturErhvervstyrelsen.

## Skovbrug

*Tabel A6. Lov med indflydelse på rammebetingelser for skovdyrkning.*

Lov/Bekendtgørelse	Beskrivelse
LBK nr. 879 af 26. juni 2010	Miljøbeskyttelsesloven

## Marin biomasse

*Tabel A7. Lov med indflydelse på rammebetingelser for algedyrkning.*

Lov/Bekendtgørelse	Beskrivelse
LBK nr. 879 af 26. juni 2010	Miljøbeskyttelsesloven

## Husholdnings- og industriaffald

*Tabel A8. Love med indflydelse på rammebetingelser for udnyttelse af affald til energi.*

Lov/Bekendtgørelse	Beskrivelse
EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2008/98/EF af 19. november 2008	Affald og om ophævelse af visse direktiver
BEK nr. 1213 af 17. december 2012	Fastsættelse af prislofter og maksimalpriser for fjernvarme for affaldsforbrændingsanlæg
BEK nr. 1306 af 17. december 2012	Affaldsdatasystemet
LBK nr. 879 af 26. juni 2010	Miljøbeskyttelse
LBK nr. 1329 af 25. november 2013	Elforsyning

## A2. RAMMEBETINGELSER FOR KONVERTERING AF BIOMASSE TIL ENERGI ELLER ENERGIBÆRERE

*Tabel A9. Relevante love indenfor forbrænding af biomasse i kedler og motorer.*

Lov/Bekendtgørelse	Beskrivelse
LBK nr. 879 af 26. juni 2010	Miljøbeskyttelsesloven
LOV nr. 472 af 17. juni 2008	Lov om afgift af kvælstofoxider
BEK nr. 808 af 25. september 2003	Bekendtgørelse om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg.
BEK nr. 162 af 11. marts 2003	Bekendtgørelse om anlæg, der forbrænder affald

Følgende forbrændingsanlæg skal måle udledningen af kvælstofoxider i forbindelse med forbrænding:

- Energianlæg med en nominel termisk indfyret effekt større end 30 MW \*) regnet for hvert anlæg. For hver kedel, motor eller turbine med en indfyret effekt større end 30 MW skal der uafhængigt af brændselstype ske måling af udledning af NO<sub>x</sub>, regnet som NO<sub>2</sub>-ækvivalenter. I tilfælde, hvor der til én skorsten er tilsluttet flere kedler, der hver er mindre end 30 MW, men tilsammen større end 30 MW, er der ikke krav om måling.
- Energianlæg med en samlet indfyret nominel termisk indfyret effekt på 100 MW eller derover, hvor der er krav om AMS-måling af udledning af NO<sub>2</sub>-ækvivalenter til luften ved forbrænding efter Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 808 af 25. september 2003 om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg.
- Affaldsforbrændingsanlæg, hvor der er krav om AMS- måling af udledning af NO<sub>2</sub>-ækvivalenter til luften ved forbrænding efter Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 162 af 11. marts 2003 om anlæg, der forbrænder affald.
- Industrianlæg, hvor den årlige udledning af NO<sub>2</sub>-ækvivalenter til luften ved forbrænding overskrider 200 t NO<sub>x</sub>, regnet som NO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

Virksomheder, som ikke måler udledningen, skal betale afgift efter en standardsats for følgende brændselstyper:

1. Gas- og dieselolie, der bruges som motorbrændstof
2. Anden gas- og dieselolie
3. Svovlfri dieselolie
4. Fuelolie
5. Fyringstjære
6. Petroleum, der bruges som motorbrændstof
7. Anden petroleum
8. Autogas
9. Anden flaskegas og gas, der kommer fra raffinering af mineralsk olie og bruges som motorbrændstof
10. Anden flaskegas og gas, der kommer fra raffinering af mineralsk olie
11. Naturgas, dog ikke til motorer
12. Naturgas til motor (inklusive stationære)
13. Kul, koks, brunkul orimulsion og petroleumskoks (GJ)
14. Blyholdig benzin (blyindhold over 0,013 g/l)
15. Blyfri benzin (blyindhold højst 0,013 g/l)
16. Kul, koks, brunkul orimulsion og petroleumskoks (tons)
17. Biogas og andet flydende VE til motorer i store anlæg med en indfyret effekt på over 1.000 kW
18. Biogas og andet flydende VE til andet end motorer i store anlæg med en indfyret effekt på over 1.000 kW
19. Halm og anden fast biomasse, bortset fra træflis, i store anlæg med en indfyret effekt på over 1.000 kW
20. Træflis i store anlæg med en indfyret effekt på over 1.000 kW.

### **A3. RAMMEBETINGELSER FOR ANVENDELSE AF ENERGI**

#### **EU's energibeskatningsdirektiv**

EU's energibeskatningsdirektiv fastlægger de overordnede rammer for energibeskatningen i EU-medlemslandene, herunder minimumsafgiftssatser på fossile brændsler og elektricitet. Energibeskatningsdirektivet trådte i kraft 1. januar 2004.

Minimumsafgiftssatserne er fastsat for hvert enkelt energiprodukt, og er differentieret efter anvendelsesformål mellem motorbrændstoffer og erhvervsmæssig henholdsvis ikke-

erhvervsmæssig brug til opvarmning og elektricitet. Biobrændsler og elektricitet produceret ved VE er fritaget for de fælles minimumsafgifter.

Minimumsafgiftssatserne afspejler hverken energiprodukternes energi- eller CO<sub>2</sub>-indhold. Endvidere skelner minimumssatserne ikke mellem energiafgifter og CO<sub>2</sub>-afgifter. Såvel energiafgifter som CO<sub>2</sub>-afgiften tæller med i forhold til overholdelse af minimumssatserne.

### **Energiafgifter**

Forbrug af energi i Danmark reguleres ved energi- og miljøafgifter, herunder især gennem miljøafgifter på metan, SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> og gennem energiafgifterne på kul, affaldsbrændsel, gas, olie og el. Der er ikke energiafgifter på VE-brændsler.

Energiafgifterne differentieres efter, om energiforbruget vedrører transport, rumvarme og andre husholdningsmæssige formål mv., produktionsprocesser eller el-fremstilling. Energiafgiftssystemet består derfor af tre forskellige typer af afgifter:

- Energiafgifterne på energiindholdet i brændslerne
- CO<sub>2</sub>-afgiften på ikke kvoteomfattede CO<sub>2</sub>-udledninger
- Afgifter på udledning af de forurenende og sundhedsskadelige stoffer NO<sub>x</sub> og SO<sub>x</sub>

Energiafgifterne er fastlagt i fire forskellige love, og herudover findes energipakken.

*Tabel A10. Oversigt over lovgrundlag for fastlæggelse af energiafgiver.*

<b>Lov/Bekendtgørelse</b>	<b>Beskrivelse</b>
LOV nr. 89 af 9. marts 1977	Indførelse af energiafgift på elektricitet
LOV nr. 265 af 9. juni 1982	Indførelse af energiafgift på stenkul, brunkul, koks mv.
LOV nr. 419 af 14. juni 1995	Indførelse af energiafgift på naturgas og bygas
LOV nr. 1092 af 19. december 1992	Tilpasning af afgift på visse mineralolieprodukter til EU's regler om harmoniserede varer
BEK nr. 823 af 26. oktober 1995	Ikrafttræden af love om grønne afgifter (energipakken)
LOV nr. 417 af 14. juni 1995	Ændring af lov om kuldioxidafgift af visse energiprodukter og lov om fremskyndet tilbagebetaling af visse afgifter
LOV nr. 418 af 14. juni 1995	Ændring af lov om energiafgift af mineralolieprodukter m.v., lov om afgift af stenkul, brunkul og koks m.v. og lov om afgift af elektricitet
LOV nr. 419 af 14. juni 1995	Afgift af naturgas og bygas
LOV nr. 420 af 14. juni 1995	Ændring af lov om kuldioxidafgift af visse energiprodukter og lov om energiafgift af mineralolieprodukter m.v.
LOV nr. 421 af 14. juni 1995	Afgift af svovl
LOV nr. 472 af 17. juni 2008	Afgift af kvælstofoxid
LOV nr. 888 af 21. december 1991	Afgift af CO <sub>2</sub>
LOV nr. 528 af 17. juni 2008	Energiafgift på bioetanol og biodiesel
LOV 265 af 9. juni 1982	Afgiften på affaldsvarme

### **Energiafgifter til rumvarme mv. og produktionsprocesser**

Generelt beskattes brændsler som input, hvorimod el er beskattet som output. Derfor er brændsler til produktion af el fritaget for beskatning, mens forbruget af el pålægges afgift. Årsagen til, at el beskattes som output, er, at el importeres og eksporteres i stor målestok, og den el der forbruges i Danmark, ønskes beskattet.

### **Mineralogiske og metallurgiske processer**

Momsregistrerede virksomheder, der anvender energi til visse særligt energiintensive processer – mineralogiske og metallurgiske processer, elektrolyse og kemisk reduktion – kan opnå en fuld godtgørelse af energiafgiften af brændsler og elektricitet forbrugt til disse processer.

### **Energiafgift på VE-brændsler**

Der er på nuværende tidspunkt ikke energiafgift på VE-brændsler. Det betyder, at der er en afgiftsmæssig fordel ved at benytte VE-brændsler fremfor fossile brændsler.

### **Energiafgift til el-produktion**

Brændsler til elektricitetsproduktion er fritaget for energiafgift. Idet den producerede el beskattes. Det medfører, at der således er afgift på VE-el.

### **Energiafgift til transport**

Modsat de foregående anvendelsesområder, opkræves der også energiafgift af biobrændstof til vejtransport som for dieselolie og benzin.

### **Svovl- og NO<sub>x</sub>-afgift**

Svovlafgiften (SO<sub>2</sub>) og kvælstofoxidafgiften (NO<sub>x</sub>) opkræves af brændsler, hvor der er ved forbrænding sker udledning af SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> til luften. Det gælder fossile brændsler samt bio-brændsle (halm, træflis mv.) og affald, der indfyres i produktionsanlæg med en indfyret effekt på over 1 MW, når brændslet indeholder over 0,05 % svovl.

Svovlafgiften er fastlagt i lov nr. 421 af 14. juni 1995.

Kvælstofoxidafgiften er fastlagt i lov nr. 472 af 17. juni 2008

### **CO<sub>2</sub>-afgift**

CO<sub>2</sub>-afgiften pålægges de samme energiarter, som er belastet af energiafgift.

Dog er VE fritaget for CO<sub>2</sub>-afgift, idet VE forudsættes af vær CO<sub>2</sub>-neutralt.

CO<sub>2</sub>-afgift på visse energiprodukter blev indført ved:

- Lov nr. 888 af 21. december 1991

CO<sub>2</sub>-afgiftssatserne beregnes ud fra den mængde kulstof, der gennemsnitligt er indeholdt i de forskellige energiprodukter og dermed den mængde CO<sub>2</sub>, der udledes ved forbrænding.

Der skelnes ikke mellem, om brændslerne anvendes til rumvarme, proces eller vejtransport.

Ikke-kvoteomfattede virksomheder er tildelt et bundfradrag i CO<sub>2</sub>-afgiften for brændsler til tung proces. Bundfradraget i CO<sub>2</sub>-afgiftsloven svarer til gratiskvoterne for kvoteomfattede virksomheder.

### **Energiafgift på bioethanol og biodiesel**

I afgiftsmæssig sammenhæng forstås biobrændstoffer som flydende eller gasformige brændstoffer, som er fremstillet af biomasse, og som anvendes som motorbrændstof.

Der betales i dag mineralolieafgift af biobrændstoffer, der bliver anvendt som motorbrændstof. Biobrændstoffet er dog fritaget fra CO<sub>2</sub>-afgift. Afgiften på biobenzin og biodiesel er omregnet efter energiindhold, jf. lov nr. 528 af 17. juni 2008. Dermed bliver den reelle energiafgift den samme for biobrændstof og fossil brændstof.

### **Energiafgifter og affald**

Der betales som udgangspunkt energiafgift af affaldsvarme. Afgiften på affaldsvarme reguleres med kulafgiftsloven, der blev indført med lov 265 af 9. juni 1982. Desuden betales NO<sub>x</sub>-afgift og svovlafgift af de fleste varer, som er omfattet af kulafgiftsloven. For svovlafgiften gælder dog, at svovlindholdet skal overstige 0,05 %. Affaldsforbrændingsanlæg med en samlet nominel indfyret termisk effekt på mere end 20 MW er som udgangspunkt omfattet af kvoteordningen.

Ved forbrænding af affald skal der samlet betales affaldsvarmeafgift, tillægsafgift og CO<sub>2</sub>-afgift.

## **ANNEX B: NOTAT FRA BIOMASSE-WORKSHOP DEN 2/10-2014**

---

I det følgende gøres rede for anbefalinger og synspunkter, der fremkom under gruppearbejdet i workshoppen om biomassens rolle i den fremtidige energiforsyning i Region Midtjylland. Workshoppen blev gennemført torsdag den 2. oktober 2014 i Agro Business Park.

Det bemærkes, at der flere steder er tale om partsindlæg fra eksterne aktører. Synspunkterne skal betragtes som indspil og foreløbige drøftelser til brug for det videre arbejde med biomasseanalysen. Anbefalingerne og synspunkterne fra gruppearbejdet er ikke nødvendigvis et udtryk for Vestgruppens holdning.

### **Resultater fra gruppe 1: Fokus på biomasser til biogas**

#### Prioritering af biomasser til energiformål

Det er problematisk at anvende energiafgrøder i væsentligt omfang pga. indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC). Men det kan godt være relevant at bruge energiafgrøder i begrænset omfang som et energiholdigt supplement til gyllen. Her kunne roer være en egnet biomasse pga. det høje energipotential pr. hektar.

Som alternativ til energiafgrøder peges på dybstrøelse og halm som suppleringsbiomasse til at øge energiproduktionen fra gyllebaserede biogasanlæg. Men der kan også være andre relevante restprodukter, som kunne udnyttes. Måske er der et potentiale i afrens fra frøgræs?

#### Behov for ændrede rammebetingelser

Der er flere muligheder for at øge biomasserne til biogasproduktionen gennem forbedrede rammebetingelser. Et eksempel er at indføre tilskud til at høste og fjerne enggræs med henblik på brug i biogasanlæg. Et andet eksempel er at give tilladelse til gødskning af efterafgrøder, idet dette kunne øge udbyttet væsentligt og dermed give økonomi i at udnytte denne biomasseressource.

Udover udfordringen med at sikre tilstrækkeligt biomassegrundlag er der barrierer for at øge biogasproduktionen i form af finansiering og lokalisering af nye anlæg. Gruppen foreslår, at biogasanlæggene tilbydes samme tilskud uafhængig af anvendelse af den producerede gas.

#### Fra bioenergi til bioraffinering

Etablering af bioraffineringsanlæg giver mulighed for at øge bioenergiproduktionen, idet der ofte vil være forskellige reststrømme, som kan udnyttes til produktion af biogas. Eksempelvis kan slætgræs anvendes til produktion af proteiner, hvorefter restproduktet kan bruges til biogas.

#### Behov for teknologiudvikling

Der er brug for at udbrede viden og erfaring med brug af halm og dybstrøelse i biogasanlæggene idet det endnu ikke er normal praksis at udnytte disse biomasseressourcer. Mange biogasanlæg er skeptiske, men forskerne på Aarhus Universitet i Foulum har vist, at det rent teknisk godt kan lade sig gøre. Der er dog fortsat behov for at belyse økonomien i at installere og drive de teknologier, som gør det muligt at bruge halmen.

## Resultater fra gruppe 2: Fokus på halm og restbiomasser fra landbrug

Gruppen mener, at det ikke er realistisk, at der anvendes flere arealer til produktion af bioenergi, end der allerede er i omdrift i dag. Det vil sige, at en øget produktion af bioenergi skal ske gennem:

- Forædling af afgrøderne, så f.eks. halmudbytterne øges
- Bedre udnyttelse af arealerne
- Teknologiuudvikling

Der skal tænkes i fleksible og langsigtede løsninger og helhedsbetragtninger:

- I 2050 forestiller gruppen sig ikke biomassen anvendt med fremstilling af bioenergi som det primære formål.
- Biomassen indgår i bioraffinaderier med multiple output, og samtidig tilgodeses recirkulering af næringsstoffer.

Som udgangspunkt har jorden godt af at halmen bliver på marken (nedmuldes), men fjernelse af halm kan i vidt omfang kompenseres ved efterafgrøder, tilbageførsel af afgasset biomasse og evt. ændrede sædskifter.

Direkte anvendelse af kerne og øvrige foder- og fødevarerprodukter til bioenergi anses grundlæggende som uholdbart. Men hvis f.eks. halsæd tilføres til bioraffinaderier, hvor foder eller fødevarer er en del af outputtet, kan energiudnyttelse af restfraktioner godt være en del af den optimerede anvendelse af biomassen.

På kort sigt er halm og restprodukter fortsat mest velegnet til afbrænding. I takt med at teknologierne udvikles, ser gruppen en drejning over mod anvendelse til biogas og bioraffinering. På samme måde mener gruppen, at biogassen på længere sigt skal anvendes mere "intelligent" end "blot" til kraftvarme, dvs. til mere forædlede energiprodukter med højere værdi.

Mulighederne for at lagre vedvarende energi – især vind og sol - bliver fremover helt afgørende for, hvornår anvendelse af biomasse kan ændres fra varme eller kraftvarme til mere kvalificerede formål.

## Resultater fra gruppe 3: Energiafgrøder og biomasser fra skov, hegn mv.

### Biomasseanvendelse

Om biomassen skal anvendes til forbrænding eller forædles til produkter med højere værdi, f.eks. transportbrændstoffer er ikke så afgørende set fra skovejeren synspunkt. Men skovejeren vil gerne have sikkerhed for, at der er interesserede købere, når biomasseprodukterne er klar til høst. -Og at man i mellemtiden ikke holder igen med udbygningen af flisfyrede varmegærker, fordi man venter på f.eks. et bioethanol-raffinaderi, som måske aldrig kommer.

Set fra skovejeren synspunkt er det vigtigt med lange planlægningshorisonter. Perioden frem til 2050 kan med fordel opdeles i to faser á ca. 20 år. I perioden frem til ca. 2035 skal vedbaseret biomasse fortsat primært anvendes til forbrænding. Hvordan biomassen skal anvendes efter 2035 afhænger af den teknologiuudvikling, som sker frem til 2035. Men det kunne meget vel være, at biogassens rolle vokser i løbet af de næste par årtier samtidig med at mindre af det regionalt producerede biomasse anvendes til forbrænding.



Skovbruget har ingen præferencer for slutanvendelse, men skovbruget har en lang tidshorison og behov for tryk i afsætningen, hvis dyrkningen skal indrettes til at give mere biomasse til energiformål.

#### Rammebetingelser

Vedrørende biomasseforbrugssiden, så er der behov for at afgiftsbegunstigelsen af biomasse i forhold til fossile brændsler fastholdes. Under denne forudsætning er dansk produceret vedmasse til energi konkurrencedygtig. Desuden vil det fremme anvendelsen af vedbaseret biomasse til energi, hvis der indføres frit brændselsvalg (ændring af varmforsyningsloven). Vedrørende biomasseproduktionen fra skovbruget, så er dansk produceret skovflis en bæredygtig biomasseresource. Skovloven er ifølge Michael Gehlert, Skovdyrkerforeningen tilstrækkelig sikring heraf. Ifølge Benny Corneliussen, VERDO, giver overholdelse af skovloven ikke garanti for bæredygtighed. Et igangværende initiativ med at indføre nationale bæredygtighedskriterier vil stille yderligere krav.

Vedrørende biomasseproduktionen i form af energiafgrøder, så er der gode muligheder for samspil mellem graduerede kvælstofnormer og energiafgrøder. Med udrulningen af den nye emissionsbaserede regulering af landbrugsarealanvendelsen vil der sandsynligvis komme større arealer med marginaljord, hvor der er begrænsninger i kvælstoftildelingen. Sådanne arealer kunne være egnede til biomasse til energi. På den korte bane virker etableringstilskud som en stærk katalysator.

Skovrejsning på landbrugsjord begrænses af den kommunale udlægning af skovrejsningsområder. Der er desuden plads til forbedringer i samspillet mellem offentlige myndigheder (Naturstyrelsen og Natur-Erhverv) i forhold til at fremme skovrejsningen i Danmark.

Ved fastsættelse af rammebetingelser bør der tages hensyn til eksternaliteter – positive sideeffekter for miljø og natur. Dette gælder ikke mindst i forbindelse med skovbrug og skovrejsning, hvor der er potentiale for at kombinere biomasseproduktion med øget biodiversitet, grundvandsbeskyttelse (lavt input af pesticider og gødning – permanent rodnet) og et mere varieret landskabsbillede (også når der ses bort fra pil i ådale). Recirkulering af bioaske til landbrugs- eller skovbrugsformål må gerne lettes.

#### Muligheder for at øge biomasseproduktionen

Indenfor skovbruget er der muligheder for at øge biomasseproduktionen med nye dyrkningsmetoder, herunder f.eks. etablering med højere planteantal pr. hektar og indblanding af hurtigtvoksende ammetræer i de unge kulturer. Skovrejsning kan fremover planlægges og anlægges, så det giver endnu mere biomasse pr. arealenhed. Som vedbaserede energiafgrøder på landbrugsjord bør foretrækkes poppel (80-90 % af arealet) frem for pil (10-20 % af arealet). Poppel er mere robust og giver et bedre produkt end pil.

Især indenfor det offentlige skovbrug er der en udfordring med at øge udnyttelsen af biomasseproduktionen. Dette kan komme i modstrid med ønsket om at bibeholde en vis mængde biomasse (døde træer) i skoven for at give bedre muligheder for diverse planter og dyr (øget biodiversitet).

#### Betydningen af miljøeffekter

Der var enighed i gruppen om at recirkulering af næringsstoffer generelt er vigtigt. Problematikken er dog ikke så relevant, når vi taler om vedbaseret biomasse, hvor næringsstofindholdet er meget lavt.

### Forslag til forbedrede termer for vedbaseret biomasse

På baggrund af indspil fra deltagerne i denne gruppe blev lavet et forslag til en mere præcis kategorisering af vedbaseret biomasse. Forslaget er vist i tabellen herunder.

*Table A11. Forslag til kategorisering af vedbaserede biomasse.*

<b>Biomassetyper</b>	<b>Biomasser</b>
Biomasse fra skovbrug	Tyndingstræ fra unge bevoksninger. Hugstaffald og rester fra gavntræproduktion. Rodflis
Energiafgrøder	Poppel Pil
Andre kilder	Biomasse fra pleje og omlægning af læhegn Biomasse fra landskabs- og naturpleje Biomasse fra pleje af haver og parker

### **Notater fra drøftelserne i Vestgruppen med og uden de eksterne deltagere**

#### Kriterier for prioritering af biomasser

Der var opbakning til at arbejde videre med de foreslåede kriterier for udvælgelse af biomasseressourcer til energiformål.

#### Liste med prioriterede biomasser til energiformål i Region Midtjylland

Det blev foreslået, at prioritere poppel frem for pil, som den vedbaserede energiafgrøde på landbrugsjord. Dette skyldes bl.a. de hidtidige erfaringer med dyrkning af pil og poppels potentiale for at give et bedre og mere ensartet slutprodukt. Det blev desuden foreslået, at undersøge, om der er potentiale for at udnytte kartoffeltoppe som en restbiomasse til energi. Det blev foreslået, at genoverveje hvordan af biomasser fra skov, hegn og haver skal kategoriseres (se tabellen ovenfor). Der blev rejst spørgsmål ved, om efterafgrøder har et reelt potentiale som biomasse til biogasproduktion, idet tidligere analyser har vist høje omkostninger ved at høste og indsamle efterafgrøder med henblik på biogasproduktion. En mulighed for at forbedre økonomien i udnyttelse af efterafgrøder til biogas kunne være at øge udbyttet pr. hektar ved at tillade gødningstildeling i et vist omfang.

Herudover var der opbakning til at fortsætte udredningsarbejdet ud fra den præsenterede liste af prioriterede biomasser.

#### Udbyttepotentialer, energipotentialer og miljøeffekter ved forskellige biomassetyper

Som led i det fortsatte udredningsarbejde bliver de præsenterede figurer med biomasseudbyttepotentialer, energipotentialer og miljøeffekter suppleret med en nærmere beskrivelse af forudsætningerne samt yderligere oplysninger.

#### Scenarier for biomasseproduktion

Det blev foreslået, at supplere de tre præsenterede scenarier med et scenarie uden brug af energiafgrøder. Desuden blev det foreslået, at overveje at belyse mulighederne for at udnytte biomasse gennem termisk forgasning. Relevante spørgsmål at behandle kunne bl.a. være: Er produktion af biobrændstoffer via termisk forgasning en mulighed? Hvilke biomassetyper går ind i anlægget og hvad går ud (biobrændstof, varme, foder, materialer, biomasse til biogas). Hvad er de mest perspektivrige anlægskoncepter?

Herudover var der opbakning til at bruge de foreslåede scenarier som udgangspunkt for det videre udredningsarbejde i biomasseanalysen.

