



Energistyrelsen

Notat 5.2
Biomasse sprint analyse

Kontor/afdeling
Center for VE/bio

Dato
25. november 2019

J nr. 2019-94665

jsju/bha/mni

Biomasse som begrænset ressource

Dette notat undersøger, hvor stort vores forbrug af træbiomasse i Danmark kan være, hvis det samtidig skal være bæredygtigt på længere sigt. Dette undersøges dels ud fra en global ressourcebetragtning og dels ud fra en vurdering af, hvor meget biomasse vi har til rådighed inden for Danmarks grænser. Endelig vurderes hvor lidt bioenergi vi kan nøjes med i energisystemet.

Hvor stor er den globale, bæredygtige biomasseressource?

Mennesker fylder allerede en hel del på jorden. Vi dyrker eller påvirker over 70% af det isfri landareal. Og vi lægger årligt beslag på 25 – 33% af landjordens netto primær produktion (NPP), dvs. den energi, der årligt lagres af planter gennem fotosyntesen¹. Vi har brug for areal og biomasse til mad, foder og materialer, og vi må imødesee at verdens befolkning stiger fra 7,6 mia. i dag til 9,7 mia. i 2050.

Der er lavet adskillige og meget forskellige vurderinger af det globale bioenergi-potentiale. Artiklen "Global bioenergy resources" fra 2014² gennemgår 90 videnskabelige vurderinger af potentialer fra affalds- og restprodukter samt fra energiafgrøder og energiskov. Vurderingerne af energipotentialet i affalds- og restprodukter spænder fra 25 til 221 EJ.

Energipotentialer EJ	Laveste	Højeste
Rester fra Landbrug	10	66
Rester fra skovbrug	3	35
Affald	12	120
Sum rester	25	221

Tabel 1. Globale energipotentialer fra rester og affald.

Dertil kommer et bidrag fra energiafgrøder og energiskov, hvor potentialet afhænger fuldstændig af, hvor meget land der tænkes afsat til formålet.

Vurderinger, der når frem til et samlet potentiale på op til 100 EJ fra affald/rester, energiafgrøder og skov, antager, at der er et begrænset areal til rådighed til

¹ IPCC: Climate Change and Land 2019.

² Global bioenergy resources, Slade et al, Nature climate change 29. januar 2014

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

energi afgrøder, at vi fortsat spiser kød, at landbrugsarealet ikke udvides markant, og at der ikke sker en markant forøgelse af produktiviteten i landbruget.

Vurderinger, der når frem til et samlet potentiale på 100 – 300 EJ antager, at potentialet fra affalds- og restprodukter er i den høje ende, at produktiviteten i landbruget øges i samme takt som befolkningstilvæksten, at skovarealet reduceres med 25 pct. eller erstattes af hurtigvoksende energiskove, samt at et område på 2 – 10 gange Frankrigs areal, som tidligere var naturlige græsarealer eller skov, afsættes til produktion af energiafgrøder.

Vurderinger over 300 EJ antager, at produktiviteten i landbruget stiger væsentlig hurtigere end befolkningstilvæksten og at et område på størrelse med Kina kan bruges til energiafgrøder.

Artiklen har sammen med andre dannet baggrund for, at IPCC har vurderet, at der er stor enighed om, at det bæredygtige bioenergipotentiale i 2050 vil være begrænset til omkring 100 EJ pr år, idet et forbrug på eller over dette niveau vil "lægge et betydeligt pres på tilgængeligt land, fødevarerproduktion og priser"³. IPCC konstaterer også, at der fortsat er store uenigheder om sammenhængene mellem disse forhold og at nogle af uenighederne stammer fra globale kontra lokale vurderinger. Globale vurderinger kan maskere lokal dynamik, der forværrer negative konsekvenser, på den anden side kan gode lokale løsninger udnytte synergier og styre uden om negative konsekvenser.

Bentsen og Stupak (2014)⁴ har estimeret det bæredygtige potentiale for restprodukter fra skovning for perioden 2010-2020. Estimatet fremgår af tabel 2.

Region	Træressourcepotentiale 2010-2020
Nordeuropa	242 – 891
Baltikum	58 - 159
Vesteuropa	250 - 1403
Østeuropa ekskl. Rusland	142 - 790
Sydeuropa	267 - 618
Rusland (nordvestlige del)	223 – 749
Nordamerika	1845 - 2300
Sydamerika (i 2050)	1400

Tabel 2: Træbiomassepotentialer fra forskellige regioner i PJ. Kilde: Bentsen, 2015.

³ IPCC: 2018 Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

⁴ "Biomassepotentialer i Danmark, EU og Globalt, KU og Cowi for Energistyrelsen 2015



Bentsen og Stupak anfører, at den bæredygtige potentiale ligger i den nedre ende af spændet, mens den øvre ende kan betegnes som et teknisk potentiale. Der er primært tale om hugstrestre fra kommerciel skovdrift.

Som det fremgår af tabel 2 er det bæredygtige potentiale i Europa (eksl. Rusland) vurderet til 0,96 EJ, som kan øges til 3 EJ hvis Rusland og Nordamerika medregnes. Det tekniske potentiale ligger på 3,9 EJ i Europa og op til 8,3 EJ, hvis både Nordamerika, Rusland og Sydamerika⁵ medtages. Bentsen og Stupaks vurdering ligger altså i den lave ende af den globale vurdering ovenfor på 3 – 35 EJ, men Afrika, Indonesien og Australien indgår heller ikke i Bentsen og Stupaks opgørelse.

I 2014 var det samlede forbrug af skovbiomasse i EU på 3,8 PJ⁶ hvilket altså allerede overskrider eller er tæt på at overskride det bæredygtige potentiale inden for EU.

Vi tager på den baggrund udgangspunkt i det laveste potentiale for den samlede biomasse, 100 EJ, og det maksimale potentiale for restprodukter fra skovning på 35 EJ. På basis af ovenstående er 35 EJ klart en meget høj vurdering af, hvad der bæredygtigt kan bruges af hugstrestre fra skovning. Til gengæld indeholder dette potentiale ikke træbiomasse fra træindustrien, som her forudsættes at være en del af de 100 EJ.

Danmarks andel ved en ligelig fordeling af den globale ressource

Hvis ovenstående ressourcer fordeles ligeligt, og vi er 7,6 mia. mennesker på jorden vil der være 13 GJ biomasse og 4,6 GJ træ til rådighed pr år pr person. Da vi er 5,6 mio. danskere har vi 74 PJ biomasse og 26 PJ træ til rådighed tilsammen. Det svarer til hhv. 65 pct. af vores nuværende forbrug af biomasse og 23 pct. af vores nuværende forbrug af træ.

Hvis jordens befolkning stiger til 9,7 milliarder mennesker i 2050⁷, vil der være 10,3 GJ biomasse og 3,6 GJ træ til rådighed per person på jorden. Hvis Danmark i 2050 har 6 mio. indbyggere kan disse altså ved en globalt ligelig fordeling af ressourcen tilsammen forbruge 62 PJ biomasse. Det ville altså kræve, at vi reducerer vores forbrug af biomasse til ca. 40 % af vores nuværende forbrug. Forbruget af trærester fra skovbrug til energi i Danmark skal ud fra de samme fordelingskriterier begrænses til ca. 22 PJ eller ca. 20 pct. af vores nuværende forbrug af træbiomasse.

⁵ OBS på at potentialet for Sydamerika er for 2050 – det er ikke klart om tallet i tabellen er bæredygtigt eller teknisk potentiale.

⁶ Se Notat 8.

⁷ UN, 2019: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>



Der er andre områder, hvor danskere har et langt større forbrug end den gennemsnitlige indbygger på jorden, hvorfor tallene ikke i sig selv, kan anvendes til at konkludere, at Danmark bør begrænse forbruget ud fra en global lighedsbetragtning. Dog kan det anføres, at hvis Danmark ønsker at være et globalt foregangsland ifht klima og grøn omstilling, bør der på sigt ske en reduktion af forbruget af træbiomasse.

Muligheder for at øge den globale ressource

Mængden af bæredygtig biomasse kan øges ud over 100 EJ på globalt plan, hvis produktiviteten i land- og skovbruget øges, hvis der findes arealer til skovrejsning, uden det fører til skovrydning andre steder i verden, f.eks. hvis vi i større stil går over til en mere plantebaseret kost. En ny rapport⁸ forudsiger, at mere ressourceeffektive og billigere processer til fabriksfremstilling af mælk, kød, læder mv. relativt hurtigt kan fortrænge traditionel animalsk produktion. Det vil kunne frigøre meget betydelige landbrugsarealer til dyrkning af energiafgrøder med en gunstig klimaprofil.

Geologisk lagring af CO₂ fra afbrænding af biomasse (BECCS) kan blive nødvendigt for at overholde klimamålene. Dette kan nødvendiggøre et øget forbrug af biomasse til energi. Traditionel BECCS vurderes dog at være både meget energikrævende (større forbrug af biomasse) og kostbar. Flere nylige studier⁹ peger dog på et betydeligt behov for brint til at nå et mål om netto-0 emissioner i 2050. Det åbner potentielt for væsentlig billigere CO₂-lagring¹⁰.

Den bæredygtige biomasseressource i Danmark

Analysen af bioenergi foretaget af ENS i 2014¹¹ viste, at Danmark ville kunne dække sit behov for biomasse til energiformål ud fra det tekniske potentiale for restprodukter, som lå på 162 PJ i 2009, hvoraf kun 64 PJ blev anvendt. Det hører til betragtningen her, at det tekniske potentiale kan være højere end det bæredygtige potentiale, samt at træbiomasse ikke forventes at kunne udnyttes mere, så forøgelsen primært skulle komme fra halm og husdyrgødning (se tabel 3).

Ud over det anførte i tabel 3 kommer også 20-22 PJ fra biomasse i affaldsforbrændingsanlæg. I alt har Danmark altså et teknisk potentiale på 184 PJ energi til rådighed fra affalds- og restbiomasser. Det bæredygtige potentialet er dog

⁸ Rethinx, Rethinking Food and Agriculture 2020-2030, sept. 2019

⁹ A clean Planet for all, EU Kommissionen 2018, Net zero; the UKs contribution to stopping global warming, Committee on Climate Change 2019

¹⁰ Hvis brint fremstilles ved elektrolyse af vand frigives samtidig ilt. Ilt kan anvendes til ren ilt-forbrænding af biomasse, hvor den fremkomne CO₂ med lavt energiforbrug kan udskilles, komprimeres og lagres geologisk. Derved undgås den energikrævende capture-del af traditionel Carbon Capture and Storage (CCS), som kan udgøre op mod 80 % af de samlede omkostninger ved CCS.

¹¹ Energistyrelsen, Analyse af bioenergi i Danmark 2014.

formentlig mindre, da ikke al halm kan fjernes fra landbrugsjorden, hvis denne skal opretholde sin kvalitet og kulstofindhold¹².

Biomasse	Udnyttet til energi 2009	Samlet teknisk biomasseressource
Halm fra korn	1,34	2,69
Halm fra raps	0,10	0,46
Frøgræshalm	0,15	0,59
Energiskov (pil og poppel)	0,04	0,04
Rapsolie til energi	0,13	0,13
Husdyrgødning	0,18	3,59
Småskove, hegn og haver	0,70	0,70
Eksisterende skov (2010)	0,93	0,93
I alt (mio. tons)	3,56	9,02
PJ i alt	64	162

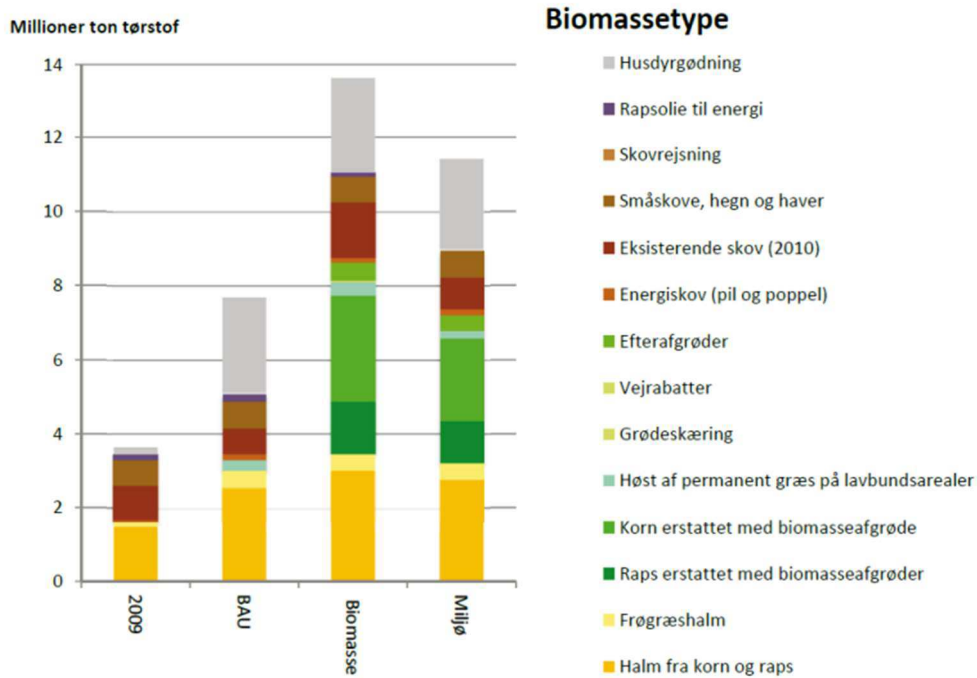
Tabel 3: Teknisk potentiale fra rest- og biprodukter i 2009. Kilde: Analyse af bioenergi i Danmark, 2014.

Muligheder for at øge den hjemlige ressource

Ifølge ”+10 mio tons-planen”, så høstes der samlet set i Danmark årligt omkring 18 mio. tons biomasse (målt i tørstof), hvoraf størstedelen af dette er græs, foder, halm og korn. Træbiomasse udgør omkring 1,5 mio. tons af dette, og derudover kommer omkring 0,7 mio. tons træbiomasse fra læhegn og haver. Størstedelen af korn og græsproduktionen pt. går til foder, mens energisektoren primært bruger halm og træ.

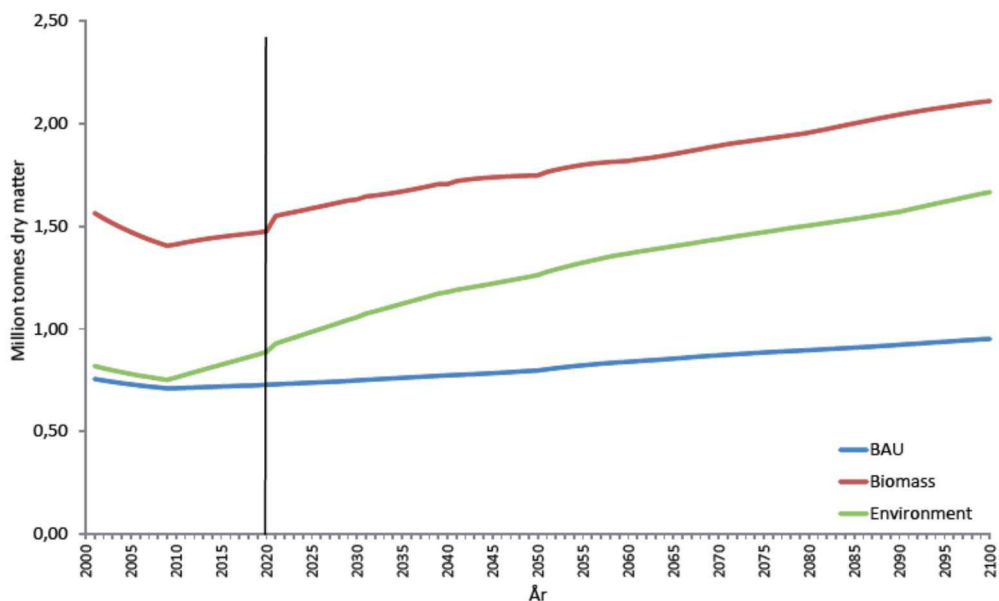
”+10 mio tons-planen” undersøger, hvordan biomasseproduktionen på Danmarks areal kan forøges. Det største potentiale findes i den grønne biomasse (græs, roer mm.) - se figur 1. Noget af potentialet opnås ved forøget produktivitet og effektivitet, men omprioriteringer i arealanvendelsen er også nødvendigt. Den ekstra produktion kommer især på bekostning af nuværende foderarealer.

¹² Det er et bæredygtighedskrav i VE-II-direktivet at halm kun fjernes, hvis der er overvågning og håndteringssystemer som sikre overholdelse af kulstofindholdet i jorden.



Figur 1: Biomassepotentialet i 2009, og i de tre scenarier. Med "Oil" menes rapsolie. Kilde: +10 mio. tons-planen.

Potentialet for at øge træbiomassen er relativt begrænset i det korte løb, og selv frem mod år 2100 forventes det kun at kunne øges med omkring 500.000 tons (se figur 2)



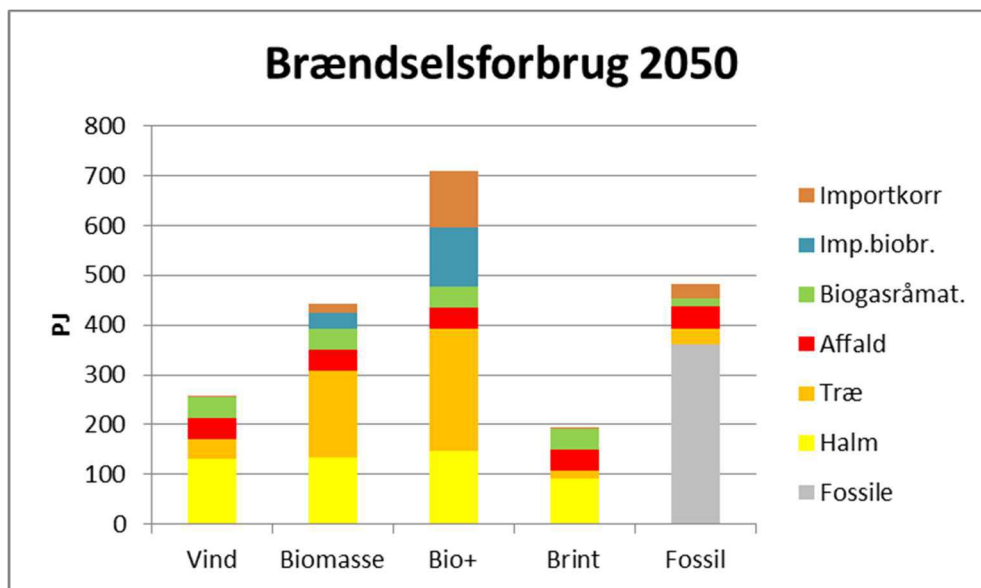
Figur 2: Udvikling i tilgængelig træbiomasse i Danmark. Kilde +10 mio. tons-planen.



Bentsen (2015)¹³ finder på basis af +10 mio. tons-planen, at der kan være 250 PJ biomasse til energi til i 2050 i det mest biomasseintensive scenarie. Vi bruger i dag 156 PJ biomasse til energiformål i Danmark, hvoraf over halvdelen er importeret. Ud fra en dansk betragtning ville vi altså – over tid - kunne dække vores nuværende biomasseforbrug med hjemlige ressourcer, men det ville kræve, at vi omlagde en stor del af vores forbrug af træbiomasse til restprodukter fra landbrug. Det ville desuden kræve, at vi opfylder de forudsætninger, som er indbygget i + 10 mio. tons-scenariet, herunder, at vi går over til kornarter med længere strå, øger indsamlingen af halm, konverterer 149.000 ha kornmarker til sukkerroer, bruger hurtigvoksende trætyper, mm.

Hvor lidt bioenergi kan vi nøjes med i energisystemet?

Energistyrelsen udgav i 2014 rapporten "Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050", hvor der beskrives 4 energiscenarier, der alle anvender 100% VE i 2050, men med varierende mængder af bioenergi. Den mindste andel bioenergi anvendes i det såkaldte "brintscenarie", mens "bio+-scenariet" er det scenarie, hvor der anvendes mest bioenergi.



Figur 3 viser brændselsforbruget i 2050 i de 4 scenarier, opdelt på træ, halm, biogasråmaterialer, affald og importeret biobrændstof. I importeret biobrændstof er også indregnet udenlandske konverteringstab ved produktionen.

Som det fremgår af figur 3 har selv det scenarie med den laveste bioenergiandel, brintscenariet, et forbrug af bioenergi på 191 PJ. For brintscenariet er bioenergiforbrugene fordelt på anvendelser vist i tabel 4.

¹³ Bentsen, 2015: Biomassepotentialer i Danmark, EU og Globalt.



	Bioenergi- forbrug i PJ i 2050	Heraf kraftvarme	Heraf separat el / varmeproduktion
Transport	76,8		
El	25,6	21,2	4,4
Fjernvarme	35,7	33,1	2,6
Individuel varme	0,1		
Proces	41,5		
Tab	11,3		
Sum	191,0		

Tabel 4 – Bioenergiforbrug i brintscenariet i 2050, opdelt på anvendelser.

I lyset af ovenstående betragtninger om størrelsen af den bæredygtige globale træressource er det relevant at overveje, hvordan et fremtidigt forbrug af bioenergi kunne se ud i det danske energisystem, herunder i hvilket omfang det er muligt at begrænse forbruget af især træbiomasse yderligere.

Ny vurdering af nødvendig biomasse til fjernvarme

For bioenergiforbrug til fjernvarme er der som led i biomasse-sprintanalysen lavet en ny vurdering af det nødvendige bioenergi behov. Et forsigtigt overslag over det "nødvendige" biomasseforbrug til varmeproduktion kunne være noget i stil med følgende:

	Mængde	Beskrivelse
Spidslast (centralt og decentralt)	Op til ca. 15 PJ	Under forudsætning af, at biomasse skal dække al spidslast i fjernvarmesektoren (hvilket nok er en betydelig overdrivelse – vi ved det bare ikke særlig præcist)
Grundlast (centralt)	Ca. 15-20 PJ	Under forudsætning af, at de centrale områder – ud over den produktion, der kommer fra affald – skal bruge biomasse til at dække 25 pct. af deres varmebehov (svarer til 15 PJ) (baseret på Fjernvarme Fyns fremskrivninger). Dette kan være en underdrivelse, da der kan være store decentrale områder med lignende behov.

Biomasseandelen af affaldet er ikke regnet med, der er regnet med helt uændret varmeproduktion fra affald og uændret varmebehov.



Konklusion

Det kan på baggrund af ovenstående konkluderes, at det danske forbrug af træbiomasse på nuværende tidspunkt overstiger, hvad der ud fra nationale og internationale vurderinger umiddelbart kan anses for et langsigtet bæredygtigt niveau, hvis andre lande i samme omfang skal have adgang til denne ressource. Såfremt Danmark ønsker at have et grønt og bæredygtigt energisystem bør det danske forbrug af træbiomasse derfor på sigt nedbringes.

En begrænsning af træbiomasseforbruget kræver en ny opdateret analyse af hvordan energisystemet kan indrettes, og hvordan elforsynings sikkerheden kan opretholdes med et mindre forbrug. Det vurderes dog umiddelbart muligt at nedsætte forbruget af træbiomasse til varmeproduktion, men dette må afklares nærmere i regi af klimahandlingsplansarbejdet.

Danmark har et væsentligt større indenlandsk biomassepotentiale, der primært består af halm og husdyrgødning, som fortsat ikke udnyttes fuldt ud, og som kunne øges yderligere. Der kan således være behov for at udvikle, øge og forbedre udnyttelsen af vores hjemlige biomasse-restprodukter herunder halm, husdyrgødning og andre restprodukter.