UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Københavns Universitet

Dansk skovbrugs mulige bidrag til øget træproduktion og imødegåelse af klimaforandringer 2010-2100.

Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi

Graudal, Lars; Nielsen, Ulrik Braüner; Schou, Erik; Thorsen, Bo Jellesmark; Hansen, Jon Kehlet; Bentsen, Niclas Scott; Johannsen, Vivian Kvist

Publication date:
2014

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Graudal, L., Nielsen, U. B., Schou, E., Thorsen, B. J., Hansen, J. K., Bentsen, N. S., & Johannsen, V. K. (2014). *Dansk skovbrugs mulige bidrag til øget træproduktion og imødegåelse af klimaforandringer 2010-2100. Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi*. (Rev. 2014 udg.) Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

Download date: 07. Oct. 2026

INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING
KØBENHAVNS UNIVERSITET

Dansk skovbrugs mulige bidrag til øget træproduktion og imødegåelse af klimaforandringer 2010-2100

Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi

IGN Hæfte

November 2013 - Endelig revision januar 2014

Indhold

Indhold	2
Resumé: Skovenes potentielle bidrag til produktion af træ og binding af CO_2	3
Indledning	4
Formålet med vurderingen	4
Mål for brug af træ i energiforsyningen	4
Brug af træ og dyrkning af skov til afdæmpning af klimaforandringer	5
Træforbruget i Danmark	7
Hvordan kan produktionen af træ og skovenes kulstoflager øges?	8
Hvor stor er effekten på produktion og den træmasse, der opbygges i skoven?	9
Hvad er den samlede effekt på CO_2 regnskabet?	11
Diskussion og konklusioner	12
Rapportens begrænsninger og velfærdsøkonomiske spørgsmål	12
Forsyningen med råtræ	12
Områder med behov for vejledning til praksis	14
Referencer	14

Note, januar 2014:
Nærværende hæfte er baseret på et studie gennemført af IGN for Naturstyrelsen i 2013. Resultater af arbejdet har været præsenteret løbende, senest i efteråret 2013. Publikationen her indeholder de endelige kvalitetssikrede beregninger, som på enkelte punkter afviger fra de foreløbige resultater, der hidtil har været tilgængelige, idet omsætning fra træmasse til energi og produktiviteten i nogle scenarier har været overvurderet. Disse forhold er nu korrigeret.

Resumé: Skovenes potentielle bidrag til produktion af træ og binding af CO_2

Forbruget af træ i Danmark er omkring 18 millioner m^3 per år, fordelt med 8,5 millioner m^3 til energi, 4-5 millioner m^3 til gavntræ og resten til papir. Heraf kommer ca. 3,5 millioner m^3 fra de danske skove, ca. 3 millioner m^3 fra andre hjemlige kilder og resten på 11-12 millioner m^3 fra import. Rundt regnet altså en selvforsyningsgrad på under 1/3 og med et bidrag fra skovene på knap 20 %.

Samtidig lagrer skovene kulstof. Alene i den stående overjordiske vedmasse er der aktuelt 40 millioner tons kulstof med en svagt stigende tendens, fordi den årlige tilvækst i skovene er større end den årlige hugst.

Disse tal for høst og lagring kan forbedres meget betydeligt.

Høsten af træ vil frem mod 2050 kunne øges med mere end 30 % samtidig med, at lageret af kulstof i skovene øges tilsvarende.

Specielt vil andelen af træ til energi fra de danske skove kunne øges fra at udgøre lidt mere end 2 % af vort energiforbrug til at stå for op imod 5 % allerede i 2020, mere end 7 % i 2050 og i nærheden af 13 % i 2100.

En parallel stigning i skovenes kulstoflager indebærer, at den samlede årlige fortrængning af fossilt kulstof og kulstofophobning i skov og skovprodukter kan øges fra et niveau på mindre end 5 millioner tons CO_2 om året til 6 millioner tons i 2020, 7-9 millioner tons i 2050 og 10-13 millioner tons i 2100, svarende til en stigning fra mindre end 10 % til over 20 % af vort aktuelle årlige CO_2 udslip (niveau 2011).

Skal dette potentiale realiseres, vil det kræve en fortsat udvidelse af skovarealet og skovdyrkning, der i højere grad fokuserer på produktion. Hvis de planlagte reduktionsmål på 80-95 % for CO_2 udledninger nås, vil det i 2050 svare til over halvdelen af det årlige CO_2 udslip og i 2100 være på niveau hermed.

FOTO: THOMAS NORD-LARSEN

Skov ophober kulstof i træer og jordbund. Gammel skov indeholder typisk mere kulstof end ung skov. Til gengæld binder ung skov hurtigere mere kulstof fra atmosfæren.

Indledning

Danmark står foran store udfordringer med omlægning af energiforsyning og imødegåelse af klimaforandringer. Planen er, at Danmark i 2050 skal være overgået helt til vedvarende energi, og at vi over de kommende år skal reducere vort udslip af CO_2 meget markant. Målsætningerne for denne omstilling er illustreret i de to diagrammer nedenfor (figur 1).

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen har i den sammenhæng bedt Skov & Landskab ved Københavns Universitet om at vurdere, hvorledes tiltag i de danske skove vil kunne bidrage til denne omstilling. Vurderingen er begrænset til skovenes produktive funktion.

Resultatet er publiceret i rapporten »Muligheder for bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010-2100«, som kan hentes på Københavns Universitets hjemmeside (Graudal et al. 2013, http://sl.life.ku.dk/publikationer/rapporter/ing-rapporter-2013.aspx). Den foreliggende publikation præsenterer et sammendrag af denne rapport.

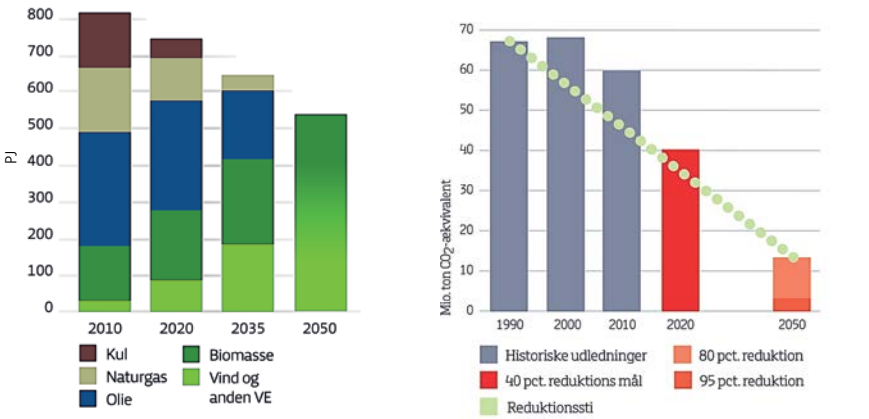
Formålet med vurderingen

Formålet med rapporten er at vurdere mulighederne for at øge produktionen og optimere udnyttelsen af træressourcen i de danske skove *på en klimavenlig måde* og under passende hensyn til skovenes øvrige funktioner, de rekreative, miljøbeskyttelsen i bredere forstand og som levested for biologisk mangfoldighed. Hensigten er tillige at bidrage til en vurdering af på hvilke områder, der er behov for at udvikle nye eller bedre retningslinjer for skovbrugsmæssig praksis.

Hovedvægten i rapporten ligger på vurderingen af skovbrugets effekt på klimaet, forstået som dets effekt på CO_2–balancen, herunder hvordan vi kan øge vor skovressource og vort forbrug af træ, så det har en positiv effekt på klimaet i form af øget binding af kulstof og mindre forbrug af fossile energikilder.

Mål for brug af træ i energiforsyningen

Regeringens målsætning for grøn omstilling af det danske samfund indebærer, at Danmark i 2050 kun skal bruge vedvarende energi. Af regeringsudspillet »Vores energi« fra november 2011 fremgår, at biomasse forventes at spille en væsentlig rolle i denne omstilling. Aktuelt udgør træ ca. halvdelen af den biomasse, der anvendes til energiformål og ca. 10 % af Danmarks samlede energiforbrug. Men kun en begrænset del heraf kommer fra skoven (2-3 % af energiforbruget) og en stor del importeres.



Figur 1. Danmarks planer for omstilling til vedvarende energi og reduktion af drivhusgasudledninger til atmosfæren (Kilder: Regeringen 2011 og 2013, hhv. figur 3.8 (Anvendelse af fossile brændsler og VE (PJ)) og figur 2 (Historiske danske drivhusgasudledninger samt fremadrettede mål)).

Brug af træ og dyrkning af skov til afdæmpning af klimaforandringer

I en klimasammenhæng er brug af biomasse interessant, hvis det produceres bæredygtigt (herunder CO_2 neutralt), bl.a. fordi det kan fortrænge fossil energi.

Træ, der bruges til andre formål, f.eks. til møbler og bygninger (gavntræ), eller papir er alt andet lige mere klimavenligt, fordi disse produkter i større eller mindre grad tjener som lager for kulstof. Produceret bæredygtigt, er de altså ikke blot CO_2 neutrale, men »CO_2 positive«, fordi de kan medvirke til at reducere atmosfærens indhold af CO_2 igennem en længere periode.

Spørgsmålet om hvorvidt brug af biomasse til energi rent faktisk er CO_2 neutralt har i de senere år været genstand for omfattende debat. Det er væsentligt at være opmærksom på, at CO_2 neutraliteten *kun* gælder, når visse forudsætninger er opfyldt.

Forudsætningen for de miljøpositive elementer forbundet med brug af træ er, at det produceres bæredygtigt. En lidt forenklet måde at anskue denne bæredygtighed på er, at det skal stamme fra skove, hvor man *ikke* reducerer den stående vedmasse og øvrige kulstofbeholdning i skoven, men måske ligefrem øger den. Øger man den stående vedmasse, finder der tillige en løbende opbygning af kulstof sted, som er med til at reducere atmosfærens indhold af CO_2.

De positive effekter kan altså opnås på to måder. Dels ved at øge lagret af kulstof i skoven, hvorved der sker en direkte reduktion af atmosfærens indhold af CO_2, og dels ved at substituere eller fortrænge brug af fossil energi.

Denne fortrængningseffekt er positiv med hensyn til kulstofbalancen, fordi den forhindrer en frigørelse af kulstof fra det bundne lager som de fossile kilder udgør. Når der frigøres kulstof fra dette lager bliver den 'frie' mængde kulstof, der skal rummes i de fire frie kulstofpuljer, som findes i henholdsvis atmosfæren, havet, planterne og jorden, tilsvarende større.

Det er væsentligt at skelne mellem de fem nævnte kulstofpuljer. Frigørelse af kulstof fra den fossile pulje yder et irreversibelt bidrag af mere kulstof til de fire øvrige puljer. Mellem disse puljer hersker en kompleks balance, som er afgørende for atmosfærens indhold af CO_2. Havet, planterne og jorden kan optage en del af det fossile kulstof som frigøres. Men de fossile mængder er meget store og absorptionskapaciteten i havet, planterne og jorden har en grænse og er tillige afhængig af atmosfærens sammensætning og dens indflydelse på klimaet, så de langsigtede konsekvenser af, at

FOTO: VIVIAN KVIST JOHANNSEN

Biomasse kan erstatte fossil energi. Effekten på kulstofhusholdningen afhænger af hvorfra biomassen kommer, hvordan den omsættes til energi, og hvilke typer brændsel der erstattes.

FOTO: VIVIAN KVIST JOHANNSEN

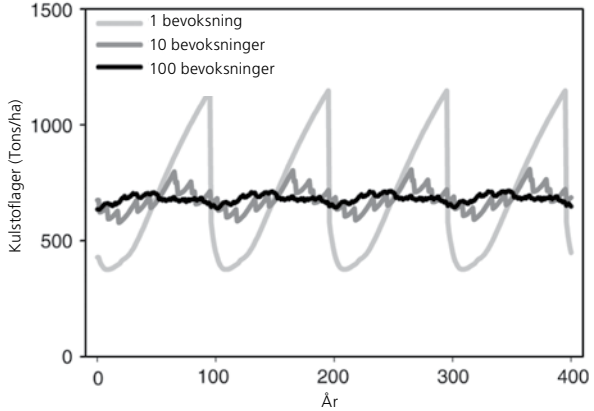
Skovenens stabilitet og 'kulstofpuls' afhænger af hvordan de forynges. En helhedsorienteret drift er afgørende for resultatet.

den samlede mængde frie kulstof øges, er potentielt katastrofale for klimaet, fordi en stor mængde ophobes i atmosfæren.

Selvom den omtalte fortrængningseffekt er positiv, er den ikke i sig selv tilstrækkelig med henblik på at opnå en positiv effekt på klimaet. Det er afgørende, at balancen mellem de fire frie puljer – atmosfæren, havet, planterne og jorden – ikke forrykkes, så atmosfæren tvinges til at optage en stigende andel CO_2. Høsten af træ til energi skal derfor ske fra et 'plantesystem', hvor der finder en tilsvarende opbygning og lagring af kulstof sted. Det er tillige afgørende, at denne opbygning og lagring tidsmæssigt sker samtidig med høsten og forbruget af biomassen, for at man kan tale om CO_2-neutralitet.

For enårige afgrøder eller afgrøder i meget kort omdrift, dyrket kontinuert på landbrugsjord med stabile eller stigende udbytter uden væsentlig blivende kulstofpulje på arealet, anser man almindeligvis CO_2-neutraliteten for umiddelbart opfyldt.

For flerårige afgrøder – træer – er situationen knap så enkel. Dels høster man mange års opsparet kulstof med vedmassen, dels kan der frigøres betydelige mængder organisk bundet kulstof fra jorden i forbindelse med, at et areal ryddes for vegetation, dels varierer tilvækst og masseophobning i skov både med dens alder og dens sammensætning. Skoven er på en gang både lager, produktionsapparat og produkt. Ved vurdering af et skovbrugs bæredygtighed, er



Figur 2. Effekten af skovdyrkning skal vurderes for større sammenhængende driftsenheder over længere perioder. Figuren her viser en model for, hvordan kulstoflagret per arealenhed udvikler sig afhængigt af hvor mange bevoksninger, der indgår i analysen under et traditionelt skovdyrkningsregime med successive generationer af plantning-vækst-hugst. Det gennemsnitlige kulstoflager afhænger bl.a. af generationstiden. (Gengivet efter McKinley et al. 2011, fig. 3).

Træforbruget i Danmark

man derfor nødt til at se på større skovforvaltende enheder under et.

Et grundlæggende princip i moderne skovdyrkning er, at man gennem dyrkningen sikrer sig en vedvarende ydelse. Idealet er en såkaldt 'normal' skov, hvor den mængde træ, der høstes årligt, højest er lig med den tilvækst, der finder sted i skoven i samme periode. Herved sikrer man sig, at den vedmasse, som står i skoven – og dermed at den mængde kulstof som er bundet – er konstant eller stigende, selv hvis hele høsten bliver brugt til brændsel. For skoven som helhed gælder CO_2-neutraliteten både på kort og på lang sigt. Forholdet er illustreret i figur 2.

I denne sammenhæng ses på hele det danske skovareal. Det er afgørende, både at man ikke reducerer lagret, at man ikke forringer produktionskapaciteten, og at man optimerer produktet og dets anvendelse.

FOTO: VIVIAN KVIST JOHANNSEN

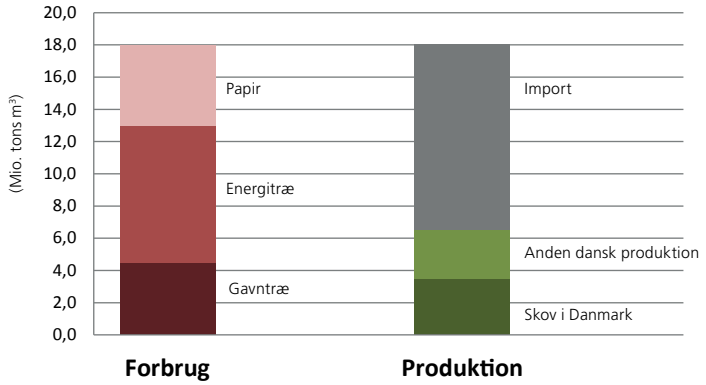
Træbyggeri lagrer kulstof og fortrænger brug af fossilt baserede byggematerialer. Effekten kan være meget stor, da andre byggematerialer som f.eks. cement og stål er mere energikrævende at fremstille.

Forbruget af træ i Danmark er stort. Ifølge FAO udgjorde det i 2011 ca. 15,5 millioner m^3, hvoraf 5,5 millioner m^3 bruges til energiformål. Hertil skal formentlig lægges yderligere 3 millioner m^3 til energi, som ikke er registreret i statistikken på udbudssiden (der opgøres af Danmarks Statistik), men som Energistyrelsen har opgjort på forbrugssiden.

Det samlede forbrug af træ, illustreret i figur 3, var altså af størrelsesordenen 18 millioner m^3, fordelt med 8,5 millioner m^3 til energi, 4-5 millioner m^3 til gavntræ og resten til papir. Heraf kom 3,5 millioner m^3 fra de danske skove, 3 millioner m^3 fra andre hjemlige kilder og resten på 11-12 millioner m^3 fra import.

Rundt regnet altså en selvforsyningsgrad på under 1/3 og med et bidrag fra skovene på knap 20 %. Tallene er forbundet med en del usikkerhed, bl.a. fordi forskellige produktkategorier statistisk opgøres i forskellige enheder og nogle i pengeværdi.

Vurderet i en klima- og energisammenhæng er det indholdet af kulstof og energi som er interessant. 18 millioner m^3 træ svarer til ca. 9 millioner tons tørstof, 4,5 millioner tons kulstof eller 16,5 millioner tons CO_2. Til sammenligning udledte Danmark i 2011 i alt 55,8 millioner tons CO_2 ækvivalenter. Energiindholdet af 18 millioner m^3 træ er omkring 162 PJ svarende til ca. 20 % af Danmarks aktuelle energiforbrug.



Figur 3. Danmarks forbrug af træ i 2011 fordelt på hovedprodukter (papir, energi og gavntræ) og oprindelse (import, skov i Danmark og anden dansk produktion).

Hvordan kan produktionen af træ og skovenes kulstoflager øges?

For at vurdere hvor meget skovenes vækst kan øges, er der taget udgangspunkt i, hvordan skovene i dag ser ud. Hvor store arealer, hvilke træarter, deres alder og størrelse, hvor meget og hvor hurtigt de vokser, hvad og hvor meget, der i dag bliver fældet, hvor gamle træerne er, når det sker, hvad høsten af træ bliver brugt til, hvordan man erstatter de træer, som fældes med nye og hvilket plantemateriale, der bruges. Alle disse parametre kendes mere eller mindre fra Danmarks Skovstatistik (Johannsen et al. 2013), hvor man hvert år indsamler data til belysning af disse forhold. Det er derfor muligt at opstille modeller for skovenes træproduktion som funktion af disse parametre eller virkemidler, som de også benævnes, fordi det er de forhold, vi kan variere gennem skovdyrkningsmæssige tiltag.

De ni virkemidler er listet nedenfor og vil have varierende effekt på, hvor meget træ der kan høstes og hvor meget træmasse, der bliver bygget op i skoven. Rapporten (Graudal et al., 2013) beskriver og analyserer de enkelte virkemidler og deres effekt på produktion af træ og kulstoflager i skovene.

Tilsvarende vil forskellige kombinationer af virkemidlerne (scenarier) have varierende effekt. I rapporten er de ni virkemidler vurderet hver for sig. Tillige er vurderet de fire forskellige kombinationer af virkemidler, som er vist i følgende oversigt: BAU (business as usual), BIO (fokus på biomasse produktion), ENV (fokus på miljø) og Kombi (fokus på både produktion og miljø). Andre scenarier vil også kunne analyseres.

FOTO: VIVIAN KVIST JOHANNSEN

Urørt skov har betydning for biodiversiteten og vil typisk indeholde meget kulstof, men med alderen akkumulere mindre og mindre heraf.

Virkemidler	**Scenarier**			
	BAU	**BIO**	**ENV**	**Kombi**
Skovrejsning: hvor meget ny skov bliver plantet på tidligere landbrugsjord om året (ha)	1900	1900	4560	4560
Hvilke træarter bliver brugt til de nye skove?	Som nu	Mere nål	Mere løv	Som nu
Hvor gamle får træerne lov at blive inden de høstes?	Som nu	Yngre	Ældre	Som nu
Hvilke træarter bruger vi, når de eksisterende skove forynges?	Som nu	Mere nål	Mere løv	Som nu
Hvordan forynges skoven? Mere intensiv foryngelse: Brug af øget plantetal, og især indplantning af hurtigvoksende træer (ammetræer), der fremmer en større og tidlig biomasseproduktion i perioden efter foryngelse	Som nu	intensiv	Som nu	Intensiv
Hvor store arealer skal man friholde for forstlig drift, evt. med pleje i % af nuværende skovareal?	Som nu	Som nu	ca. 10 %	ca. 10 %
Hvor mange og hvor meget af det enkelte træ høster man?	Som nu	Flere, mere	Færre, mindre	Som nu
Hvad bliver træet brugt til? F.eks. brænde eller tømmer. Mere eller mindre energitræ	Som nu	Mere energitræ	Mindre energitræ	Mere energitræ
Hvor godt er det plantemateriale man bruger, når man planter sin kultur? Er det mere eller mindre forædlet?	Som nu	Forædling	Forædling	Intensiv forædling

Hvor stor er effekten på produktion og den træmasse, der opbygges i skoven?

Hvor meget kan man opnå ved tiltag af denne karakter?

Tabel 1 viser den samlede høst for de fire scenarier (se også figur 5) samt hvor stor en del af vort træforbrug en sådan høst vil dække. I BAU vil vi fortsat ligge på en selvforsyningsgrad i nærheden af 25 %, hvorimod vi under de øvrige scenarier vil være i stand til at hæve denne til godt 30 % i 2050, stigende til 40-50 % hen mod år 2100 primært gennem kombinationer af øget skovrejsning (ENV og Kombi), mere intensiv skovdyrkning og forædling (BIO og Kombi), øget udnyttelsesgrad (BIO), men også kombineret med øget hensyn til biodiversitet og miljø (ENV og Kombi).

Tabel 2 fokuserer på forsyningen med energitræ under 2050 målsætningen om fuld dækning af vort energiforbrug med vedvarende energikilder. Tabellen viser alene den hjemlige produktion i skov, det vil sige *eksklusive* produktion udenfor skoven samt *eksklusive* import, primært af træpiller (som aktuelt udgør ca. halvdelen af vores energiforsyning med træ). Den potentielle dækningsgrad med hjemligt produceret træ i danske skove er også illustreret i figur 4 nedenfor.

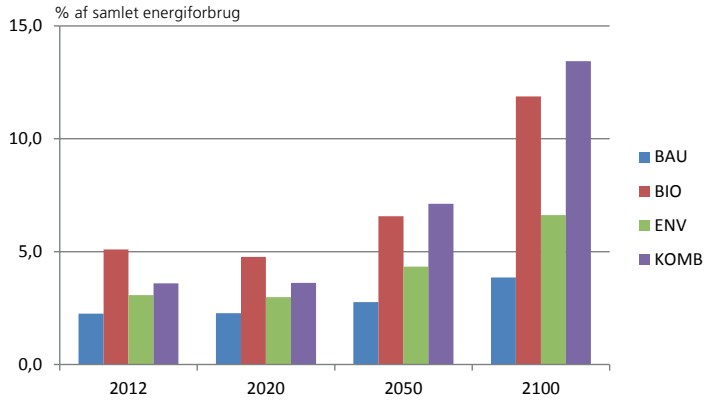
Allerede under BAU ses en stigende dækning. Det skyldes især forventningen om

Tabel 1. Udvikling i årlig hugst af træ fordelt på gavntræ og energitræ (mio. tons tørstof) og i selvforsyningsgraden med træprodukter (% af forbrug) op til 2100 under de fire scenarier. Bemærk, at også tallene for 2012 er modellerede og derfor afviger fra de faktiske opgørelser.

HØST (mio. tons tørstof)		**2012**	**2020**	**2050**	**2100**
I alt forbrug af træ		9,0	10,0	10,5	10,5
BAU	Gavntræ	1,4	1,3	1,3	1,6
	Energitræ	1,0	0,9	1,0	1,2
	i alt	2,4	2,3	2,3	2,8
% af forbrug		26,5	22,6	22,3	26,8
BIO	Gavntræ	1,0	1,0	1,0	1,5
	Energitræ	2,3	2,0	2,4	3,6
	i alt	3,3	3,0	3,3	5,1
% af forbrug		37,1	29,8	31,7	48,6
ENV	Gavntræ	0,6	0,6	0,8	1,4
	Energitræ	1,4	1,2	1,6	2,0
	i alt	2,0	1,9	2,4	3,4
% af forbrug	22,4	22,0	18,8	22,5	32,4
Kombi	Gavntræ	0,6	0,6	0,8	1,5
	Energitræ	1,6	1,5	2,6	4,1
	i alt	2,2	2,2	3,4	5,6
% af forbrug		24,8	21,5	32,4	53,0

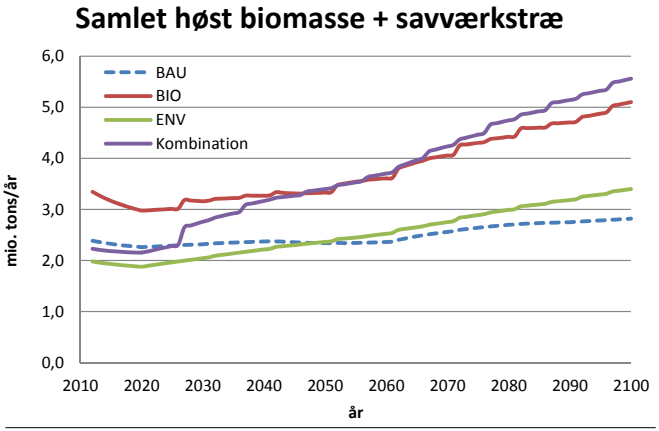
Tabel 2. Udviklingen frem til 2100 i årlig høst af energitræ i skov i Danmark (mio. tons tørstof og PJ), andel af samlet energiforbrug under 2050 målsætningen og andel af det skønnede behov for træenergi under denne målsætning (jf. »Vores energi«).

HØST (energitræ)		**2012**	**2020**	**2050**	**2100**
Træenergimål (PJ)		81	90	100	100
I alt energiforbrug (PJ)		814	750	650	550
BAU	(mio. tons tørstof)	1,0	0,9	1,0	1,2
	(PJ)	18,3	17,0	18,0	21,2
% af energi		2,3	2,3	2,8	3,9
% af træenergimål		22,6	18,9	18,0	21,2
BIO	(mio. tons tørstof)	2,3	2,0	2,4	3,6
	(PJ)	41,5	35,8	42,7	65,3
% af energi		5,1	4,8	6,6	11,9
% af træenergimål		51,2	39,7	42,7	65,3
ENV	(mio. tons tørstof)	1,4	1,2	1,6	2,0
	(PJ)	25,0	22,4	28,2	36,4
% af energi		3,1	3,0	4,3	6,6
% af træenergimål		30,9	24,9	28,2	36,4
Kombi	(mio. tons tørstof)	1,6	1,5	2,6	4,1
	(PJ)	29,3	27,1	46,3	73,9
% af energi		3,6	3,6	7,1	13,4
% af træenergimål		36,2	30,2	46,3	73,9

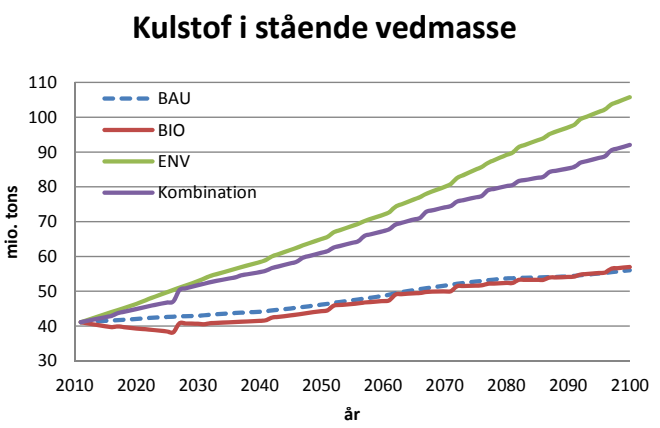


Figur 4. Samlet simuleret høst af energitræ i danske skove – i % af samlet energiforbrug under de fire forskellige scenarier.

energieffektivisering (lavere energiforbrug), men også skovrejsning. De øvrige scenarier viser, at man formentlig vil kunne leve op til 2050 målsætningen og endda på sigt nå den med en stor grad af selvforsyning. Der er her rum for enten at øge træandelen til energi eller søge en større andel aflagt til gavntræ (jf. tabel 1), afhængigt af hvorledes det går med udviklingen af andre vedvarende energikilder, og i hvor høj grad de forskellige virkemidler kan implementeres i praksis. Ligesom det naturligvis vil være et spørgsmål om hvad markedet efterspørger og til hvilke priser.



Figur 5. Udviklingen i total produktion for de fire scenarier fremskrevet til år 2100. Opgjort som samlet årlig høst i mio. tons tørstof af gavntræ og biomasse til energi og materialer.



Figur 6. Samlet mængde kulstof i stående overjordisk masse (mio. tons).

Hvad er den samlede effekt på CO_2 regnskabet?

Tabel 3. Årlig høst af gavn- og energitræ hhv. årlig tilvækst i overjordisk stående masse og rødder målt i CO_2 (millioner tons). Den samlede årlige fortrængning og opbygning i % af udslippet af CO_2 i Danmark i 2011 (55,8 mio. tons).

	Mio tons	2012	2020	2050	2100
BAU	Gavntræ	2,5	2,4	2,5	3,0
	Energitræ	1,9	1,7	1,8	2,2
	Stående masse	0,3	0,4	0,9	0,7
	Rødder	0,1	0,1	0,2	0,1
	Sum	4,8	4,6	5,3	6,0
% af	udslip 2011	8,6	8,3	9,6	10,8
BIO	Gavntræ	1,9	1,8	1,8	2,7
	Energitræ	4,2	3,6	4,4	6,7
	Stående masse	-1,2	-0,7	0,9	0,6
	Rødder	-0,2	-0,1	0,2	0,1
	Sum	4,7	4,6	7,2	10,1
% af	udslip 2011	8,5	8,3	12,9	18,0
ENV	Gavntræ	1,1	1,2	1,5	2,5
	Energitræ	2,6	2,3	2,9	3,7
	Stående masse	2,1	2,2	2,2	2,6
	Rødder	0,4	0,4	0,4	0,5
	Sum	6,2	6,0	7,0	9,3
% af	udslip 2011	11,1	10,8	12,6	16,7
Kombi	Gavntræ	1,1	1,2	1,5	2,7
	Energitræ	3,0	2,8	4,7	7,5
	Stående masse	1,3	1,4	1,8	1,9
	Rødder	0,3	0,3	0,4	0,4
	Sum	5,7	5,7	8,4	12,5
% af	udslip 2011	10,2	10,2	15,0	22,5

Hvor figur 4 og 5 samt tabel 1 og 2 fokuserer på høst af produkter, som har en *kulstoflagringseffekt* i form af produkter (en del af gavntræet) og en *kulstoffortrængningseffekt* på fossil energi (energitræet), viser figur 6 hvor meget kulstof, der bygges op i selve skoven under de fire scenarier, altså en *kulstoflagringseffekt* i form af et levende lager, hvoraf man kan beregne den årlige tilvækst efter hugst.

I tabel 3 er disse tre effekter omsat til årlig produktion, henholdsvis tilvækst målt i CO_2-ækvivalenter. Den samlede effekt er ligeledes vist i figur 7.

FOTO: PALLE MADSEN

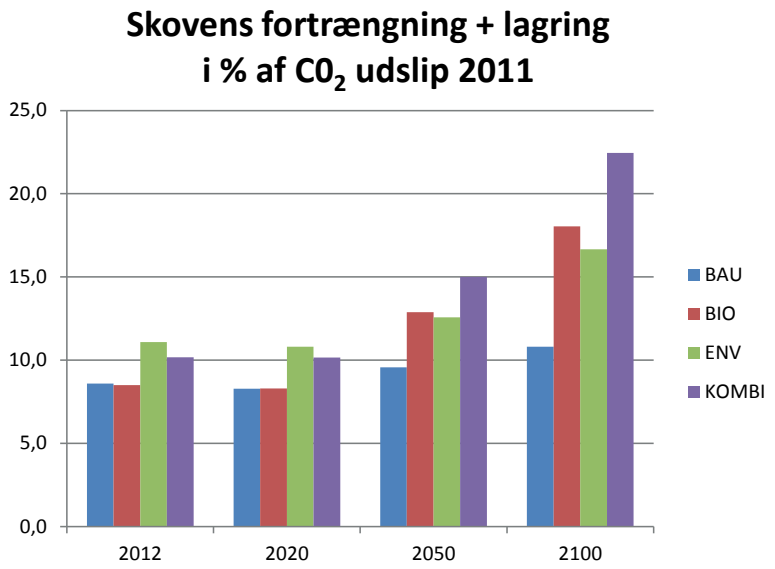
Blandingskulturer med hurtigvoksende ammetræer kan øge de tidlige udbytter af træ til energi og materialer meget betydeligt.

Diskussion og konklusioner

Man ser, at den samlede årlige fortrængning og opbygning af kulstof er ganske betragtelig, og gennem de store skovrejsningsscenarier kan bringes op på omkring 15 % i 2050 mere end 20 % i 2100 af det p.t. aktuelle årlige udslip, der i øvrigt *skal* falde i perioden, hvilket vil gøre skovenes relative bidrag til reduktion endnu større.

Rapportens begrænsninger og velfærdsøkonomiske spørgsmål

Rapporten præsenterer nogle resultater af en række simulerede scenarier, der kombinerer forskellige skovdyrkningsmæssige virkemidler, som påvirker udbyttet af træ fra de danske skove over de næste knap 100 år. Fokus er entydigt på betydningen af de forskellige virkemidler for mængden af råtræ, der produceres og afhændes som henholdsvis gavntræ og biomasse/energitræ, samt mængden af træ og biomasse, der ophobes i de danske skove.



Figur 7. Skøn for de danske skoves samlede CO_2 effekt under de fire scenarier udtrykt i % af Danmarks emission af CO_2 i 2011.

Rapporten belyser kun en beskeden del af de velfærdsøkonomiske effekter som en implementering af de forskellige virkemidler og scenarier måtte have, fordi den ikke opgør de forskellige virkemidler og scenariers effekter på værdier knyttet til f.eks. rekreative anvendelser, grundvandsbeskyttelse, biodiversitetsbeskyttelse og landskabsmæssige kvaliteter, men blot giver en kvalitativ vurdering af virkemidlernes relative effekt.

I rapporten diskuteres kort de åbne spørgsmål, der udestår i relation til disse aspekter for såvel tiltag indenfor eksisterende skove som for skovrejsningen. Her i sammendraget fokuseres på forsyningen med råtræ.

Forsyningen med råtræ

Gennemgangen af virkemidler viser, at det er muligt at øge produktionen i de danske skove ganske betydeligt, og at det vil være muligt at bidrage signifikant til danske energimålsætninger om en omstilling til 100 % vedvarende energi i 2050 og til en markant reduktion af Danmarks CO_2-udslip.

Et helt overordnet spørgsmål er naturligvis, om man skal satse på hjemlig produktion af træ, eller om man som hidtil skal basere det meste af forbruget på import. Ønsket om fortsat selvforsyning med energi og målsætning om klimaneutral produktion taler for en øget hjemlig produktion. Området udgør tillige et udviklingsområde for dansk jordbrug og industri.

Mere vedmasserige og mere produktive skove vil også være godt for klimaet. I vores del af verden ser klimaforandringerne ud til at kunne medføre øget produktivitet. En forudsætning er, at de nye skove er tilpasningsdygtige. Også dette vil kræve investeringer i forskning, udvikling og overvågning.

I andre dele af verden vil man se klimaforandringerne resultere i nedsat produktion. Det understreger nødvendigheden af at se forsyningen med træ i et internationalt perspektiv. Danmark vil fortsat skulle dække en del af forbruget gennem import. Skal det have samme positive effekter som den hjemlige produktion, skal også importen være bæredygtig. Det taler for, at den betydlige danske erfaring med hjemligt og internationalt skovbrug i højere grad mobiliseres også til internationalt samarbejde, f. eks. i bestræbelserne på en effektiv implementering af dansk støtte til REDD+ (Reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries including measures of conservation, sustainable management and enhancement of forest carbon stocks), vedtaget i forbindelse med COP 15 i København i 2009.

En forventet stigning i den globale efterspørgsel på træ med 3-4 gange inden 2050 rummer en række problemer for verdens skove. Den stigende konkurrence om produktivt land mellem forskellige arealanvendelser vil stille krav om betydelig teknologisk og politisk nytænkning for at sikre forsyningen med både træ og landbrugsprodukter. Globaliseringen indebærer f.eks., at nationale strategier for bevaring af skov eller anden

FOTO: VIVIAN KVIST JOHANNSEN

Ved vurdering af skovene som råstofleverandør, skal der også tages hensyn til skovenes øvrige funktioner f.eks. rekreative anvendelser, grundvandsbeskyttelse, biodiversitetsbeskyttelse og landskabsmæssige kvaliteter.

natur kan have utilsigtet effekt i form ændret arealanvendelse på tværs af landegrænser. Det er således nødvendigt at samtænke en udvidelse af den hjemlige produktion, både med bæredygtigheden af den alternative import og med konsekvenserne for naturen, såvel nationalt som internationalt.

Et meget væsentligst virkemiddel i Danmark er en udvidelse af skovarealet. Dette er i tråd med den allerede eksisterende skovpolitiske målsætning fra 1989 om at fordoble skovarealet indenfor en trægeneration. Denne målsætning kan opfattes som et arbitrært valg, fordi det ikke er tilstrækkelig konkret rettet mod de natur- og miljøgoder, som ønskes forøget. Der er brug for, at der sættes navn og omfang herpå, og at der udarbejdes et nuanceret grundlag for at sammenligne tiltagene (jf.de velfærdsøkonomiske spørgsmål ovenfor).

Modelberegningerne peger også på, at skovdyrkningsmæssige tiltag – eksemplificeret ved intensiv foryngelse og indplantning af hurtigtvoksende træarter, kan have en væsentlig positiv indflydelse på produktion og hugstmuligheder. Sammenkædes tiltaget yderligere med forædling, som kan fremme produktivitet og sundhed, er resultaterne på 2050-sigt på højde med niveauet for resultaterne i medfør af skovrejsning med de aktuelle virkemidler.

Nærværende rapport peger alene på skovrejsningens og skovdyrkningens effektivitet i forhold til danske energi og klima målsætninger.

Med henblik på at optimere arealanvendelsen er det nødvendigt i betydeligt omfang at satse på relativt højproducerende skove. Det vil kræve investeringer i både skovdyrk-

FOTO: BJERNE DITLEVSEN

Valg af de rigtige træer og forædling kan bidrage signifikant til skovenes produktion, sundhed og stabilitet.

ning og skovtræforædling med fokus på tilpasning og produktion.

Analyserne er foretaget på et overordnet niveau og ud fra en samlet national betragtning. Resultaterne vil næppe kunne implementeres 100 %, idet de bl.a. vil afhænge af f.eks. ejendomsstørrelse, driftsformål og adgang til den nødvendige skovbrugsfaglige viden. Der vil således være brug for at vurdere sådanne behov mere konkret. Hvordan ser det ud på statens arealer og hvordan ser det ud i de forskellige egne af landet for forskellige typer af private ejendomme? Hvilken implementeringsgrad kan forventes, og med hvilke virkemidler kan den øges?

Områder med behov for vejledning til praksis

Hvor analyserne klart viser mulighederne for at øge produktionen, er de mere abstrakte med hensyn til ambitionen om at danne grundlag for anvisninger til praksis.

Med henblik på konkret implementering understøtter rapportens resultater en række af de anbefalinger, som er givet af Skovpolitisk Udvalg (2011) og i »+10 millioner tons planen« (2012). Et tæt samspil mellem forskning, udvikling og implementering, samt mellem offentlige og private aktører er afgørende for at disse anbefalinger kan blive til virkelighed.

I rapporten peges på en række områder knyttet til nævnte anbefalinger og de skovdyrkningsmæssige virkemidler, hvor der skønnes at være behov for at udvikle bedre beslutningsgrundlag og redskaber til praksis. Det drejer sig f.eks. om modeller for skovrejsning, der fremmer produktion, stabilitet og diversitet, valg af fremtidens træarter og kulturmodeller med henblik på at sikre tilpasningsdygtige dyrkningssystemer, brug af optimalt plantemateriale og sammenhæng mellem mere produktorienteret og produktoptimerende drift på den ene side og miljøhensyn på den anden.

En særlig udfordring bliver at sikre skovtræernes stabilitet og diversitet, som det bærende element i skovens struktur og ramme for det øvrige dyre og planteliv, i en fremtid med ændret klima, risiko for nye svampesygdomme og insekter, eller skift i konkurrenceforholdet mellem allerede eksisterende skadevoldere og skovtræerne.

Referencer

Graudal, L., Nielsen, U. B., Schou, E., Jellesmark Thorsen, B., Hansen, J. K., Bentsen, N. S. og Johannsen, V. K., 2013: Muligheder for bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010-2100. Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, 86 s. ill.

Gylling, M., Jørgensen, U. og Bentsen N. S., 2012: + 10 mio. tons planen – muligheder for en øget dansk produktion af bæredygtig biomasse til bioraffinaderier, Frederiksberg, 2012. 32 s. ill.

Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Riis-Nielsen, T., Suadicani, K., Jørgensen, B. B. 2013: Skove og plantager 2012. Skov & Landskab, Frederiksberg. 189 s. ill.

Regeringens klimaplan. På vej mod et samfund uden drivhusgasser August 2013. Klima-, Energi og Bygningsministeriet ISBN 978-87-93071-21-6, Elektronisk publikation 978-87-93071-22-3, www.kebmin.dk.

Skovpolitisk Udvalg, 2011: Fremtidens skov – anbefalinger fra Skovpolitisk Udvalg 2011. ISBN: 978-87-7279-215-6.

Vores energi, udgivet af regeringen, november 2011, 43 s. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. ISBN 978-87-7844-914-6. Elektronisk publikation ISBN 978-87-7844-916-0.

Kolofon

Titel
Dansk skovbrugs mulige bidrag til øget træproduktion og imødegåelse af klimaforandringer. Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi.

Forfattere/redaktører
Lars Graudal, Ulrik Bräuner Nielsen, Erik Schou, Bo Jellesmark Thorsen, Jon Kehlet Hansen, Niclas Scott Bentsen og Vivian Kvist Johannsen

Forsidefoto
Skov kan opsuge og lagre store mængder kulstof samtidig med at de leverer tømmer og brænde. Foto: Palle Madsen

Udgiver
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning
Københavns Universitet
Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C

Layout
Karin Kristensen

ISBN
978-87-7903-640-6
978-87-7903-641-3 (on-line)

Bedes citeret
Graudal, L., Nielsen, U. B., Schou, E., Thorsen, B. J., Hansen, J. K., Bentsen, N. S. og Johannsen, V. K. (2013): Dansk skovbrugs mulige bidrag til øget træproduktion og imødegåelse af klimaforandringer. Perspektiver for skovenes bidrag til grøn omstilling mod en biobaseret økonomi, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg. 16 s. ill.

Tryk
Prinfo Aalborg

NORDISK MILJØMÆRKNING
541 370
TRYKSAG

INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING

KØBENHAVNS UNIVERSITET

ROLIGHEDSVEJ 23
1958 FREDERIKSBERG C

TLF. 3533 1500
WWW.IGN.KU.DK