



BJART HOLTSMARK
Forsker, Statistisk sentralbyrå

Skog, bioenergi og klima

Det pågår en debatt om økt uttak av biomasse fra norsk skog for energiformål vil være et klimatiltak eller ikke. Hvor står denne debatten i dag?

INNLEDNING

Uttaket av trevirke fra norsk skog er på rundt 8 – 10 millioner m³ (Mm³) per år. Samtidig er tilveksten nå trolig på mer enn det dobbelte. Følgelig er det altså mulig å øke hogsten vesentlig, noe som kunne gi grunnlag for mer fornybar energi. Å få til en slik økning i hogsten har vært et mål for Regjeringen.² Flere støttetiltak og subsidier er innført for at dette skal skje. Følgelig har vi nå flere statsstøttede bioenergianlegg.

Men kanskje viktigere er hva som skjer i EU. Trevirke betraktes også i EU som karbonnøytralt og CO₂-utslipp fra forbrenning av trevirke må derfor ikke dekkes opp med utslippsrettigheter i EUs kvotemarked. Samtidig kan økt bruk av trevirke som energikilde komme til å spille en vesentlig rolle for å nå målet om 20 prosent fornybar energi i EU i 2020. Etter hvert som 2020 nærmer seg kan vi oppleve en økende etterspørsel etter norsk trevirke med økning i prisen på norsk tømmer og en økning av hogsten i Norge.

Spørsmålet er om en slik økning i hogsten er et miljøtiltak. Det er lite tvil om at det er en konflikt mellom økt hogst og

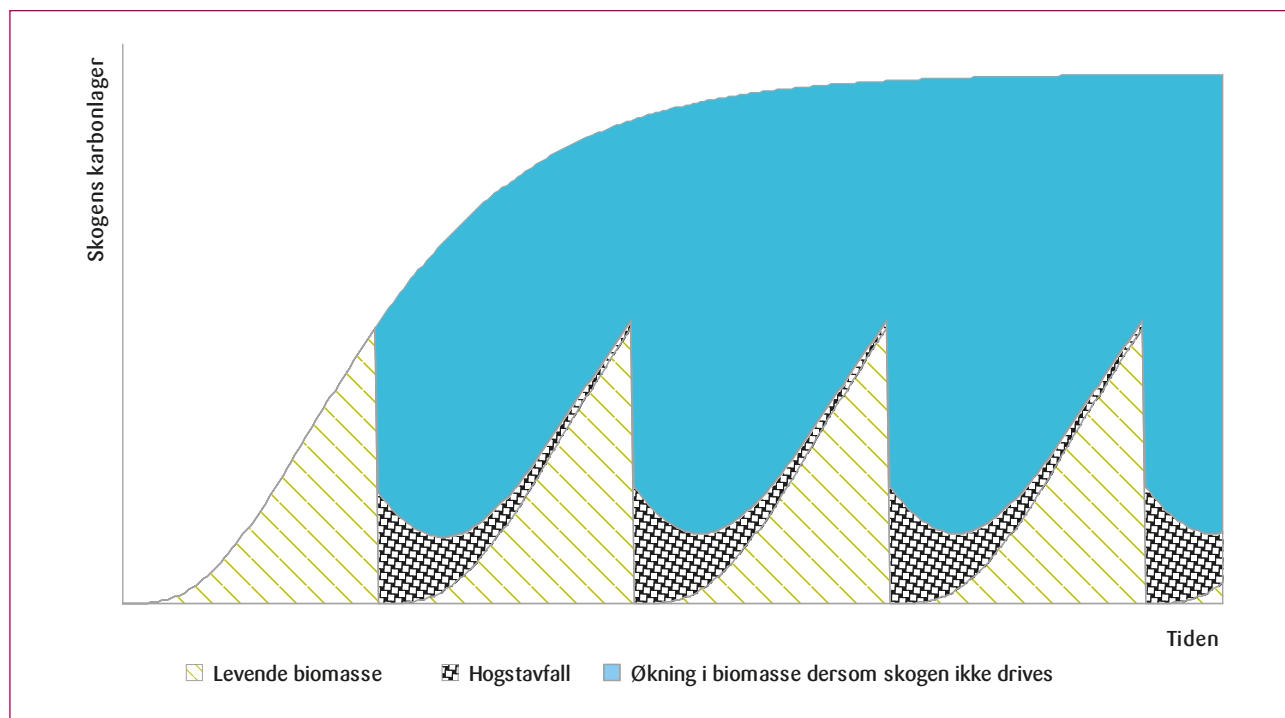
biologisk mangfold. Men det har derimot inntil nylig vært relativt bred enighet i forskningsmiljøer om at økt uttak av trevirke for energiformål er et klimatiltak, se for eksempel Bright og Strømman (2009), Sjølie m. fl. (2010) og Sjølie og Solberg (2009). Problemet er at i regnestykkene i nevnte arbeider har forfatterne betraktet trevirke som en CO₂-nøytral energikilde og derfor fullstendig sett bort fra CO₂-utslippene som oppstår når man forbrenner trevirke, til tross for at trevirke gir opphav til like mye CO₂ per energienhet som kull. Forutsetningen om trevirke som en karbonnøytral energikilde bygger på at trær som hugges og utnyttes som energikilde vokser opp igjen og fanger tilbake den samme CO₂-mengden som oppsto under forbrenningen.

Problemet er at norsk skog normalt er hogstmoden etter 70 – 120 år. Tar man hensyn til denne treggheten og skogens dynamikk mer generelt viser det seg at det å øke avvirkningen av skog for å fremskaffe bioenergi som kan erstatte olje og gass vil gi økt konsentrasjon av CO₂ i atmosfæren i lang tid fremover. Etter at undertegnede og andre i flere rapporter og artikler (Goksøyr, Norem, Holtsmark, Refsdal, 2010, Holtsmark 2010a,b,c) pekte på dette våren 2010 oppstod det en debatt med innspill fra både forskere, politikere og næringsinteresser (se for eksempel Sjølie m. fl., 2010, Rørstad 2010 blant mange andre, eller se Risan, 2012, for noen andre perspektiver på denne debatten).

¹ Takk til Taran Fæhn, Henrik Lindhjem, Hans Henrik Ramm og Jørgen Randers for merknader. Arbeidet har vært finansiert av Norges Forskningsråd (Sustainable biofuels)

² St. meld. nr. 39 (2009-2009) Klimautfordringen – landbruket en del av løsningen

Figur 1. Karbon lagret i en skog i to tilfeller. Hvis skogen drives etter normale lønnsomhetsbetraktninger vil karbonlageret over bakken utgjøres av summen av de skraverete og de sortprikkede feltene. Hvis skogen fredes utvides karbonlageret med det blå feltet også.



I denne kommentaren vil jeg først kort si litt om hvor debatten står i dag. Dernest vil jeg gå litt nærmere inn på et moment som har kommet i fokus i den senere tid. Bright m. fl. (2011) trekker nemlig inn at hogstflater vil kunne gi snøflater som i større grad reflekterer solstrålene og dermed virker avkjølede (økt albedo). Jeg kompletterer mine tidligere beregninger med denne typen effekter.

STATUS FOR DEBATTEN

Figur 1 illustrerer på en enkel måte hvorfor det blir feil å betrakte trevirke som karbonnøytralt. I en nordisk (boreal) skog tar det som nevnt 70 – 120 år før et tre er hogstmodent.³ Helt siden 1800-tallet, og endog før det, har det vært kjent at i kommersiell skogsdrift hogger man trærne lenge før de har sluttet å vokse, jfr. Faustmann (1849) og Scorgie og Kennedy (1996). En skogeier vil nemlig ta hensyn til at hvis han hogger treet vil han kunne sette inntektene i banken og få en avkastning tilsvarende rentenivået. Men dessuten vil han ta hensyn til at hvis han utsetter hogsten, vil han også måtte utsette hogsten i alle fremtidige rotasjonsperioder. Det taler for at han vil hogge før treet vekst har kommet ned til rentenivået. Det innebærer at dersom hogstmodne trær ikke hogges vil

de fortsette å vokse og fange karbon i mange år. Og i gammel skog akkumuleres det dessuten store mengder dødt trevirke. Som figur 1 viser, er det derfor feil å betrakte trevirke som karbonnøytralt da en skog som drives etter normale skogbruksmessige prinsipper vil utgjøre et mindre karbonlager enn en skog som ikke drives. Det merkelige er at dette enkle resonnementet i stor grad har blitt oversett av skogforskere, og at flere har trengt lang tid for å akseptere resonnementet da det ble presentert. Men tankegangen begynner nå å vinne aksept, se for eksempel den oppsummerende lederartikkelen i tidsskriftet *DCG Bioenergy* av Schulze m. fl. (2012).

ØKT BRUK AV BIOENERGI FRA SKOGEN FORSTERKER CO₂-PROBLEMET

Men selv om trevirke ikke er klimanøytralt, kan det tenkes at økt hogst likevel kan være et klimatiltak dersom det fører til en nedgang i CO₂-utslipp fra fossil energi som mer enn kompenserer for nedgangen i skogens karbonlager. Poenget er at et varig høyere hogstnivå vil gi grunnlag for varig lavere bruk av fossil energi. Da blir det spørsmål om hvor lang tid det vil ta før den akkumulerte reduksjonen i fossile CO₂-utslipp er høyere enn nedgangen i skogens karbonlager. Mitt poeng har vært at denne tidsforskjellen ikke er tilnærmet null slik man tidligere har lagt til grunn, men fort kan komme opp i 100 – 200 år, og endog mer.

³ Enkelte vil kanskje stusse på at figuren indikerer at skogens karbonlager ikke reduseres når skogen blir gammel. Faktum er imidlertid at det er mer sannsynlig at gammel skog fortsetter å akkumulere skog, jfr. Luyssaert m. fl. (2008).

LITT OM INNVENDINGENE

Hva var det så kritikerne innvendte mot disse beregningene? En innvending var at jeg brukte en skogmodell bestående av identiske teiger, alle med en veksthastighet som granskog av bonitet 14.⁴ Det ble etterlyst flere treslag og boniteter. Det er ikke særlig krevende å utvide modellen i en slik retning. Ulempen med det er at man vil stå overfor en mindre transparent modell, men som ikke vil gi vesentlig ny informasjon i forhold til det som har vært mitt formål med beregningene. Det er opplagt at i mer hurtigvoksende skog vil tilbakebetalingstiden bli kortere, og omvendt. Men for meg har det vært vesentlig å få frem størrelsesorden på tilbakebetalingstiden – å vise at den ikke er null, slik man har lagt til grunn i Bright og Strømman (2009), Sjølie m. fl. (2010) og Sjølie og Solberg (2009). Så får skogforskingsmiljøene å ta opp ballen og utvikle mer detaljerte modeller i den grad det er behov for mer differensierte anslag på tilbakebetalingstiden avhengig av hva slags skog man høster.

Dernest har det blitt innvendt at ny skog kan plantes tettere og dermed bli mer produktiv enn den skogen som hugges. Dette er imidlertid studert i Holtsmark (2012) uten at det endrer bildet vesentlig. Videre har det blitt hevdet at mine beregninger bygger på en idealisert skog og ikke tar hensyn til at det er stor usikkerhet knyttet til gammel skogs evne til å lagre karbon. Faktum er imidlertid at Holtsmark (2010a,b,c) tar hensyn til nettopp denne usikkerheten ved å gjøre en antakelse om at gammel skog i sterk grad avgir karbon til atmosfæren. I stedet for å modellere en idealskog representerer altså disse beregningene noe i retning av et verst mulig scenario. Det ble også innvendt at jeg i mine første beregninger ikke la til grunn at man kunne ta ut hogstavfall sammen med stammevirket for å få mer energiuttak fra hogsten. Dette har jeg imidlertid inkludert i senere beregninger (Holtsmark, 2010b,c, 2012) uten at det endrer bildet vesentlig. Og endelig ble det innvendt at en andel av hogsten normalt går til varig lagring i bygninger og møbler og dermed utgjør et karbonlager samtidig som man unngår bruk av sement og stål. Min problemstilling var imidlertid at jeg ville se på konsekvensene av å øke hogsten for å fremskaffe mer bioenergi. Jeg diskuterte ikke klimaeffektene av norsk skogbruk i sin alminnelighet.

Oppsummert tror jeg man kan si at mye av kritikken som ble rettet mot mine arbeider ikke helt fanget opp hva som var min problemstilling og hva jeg forsøkte å vise. Formålet mitt var å få frem at vi må slutte å betrakte trevirke som karbonnøytralt og revurdere bioenergi politikken i lys av dette.

⁴ Bonitet er et mål for skogens vekstegenskaper. Bonitet 14 er middels bonitet. Om lag 70 prosent av hogsten i Norge er gran og om lag 20 prosent er furu.

REFLEKSJON AV SOL FRA HOGSTFLATER – ALBEDO

I Bright m. fl. (2011) studeres imidlertid et vesentlig aspekt som jeg ikke hadde med i mine regnestykker. Hogstflater med snødekke reflekterer sollyst (har høy albedo), mens en mørk barskog (med eventuell snø liggende i skjul på bakken mye av tiden) vil absorbere mye av solenergien og dermed gi en oppvarmende effekt (liten albedo). Følgelig vil det være to motstridende effekter av hogst. På den ene siden får man økt tilførsel av CO₂ til atmosfæren som gir oppvarming. På den andre siden får man snøflater som reflekterer solenergien og dermed virker avkjølede. Bright m. fl. (2011) sitt bidrag er å forsøke å kvantifisere albedoeffekten. Metodisk representerer dessuten Bright m. fl. (2011) en stor forbedring i forhold til Bright og Strømman (2009) ved at forfatterne nå ikke lenger betrakter trevirke som CO₂-nøytralt, men tar hensyn til hvordan hogst påvirker skogens karbonlager.

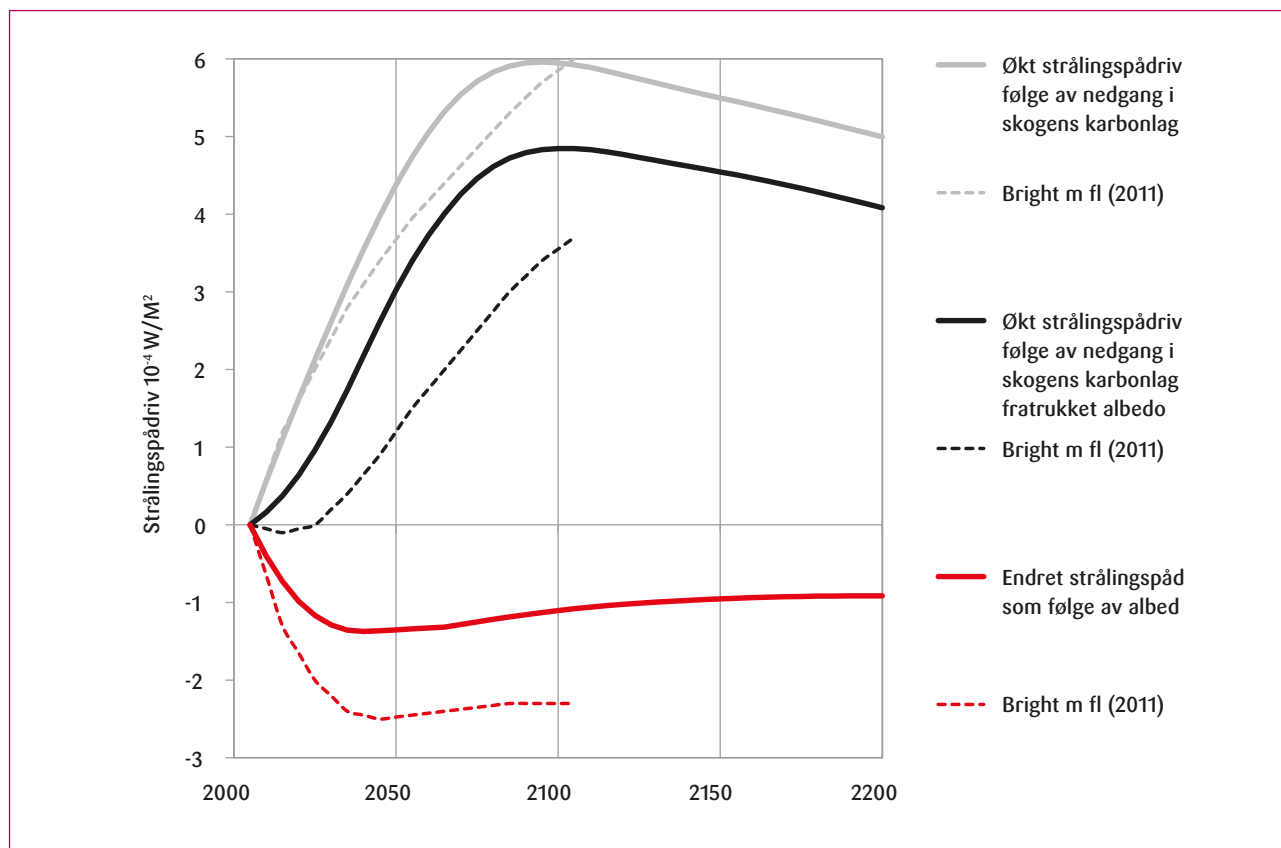
Hovedresultatet i Bright m. fl. (2011) er at forsterket albedo av økt hogst er i en størrelsesorden som gjør at den må regnes med når vi skal se på den totale klimaeffekten av hogst. I en modellsimulering som går 100 år frem i tid kommer de frem til at økt hogst og anvendelse av trevirket som biodiesel kan gi en netto avkjøling de første 40 – 50 årene etter at man øker hogsten, men at man deretter vil oppleve at tiltakets nettoeffekt er en oppvarming av atmosfæren.

I det følgende presenteres tilsvarende simuleringer med skogmodellen benyttet i Holtsmark (2012) som også gir detaljert modelldokumentasjon. Beregningene bygger direkte på Bright m. fl. (2011) som sier at en hogstflate øker den gjennomsnittlige årlige utstrålingen med 14,9 Watt/m² i forhold til eldre skog. Videre antas at etter hogsten avtar albedo lineært mens skogen vokser til og er tilbake til normal albedo etter 38 år. For å gjøre resultatene mest mulig sammenlignbare med Bright m. fl. (2011) er det lagt til grunn at hogstnivået økes med 6,8 millioner kubikkmeter per år (Mm³/år). I tillegg antas at det årlig tas ut 1,4 Mm³ grener og topper sammen med stammevirket.⁵

Bright m. fl. (2011) legger til grunn at snøsesongens lengde ikke vil endres i løpet av århundret. Dette er usannsynlig,

⁵ Det er lagt til grunn at en økning i avvirkningen på 6,8 Mm³/år vil kreve et årlig hogstareal på om lag 320 km², noe som er i godt samsvar med beregninger med modellen AVVIRK. Det vil si at etter 38 år vil den økte hogsten gi et samlet areal med nedsatt albedo på rundt 12 000 km². I og med at albedo avtar lineært vil gjennomsnittlig nedsatt albedo på dette arealet være 7,5 W/m². Etter hogstøkningen vil altså albedoeffekten gradvis øke og etter 38 år vil den gi en økt albedo på 91 GW. Samtidig er jordens overflate på 0,510072 · 10¹⁵ m². Det betyr at vi etter 38 år får en økt albedo av hogstøkningen på 0,000176 W/m². Men denne justeres ned som følge av antagelsen om gradvis kortere vintersesong.

Figur 5. Økt strålingspådriv som følge av at deler av skogens karbonlager flyttes til atmosfæren på grunn av hogst (grå kurve) og redusert strålingspådriv som følge av økt albedo (rød kurve). Den svarte kurven viser nettoeffekten. De stiplede kurvene viser tilsvarende resultater i Bright m. fl. (2011).



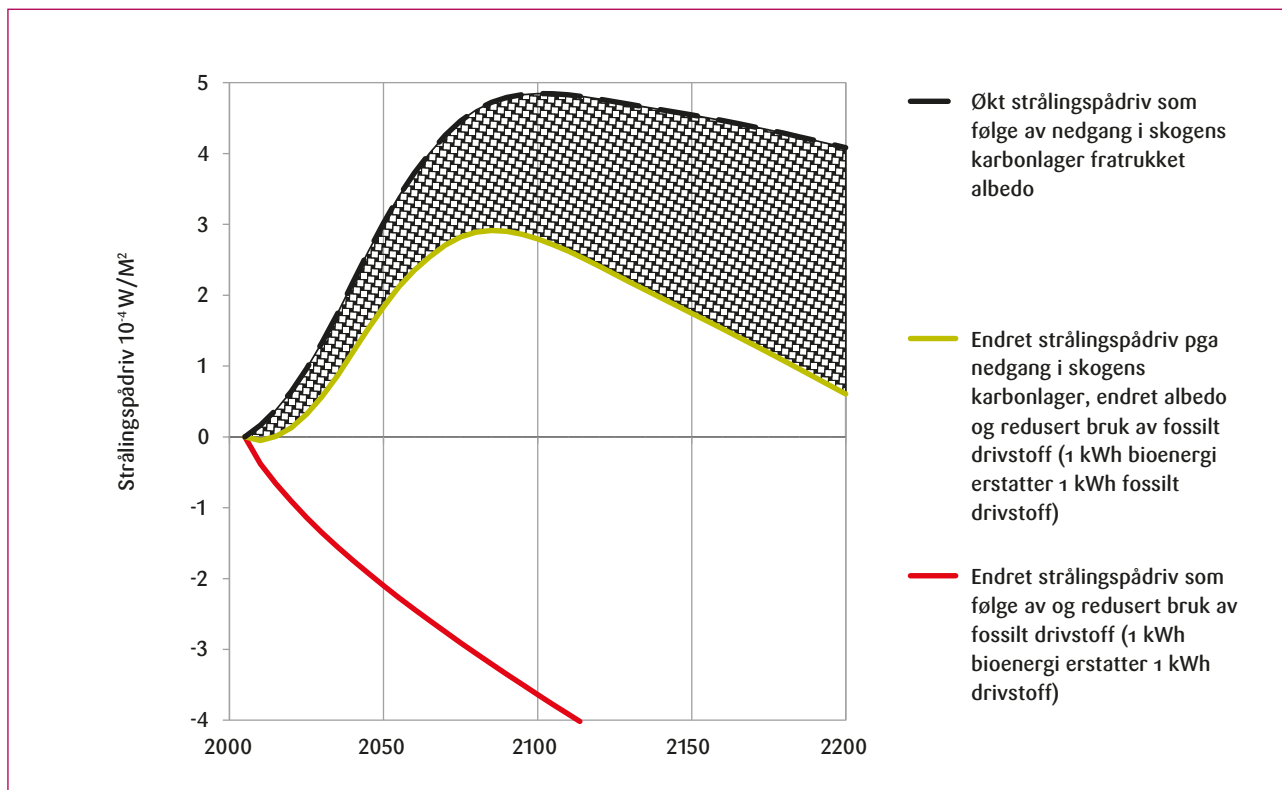
hvis vi skal tro på konklusjonene om en fremtidig global oppvarming, jfr. IPCC (2007). Vikhamar m. fl. (2006) gir anslag på hvor mye snøsesongen vil kortes ned i løpet av århundret. På grunnlag av det bildet de tegner har jeg anslått at for hver grad oppvarming i global temperatur vil den forsterkede albedoeffekten av hogst i Norge reduseres med 20 prosent. Sammen med antakelsen om at temperaturen i løpet av århundret øker med 2,5 °C, betyr dette at albedoeffekten av hogst i mine beregninger antas å bli svekket med 50 prosent i løpet av århundret.

For å kunne relatere oppvarmingseffekten av CO₂ til avkjølingseffekten av albedo, må man ta hensyn til levetiden til CO₂ i atmosfæren og hvordan dette vil påvirke strålingspådrivet. Strålingspådriv er et mål på oppvarmingseffekten av en endring i ulike atmosfæriske forhold og er definert som endring i differansen mellom inngående solstråling og utgående varmestråling fra jorda, og måles i W/m². Når det gjelder den atmosfæriske levetiden til CO₂, benyttes karbonsyklusmodellen Bern 2.5CC (IPCC 2007).

HOGST ER FREMDELES IKKE KLIMANØYTRALT

Resultatene er presentert i Figur 5, 6 og 7. Figur 5 viser to effekter. Den øverste grå kurven viser hvordan den økte tilførselen av CO₂ til atmosfæren som følge av økt hogst forsterker strålingspådrivet, altså oppvarmingen av atmosfæren. Den nederste røde kurven viser hvordan økt hogst forsterker albedo og dermed gir en avkjøling. Netto av disse to effektene er vist med den svarte kurven. De stiplede kurvene representerer de tilsvarende resultatene i Bright m. fl. (2011). Man ser for det første at Bright m. fl. (2011) får en noe annen dynamikk i utviklingen i skogens karbonlager etter hogst, og for det andre at jeg får en noe lavere virkning på albedo. Det siste skyldes blant annet at jeg som nevnt har antatt at snøsesongen blir kortere gjennom århundret. Men noe av forskjellen i resultatene skyldes også at Bright m. fl. (2011) opererer med en skogmodell med en noe annen kabodynamikk enn det jeg gjør. Jeg finner det imidlertid betryggende at kabodynamikken i modellen jeg benytter viser godt samsvar med modellen som brukes ved Institutt for skog og landskap (AVVIRK)

Figur 6. Den stiplede svarte kurven viser nettoeffekten av økt strålingspådriv som følge av økt tilførsel av CO₂ fra skog til atmosfære og redusert strålingspådriv som følge av albedo. Den røde kurven viser redusert strålingspådriv som følge av redusert bruk av fossilt drivstoff dersom 1 kWh biodrivstoff erstatter 1 kWh fossilt drivstoff. Den grønne kurven viser nettoeffekten.



og som Klimadirektoratet bruker i sitt arbeid. Forskjellene i resultater her reflekterer den usikkerheten man står overfor, og videre forskning vil kanskje føre til mer omforente resultater.

Den svarte kurven i figur 5 representerer nettoeffekten av økt CO₂-tilførsel fra skogen og økt albedo fra hogstflatene. Vi kan merke oss at den svarte kurven ligger godt over den horisontale aksene i hele tidsperioden vi ser på, som er på nærmere 200 år. I et slikt tidsperspektiv er følgelig ikke hogst en klimanøytral aktivitet, heller ikke når man trekker inn albedo. Dette følger også av Bright m. fl. (2011).

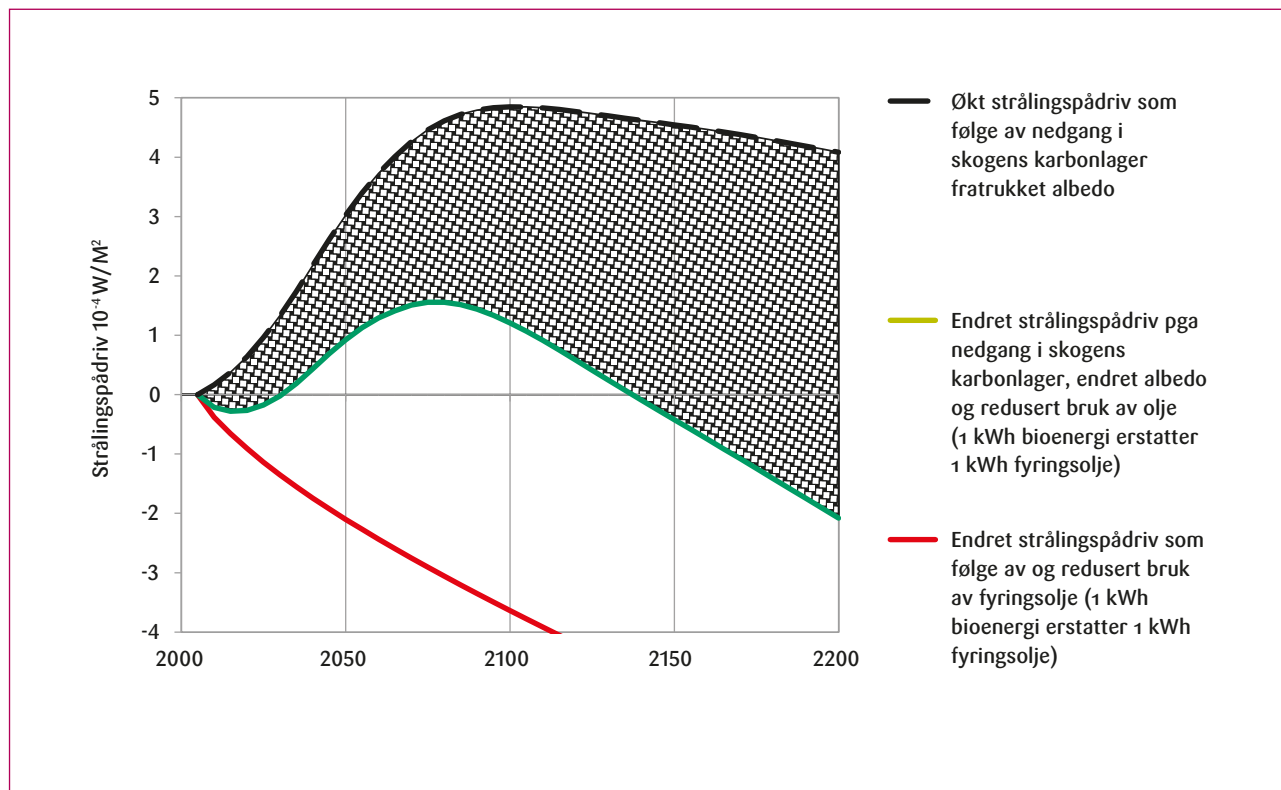
HVA HVIS BIODRIVSTOFF ERSTATTER FOSSILT DRIVSTOFF?

Neste spørsmål er hva som er netto klimaeffekt av hogst dersom man antar at økt tilgang på bioenergi erstatter bruk av fossil energi. Jeg antar i første omgang at trevirket foredles til biodrivstoff. Det legges til grunn at 1 m³ trevirke foredlet til biodrivstoff kan erstatte 100 liter bensin. Hver liter bensin gir 2,3 kg CO₂. Inkluderer vi CO₂-utslipp i

forbindelse med utvinning, raffinering og distribusjon, kan vi anta at hver liter bensin gir opphav til om lag 3,0 kg CO₂. Følgelig kan vi legge til grunn at 1 m³ trevirke på denne måten kan eliminere 300 kg fossile CO₂-utslipp.

Den røde kurven i figur 6 viser reduksjonen i strålingspådriv som følger dersom den økte tilgangen på bioenergi gir en så sterk nedgang i bruken av fossilt drivstoff som anslått over. Den svarte stiplede kurven i figur 6 er identisk med den svarte stiplede kurven i figur 5, og viser som nevnt nettoeffekten av økt strålingspådriv som følge av økt tilførsel av CO₂ fra skog til atmosfære og redusert strålingspådriv som følge av albedo. Samtidig viser den grønne kurven i figur 6 nettoeffekten på strålingspådrivet av alle de tre effektene. Resultatet er at økt hogst for å produsere biodrivstoff i første omgang vil være nøytralt i forhold til klima fordi man får en avkjølende effekt av flere hogstflater som i snøsesongen som reflekterer sollys. Men etter omkring 10 år dominerer CO₂-effekten og man får en oppvarmingseffekt som vedvarer i hele beregningsperioden.

Figur 7. Den svarte stiplede kurven viser nettoeffekten av økt strålingspådriv som følge av økt tilførsel av CO₂ fra skog til atmosfæren og redusert strålingspådriv som følge av albedo. Den røde kurven viser redusert strålingspådriv dersom biomassen foredles til pellets og dersom hver kWh pellets erstatter 1 kWh fyringsolje. Den grønne kurven viser nettoeffekten.



Her må det minnes om at den grå kurven legger til grunn at 1 kWh bioenergi vil erstatte 1 kWh fossil energi. Dette er nok en for optimistisk forutsetning. Spørsmålet er hva som skjer med oljeforbruket når man øker tilbudet av bioenergi. Det kommer jeg tilbake til.

OG HVIS PELLETS ERSTATTER FYRINGSOLJE?

I Norge har det en stund pågått en kampanje for å erstatte oljefyringsanlegg med pelletsovner. Dette er vel og bra dersom pellets er produsert av restprodukter fra skogindustrien som ellers ikke ville blitt brukt som energikilde. Dersom økt bruk av pellets gir en tilsvarende økning i hogsten, skal vi se at det er mer uklart hva som blir sluttteffekten for klimaet.

Anta nå at 1 m³ trevirke har en effektiv brennverdi på 2090 kWh. Videre antas at om lag 10 prosent av den opprinnelige tømmermengden blir brukt til tørking for å få restfuktigheten i sluttproduktet ned i 10 prosent. Det betyr at 1 m³ råstoff kan gi 1900 kWh. Videre kan 1 liter fyringsolje gi 9,5 kWh. Det betyr at 1 m³ trevirke kan erstatte 200 liter

fyringsolje, forutsatt at pelletsovnen og oljefyringsanlegget har samme virkningsgrad. Hver liter fyringsolje gir opphav til 2,66 kg CO₂. Altså kan hver m³ trevirke eliminere 532 kg fossile CO₂-utslipp. Det er da antatt at fossile utslipp knyttet til utvinning og raffinering av oljen er like store som utslipp knyttet til produksjon av pellets. I henhold til Sjølie og Solberg (2009) er energiforbruket knyttet til produksjon av pellets såpass høyt at dette kan virke som en rimelig antakelse.

Resultatet vises i figur 7. Fordi pelletsproduksjon er en mindre energikrevende prosess enn produksjon av biodrivstoff, får man nå erstattet mer fossil olje. Dermed vil man få en netto avkjølingseffekt i om lag 25 år etter at hogsten økes. Deretter får man en oppvarmende effekt som vedvarer til omkring 2135, hvoretter man får en avkjøling, men da forutsatt at 1 kWh bioenergi erstatter 1 kWh fossil olje. Neste avsnitt diskuterer realismen i denne forutsetningen.

VIL 1 KWH BIOENERGI REDUSERE BRUKEN AV FOSSIL OLJE MED 1 KWH?

Regnestykkene bak kurvene i figur 6 og 7 over legger til grunn at en økning i tilbudet av 1 kWh bioenergi vil føre til en like stor reduksjon i bruken av fossil energi (1 kWh). Dette er en typisk forutsetning i den typen livssyklusanalyser som Bright m. fl. (2011) representerer. I virkeligheten er nok dette for optimistisk. Spørsmålet er hva som skjer med oljeforbruket når man stimulerer til økt bioenergiproduksjon, og for eksempel en norsk husholdning erstatter et oljefyringsanlegg med en pelletsovn, eller erstatter bruk av fossilt drivstoff med biodrivstoff fra norsk trevirke. Dette vil redusere bruken av olje. Dermed får man en ubalanse i oljemarkedet som gir prisfall (hvis da ikke oljetilbudet er uendelig elastisk – vannrett tilbudskurve for olje). Et slikt prisfall vil føre til økt etterspørsel etter fossil olje. Den norske husholdningens reduserte oljeforbruk vil altså bli motvirket av at andre vil øke sitt forbruk av fossil olje.

Dermed kan vi med relativt stor grad av sikkerhet si at den grønne kurven *ikke* representerer sluttresultatet av mer bioenergi. Hva som blir slutteffekten vil avhenge av hvordan verdens mange oljeprodusenter reagerer på lavere etterspørsel på olje. På litt sikt vil redusert etterspørsel etter olje trolig gi lavere produksjon. Dersom tilbudet av olje også på lengre sikt ikke er særlig følsomt for pris- og etterspørselsendringer, vil slutteffekten av økt bruk av bioenergi ligge nærmere den stiplede kurven enn den grønne i figur 6 og 7.

Dersom man antar at oljeproduksjonen i verden ikke påvirkes av økt tilbud av bioenergi, vil redusert forbruk av fossil olje i Norge bli motsvart av en like stor økning i forbruket av fossil olje et annet sted. Nettoeffekten av økt hogst og bruk av bioenergi vil da være beskrevet med den svarte stiplede kurven (som er identisk i de to figurene), og man vil følgelig ikke på noe tidspunkt få noen klimagevinst av økt bruk av bioenergi.

Sannheten ligger mest trolig et sted mellom den svarte stiplede og den grønne kurven, altså et sted i det skraverete feltet. Det betyr at man ikke nødvendigvis vil oppnå en klimagevinst av hogsten på noe tidspunkt de nærmeste århundrene, heller ikke de første par tiårene. Men her er det ikke noen klare svar, utover at man kan si at det er usannsynlig at den grønne kurven gir et riktig bilde av slutteffekten.

Endelig må det pekes på at det vi kan si med stor grad av sikkerhet, er at økt hogst vil øke tilførselen av CO₂ til atmosfæren. Albedoeffekten vil derimot variere sterkt fra område

til område. På mange snøfattige områder på vestlandet er denne effekten av liten betydning, mens den kan være av stor betydning i visse strøk på Østlandet. Men med et gradvis varmere klima kan albedoeffekten også på Østlandet bli svekket vesentlig raskere enn det her er lagt til grunn.

Men endelig må vi også huske på at oppvarmingseffekten av CO₂ bare er et av de antatte problemene med CO₂. Mange er også bekymret for at økende CO₂-konsentrasjon gir forsuring av havet, noe som er til skade for havets økosystem. Selv om altså økt albedo ved hogst delvis kan veie opp for oppvarmingseffekten av at hogst svekker skogens karbonlager, står man tilbake med at det er et problem i seg selv at mer karbon i atomsfæren gir et surere hav.

SLUTTMERKNADER

Frem til ganske nylig har forskere trukket bygget politikk-anbefalinger på at trevirke er en karbonnøytral energikilde. Problemet var at disse anbefalingene bygget på analyser som så bort ifra CO₂-utslippene som oppstår ved forbrenning av trevirke (se for eksempel Bright og Strømman, 2009, og Sjølie m. fl., 2010). Mitt hovedpoeng har vært at dette ikke er tilfredsstillende rent metodemessig og jeg har presentert beregninger som har vist at selv om biomassen erstatter fossile kilder får man ikke nødvendigvis redusert tilførsel av CO₂ til atmosfæren i overskuelig fremtid. Samtidig har jeg presisert at man ikke kan trekke endelige konklusjoner om netto effekt på klimaet ettersom blant annet albedoeffekter av hogst ikke tidligere har vært tatt hensyn til i mine modellberegninger.

I denne kommentaren har jeg benyttet anslagene på albedoeffekten av hogstflater fra Bright m. fl. (2011) for å se på klimaeffekten av hogst når dette inkluderes i beregningene. Dette kan snu fortegnet på klimaeffekten i de første tiårene etter at man øker hogsten. Men det forutsetter at det økte tilbudet av bioenergi går til erstatning for fossil energi med høy substitusjonseffekt. I slike tilfeller tilsier beregningene at man får en avkjøling i opptil noen tiår før man får en lang periode med netto oppvarming, for så på veldig lang sikt igjen å få en avkjølede effekt. I beregningene i Bright m. fl. (2011) er perioden med avkjølede effekt lenger enn det jeg kommer frem til. Forskjellene i resultater her understreker igjen usikkerheten man står overfor. Når jeg inkluderer albedo i mine beregninger er ikke resultatene like krystallklare som tidligere, og da blir spørsmålet om treslag og boniteter viktigere. Kombinasjon av hogst på snørike områder med hurtigvoksende treslag på gode boniteter vil kunne endre bildet.

Det er viktig å peke på at mine beregninger her fortsatt ikke gir et komplett bilde av klimaeffektene av å øke hogsten for bioenergiformål. En viktig utvidelse av beregningene vil være å ta hensyn til at man normalt antar at hogst vil gi noe avgang av jordkarbon til atmosfæren i en periode etter hogst. Størrelsen på denne effekten må undersøkes nærmere i forhold til den midlertidige avkjølingseffekten ved å ta hensyn til albedoeffekten jeg nå finner.

Dessuten er det kjent at hogst vil kunne øke fordampningen av vann lagret i skogbunnen. Om dette virker oppvarmende eller avkjølede, og hvor sterk denne effekten er, bør også være gjenstand for videre forskning. Og endelig er det ting som tyder på at skog påvirker dannelsen av avkjølede aerosoler i atmosfæren. Kort sagt er det mange kompliserende faktorer. Det illustrerer at man må være forsiktig med å ha bastante oppfatninger om klimaeffektene av skogbruk.

Men endelig må vi ikke glemme at skogen har en rolle utover å være en kilde til trevirke, bioenergi og fungere som karbonlager. Skogen er et viktig økosystem med et rikt biologisk mangfold og gir også naturopplevelser for mange. Dette aspektet har kanskje kommet for mye i skyggen av spørsmålet om hva som er skogens rolle i klimasammenheng.

REFERANSER

Bright, R.M., og A.H.Strømman (2009) Life cycle assessment of second generation bioethanol produced from Scandinavian boreal forest resources. *Journal of Industrial Ecology* 13, 514–530.

Bright, R.M., A.H. Strømman, G. Peters (2011a) Radiative Forcing Impacts of Boreal Forest Biofuels: A Scenario Study for Norway in Light of Albedo. *Environmental Science & Technology* 45, 7570–7580.

Faustmann, M. (1849) Berechnung des Werthes, weichen Waldboden sowie nach nicht haubare Holzbestände für de Weltwirtschaft besitzen, *Allgemeine Forst und Jagd Zeitung* 25, 441.

IPCC (2007) Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge, UK.

Goksøyr, H., O. Norem, B. Holtsmark, T. Refsdal (2010) Skogen som karbonlager. Kronikk i Klassekampen og på forskning.no 20.3.2010.

Holtsmark B (2010a) Use of wood fuels from boreal forests will create a biofuel carbon debt with along payback time. Discussion Paper 637. Statistics Norway

Holtsmark, B. (2010b) Hogst og avfall i en skog som legger på seg. Kronikk på forskning.no 25. august 2010.

Holtsmark, B. (2010c) Tømmerhogst og klimanøytralitet *Økonomiske analyser* 3/2010, 49–56.

Holtsmark, B. (2012) Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt. *Climatic Change* 112: 415–428.

Luysaert, S., E. D. Schulze, A. Börner, A. Knohl, D. Hessenmöller, B. E. Law, P. Ciais, and J. Grace (2008) Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213–215.

Risan, L. (2012) Slag og slagsider i klimaforskningen. *Nytt norsk tidsskrift* 112: 29–39.

Rørstad, P. K. (2010) På bærtur i eventyrskogen? Innlegg på forskning.no 5.7.2010.

Schulze, E-D, C. Körner, B.E. Law, H. Haberl, S. Luysaert (2012) Large-scale bioenergy from additional harvest of forest biomass is neither sustainable nor greenhouse gas neutral. Editorial i *GCB Bioenergy* (forthcoming).

Scorgie, M. og J. Kennedy (1996) Who discovered the Faustmann Condition? *History of Political Economy* 28, 77–80.

Sjølie, H. K., and B. Solberg (2009) Greenhouse Gas Implications by Production of Wood Pellets at the BioWood Norway plant at Averøy, Norway. Report drawn up for BioWood Norway. Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences.

Sjølie, H. K., E. Bergseng, B. Solberg og K. Hobbestad (2010) Hvis vi skal gå fra fossil energi til skogbasert bioenergi må tømmerhogsten økes. Innlegg på forskning.no 26.3.2010.

Sjølie, H. K., E. Trømborg, B. Solberg, and T. F. Bolkesjø (2010) Effects and costs of policies to increase bioenergy use and reduce GHG emissions from heating in Norway, *Forest Policy and Economics* 12, 57–66.

Vikhamar, Schuler D., m.fl. (2006) Snow cover and snow water equivalent in Norway. Rapport 01/2006 Meteorologisk Institutt.