

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

# **Bioenergiens rolle i det fremtidige energisystemet**

## **Sluttrapport fra forskningsprosjektet BioNEXT**





## Forord

BioNEXT er et fireårig forskningsprosjekt ledet av Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), med faglige bidrag fra Handelshøyskolen BI, SINTEF Energi, Universitetet i Utrecht og Linnéuniversitetet. Prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd med støtte fra Statkraft, Avinor, Moelven og Glommen Skog.

Hovedmålet for BioNEXT har vært å bidra med kunnskap om utvikling av en lønnsom, effektiv og bærekraftig bioenergisektor basert på norsk og nordisk skogråstoff. Bakgrunnen for denne problemstillingen er behovet for å redusere bruken av fossil energi kombinert med redusert forbruk av biomasse til trykkipapir og betydelige uutnyttede skogressurser som øker og kan utnyttes bedre. I denne omstillingsfasen i skog- og energisektoren er ambisjonen at BioNEXT skal bidra med forskningsbasert kunnskap for fremtidig utnyttelse av norske trebaserte biomasseresurser. I denne rapporten oppsummeres viktige observasjoner, resultater og anbefalinger fra prosjektet.

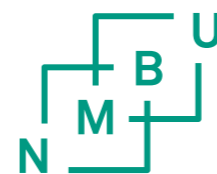
Brakerpartnerne representerer hele den skogbaserte verdikjeden og de har gitt verdifulle innspill og deltatt i konstruktive dialoger med den tverrfaglige forskergruppen. Prosjektet har i tillegg hatt et godt og konstruktivt samarbeid med FME Bio4Fuels. På vegne av Fakultet for Miljøvitenskap og Naturforvaltning (MINA) ved NMBU vil vi takke Norges Forskningsråd for finansieringen av prosjektet og alle samarbeidende aktører for konstruktiv deltakelse og et godt samarbeid.

Torjus Folsland Bolkesjø  
Prosjektleder



## Innhold

Forfatterne av denne rapporten .....	4
Publikasjoner og foredrag .....	5
Sammendrag – hovedfunn i prosjektet .....	7
Skogbasert biodrivstoff – nye muligheter for norsk skogindustri?.....	12
Storskala biodrivstoffproduksjon gir store endringer i skogsektoren .....	15
Betinget fremtidsoptimisme i skogverdikjeden.....	18
Scenarier for utviklingen i norsk skogsektor mot 2040 .....	21
Biodrivstoff som klimapolitikk og industriell drivkraft .....	25
Bruk av trevirke reduserer fossile utslipp i Nord-Europeisk energisektor .....	28



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet



Forskningsrådet



Glommen  
Mjøsen  
Skog



Statkraft



AVINOR



SINTEF

MOELVEN®

## Forfatterne av denne rapporten



**Torjus Folsland Bolkesjø** er professor i fornybar energi ved NMBU. Bolkesjø arbeider med utviklingen av energisystemet på lang sikt og særlig med overgangen til et fornybart energisystem i Norge, Norden og Europa. Bolkesjø har vært prosjektleder i for BioNEXT.



**Judit Sandquist** er forsker ved Sintef Energi med teknologianalyser av biodrivstoff som spesialfelt. Hun har ledet arbeidspakke 1 (Teknologianalyser) i prosjektet.



**Erik Trømborg** er professor i skogøkonomi og har bioenergi og modellanalyser av skog- og energisektoren som spesialområde. Trømborg har vært leder for arbeidspakke 2 (Økonomi og markeder) i BioNEXT



**Atle Midttun** er professor ved Handelshøyskolen BI med innovasjon, politisk og økonomisk økonomi som spesialfelt. I BioNEXT har Midttun arbeidet med virkemidler og industrielle strategier og han har ledet arbeidspakke 3 i prosjektet (Virkemidler og reguleringer)



**Per Kristian Rørstad** er forsker innen ressurs- og miljøøkonomi på NMBU. Hans forskning omfatter blant annet økonomiske analyser og klimagasseffekter ved bruk av bioenergi. Rørstad har bidratt som forfatter på flere publikasjoner i prosjektet.



**Walid Mustapha** er Dr. Scient i skogøkonomi fra NMBU i 2017. Mustapha har bidratt med skogsektoranalyser i BioNEXT.



**Eirik Ogner Jåstad** er doktorgradsstipendiat på NMBU innen modellering av skog- og energisektoren. Jåstad disputerer etter planen til doktorgraden høsten 2020.



**Knut Myrum Næss** er kommunikasjonsrådgiver på Handelshøyskolen BI. Næss har bistått Atle Midttun i arbeidspakke 3 i prosjektet.



**Proadpran Boonprasurd Piccini** har arbeidet som forsker ved Handelshøyskolen BI til 2018 og har bidratt som forsker i arbeidspakke 3 i BioNEXT. Piccini er nå doktorgradsstudent ved University of Surrey, Storbritannia.



**Jon Gustav Kirkerud** er postdoc på NMBU innen energisystemanalyse og fornybar energi. Han arbeider med modellering av det nordeuropeiske kraft- og varmemarkedet og har bidratt med modellutvikling i prosjektet.



**Gonzalo Del Alamo Serrano** er forsker ved Sintef Energi. Han har bidratt med teknologianalyser i arbeidspakke 1 i prosjektet.

## Vitenskapelige artikler

Midttun, A. og Piccini, P.B. 2017. Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation. *Energy Policy* 108: 330-343.

Mustapha, W.F., Bolkesjø, T.F., Martinsen, T., Trømborg, E. 2017. Techno-economic comparison of promising biofuel conversion pathways in a Nordic context – Effects of feedstock costs and technology learning. *Energy Conversion and Management* 149: 368-380. ISSN 0196-8904

Mustapha, W.F., Trømborg, E., Bolkesjø, T.F. 2017. Forest-based biofuel production in the Nordic countries: Modelling of optimal allocation. *Forest Policy and Economics* 2017.

Jåstad, E.O., Mustapha, W.F., Bolkesjø, T.F., Trømborg, E., Solberg, B. 2018. Modelling of uncertainty in the economic development of the Norwegian forest sector. *Journal of Forest Economics*, vol. 32:106-115

Jåstad, E.O., Bolkesjø, T.F., Trømborg, E., Rørstad, P.K. 2019. Large-scale forest-based biofuel production in the Nordic forest sector: Effects on the economics of forestry and forest industries. *Energy Conversion and Management* 184: 374-388

Mustapha, W.F., Kirkerud, J.G., Bolkesjø, T.F., Trømborg, E. v 2019. Large-scale forest-based biofuels production: Impacts on the Nordic energy sector. *Energy Conversion and Management* 187: 93-102.

Midttun, A., Næss, K.M., Piccini, P. B. 2019. Biofuel policy and industrial transition – A Nordic perspective. *Energies* 2019, 12, 2740.

Jåstad, E.O., Bolkesjø, T.F., Trømborg E. og P.K. Rørstad. 2020. The role of woody biomass for reduction of fossil GHG emissions in the future North European energy sector. *Applied Energy*. In press

Jåstad, E.O., Bolkesjø, T.F. og Rørstad, P.K. (2020). Modelling effects of policies for increased production of forest-based liquid biofuel in the Nordic countries. *Forest Policy and Economics*, 113: 102091

Nguyen, T. og Gustavsson, L. 2020. Production of district heat, electricity and/or biomotor fuels in renewable-based energy systems. *Energy* 202 (2020) 117672

Trømborg, E., Jåstad, E.O., Bolkesjø, T.F., og P.K. Rørstad. 2020. Prospects for the Norwegian forest sector: A green shift to come? *Journal of Forest Economics* Vol 35, Issue 4.

## Andre publikasjoner

Serrano, G.A. og Sandquist, J. Comparative analysis of technologies for liquid biofuel production from woody biomass. Sintef Report 2017: 00372

Rørstad, P.K., Bolkesjø, T.F., Hoen, H.F., Solberg, B. og Trømborg, E. Trenger vi biodrivstoff – og må det være norsk?, Aftenposten 27. mars 2017.

Trømborg, E. AP vil ha mer biodiesel, Dagsnytt18, 10. november 2016

Bolkesjø, T.F. Hvordan legge til rette for biodrivstoff i transportsektoren? Nyhetsmorgen, 6. September 2017

Midttun, A., og Piccini, P.B. Norske Skog og faren med monokultur. Kronikk i Nationen 21. november 2017.

Bolkesjø, T.F. Er krisen i skogbruket over? Norsk Skogbruk («Stafettspinnen») 10/18.

Midttun, A. og Piccini, P.B. 2018. Nordic Forest (-Based) Industry Through Boom, Bust and Transformation. Bi – working papers.

Trømborg, E., Bolkesjø, T.F., Jaastad, E.O. og Rørstad, P.K. Skogbasert biodrivstoff – nye muligheter for norsk skogsektor? Norsk Skogbruk nr. 1-19.

Rørstad, P.K., Bolkesjø, T.F., Jåstad, E.O. og Trømborg, E. 40% skogbasert biodrivstoff i Norden er mulig, Eviggrønn 1/2019, s.18.

Trømborg, E., Bolkesjø, T.F. og Rørstad, P.K., 2019. Betinget fremtidsoptimisme i skogsektoren. Norsk Skogbruk nr. 3-19: s 44-45.

Midttun, A. og Næss, K.M., 2019. Biodrivstoff som klimapolitikk og industriell drivkraft. Norsk skogbruk nr. 4/19: s 38-39.

Rørstad, P.K., Bolkesjø, T.F. og Trømborg, E., 2019. Nordic energy and forest products market review and outlook. – MINA fagrapport 56. 46 sider.

Jåstad, E.O., Bolkesjø, T.F., Rørstad, P.K. og Trømborg, E., 2019. Nordisk flis reduserer fossile utslipp i Nord-Europeisk energisektor. Norsk skogbruk nr. 7/8-19: s 42-44.

Trømborg, E., Bolkesjø, T.F., Jåstad, E.O. og Rørstad, P.K. Scenarier for norsk skogsektor mot 2040. Norsk Skogbruk nr. 9-19.

## Sammendrag – hovedfunn i prosjektet

Hovedandelen av råstoffet til bioenergi i Norge og Norden for øvrig er trevirke fra skog og skogindustri. Bioenergiens rolle i det fremtidige energisystemet er derfor tett knyttet til aktivitetsnivået i skogbruket og skogindustrien. Av den grunn har BioNEXT-prosjektet hatt to innganger for å belyse fremtidsutsiktene for bioenergiesektoren: (1) hva er sannsynlig økonomisk utvikling for skogbruket og skogindustrien i Norge og Norden, og (2) hvilken rolle vil bioenergien ha i et fremtidig fossilfritt nordisk energisystem?

Ved inngangen til 2020-tallet har både skog- og energisektorene lagt bak seg ett tiår med relativt store endringer. Disse endringene har vært drevet fram av behovet for sterkere klimatiltak, globalisering og digitalisering. I de neste tiårene vil trolig overgangen til et mer fossilfritt samfunn fortsatt prege utviklingen. I denne rapporten oppsummeres hovedfunn fra BioNEXT-prosjektet som bidrar med observasjoner, resultater og anbefalinger for utvikling av en lønnsom og bærekraftig skog- og bioenergiesektor i Norge.

### Etterspørselen etter bærekraftig trevirke øker

Én sentral observasjon i BioNEXT er at etterspørselen etter bærekraftig trevirke til ulike industrielle anvendelser trolig vil øke både i Norge og internasjonalt mot 2050. Vi vil fortsatt se strukturelle endringer fordi etterspørselen etter trykklappir trolig vil fortsette å falle mens utsiktene for emballasjepapir er langt lysere. I tillegg arbeides det med utvikling av nye skogprodukter innenfor grønne kjemikalier og drivstoff som potensielt kan bli avtager av store kvanta globalt. I Norge kan også bruk av trevirke til reduksjonsformål i metallindustrien øke tømmeretterspørselen vesentlig. Samtidig vet vi at store investeringer i svensk og finsk skogindustri i tiårs-perioden fra 2013 til 2023 øker det årlige virkesbehovet i Norden med omlag 20-25 millioner m<sup>3</sup>. Dette bidrar til økt eksport og bedre avsetningsmuligheter for norsk massevirke, men bidrar samtidig til at norske investorer må legge til grunn en betydelig økt konkurranse om virke i sine investeringsplaner.

For norsk skogbruk betyr dette at avvirkningsnivået trolig vil forbli på det relativt høye nivået vi har hatt de siste årene. Det ser likevel ut til at biomassetilgangen vil øke fremover som følge av høyere tilvekst enn avvirking.

### Bioenergi er en sentral del av et fossilfritt Norden

Omleggingen til et fossilfritt energisystem i Norden vil trolig innebære storskala utbygging av vindkraft på land og sannsynligvis til havs. Solenergi vil også vokse noe, men i mindre grad enn i Sør-Europa. Kjernekraft og fossil kraft med karbonfangst og lagring ser ut til å forbli relativt dyre løsninger. Energibruken vil endres i retning av langt mer elektrifisering av både varme- og transportsektorene. I dette bildet ser vi på sikt to hovedanvendelser for biomasse til energi: oppvarming og biodrivstoff. Nordisk fjernvarme leverer 120-130 TWh varme årlig og er en stor avtager av lavkvalitets trevirke. Biomasse kan erstatte bruk av kull og olje i Danmark og Finland og kan også være et alternativ til varmepumper og elkjeler i perioder med lite fornybar kraftproduksjon og/eller høye elpriser. De fremtidige biomassvolumene i fjernvarmesektoren avhenger ikke bare av biomasseprisen, men også av elkostnader (inkludert nettleie og avgifter), samt kostnadsutviklingen for ulike lagerløsninger i fjernvarmeanlegg.

Innen transportsektoren vil elbiler trolig stå for det meste av transportarbeidet på lang sikt, men biodrivstoff kan bli viktig i langdistansetransport og ikke minst for langdistanse luftfart gitt at virkemiddelbruken legger til rette for det.

### **Trevirke er en begrenset ressurs – energibruken må effektiviseres**

Biomasse er en fornybar ressurs som kan bidra til omstillingen til et fossilfritt samfunn. Teknisk sett kan vi bruke trevirke til å lage svært mange produkter som i dag er basert på råstoff fra olje, gass og kull. Samtidig er det viktig å understreke at det ikke er nok biomasse, hverken nasjonalt eller globalt, til å erstatte hele dagens forbruk av petroleumsprodukter. Energiinnholdet i den samlede nordiske avvirkningen tilsvarer eksempelvis om lag bare 15-20% av Norges årlige olje og gassproduksjon. Dersom vi brukte all norsk avvirkning til biodrivstoff, ville dette kunne dekke om lag 35% av dagens energibruk i Norges innenlands transport. Økt bruk av biomasse og biodrivstoff kan derfor ikke fjerne behovet for en betydelig elektrifisering av energisystemet.

### **Trelastindustrien er den sentrale driveren i skogsektoren**

I våre scenarier er lønnsomheten for skogbruket høyest i et såkalt «grønt scenario» hvor vi forutsetter at forbrukere og samfunn vektlegger både miljøvennlig arealbruk og produkter. Et fremtidig klimasmart skogbruk bør legge vekt på et produktspekter hvor produktene erstatter fossile alternativer på lang sikt, lagrer karbon i produktene, kan gjenbrukes og inngå i en kaskade av anvendelser. For norsk skogsektor er det aller viktigste at trelastnæringen opprettholder konkurranseevnen mot internasjonale konkurrenter og at markedet verdsetter trematerialer som gir lavere klimagassutslipp over levetiden enn alternative byggematerialer. En konkurransedyktig trelastindustri er avgjørende både for skogbruket og for eksisterende og ny treforedlingsindustri.

### **Tre-basert biodrivstoff – stort markedspotensial, men utfordrende økonomisk**

Teknologianalyser viser at produksjonskostnaden for tre-basert biodrivstoff på sikt kan komme ned mot kostnadene for førstegenerasjons biodrivstoff, men at det er vanskelig å nærme seg produksjonskostnadene for fossilt drivstoff. Det er derfor lite realistisk at biodrivstoff fra trevirke vil bli økonomisk konkurransedyktig mot konkurrerende fossile alternativer uten betydelig virkemidler, og/eller en betydelig inntektsstørm fra andre produkter enn flytende drivstoff. Omsetningspåbudet for biodrivstoff sikrer en gitt mengde biodrivstoff i vegtrafikken, men det sikrer imidlertid ikke norske eller nordiske leveranser av biodrivstoff. De konkurransemessige fordelene og ulempene ved å lokalisere biodrivstoff-anlegg i Norge er derfor sentrale ved vurdering av markedsmulighetene for norskprodusert biodrivstoff. Ved etablering av store anlegg vil logistikk-kostnadene kunne bli høyere i Norge grunnet høyere transportkostnader for råstoffet. I Sverige og Finland er det større volum av biprodukter fra sagbruk og treforedling, men samtidig bygges det mange nye treforedlingsanlegg i begge land som øker konkurransen i virkesmarkedet hos våre naboer i øst. Konkurranse om tømmeret, og transportkostnader som øker med transportlengden, gjør at anlegg som kan bruke ulike treslag, greiner, rot og topp (GROT) også biprodukter fra skogindustrien vil ha kostnadsfordeler sammenlignet med anlegg som kun tar stammevirke av ett treslag. Samtidig har anlegg som bruker mer heterogent råstoff gjerne mer krevende produksjonsprosesser. Relativt lave strømkostander favoriserer teknologier med mer bruk av strøm i Norge, mens teknologier som gir mye overskuddsvarme kan være mindre fordelaktige i Norge grunnet et lite utbygd fjernvarmenett. Samlet sett har norsk biodrivstoffproduksjon både konkurransefordeler og -ulempes sammenlignet med Sverige og Finland og påvirkes i vesentlig grad av lokalisering og teknologivalg.

### **Biovarme er mer lønnsomt, biodrivstoff har større klimanytte**

BioNEXT-prosjektet har analysert hvordan ulike anvendelser av biomasse påvirker utslippene av CO<sub>2</sub> fra energisektoren. I dagens nordiske energisystem vil økt bruk av biomasse til fjernvarme redusere bruken av kull og naturgass. En gradvis reduksjon i bruken av fossile brenslere mot 2050, som følge av økte kostnader ved utslipp av karbon og utfasing av eldre kullkraftverk, gjør at biomassen i mindre grad vil erstatte kull på sikt. Etterhvert vil dette også gjelde naturgass. Mot 2050 er det i større grad vindkraft

(on-shore og off-shore) som er alternativet til bruk av biomasse i kraft- og varmesektoren.

Substitusjonseffekten ved bruk av biomasse til kraft og varme vil dermed minke etter hvert som fossilandelen i energisystemet reduseres. I deler av transportsektoren vil det være et fortsatt behov for flytende drivstoff. Substitusjonseffekten ved bruk av biodrivstoff til langdistanse luftfart vil derfor trolig være stor, også på lang sikt. Ved en storskala utbygging av biodrivstoffanlegg, vil biomassebruken i kraft og varme i Norden reduseres, fordi det oppstår økt konkurranse om råstoffet. Et scenario med varig høy bruk av biomasse til varme i Norden vil trolig innebære at Norge vil eksportere mer biomasse til Nordiske naboland, fordi varmemarkedet i Norge i stor grad er elektrifisert og potensialet for økt bruk av biovarme er begrenset.

### **Storskala biodrivstoff er positivt for skogbruk og trelast, men negativt for papirindustrien**

Skogierne vil gjennom økt tømmerpris og økt etterspørsel etter GROT nyte godt av eventuelle etableringer av produksjonsanlegg for biodrivstoff i Norge. Den tradisjonelle papirindustrien vil få lavere lønnsomhet siden råstoffprisene øker. I fjernvarmesektoren vil biodrivstoffproduksjon bidra til redusert bruk av biomasse som erstattes av elektrisitet og naturgass. Trelastindustrien kommer økonomisk sett noe bedre ut i scenarier med store biodrivstoffinvesteringer fordi verdien av industriflisa øker. Effektene for trelastindustrien er imidlertid vesentlig mindre enn for skogierne og papirindustrien. For alle parter vil det være best om biodrivstoffproduksjonen kan basere seg på flere råstofftyper og lokaliseres i regioner med begrenset konkurranse om råstoffet både fra eksisterende norsk og utenlandsk industri.

### **Konkurranse, nye forretningsmodeller og nordisk samarbeid**

I den pågående omstillingen i skogsektoren vil det være en gjensidig konkurranse mellom ulike ny-etableringer, fordi hvert nye anlegg vil ta en bit av råstoffbasen og bidra til gradvis økende konkurranse om råstoff. I et norsk perspektiv er det dermed viktig å investere tidlig nok til å sikre posisjoner i et fremtidig marked, men samtidig velge løsninger som er robuste i et langsiktig perspektiv. Alternativet dersom det ikke finnes tilstrekkelig investeringsvilje og -kraft i Norge, er økt eksport av trevirke. Dette har vært en velfungerende løsning de siste ti årene, men samfunnet går glipp av arbeidsplasser knyttet til videreforedling hjemme. Tømmereksperten, og dermed økonomien i norsk skogbruk, er også sårbar for endringer i valutakurser.

Forutsigbare og stabile rammebetingelser er en forutsetning for at investorer skal finne det attraktivt å investere i storskala biodrivstoff. Eksisterende treforedlingsindustri har kompetanse innen logistikk og teknologi for biodrivstoff, men biodrivstoffproduksjon gir økte råstoffkostnader og lavere lønnsomhet for papir og masse.

Vi ser nå flere samarbeidsprosjekter mellom skogindustrien og petroleumsraffinerier i Norden. For skogindustrien er det mest sannsynlig at biodrivstoff forblir en sidestrøm fra mer verdifulle produkter, spesielt fordi den reviderte biodrivstoffpolitikken retter seg eksplisitt mot rest- og avfallsprodukter. Biodrivstoff kan slik bli en viktig del av deres strategi, men ikke et hovedelement i deres industribygging. Samarbeidsprosjekter med raffineriindustrien kan imidlertid styrke skogindustriens kobling til drivstoffmarkedene og bidra til verdifull kompetansebygging innen raffinering, men vil neppe føre til at en får noen primær-rolle som energileverandør.

I siste instans er suksessen til skogsbasert biobrensel også betinget av at den møter krav om økologisk og sosial bærekraft. En vellykket økning av skogsbasert biodrivstoffproduksjon forutsetter at industrien er i stand til å dokumentere sin bærekraft i konkurranse med andre grønne alternativer på en overbevisende måte.



## Foredrag på konferanser

Dato	Konferanse	Tittel	Foredragsholder
27.04.16	ZEROs biodrivstoffseminar	Biomassepotensialet i Norge	Torjus F. Bolkesjø
24.05.16	BI Energiseminar	Mot fornybar kraft og det grønne skiftet: Norges energipolitiske muligheter	Atle Midttun
20.01.17	Seminar, Klima og miljødepartementet	Bioenergi fra skogråstoff – utfordringer og muligheter i Norge	Erik Trømborg
28.02.17	ZERO konferanse om biodrivstoff	Bærekraftig skogråstoff i Norge – potensial og miljøhensyn	Erik Trømborg
04.05.17	Seminar om biodrivstoff ved NMBU	Produksjon av skogbasert biodrivstoffproduksjon i Norden	Walid Mustapha
04.05.17	Seminar om biodrivstoff ved NMBU	Råstofftilgang – hvor mye biomasse og til hvilken pris?	Erik Trømborg og Per Kr. Rørstad
26.11.17	Bioenergidagene 2017	Fremtidig etterspørsel etter biomasse	Torjus F. Bolkesjø
22.05.17	Nordic Energy Research meeting	The role of bioenergy in the future energy system	Torjus F. Bolkesjø
14.06.17	Seminar on <i>Industrial Scale Bioeconomy and its Requirements</i>	Techno-economic comparison of promising biofuel conversion pathways in a Nordic context – effects of feedstock costs and technology learning	Walid Mustapha
15.02.18	Preem – fagdag om biodrivstoff	Biomasseressurser i skog	Per Kr. Rørstad
28.05.18	Skog & Tre 2018	International markets for advanced biofuels – recent trends, outlook and main uncertainties	Ric Hoefnagels
28.05.18	Skog & Tre 2018	Hvordan kan Europas energirevolusjon påvirke nordisk og norsk skogsektor?	Torjus F. Bolkesjø
28.05.18	Skog & Tre 2018	Premissene for nysatsing i norsk skogsindustri sett fra et brukermarkedsperspektiv	Atle Midttun
23.10.18	NWBC Conference 2018	Large-scale forest-based biofuel deployment in the Nordic forest sector: Effects to the economics of forestry and forest industries	Eirik O. Jåstad
21.11.18	Treforedlingsforum 2018 – Trefiberens rolle i det grønne skiftet	Biodrivstoff – muligheter og konsekvenser for norsk skogsindustri	Eirik O. Jåstad
14.08.19	Arendalsuka 2019	Biodrivstoff fra skog – en del av løsningen?	Torjus F. Bolkesjø

Dato	Konferanse	Tittel	Foredragsholder
30.10.19	NIBIO Fagseminar	Hvordan kan vi gjøre energiproduksjonen mer klimavennlig, men samtidig lønnsom, ved bruk av fornybare energikilder?	Torjus F. Bolkesjø
06.05.20	Webinar: Norsk Skogsektor mot 2050: Gir biodrivstoff nye muligheter?	Biodrivstoff basert på norsk trevirke: Hva vil råstoffet koste og hva er effektene på skogverdikjeden?	Eirik O. Jåstad
06.05.20	Webinar: Norsk Skogsektor mot 2050: Gir biodrivstoff nye muligheter?	Scenarier for avvirkning og tømmerpriser i Norge mot 2040	Erik Trømborg
06.05.20	Webinar: Norsk Skogsektor mot 2050: Gir biodrivstoff nye muligheter?	Biodrivstoff i Norden: Premisser for utvikling av en nordisk verdikjede for biodrivstoff	Atle Midttun
06.05.20	Webinar: Norsk Skogsektor mot 2050: Gir biodrivstoff nye muligheter?	Alternative anvendelser av trevirke på lang sikt: klimanytte og markedsmuligheter?	Torjus F. Bolkesjø



[Image:Flaw]/Shutterstock

# Skogbasert biodrivstoff – nye muligheter for norsk skogindustri?

Erik Trømborg, Torjus F. Bolkesjø, Eirik O. Jåstad, Walid Mustapha og Per K. Rørstad

For å redusere klimagassutslippene i Norge må vi bruke mindre fossilt drivstoff i transportsektoren. Elektrifisering av personbilparken vil fortsette, men til eksisterende biler, skipsfart, tungtransport og fly vil biodrivstoff bety mer i fremtiden. Dette kan by på nye muligheter for norsk skogindustri, men det er ikke uten utfordringer

Det meste av biodrivstoffet som brukes i Norge i dag (ca. 80% i 2017) er såkalt førstegenerasjons biodrivstoff. Som råstoff anvendes for eksempel sukkerrør fra Brasil eller mais fra USA til bioetanol, og til produksjon av biodiesel brukes ulike vegetabiliske oljer (fra oljepalme og raps) og fettholdig avfall (brukt fritureolje og slakteavfall). Bruk av skogråstoff til avansert biodrivstoff vil imidlertid øke potensialet for biodrivstoff vesentlig og i mindre grad gi konflikter med matproduksjon og annen arealbruk. Utfordringen er at de færreste teknologiene egnet til å produsere skogbasert biodrivstoff er kommersielt «modne», og de klarer derfor ikke å konkurrere mot andre alternativer.

## Det nødvendige omsetningskravet

Biodrivstoff koster i dag om lag dobbelt så mye som fossile alternativer uten avgifter. Fritak for CO<sub>2</sub>-avgiften (kr 1,26 pr liter for bensin og kr 1,45 pr liter for diesel i 2020), er ikke nok for å gjøre biodrivstoff lønnsomt. Likevel skapes etterspørsel etter biodrivstoff i Norge gjennom det såkalte omsetningskravet: Dagens omsetningskrav er 20% biodrivstoff i vegtransporten. Det er i tillegg et delkrav at minimum 4% prosent av alt drivstoff skal være avansert biodrivstoff.

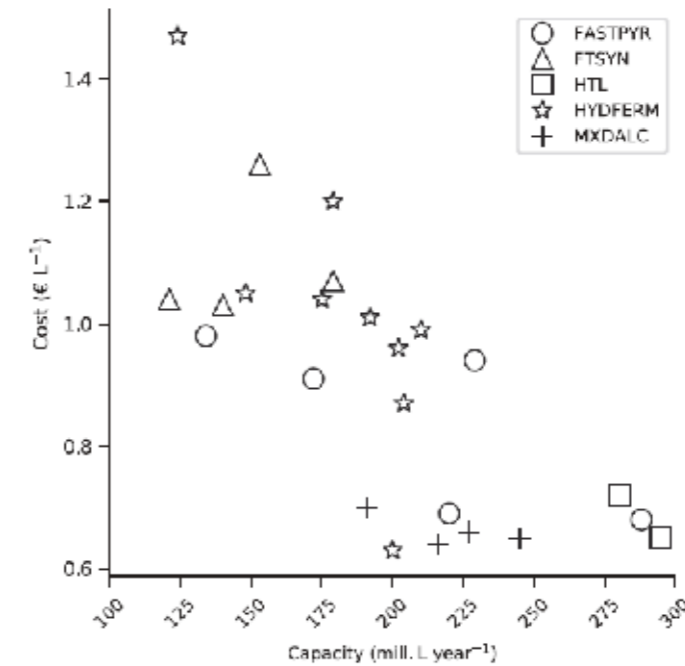
Dette er biodrivstoff som i hovedsak er fremstilt av avfall og rester. I luftfarten er omsetningskravet 0,5%, som skal være avansert. Biodrivstoff fra enkelte råstoffer spesifisert i produktforskriften, blant annet skogråstoff, teller dobbelt når omsetningskravet oppfylles. Å telle dette dobbelt skal bidra til å fremme bruk av avansert biodrivstoff. Det som omsettes utover kravet får fritak også for veibruksavgiften som i 2020 er kr 4,91 pr liter for bensin og bioetanol og kr 3,62 for diesel og biodiesel. Dette fritaket har bidratt til at mengden biodrivstoff som omsettes har vært høyere enn omsetningskravet.

Samlet innebærer virkemidlene at norskprodusert biodrivstoff fra skogråstoff i praksis konkurrerer med annet avansert biodrivstoff og ikke med fossile alternativer. Dobbelte tellingen sikrer likevel ikke at det blir lønnsomt å produsere skogbasert biodrivstoff i Norge, fordi den ikke hindrer import av avansert biodrivstoff.

## Skogbasert biodrivstoff koster

Vi har gjennomgått internasjonale studier av skogbasert biodrivstoffproduksjon og sammenlignet produksjonskostnader for større anlegg, det vil si en årlig produksjon større enn 100 millioner liter (se figur 1). Energiutbyttet i prosessene varierer mellom teknologier, men generelt blir under 50% av energien i tømmeret til drivstoff. Slike anlegg vil derfor kreve biomasse i størrelsesorden 1 million kubikkmeter tømmer årlig. Råstoff er oftest den største kostnaden, gjerne omkring 35-50%. Ifølge studien vil skogbasert biodiesel kunne produseres omtrent like billig som førstegenerasjons biodiesel, mens å produsere bioetanol basert på

skogråstoff nok blir dyrere enn det dagens bioetanol koster. I bioraffinerier hvor bioetanol er et av mange produkter, som for eksempel hos Borregaard, er det imidlertid vanskelig å spesifisere kostnadene for drivstoffdelen. Volumene som kan produseres fra biprodukter i et bioraffineri vil monne lite i forhold til de politiske ambisjonene i Norden og Europa.



Figur 1. Forventede produksjonskostnader for pyrolyse (FASTPYR), Fischer-Tropsch (FTSYN), HTL, hydrolyse og fermentering (HYDFERM) og alkohol syntese (MXDALC) hentet fra ulike teknologistudier (€ per liter).

## Norges muligheter

I ulike teknologier for skogbasert biodrivstoff, vil råstoff-forbruk, overskuddsvarme, strømforbruk og mengde arbeidskraft variere. Det fins heller ikke store mengder egnet råstoff som er billigere enn massevirke. Hvis vi antar en massevirkepris på 300 kr pr m<sup>3</sup> kubikkmeter levert veg, samt 100 kr pr m<sup>3</sup> til transport og flising, vil råvarekostnadene alene utgjøre cirka 4 kroner per liter. Dette kan sammenliknes med den internasjonale markedsprisen for autodiesel (før avgifter) på cirka 5 kroner per liter. Norske massevirkepriser er relativt lave i nordisk sammenheng, men etableres det store anlegg vil logistikk-kostnadene kunne bli høye i Norge. Sverige og Finland har mer biprodukter fra sagbruk og treforedling, men samtidig bygges det mange nye treforedlingsanlegg i begge land. Bruk av greiner og topper og bruk av flere treslag kan gjøre råstoffet billigere levert på anlegg, men det vil også kreve mer av raffineringssprosessene. Relativt billig strøm her til lands favoriserer teknologier med mer bruk av strøm, mens teknologier med mye overskuddsvarme er mindre fordelaktige da vi har et lite utbygd fjernvarmenett. Kronekursen er en annen faktor som påvirker lønnsomheten i Norge.

Samlet sett har norsk biodrivstoffproduksjon både konkurransefordeler og -ulempes sammenlignet med Sverige og Finland, men historien de siste tiårene har vist en større evne og vilje til å satse på skogindustriell utvikling i Sverige og Finland. De politiske ambisjonene i Norden og EU på dette feltet gir imidlertid muligheter for storskala biodrivstoffproduksjon også i Norge



### Hvor stort er potensialet?

På kort sikt vil ikke biodrivstoff konkurrere kostnadmessig med fossilt drivstoff, men som vi har diskutert ovenfor vil etterspørselen etter biodrivstoff i stor grad bestemmes av virkemiddelbruken i klima-, energi- og transportpolitikken. Dersom vi hadde brukt de tre millionene kubikkmeterne med tømmer som ble eksportert i 2017 til å produsere biodrivstoff her i Norge, ville det dekket 7-8% av dagens energiforbruk i veitransporten. Legger vi til grunn en moderat økning i avvirkingen, at vi bruker massevirkevolumet som i dag eksporteres samt biprodukter fra skogsindustrien, og utnytter hogstavfallet noe bedre kan vi produsere biodrivstoff som dekker omkring 20% av dagens energiforbruk i vegtransporten her til lands. I global sammenheng er imidlertid norsk biomasse relativt kostbar, slik at norsk biodrivstoffproduksjon er avhengig av industriell kompetanse og målrettede virkemidler for å være lønnsom mot importert avansert biodrivstoff. Men i et bærekraftperspektiv og i et norsk verdikjedeperspektiv kan det å etablere biodrivstoffproduksjon også bidra positivt gjennom å sikre stabil avsetning for rest-råstoff fra norsk trelastindustri.



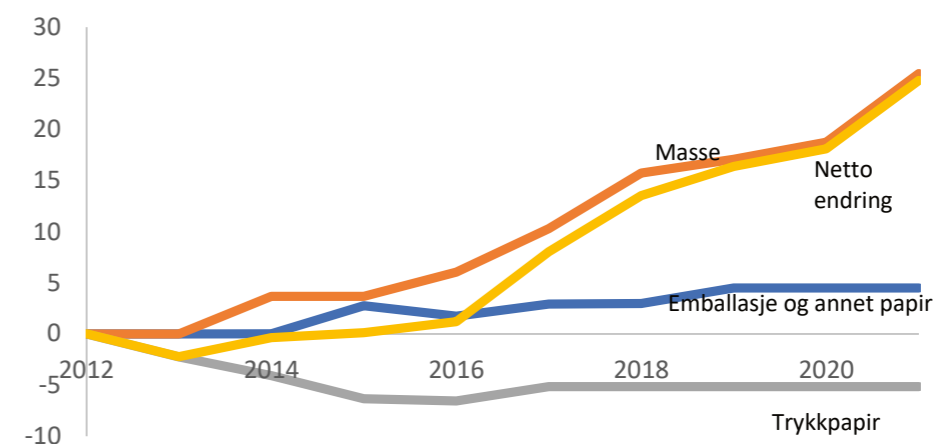
## Storskala biodrivstoffproduksjon gir store endringer i skogsektoren

Torjus F. Bolkesjø, Eirik O. Jåstad, Per Kr. Rørstad og Erik Trømborg

Skal Norge og Norden lykkes med å nå politiske biodrivstoffmål trengs det svært mye biomasse. Trevirke vil være det viktigste råstoffet hvis dette biodrivstoffet skal produseres i Norden. En storskala skogbasert biodrivstoffsatsing vil være positivt for de fleste i skogverdikjeden, men ikke for alle.

### Bakgrunn

Skogindustrien i Norge og Norden er inne i en brytningstid. Produsenter av trykkipapir sliter med lave marginer, mens det er relativt gode tider for trelast-, masse- og emballasjepapirprodusenter. Skal vi dømme etter investeringsplanene i Sverige og Finland er det fortsatt stor optimisme i den nordiske skogsindustrien (figur 2). På toppen av dette har myndighetene i alle de nordiske landene uttrykt store ambisjoner for biodrivstoffbruk i transportsektoren. Skal dette biodrivstoffet produseres i Norden vil trevirke skogråstoff være det viktigste råstoffet. I denne artikkelen diskuterer vi hvilke implikasjoner en mulig storskala satsing på biodrivstoff vil ha på verdikjedene i skogsektoren.



Figur 2. Endringer i tømmerforbruk til ulike skogprodukter i nordisk treforedling fra 2012-2018 og forventet utvikling basert på kjente investeringer til 2021 (million m<sup>3</sup>).

### Analyseforutsetninger

NMBU har utviklet en økonomisk analysemodell for den Nordiske skogsektoren kalt NFSM, the Nordic Forest Sector Model. Modellen inneholder data som beskriver tilbudet av tømmer og annet råstoff, produksjon av skogprodukter og bioenergi, transport av råstoff og varer og etterspørsel etter sluttproduktene fra skogsindustrien. Modellen har vist relativt god evne til å modellere priser, avvirkningsnivå og skogindustriell produksjon når vi sjekker den mot

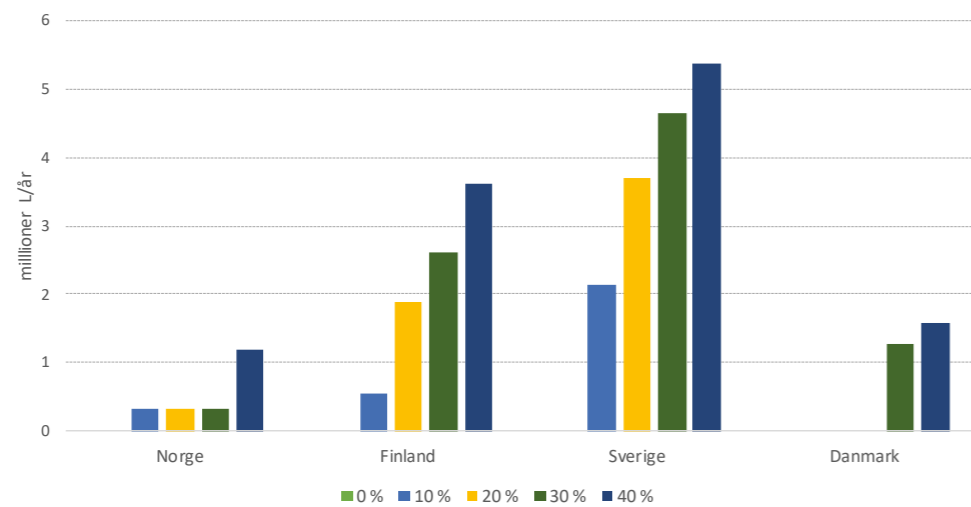
historiske data. Vi har modellert hvordan tømmerpriser, avvirkningsnivå og lønnsomheten i skogsindustrien påvirkes av en fortsatt økning i produksjonskapasiteten i nordisk skogsindustri. I denne studien har vi antatt at de nye anleggene produserer biodrivstoff, og at lauv og hogstavfall (GROT) kan brukes som råstoff. Vi har forutsatt fem ulike nivåer for biodrivstoffproduksjon som vist i tabell 1. Prosenttallene reflekterer andel av totalt drivstofforbruk som dekkes av biodrivstoff fra nordisk trevirke.

Tabell 1. Virkesforbruk i de ulike scenariene.

Andel biodrivstoff i vegtrafikken	Økning i virkesforbruket (Mill. m <sup>3</sup> per år)
0%	0
10%	25
20%	50
30%	75
40%	100

### Lokalisering

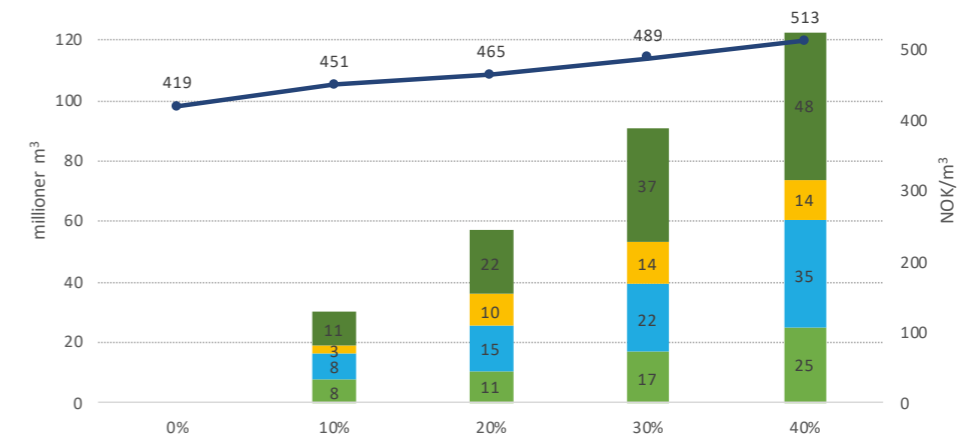
Modellen vi anvender er regionalisert slik at den tar hensyn til regionale forskjeller i tilbud og etterspørsel for tømmer og skogprodukter, og den kan ut fra dette indikere hvilke regioner som har gode markedsmessige forutsetninger for biodrivstoffinvesteringer. Studien viser, ikke uventet, at det er et større potensiale for biodrivstoffproduksjon i Sverige og Finland. Den norske andelen varierer mellom 4% og 10%, avhengig av scenario, noe som er i rimelig forhold til den totale ressurstilgangen i de respektive landene. Virkestilgangen i Norge er også mer fragmentert enn i våre naboland slik at transportkostnadene blir høye for store anlegg. Resultatene er imidlertid relativt følsomme for framtidig utvikling i valutakurser.



Figur 3. Modellert biodrivstoffproduksjon i Norden (mill. L) fordelt på land.

### Økonomiske effekter

Modellresultatene viser at en storskala biodrivstoffsatsing vil påvirke den nordiske virkesbalansen ganske kraftig, og på flere måter. Avvirkningen vil øke som følge av økt etterspørsel etter virke, men i våre modellanalyser er det kun 20-25% av råstoffbehovet som dekkes av økt avvirkning i Norden. Noe mer vil hentes i form av GROT. Dette resultatet bygger selvsagt på den viktige forutsetningen av biodrivstoffteknologiene kan bruke GROT som råstoff. Økt nordisk virkesetterspørsel vil også øke importen noe og i våre resultater blir 10%-20% av virkesbehovet importert. Som vist i figur 4 øker gjennomsnittlig massevirkepris fra drøye 400 kr pr m<sup>3</sup> til drøye 500 kr pr m<sup>3</sup> fra når andelen biodrivstoff i Norden øker fra 0 til 40%.



Figur 4. Modellert endring i virkesbalansen i Norden (mill. m<sup>3</sup>) og gjennomsnittlig massevirkepris, levert industritomt (NOK/m<sup>3</sup>), ved økende biodrivstoffproduksjon i Norden.

Som det går fram av figur 4 vil skogeierne, som ventet, nyte godt av nye skogindustrinvesteringer gjennom økt tømmerpris og økt etterspørsel etter GROT. Den tradisjonelle papirindustrien blir skadelidende siden råstoffprisene øker og våre resultater indikerer at en biodrivstoffsatsing vil forsterke eller framskynde videre nedleggelse av nordisk trykkpapirindustri. I fjernvarmesektoren vil biodrivstoffproduksjon bidra til redusert bruk av biomasse og denne biomassen erstattes av elektrisitet, naturgass og noe kull. Trelastindustrien kommer økonomisk sett noe bedre ut i scenarier med store biodrivstoffinvesteringer fordi verdien av industriflisa øker. Effektene for trelastindustrien er imidlertid vesentlig mindre enn for skogeierne og papirindustrien.

Avslutningsvis må det nevnes at resultater fra modellanalyser som dette har betydelig usikkerhet. Samtidig viser følsomhetsanalysene vi har utført at de fleste effektene vi har beskrevet over er relativt robuste for endrede forutsetninger. Vi mener derfor det er grunnlag for å slå fast at det er mulig ut fra et ressursynspunkt å nå 40% biodrivstoffandel i Norden, men det er økonomisk krevende. Samtidig vil en biodrivstoffsatsing ha negative konsekvenser for eksisterende papirindustriplanlegg, og være tilsvarende positivt for primærskogbruket.



## Betinget fremtidsoptimisme i skogverdikjeden

Erik Trømborg, Per K. Rørstad, Eirik O. Jåstad og Torjus F. Bolkesjø

Den økonomiske utviklingen i skogsektoren synes mer usikker enn tidligere, og de mange driverne knyttet til marked, teknologi, klima og miljø drar sektoren i ulike retninger. For å lage scenarier som beskriver mulige utviklingsbaner har vi spurt aktører i skog- og bioenergirelaterte virksomheter om deres syn på viktige drivere og utviklingen for norsk skogsektor på lang sikt. Resultatene viser noe vi kan karakterisere som «betinget optimisme».

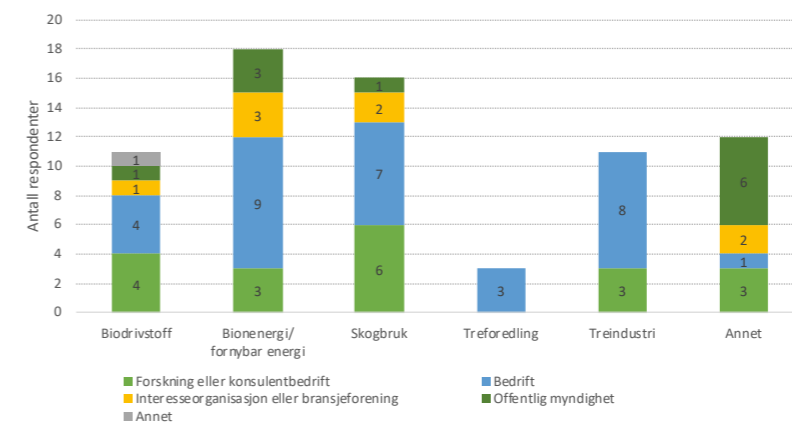
### Skogsektoren i endring

Frem til omtrent 2005 var skogsektoren både globalt og i Norge preget av relativt stabil vekst. Siden har sektoren gjennomgått store endringer. For det første har digitalisering redusert etterspørselen etter trykkipapir og skapt store strukturelle endringer, ikke minst i norsk skogindustri. Videre har økt etterspørsel etter biomasse til energiformål og utsikter til mer bruk av biomasse til biodrivstoff og grønne kjemikalier skapt nye forventninger. I tillegg påvirkes skogbehandlingen av skogarealenes rolle som arena for rekreasjon og biodiversitet. Sist, men ikke minst, skogens rolle for klimaet innebærer endringer i skogpolitikken.



### Spørreundersøkelse blant aktørene

Våren 2018 sendte vi ut en internettbasert spørreundersøkelse til 204 personer med tilknytning til skogbruk, skogindustri, bioenergi og fornybar energi. Personene var valgt ut basert på deltagelse i relevante forskningsprosjekter og posisjoner i sentrale bedrifter og organisasjoner med virksomhet i tilknytning til skog og/eller bioenergi. 71 personer besvarte undersøkelsen, slik at svarprosenten ble på 35%. Figur 5 viser hvordan respondentene fordelte seg på bransjetilknytning og organisasjonstype. Om lag 40% av respondentene hadde mer enn 20 års erfaring i bransjen. Over halvparten hadde teknologisk utdanning (ingeniør), omtrent 30% hadde utdanning innen skogbruk og omtrent 10% innen økonomi og marked. I undersøkelsen vurderte deltagerne sannsynligheter for ulike utviklingstrekk og betydningen av disse. De kunne også oppgi egne svar på andre faktorer av betydning for problemfeltet.



Figur 5. Respondenter fordelt på virksomhet og type organisasjon.

### Lavere økonomisk vekst kan gi muligheter for skogsektoren

Flertallet av respondentene venter noe lavere vekst i norsk økonomi sammenlignet med det siste 10-året. Denne «pessimismen» skyldes trolig forventninger om redusert betydning av oljesektoren. Respondentene ventet at kronekursen ville holde seg omtrent som på dagens relativt svake nivå eller sågar svekkes noe. Kronekursen er svært viktig for norsk skogindustri og for eksportmulighetene for norsk tømmer, så denne responsen må tolkes som et optimistisk syn på rammebetingelsen for eksport framover. En mulig redusert betydning av oljesektoren blir sett på som positivt for videreutvikling av skogsektoren og for økt satsing på fornybar energi i Norge. Det ble også trukket frem at demografi og utdanningsnivå vil kunne gi ulike preferanser for boliger, og at det vil kunne oppstå utfordringer knyttet til kompetanse og rekruttering til norsk skogsektor. Vår oppsummering av svarene knyttet til utviklingen i norsk økonomi, er at det ikke forventes dramatiske endringer, men at vi likevel kan forvente en klar endring i grønn retning. En nedgang i petroleumssektoren vil kunne frigjøre ressurser – både kapital og arbeidskraft – et grønt skifte. En fortsatt svak krone bidrar til bedre rammebetingelser for eksportrettet industri. Ut fra denne undersøkelsen anses ikke lavere økonomisk vekst og utfasing av petroleumsvirksomhetene som noen trussel for skogsektoren, snarere tvert imot.

### Forventing om fortsatt fall i etterspørselen etter trykkipapir, men biodrivstoff kan gi nye muligheter

Respondentene tror på økt etterspørsel etter trelast framover. Både produktutvikling og økt fokus på klimavennlige materialer er trolig hovedårsaker til disse forventningene. Samtidig forventes det fortsatt fall i den globale etterspørselen etter trykk- og avisepapir og redusert norsk



papirproduksjon. Skogbasert biodrivstoff sees på som en mulighet for norsk treforedlingsindustri dersom kostnadsnivået går ned, men cirka 20% av respondentene inkludert respondentene fra treforedlingsindustrien har mindre tro på at biodrivstoff vil styrke treforedlingsindustrien. Det forventes med andre ord at trelastindustrien vil stevne fram i stø kurs, selv om papirindustrien forsvinner. Få, eller ingen, uttrykte bekymring for norsk trelastindustri som følge av redusert papirproduksjon. En slik fremtid vil kunne «gi plass» til ny industri, men vil også kunne gi økt eksport av «overskuddstømmer». Undersøkelsen gir ikke klare svar på hvilke forventninger deltagerne har for konkurransen mellom eksportmarkeder, eksisterende treforedling, ev. nye bioraffinerier og dedikerte biodrivstofffabrikker.

#### Økt tilvekst og mer skogskader

De fleste mente at klimaendringene vil gi økt tilvekst i norske skoger, men at det også vil gi mer skogskader. Den økte tilveksten forventes å bidra til økt avvirkning. Noe overraskende så venter ikke respondentene at plantasjeskogbruk på den sørlige halvkule vil gi redusert konkurransekraft for skogbruket i Norden. Et annet moment som ble trukket frem er at klimaendringer i Norge kan gi sesongmessige utfordringer for hogst og transport.

#### Økt miljøbevissthet gir ikke nødvendigvis mer skogvern

I tillegg til at etterspørselen etter trelast forventes å øke som følge av mer grønn politikk og økt miljøbevissthet, forventes også etterspørselen etter nye skogindustriprodukter å øke. Klimapolitikken forventes ikke å gi økt hogstaldet og dermed lavere avvirkning på kort sikt i Norge, ei heller at avvirkningen vil reduseres som følge av mer skogvern og flere miljørestriksjoner. Det er dog ulike oppfatninger om disse forholdene og dermed usikkerhet knyttet spesielt til skogvern og miljørestriksjoner. Enkelte respondenter trekker også fram usikkerhet om konsekvenser av EU-politikk og internasjonale standarder for skog og klima.

#### Scenarier for utviklingen

Synspunktene som kom frem i undersøkelsen er basert på et relativt omfattende, men fortsatt begrenset utvalg av eksperter. De er derfor ikke nødvendigvis representative for hele skogsektoren. Samlet sett kan vi slå fast at deltagerne i vår undersøkelse ser positivt på fremtiden til skogsektoren, men at en positiv utvikling ikke nødvendigvis kommer av seg selv. Det er nødvendig med forutsigbare og langsiktige rammevilkår for å sikre utvikling og investeringer i sektoren. Det er også avgjørende at skogbruk og skogprodukter anses som klimavennlige alternativer til energi og produkter basert på fossile ressurser..

Basert på spørreundersøkelsen har vi definert tre hovedscenarier for økonomisk utvikling, etterspørselen etter skogprodukter og bioenergi, samt konkurransesituasjonen for norsk skogsektor.

1. «Forventnings-scenariet» som representerer en mest sannsynlig utvikling
2. «Konservativt og konserverende» som i stor grad er en fortsettelse av dagens trender
3. «Grønn vekst» som representerer en sterkere miljøorientering i politikk og marked og styrking av konkurransekraften til norsk skogsektor som følge av redusert betydning av oljesektoren.

Samlet sett viser denne undersøkelsen at aktørene ser muligheter for norsk skogsektor i en grønnere fremtid med mer trelast, fornybar energi, grønne kjemikalier og mindre trykkipapir.

## Scenarier for utviklingen i norsk skogsektor mot 2040

Erik Trømborg, Torjus F. Bolkesjø, Eirik O. Jåstad og Per Kr. Rørstad

Skogsektoren er i stadig endring. Etterspørselen etter trykkipapir faller, tiltak mot klimaendringer fører til økt bruk av biomasse til energiformål, og tre som byggemateriale vinner terreng. Samtidig er det en økt oppmerksomhet om skogens betydning for biodiversitet og som karbonlager. Som beskrevet over har vi kartlagt ulike drivere for utviklingen i norsk og nordisk skogsektor og beskrevet tre ulike scenarier. Resultatene for Norge tyder på at vi vil ha en tømmeravvirkning mellom 15 millioner m<sup>3</sup> (i et konservativt scenario) og 20 millioner m<sup>3</sup> i et grønt scenario i 2040. Felles for alle scenarioene er at Norge vil fortsette å være en nettoeksportør av tømmer.

#### Scenarier for skogsektoren i Norge

For å fange opp mulige utviklingsbaner i norsk skogsektor i perioden mot 2040 har vi definert tre ulike scenarier: et basis, et konservativt og et grønt scenario:

**Basis:** 5% økning i årlig tilvekst som følge av klimaendringer. Skogvern og miljørestriksjoner reduserer ikke avvirkningen vesentlig fra i dag. Etterspørsel etter trykkipapir fortsetter å falle, mens etterspørselen etter trelast og andre papirprodukter øker. Det bygges ett stort anlegg for skogbasert biodrivstoff på 130 mill liter og tømmerforbruket til nye skogprodukter øker virkesforbruket med 0,5 mill m<sup>3</sup> i 2030 og til 1 mill m<sup>3</sup> i 2040.



[symbiot]/Shutterstock



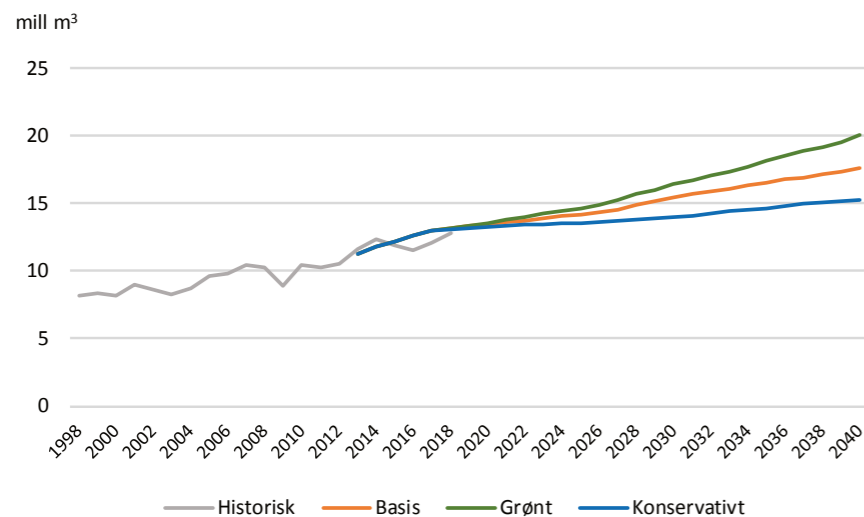
**Konservativt:** 5% økning i tilveksten, skogvernet øker vesentlig slik at 10% av stående volum er bundet opp i vern i 2040. Ikke skogbasert biodrivstoff eller andre nye skogprodukter i Norge. Etterspørselen etter skogprodukter øker i takt med BNP, men trykkipapiretterspørselen faller som i basisscenariet. Avispapirkapasiteten i Norge halveres frem mot 2030 og produksjon av salgsmasse opphører.

**Grønt:** Styrking av konkurransekraften til norsk skogsektor. Den årlige tilveksten øker med 20% per år som følge av klimaendringer. Skogvernet beslaglegger ytterligere 5% av skogsvolumet. Etterspørsel etter skogindustriprodukter utenom trykkipapir øker, etterspørselen etter trelast er 20% høyere enn i dag i 2040. Fire større anlegg for skogbasert biodrivstoff i Norge pr 2040. Tømmerforbruket til nye skogprodukter øker i tillegg med 1 mill m<sup>3</sup> i 2030 til 2 mill m<sup>3</sup> i 2040.

Effekten av disse scenarioene er analysert i en skogsektormodell som dekker skogbruk og skogindustrien i Norden. I de øvrige nordiske landene har vi forutsatt en tilsvarende utvikling som i Norge.

### Stabil eller økende avvirkning

Det framtidige avvirkningsnivået bestemmes av forholdet mellom endringer i tømmeretterspørsel og -tilbud. Tømmeretterspørselen styres, grovt sagt, av industriens produksjonskapasitet og konkurransevne i et internasjonalt marked. Tømmertilbudet avhenger av en rekke faktorer, men endringer i stående volum og tømmerprisen er trolig de to viktigste. Når vi setter forutsetningene i de tre scenariene inn i en markedsmodell som håndterer disse mekanismene finner vi at alle scenariene gir en jevnt høy eller økende avvirkning mot 2040, også i scenarier med videre fall i norsk papirproduksjon. Avvirkningsnivået stiger mest i det grønne scenariet og når hele 20 millioner m<sup>3</sup> i 2040 (figur 6). Det konservative scenariet gir den laveste avvirkningen av de tre scenariene, men også her når årlig avvirkningen 15 millioner m<sup>3</sup> grunnet økende stående volum og høy etterspørsel etter virke fra Sverige.



Figur 6. Historisk og modellert avvirkning i Norge til 2040.

### 20 millioner m<sup>3</sup> i 2040?

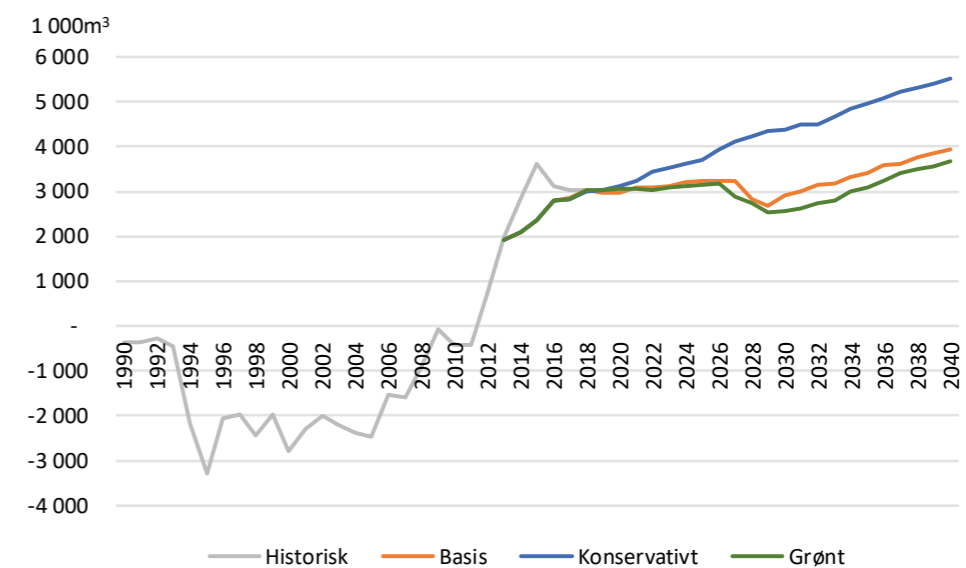
En avvirkning opp mot 20 millioner m<sup>3</sup> i 2040 fordrer økt etterspørsel og pris. Skog og annen arealbruk er en del av klimaavtalen mellom Norge og EU. En såkalt referansebane er utgangspunktet for å beregne utslipp fra forvaltet skog. Referansebanen er på noe over 15

millioner m<sup>3</sup>/år (uten bult og topp) for den andre rapporteringsperioden (2026-2030). «Overskudd» fra den første perioden (2021-2025) kan overføres til neste periode, oppad begrenset til omtrent 1 millioner m<sup>3</sup>/år. I tillegg finnes en såkalt kompensasjonsordning som kan brukes dersom hogsten er høyere enn referansebanen (2 millioner m<sup>3</sup>/år), gitt at visse vilkår er oppfylte. Avskogingstømmer (arealbruksendringer) må regnes fullt ut i utslippsregnskapet, men teller ikke mot referansebanen (forvaltet skog). Siden femårsperiodene gjøres opp under ett, kan en avvirkning opp mot 20 millioner m<sup>3</sup> i slutten av perioden være mulig uten at vi må bokføre utslipp fra forvaltet skog etter EU-forpliktelsen (LULUCF). Dersom Norge må bokføre netto utslipp for skog og annen arealbruk, må dette kompenseres gjennom kjøp av skogkreditter fra andre land eller kutt i ikke-kvotepliktig sektor. Reglene innebærer ingen forpliktelser for den enkelte skogeier. Dagens avtale gjelder til 2030, og sier ingen ting om tiden etter. I den referansebanen Norge har valgt, ligger det økt avvirkning etter 2030. Avvirkningsbanene vist i figuren synes derfor å være innenfor de påregnelige klimaavtalene frem mot 2040.

I det konservative scenarioet antar vi at tilgjengelig volum for avvirkning reduseres med 10% fra dagens nivå som følge av økt skogvern, mens vi i det grønne scenarioet antar at volumet reduseres med 5%. Resultatene viser at det store tømmervolumet i norske skoger gir rom for både mer vern og mer hogst.

### Nettoeksporten av tømmer fortsetter

En hovedgrunn til de høye avvirkningsnivåene i våre scenarier er at svensk skogindustri forventes å sikre en vedvarende høy massevirkeetterspørsel. Fram til nå har nettoeksporten av tømmer og flis økt i takt med reduksjoner i virkesforbruket i norsk treforedling. Svenske treforedlingsbedrifter definerer deler av Norge som sitt (marginale) forsyningsområde, og nettoeksporten fra Norge har stabilisert seg på cirka 3 mill m<sup>3</sup>. Figur 7 viser historisk og modellert nettoeksport av tømmer og flis. I det konservative scenarioet øker nettoeksporten jevnt videre, mens den stabiliserer seg på dagens nivå i de to andre scenarioene. Økt avvirkning er trolig nødvendig for å etablere ny industri i Norge fordi det er vanskelig å konkurrere med svenske fabrikker som er etablert og som ligger gunstig til for bruk av norsk tømmer



Figur 7. Historisk og modellert nettoeksport av tømmer og flis fra Norge.

### Konkurransen om råstoffet gir et godt utgangspunkt for norsk skogbruk

Kapasitetsutvidelser i Sverige og store virkesreserver i Norge gir norsk skogbruk et godt utgangspunkt. Det er skogråstoff tilgjengelig til økt industriaktivitet i Norge, men massevirkeprisene er utgangspunktet for hva råstoffet vil koste for ny industri. Noe fallende tømmerpriser i forhold til 2019-nivå er mest sannsynlig, men et grønt scenario kan gi økte massevirkepriser grunnet økt produksjon av biodrivstoff og andre nye skogprodukter.

Konkurransen om tømmeret gjør at teknologier som kan bruke ulike treslag, hogstavfall og biprodukter fra skogindustrien, kan lokaliseres i områder med god virketilgang og er av begrenset størrelse, vil ha fordeler sammenlignet med større anlegg som krever stammevirke av gran. Regionale særtrekk kan gi fortinn for industri som tilpasser seg disse mulighetene.



[Lisa-S]/Shutterstock



[Oleksiy Mark]/Shutterstock

## Biodrivstoff som klimapolitikk og industriell drivkraft

Atle Midttun og Knytt M. Næss

Politisk har biodrivstoff vært lansert både som klimapolitisk tiltak, og som driver for skogsindustriell revitalisering etter «papirkrisen». Sett fra et markeds perspektiv har den politiske promoteringen av biodrivstoff vært en suksess. I Norge solgte drivstoffdetaljister i 2017 nesten dobbelt så mye som var påbudt etter omsetningskravet. Salg av biodrivstoff var nesten 700 millioner liter, 16% av det totale salget sammenlignet med omsetningskravet på 8%.

Sett fra et industri perspektiv har den politiske promoteringen av biodrivstoff skapt en dynamisk kommersiell utvikling hovedsakelig i den nordiske petroleumssektoren. Biodrivstofftilbudet har økt takket være engasjement fra drivstoffdetaljister, som er i ferd med å gå fra bensinstasjoner til energistasjoner med et bredere tilbud, i stor grad som følge av økt klimafokus. Dette har sammenfalt med en oppbrytning i petroleums-verdikjedene, der drivstoffdetaljister nå skiller ut fra petroleumsutvinningselskaper.

Samtidig har noen raffinører også sett den politisk skapte etterspørselen etter biodrivstoff som en mulighet for utvikling av nye produkter bygget på kompetanse de allerede har. Takket være den sterke konkurransen i drivstoffmarkedet har imidlertid både raffinører og detaljister så langt neglisjert dyrt skogråstoff til fordel for billig råstoff som palmeolje og rapsolje primært importert fra internasjonale markeder.

Skogindustrien har til sammenligning engasjert seg langt mindre i biodrivstoff. Årsakene til dette er for det første at den har manglet en direkte kobling til drivstoffmarkedet og omsetningskravene, og for det andre at den, grunnet høye råvarekostnader, ikke har vært i stand til å levere biodrivstoff

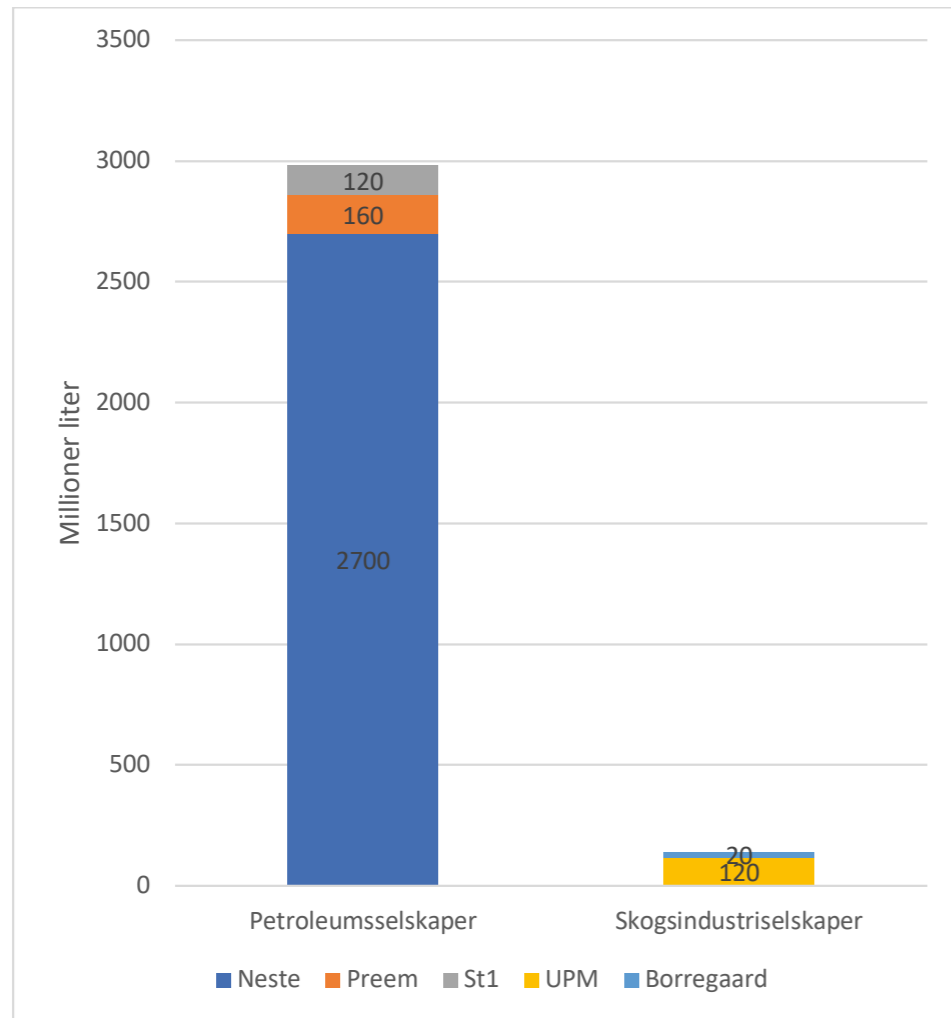


[stockcreations]/Shutterstock



til konkurransedyktige priser. De nordiske skogsindustrielskapene har derimot reagert på papirkrisen ved å styrke sitt engasjement i produkter med bedre inntjening, inkludert hygiene, merkelapper og innpakning.

Som vist i figur 6 har resultatet av den politiske lanseringen av biodrivstoff har derfor i første omgang blitt en stimulering av raffinører, ledet an av finske Neste som med in HVO-teknologi (Hydrotreated Vegetable Oil), har tatt en verdensledende posisjon i biodrivstoff. Det har så langt vært liten aktivitet i skogindustrien.



Figur 8: Bioraffineringskapasitet 2018

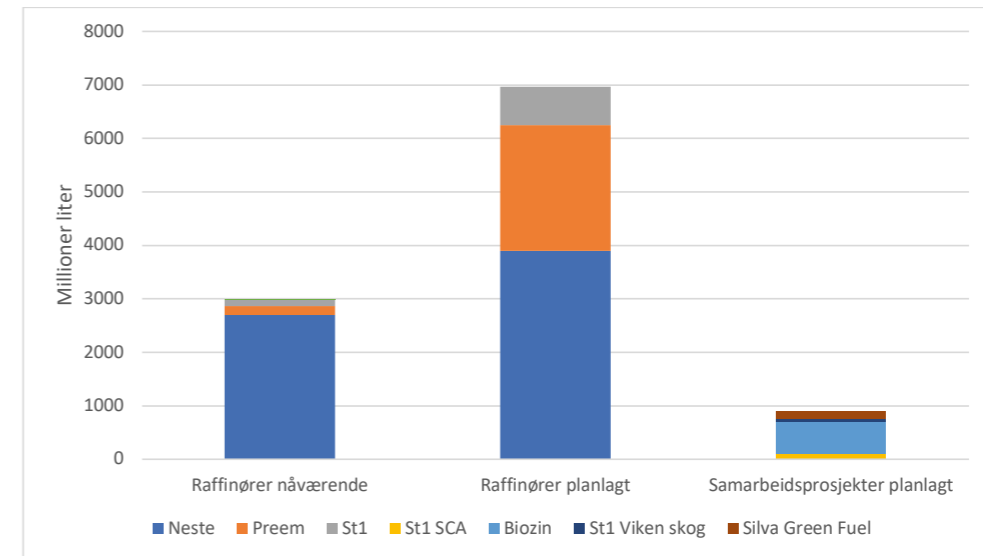
### Ny sjanse for skogsbasert biodrivstoff?

Etter kritikk mot bruk av palmeolje og næringsvekster til drivstoffproduksjon er europeisk og nordisk biodrivstoffpolitikk blitt revidert. Med utgangspunkt i EU-politikk har Norge, Sverige og Finland flyttet fokuset til biodrivstoff produsert fra avfall og rester fra andre produksjonsprosesser.

Disse reviderte virkemidlene har åpnet nye muligheter for produksjon av skogsbasert biodrivstoff. Vi ser nå en rekke samarbeidsprosjekter mellom skogindustrien og

petroleumsraffinører basert på en dynamisk kobling mellom forbruk og produksjon. Dette vil imidlertid bli utfordret av raffinøriprosjekter med alternativ og fleksibel råvare-input lansert av Neste, Preem og St1.

De planlagte samarbeidsprosjektene er imponerende i sin dramatiske oppskalering av kapasitet, men starter fra et lavt utgangspunkt. Som vist i figur 9 er planer for kapasitetsutvidelse fra raffinørene til sammenligning langt mindre imponerende sett i forhold til dagens kapasitet, men er likevel 10 ganger høyere enn samarbeidsprosjektene i volum.



Figur 9: Planlagt biodrivstoffkapasitet

Petroleumsraffinører og drivstoffdetaljister har betydelige muligheter for grønn merkevarebygging i forbindelse med sitt biodrivstoffinitiativ. Ved å kombinere dette med en diversifisering av sin råvarebase kan selskapene slå to fluer i en smekk.

For skogindustrien er det sannsynlig at biodrivstoff forblir en sidestrøm fra mer verdifulle produkter, spesielt fordi den reviderte biodrivstoffpolitikken retter seg eksplisitt mot rest- og avfallsprodukter. Biodrivstoff kan slik bli en viktig del av deres strategi, men ikke et hovedelement i deres industribygging. Et tydelig tegn på dette er at ingen av de nordiske skogindustrielle selskapene har definert biodrivstoff som et eget forretningsområde, i motsetning til Neste. Samarbeidsprosjektene kan styrke skogindustriens kobling til drivstoffmarkedene og bidra til verdifull kompetansebygging innen raffinering, men vil neppe føre til at en får noen primær-rolle som energileverandør.

I siste instans er suksessen til skogsbasert biobrensel også betinget av at den møter krav om økologisk og sosial bærekraft. Angrepet på biobrensel for fortrensning av matavlinger, og diskusjonen om biodrivstoffs mulige negative innvirkning på CO<sub>2</sub> opptak og lagring fra skogen, har ført til tilbakeslag. Vellykket økning av skogsbasert biodrivstoffproduksjon forutsetter at industrien er i stand til å dokumentere sin bærekraft i konkurranse med andre grønne alternativer på en overbevisende måte.



[Lonella938]/Shutterstock

## Bruk av trevirke reduserer fossile utslipp i Nord-Europeisk energisektor

Eirik O. Jåstad, Torjus F. Bolkesjø, Per Kr. Rørstad og Erik Trømborg

Det er nok skogressurser i Norden til en biodrivstoffandel på omlag 40 % i av dagens energiforbruk i vegtrafikken. En vesentlig økning i biodrivstoffproduksjonen vil øke avvirkningen og redusere tilgangen av flis til kraft og varme. I denne artikkelen ser vi på virkninger av endringer i bruken av biomasse i kraft- og varmesektoren i Nord-Europa og sammenligner dette med utslippseffekter ved bruk av den samme biomassen til produksjon av biodrivstoff. Hovedkonklusjonen er at prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter er den viktigste faktoren for biomassens fremtidige rolle i energisystemet og at bruk til biodrivstoff på sikt gir større utslippsreduksjoner.

### Grønn omlegging av energisektoren i Europa

For å nå målene i Parisavtalen må bruken av fossilt karbon reduseres betraktelig. Energisektoren står for en stor andel av utslippene i den såkalte «kvotepfiktige sektoren», i første rekke kull- og gasskraft. Gjennom kvoteordningen har myndighetene relativt god kontroll på de totale utslippene. Ved å redusere antallet utslippsrettigheter økes kvoteprisen, og dette gjør fornybare energi-alternativer, slik som biovarme, vind- og solkraft, mer konkurransedyktige. I dag avvirkres det til sammen rundt 260 millioner m<sup>3</sup> av en total tilvekst på 400 millioner m<sup>3</sup>/år i de nordiske landene, Baltikum, Polen og Tyskland, heretter kalt nordøst-Europa. Av dette blir rundt 38 million m<sup>3</sup> brukt til kraft- eller varmeproduksjon.

### Bidragene fra fjernvarme

I nordøst-Europa blir det produsert omtrent 380 TWh med fjernvarme i årlig. De viktigste energikildene er per i dag kull, naturgass, avfall og biomasse. Det er usikkert hvordan strengere klimapolitikk, blant annet økt pris på CO<sub>2</sub>-kvoter, vil påvirke valget av råstoff i fremtidens fjernvarme. For å analysere biomassens rolle i framtidsscenarioer (2030) med mindre bruk av fossil energi, har vi brukt en beregningsmodell for kraft- og varmemarkedene, kalt Balmorel. Produksjon av både strøm og varme blir beregnet for hver region i modellen med mulighet for handel av strøm mellom regionene. Investeringer i nytt produksjonsutstyr og fordelingsnett håndteres også i modellen. Den tar hensyn til alderen på dagens produksjonsutstyr og følger forventede utfasinger, av både økonomiske og politiske grunner. Etterspørselen etter kraft og varme er lik i alle scenarioene vi viser resultater for nedenfor.

### CO<sub>2</sub>-pris er avgjørende

Vi har beregnet bruk av flis til kraft/varme-produksjon i 2030, gitt ulike karbonpriser. Kvoteprisen er i dag rundt 25 €/tonn CO<sub>2</sub>, og dette er historisk høyt. Det er usikkert hvordan kvoteprisen kommer til å utvikle seg de neste 10 årene. Vi har derfor sett på ulike scenarier hvor kvoteprisen varierer fra 5 €/tonn til drøye 100 €/tonn. Våre resultater viser at utviklingen i CO<sub>2</sub>-pris er svært avgjørende for hvilken betydning skogsbiomasse får i fjernvarmesektoren i fremtiden og dermed også hvor stor del av fossile utslippskutt som skjer ved bruk av skogsbiomasse.

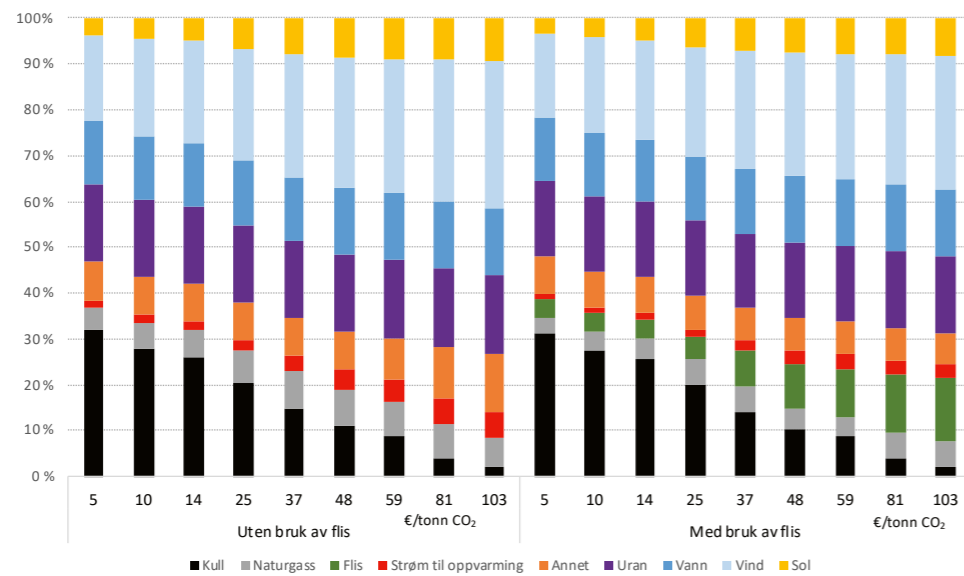
Den minste beregnede mengden flis som blir forbrukt til kraft- og varmeproduksjon i 2030 er 84 TWh (ca 42 millioner m<sup>3</sup>). Dette skjer kun ved en CO<sub>2</sub>-pris som er lavere enn dagens. Ved en moderat karbonpris (37 €/tonn) vil flismengden i kraft og varme omtrent doble seg fra dagens nivå og stå for omlag 8 % av nordøst Europas forbruk av primærenergi (figur 10), ifølge modellresultatene.

Ved lave karbonpriser vil flis fortrenge bruken av kull og naturgass, mens det ved høye karbonpriser primært er naturgass og vindkraft som blir fortrent. Dette viser at flisen vil kunne spille en avgjørende rolle for å framskynde overgangen til fornybar energi dersom karbonprisen holder seg lav. Ved høyere karbonpriser vil flis være viktig for å balansere nettet og vil redusere utbyggingen av vindkraft.



[gopixal/Shutterstock]





Figur 10. Modellert andel av primærenergi brukt fra ulike kilder for scenarioer med og uten bruk av flis og for ulike karbonpriser [€/tonn CO<sub>2</sub>] i 2030.

Ifølge modellanalysen kan bruk av flis til kraft og varme bidra med opptil 21 millioner tonn reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp fra fossile kilder i nordøst Europa, men dette avhenger altså av hvilken kvotepris vi antar. Dette tilsvarer 40% av Norges totale klimagassutslipp i 2018, og det skjer ved en CO<sub>2</sub>-pris omtrent dobbelt så høy som dagens pris. Generelt ser vi de største effektene ved moderate karbonpriser. Grunnen til dette er at det ved lave karbonpriser er relativt lite bruk av flis til kraft/varme (figur 1), mens ved høye karbonpriser vil flis primært konkurrere ut vindkraft. Ved moderate priser gir flis en økt utfasing av kull og fossil gass. En høy CO<sub>2</sub>-pris vil gjøre at fossil energi, særlig kull, taper i konkurransen mot andre energikilder uavhengig av om flis brukes eller ikke.

### Biodrivstoff gir høyere utslippsreduksjon, men er dyrere

Flis til kraft- og varmeproduksjon har alternative bruksområder, for eksempel produksjon av flytende biodrivstoff. Den samme mengden flis som blir brukt i scenarioene ovenfor, kan alternativt gi opp mot 13 milliarder liter biodrivstoff i 2030. Dette tilsvarer en innblanding på 11%, gitt samme forbruk av flytende drivstoff som i 2017 i de landene vi har sett på her. Ved bruk av biodrivstoff kan de veirelaterte fossile klimagassutslipp reduseres med opptil 35 millioner tonn CO<sub>2</sub> når vi antar at biodrivstoff erstatter fossilt drivstoff fullt ut. Hvis den samme mengde flis blir brukt til kraft og varme produksjon vil besparelsen bli 19 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Bruken av flis til kraft og varme øker med CO<sub>2</sub>-prisen, men klimagasseffekten avtar ved høye karbonpriser siden andelen fossil energi allerede er lav. Dette gjør at «klimagassfordelen» ved bruk til drivstoff øker med økende kvotepris. Ved en karbonpris på 37 €/tonn finner vi at besparelsen i form av CO<sub>2</sub>-utslipp er 8 millioner tonn ved bruk av 3.8 milliarder liter biodrivstoff sammenlignet med å bruke samme mengde flis til produksjon av kraft og varme. Samtidig er biodrivstoff relativt dyrt og dermed avhengig av sterkere politiske virkemidler for å fortrenge fossile løsninger, slik at kostnaden for per spart tonn fossilt karbon i de fleste tilfeller vil være høyere enn for flisbruk i fjernvarmeanlegg.

### Bioenergiens rolle fremover

Den videre utviklingen i de europeiske energimarkedene er usikker, men trenden med mindre fossil kraftproduksjon og mer vindkraft og solkraft vil fortsette. Våre studier viser at biomasse brukt i fjernvarmeanlegg bidrar til å redusere kostnadene ved utfasing av fossil energi betydelig og vi tror det vil være en betydelig etterspørsel etter biomasse til stasjonær energibruk i Nord-Europa i lang tid fremover. I våre modellscenarier varierer årlig flisforbruk fra 42 – 108 mill m<sup>3</sup>. Dette tilsvarer mellom 16 og 42 % av dagens avvirkning, eller 11 – 27 % av dagens tilvekst, i denne regionen. Denne biomasseanvendelsen gir lavere reduksjoner i fossile utslipp enn om vi hadde brukt samme mengde biomasse til biodrivstoff, men samtidig er den konkurransedyktig mot fossile alternativer uten andrevirkemidler enn kvotemarkedet.



[hsdy]/Shutterstock



[Anna-Maria]/Shutterstock



[Akimov Igor]/Shutterstock



[Chokniti Khongchum]/Shutterstock



[Julia Ardarani]/Shutterstock







