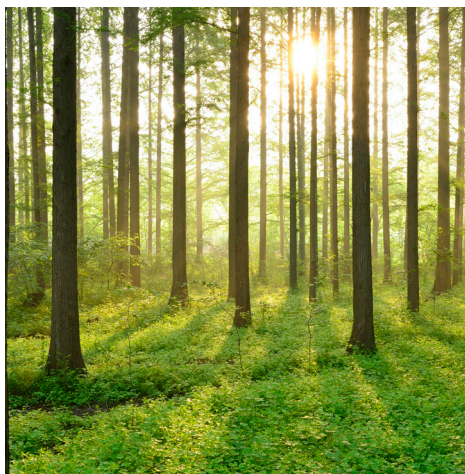


SKOG, SKOGSBRUK OCH KOLBALANSER

RAPPORT 2021:823



KONKURRENSEN OM DEN
SVENSKA SKOGSRÅVARAN



Skog, skogsbruk och kolbalanser – Konkurrensen om den svenska skogsråvaran

GÖRAN BERNDES, PÅL BÖRJESSON OCH GUSTAF EGNELL

ISBN 978-91-7673-823-8 | © Energiforsk december 2021

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Råvaror från skogen har en nyckelroll i omställningen av Sverige till ett koldioxidneutralt samhälle. Skogsråvara kan användas för en rad ändamål, bland annat förtillverkning av massa, papper, sågade trävaror, biobränslen och som industriell insatsråvara. Allt fler industrier ser också bioråvaror som ett viktigt substitut för att kunna fasa ut fossila råvaror och bränslen. Mycket talar därför för att både den nationella och den internationella efterfrågan på skogsråvaror från den svenska skogen kommer att öka i framtiden. Men det finns också flera orosmoln. Det gäller både det möjliga framtida uttaget av skogsråvaror och synen på dessa när det gäller klimatneutralitet.

Energiforsk har i en stor forskningssatsning samlat ledande experter för att genomföra en sektorsövergripande analys av hur efterfrågan på den svenska skogsråvaran för olika ändamål kan komma att utvecklas i framtiden och vilka förutsättningar det finns för att möta den ökade efterfrågan när olika intressen ställs mot varandra. Resultaten redovisas i fem delrapporter och en sammanfattande syntesrapport.

För den här delrapporten ansvarar Göran Berndes, Pål Börjesson och Gustaf Egnell. Huvudprojektledare för satsningen har varit Mattias Bisaillon (Profu) och analyserna har utförts av ett 20-tal forskare och experter från Profu, IVL Svenska Miljöinstitutet, Chalmers Tekniska Högskola, Lunds universitet och SLU. Bo Diczfalusy, Bodiz Consulting AB har varit projektets ordförande. Projektet har genomförts i nära samverkan och dialog med ett trettiotal företag, organisationer och myndigheter som medverkat i projektets styrgrupp.

Energiforsk vill rikta ett stort tack till alla medverkande i projektet. Energiforsk vill också rikta ett särskilt tack till Energimyndigheten samt deltagande företag och organisationer som har finansierat projektet.

Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

Projektet "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran (KOS)" syftar till att ge framtidsbilder av hur skogsbruket och efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma att se ut 2030 och 2045 beroende på politiska mål, styrmedel och utvecklingen i näringsliv och samhälle. Totalt omfattar projektet 10 delprojekt. De övergripande resultaten och slutsatserna för hela projektet baseras på en sammanvägning av resultaten från de olika delprojekten och presenteras i rapporten "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport".

Denna rapport från delprojekt 2 handlar om skogens och skogsbrukets kolbalans samt hur den beror av bruksformer och uttagsnivåer. Vi beskriver möjligheter att öka produktion och användning av skoglig biomassa i Sverige samt hur utvecklingen av nya styrmedel inom EU kan komma att påverka förutsättningarna. Vi går också igenom olika perspektiv som lyfts fram i debatten om skogens roll i klimatarbetet. Syftet är att underlätta dialogen om produktion och användning av biomassa för energi- och materialändamål, med fokus på skogsförvaltning och skogssektorns bidrag i omställningen mot de svenska klimatmålen.

Nyckelord

Skog, skogsbruk, kolbalanser, kolcykeln, klimat, policy, EU

Summary

The project "The competition for the Swedish forest raw material (KOS)" aims to provide insights of what forestry and demand for the Swedish forest raw material may look like in 2030 and 2045 depending on political goals, instruments and developments in business and society. In total, the project comprises 10 sub-projects. The overall results and conclusions for the entire project are based on the results from the various sub-projects and are presented in the report "The competition for the Swedish forest raw material - synthesis report".

This report from subproject 2 deals with the carbon balance of forests and forestry and how it depends on forest management practices and wood harvesting levels. We describe opportunities to increase production and use of forest biomass in Sweden and how the development of new policies and regulation within the EU may affect the Swedish forest sector. We also discuss different perspectives on the role of forests and forestry in climate change mitigation strategies. The purpose is to facilitate dialogue on the production and use of biomass for energy and material purposes, with a focus on forest management and the forest sector's roles in the transition towards climate neutrality in Sweden.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund och syfte	7
2	Skogliga resurser i Sverige	8
2.1	Skogsbränslen	8
2.2	Hur påverkas de möjliga biomassaavtagen av styrmedel?	9
2.2.1	Styrmedel riktade mot bioenergiråvaror	9
2.2.2	EU:s skogsstrategi	12
2.2.3	Ökad areal skyddad skogsmark inom EU	12
2.2.4	Premiering av hyggesfria metoder och utfasning av trakthyggesbruket	14
3	Skogens och skogsbrukets kolbalans	18
3.1	Kolcykeln och hur vi påverkar den	18
3.2	skogsbruk och kolbalanser	20
3.2.1	Kolbalanser inom enskilda skogsbestånd och i landskap	20
3.2.2	Tre olika skogliga strategier och deras kolbalans	22
3.2.3	Jämförelse av kolbalanser för trakthyggesbruk och blädningsbruk	24
4	Några avslutande perspektiv på skogens roll i omställningen mot klimatneutralitet	25
5	Referenslista	27

1 Inledning

1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Projektet "På väg mot en biobaserad samhällsekonomi. Hur påverkas konkurrensen om den svenska skogsråvaran?" eller kortare "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran (KOS)" genomförs av Energiforsk i samverkan med Chalmers, Lunds universitet, IVL Svenska Miljöinstitutet, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Profu. Projektet samfinansieras mellan energiföretag, industri och myndigheter. Det övergripande syftet i projektet är att ge framtidsbilder av hur skogsbruket och efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma att se ut 2030 och 2045 beroende på politiska mål, styrmedel och utvecklingen i näringsliv och samhälle. Totalt omfattar projektet 10 delprojekt. De övergripande resultaten och slutsatserna för hela projektet baseras på en sammanvägning av resultaten från de olika delprojekten och presenteras i rapporten "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport".

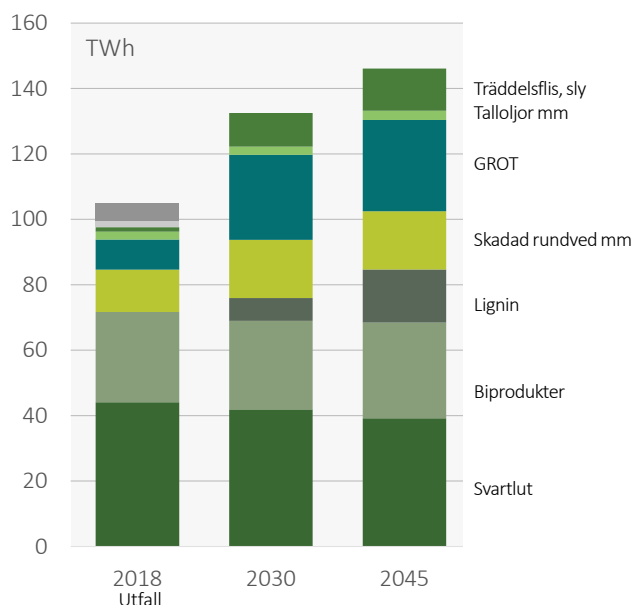
I denna rapport, som utgör redovisningen för delprojekt 2, beskriver vi skogens och skogsbrukets kolbalans samt hur den beror av bruksformer och uttagsnivåer. Vi beskriver möjligheter att öka produktion och användning av skoglig biomassa i Sverige samt hur utvecklingen av nya styrmedel inom EU kan komma att påverka förutsättningarna. Vi går också igenom olika perspektiv som lyfts fram i debatten om skogens roll i klimatarbetet. Syftet är att underlätta dialogen om produktion och användning av biomassa för energi- och materialändamål, med fokus på skogsförvaltning och skogssektorns bidrag i omställningen mot de svenska klimatmålen.

2 Skogliga resurser i Sverige

2.1 SKOGSBRÄNSLEN

Användningen av biobränslen i det svenska energisystemet har ökat med i genomsnitt cirka 2,5 TWh per år under de senaste 35 åren varav huvuddelen utgörs av skogsbaserad bioråvara. En bedömning i detta projekt är att det finns en potential för en fortsatt ökad tillförsel och användning av skogsbiobränslen kommande decennier. I Figur 1 redovisas en framtidsbild över hur utbudet av inhemska skogsbränslen kan komma att öka fram till 2030 respektive 2045 jämfört med idag. Ökningen till 2030 motsvarar i detta fall cirka 20% eller ungefär 3 TWh per år, d v s minst i nivå med den historiska ökningstakten. Efter 2030 bedöms ökningstakten bli något lägre, knappt 1% per år, pga. ökade begränsningar i utbudet av de skogsråvaror som inkluderas i potentialuppskattningen. Jämfört med 2018 är dock ökningen till 2045 cirka 40%.

Som framgår av Figur 1 utgörs det ökade utbudet av skogsråvara för energiändamål av biprodukter från skogsindustrin som bark, sågspån, lignin i svartlut, tallolja mm, samt restprodukter vid skogsbruk som grenar och toppar (grot) vid förnygringsavverkningar av framför allt barrskog. Förutom att dessa råvaror bedöms vara och bli kostnadseffektiva i konkurrens med andra energiråvaror så uppfyller de också de hållbarhetskriterier som idag finns inom olika styrmedel. Ett viktigt styrmedel är EU's Förnybartdirektiv, vilket beskrivs mer utförligt nedan där vi också diskuterar vilka konsekvenser detta har och kan få för framtida utbud av inhemsk skogsråvara för energiändamål i Sverige.



Figur 1 En framtidsbild för utbud av restprodukter och skogsbränslen (uppdelat på olika sortiment) för energiproduktion, drivmedel & annan användning, givet utveckling enligt Medel-scenariot i delprojekt 1 för de svenska avverkningsnivåerna.¹

¹ Hansson, J., Hellsten, S., Börjesson, P. och Egnell, G. 2021. Konkurrensen om skogsråvaran – Den svenska skogsresursen. Energiforsk. Rapport 2021:821. ISBN 978-91-7673-821-4

2.2 HUR PÅVERKAS DE MÖJLIGA BIOMASSAUTTAGEN AV STYRMEDEL?

2.2.1 Styrmedel riktade mot bioenergiråvaror

I EU's Renewable Energy Directive (RED) beskrivs olika hållbarhetskriterier som måste uppfyllas för att energibärare från biomassa ska klassas som miljömässigt hållbara. I det ursprungliga RED från 2009² inkluderades enbart biodrivmedel och flytande biobränslen men i det reviderade RED från 2018, REDII³, inkluderas även biobaserad el- och värmeproduktion. I samband med att beslut om EU's klimatkpaket "Fit for 55" togs under sommaren 2021 beslutades att RED II skulle revideras ytterligare trots att det inte hunnit bli implementerat i nationella lagstiftningar. Det finns nu ett förslag på denna revidering av REDII⁴ som är under förhandling där beslut väntas under våren 2022.

En parameter som inkluderas i RED är klimatprestanda för biobaserade energibärare där en fastställd beräkningsmetodik finns presenterad och som utgår från livscykelanalys. Denna metodik tillämpas även i svenska styrmedel som reduktionsplikten för vägtransporter och flyg. En annan del i RED handlar om biodiversitet och vilka marker som ska undantas för produktion av bioråvara för energiändamål. Här ingår legalt skyddad mark men även annan mark med hög biodiversitet som naturskogar, skogar och gräsmarker med hög biologisk mångfald mm. Dessutom ska marker med höga kollager, t ex våtmarker, undantas. När det gäller uttag av skogsbiomassa för energiändamål så ska detta ske i enlighet med nationell lagstiftning som t ex skogsvårdslagen där skogsförnygring säkerställs liksom markens långsiktiga produktionsförmåga samt hänsyn till biologisk mångfald.

I REDII presenteras i Bilaga IX en lista över vilka bioråvaror som premieras för biodrivmedelsproduktion genom att biodrivmedlens klimatnytta får dubbelräknas (Figur 2). Listan inkluderar framför allt rest- och biprodukter och biomassa i form av lignocellulosa. När det gäller skogsråvara inkluderas grenar och toppar (grot), biprodukter från skogsindustrin mm medan däremot sågtimmer exkluderas. Ett underlag som legat till grund för den nu pågående revideringen av RED II är en rapport från Kommissionens gemensamma forskningscentrum Joint Research Centre (JRC) som analyserat miljöpåverkan vid produktion och uttag av skogsbränslen.⁵ Studiens resultat sammanfattas i en matris där olika råvarors och produktionssystem bidrag till minskade utsläpp av växthusgaser respektive

² EU (2009). European Union Directive (EU) 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

³ EU (2018). European Union Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources.

⁴ EU (2021). Proposal for a amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652.

⁵ Camia A., Giuntoli, J., Jonsson, R., Robert, N., Cazzaniga, N.E., Jasinevicius, G., Avitable, V., Grassi, G., Barredo, J.I., Mubareka, S. (2021). The use of woody biomass for energy purposes in the EU. JRC Science for Policy Report, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

påverkan på biologisk mångfald och andra ekosystemeffekter bedöms (Figur 3). Biprodukter från skogsindustrin inkluderas inte i studien.

En skillnad mellan Bilaga IX i REDII och JRC-rapporten är att avverkningsrester i form av toppar och grenar är mer diversifierade i JRC-rapporten där klen grot från barrträd bedöms vara den mest hållbara råvaran medan grova skogsrester ("grov grot") bedöms vara bland de minst hållbara. Dessutom gör man en skillnad mellan grot från barrträd och grot från lövträd där den senare kategorin är något sämre ur biodiversitetssynpunkt. Man inkluderar också fall där grot-uttagen överstiger de gränsnivåer som bedöms vara långsiktigt hållbara ur ett landskapsperspektiv. I JRC-rapporten lyfts också uttag av stubbar fram som mindre hållbart både ur klimat- och biodiversitetssynpunkt. Förutom att bedöma kategorin "avverkningsrester" så inkluderar JRC-rapporten även beskogning av olika slags mark med olika typer av skogsplanteringar samt även omvandling av olika typer av skog till planteringar. En kategori som bedöms positiv är plantering på nedlagd åkermark.

I förslaget till revidering av REDII så hänvisas till JRC-rapporten och att biomassa som bedöms fördelaktigt både ur klimat- och biodiversitetssynpunkt ska premieras. Dessutom lyfts "kaskadprincipen", d v s att skogsråvara i första hand ska utnyttjas för produkter och där detta inte är möjligt kunna utnyttjas för energiändamål. I revideringen beskrivs också att skogsbruket generellt bör förändras mot minskad förekomst av trakthyggesbruk samt förtydliganden om att marker med högt kolinnehåll och stor biodiversitet ska undvikas för produktion. Däremot lämnas Bilaga IX oförändrad men med skillnaden att biodrivmedel baserade på dessa råvaror inte ska dubbelräknas ur klimatsynpunkt utan i stället ingå i en ökad kvot av avancerade biodrivmedel.

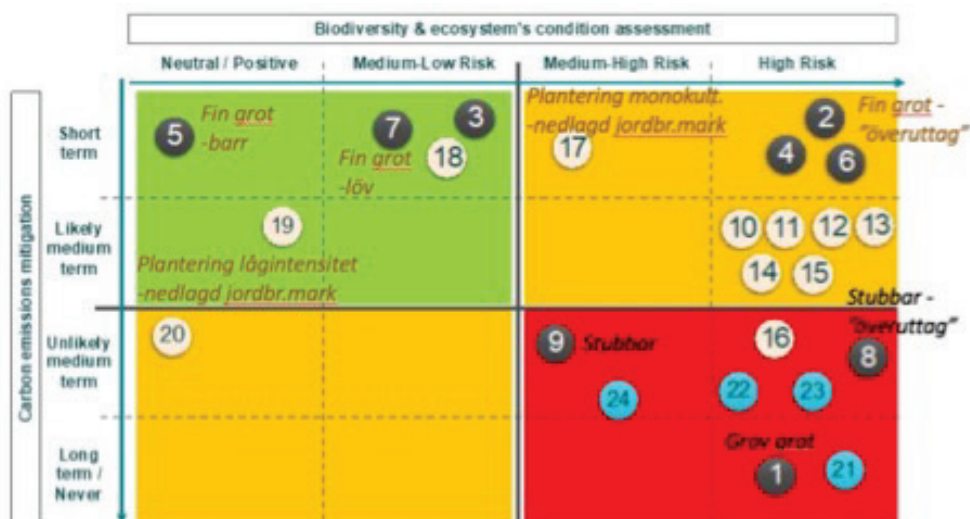
I praktiken innebär detta att stubbar inte ses som en hållbar råvara ur energisynpunkt samt att rundved inte får utnyttjas som primär energiråvara med undantag för om denna är skadad (t ex barkborreskadad) eller på annat sätt inte uppfyller kvalitetskraven som industriråvara. Konsekvenserna för de potentialuppskattningar som inkluderas i detta projekt bedöms därför bli relativt marginella med de förändringar som föreslås i revideringen av REDII. I projektets potentialuppskattningar ingår inte stubbar, bl a då stubbskörd inte är förenligt med gällande FSC-certifiering och då en stor del av svenskt skogsbruk är certifierat enligt FSC. Potentialuppskattningarna inkluderar också enbart skadad rundved och klen rundved som inte används av skogsindustrin.

I övrigt gäller listan i Bilaga IX vilket inkluderar grot och biprodukter som faller inom skogsindustrin (bark, sågspån, lignin mm) vilket utgör den största andelen av potentialuppskattningen i denna rapport. När det gäller grot utgörs denna av fin grot från barrskog i potentialuppskattningarna samt att uttaget inte överstiger de gränsnivåer som finns beskrivna i forskningssynteser och riktlinjer från Skogsstyrelsen. Sammanfattningsvis så beskriver JRC-rapporten ett stort antal olika skogsråvaror och skogsodlingssystem (23 stycken) varav huvuddelen inte är aktuella för svenska förhållanden. De råvaror och produktionssystem som utnyttjas i Sverige för biobränsleproduktion sammanfaller med de som bedöms mest hållbara i JRC-rapporten.

Del A. Bränsleråvaror för produktion av biogas för transport och avancerade biodrivmedel, vars bidrag till de minimiandelar som avses i artikel 25.1 första och fjärde styckena får anses vara två gånger så stort som deras energiinnehåll.

- a) Alger, om de odlas på land i dammar eller fotobioreaktorer.
- b) Biomassafraktioner av blandat kommunalt avfall, men inte sådant källsorterat hushållsavfall som omfattas av återvinningsmålen enligt artikel 11.2 a i direktiv 2008/98/EG.
- c) Biologiskt avfall såsom det definieras i artikel 3.4 i direktiv 2008/98/EG från privata hushåll som omfattas av separat insamling i enlighet med definitionen i artikel 3.11 i det direktivet.
- d) Biomassafraktioner av industriellt avfall som inte lämpar sig för användning i livsmedels- och foderkedjan, inklusive material från detalj- och partihandeln, den jordbruksbaserade livsmedelsindustrin samt fiske- och vattenbruksnäringslivet och med undantag för de bränsleråvaror som förtecknas i del B i denna bilaga.
- e) Halm.
- f) Stallgödsel och avloppsslam.
- g) Avloppsslam från palmoljaframställning och tomma palmfruktklaskor.
- h) Tallbeck.
- i) Råglycerin.
- j) Bagass.
- k) Press- och jäsningsrester från vinframställning.
- l) Nötskal.
- m) Agnar.
- n) Kolvar som rensats från majs-kornen.
- o) Biomassafraktioner av avfall och rester från skogsbruk och skogsbaserad industri såsom bark, grenar, förkommersiell gallring, blad, barr, trädtoppar, sågspån, kutterspån, svartlut, brunlut, fiberslam, lignin och tallolja.
- p) Annan cellulosa från icke-livsmedel.
- q) Annat material som innehåller både cellulosa och lignin, utom sågtimmer och fanerstockar.

Figur 2. Bioråvaror för biodrivmedel som innebär att dessa biodrivmedels klimatnytta får dubbelräknas enligt REDII.



Figur 3. Olika skogsbaserade råvarors och produktionssystemens bidrag till minskade utsläpp av växthusgaser respektive påverkan på biologisk mångfald och andra ekosystemeffekter enligt JRC-rapporten. Svarta cirklar avser avverkningsrester, beigea cirklar avser beskogning och blåa cirklar avser omvandling till planteringar. För fullständig beskrivning av alla alternativ hänvisas till rapporten.

2.2.2 EU:s skogsstrategi

I juni 2021 kom en uppdatering av 2016 års skogsstrategi från EU-kommissionen. Den ingår som en del i EU:s så kallade gröna giv ("green deal"). Viktiga underlag till skogsstrategin utgörs av EU:s strategi för biologisk mångfald och EU:s mål om minskade växthusgasutsläpp. Bland åtgärder för att bevara biologisk mångfald ingår ökad areal skyddade land- och sötvattensområden där siffran 30 %, varav 10 % med ett strikt skydd, nämns, samt att äldre skog med höga naturvärden lämnas för fri utveckling. Skogsstrategin lyfter vidare fram hyggesfria metoder som framtidens skogsskötselmetoder samtidigt som man menar att det dominerande skogsskötselsystemet i Sverige – trakthyggesbruket (kalhyggesbruket) – ska undvikas så långt möjligt. Man talar också om ett ersättningssystem för att ersätta markägare för ekosystemtjänster.

Strategin har redan fått en hel del kritik, dels för att den går in på skogspolitiska frågor som enligt fördraget ska vara en nationell angelägenhet, dels för processen när dokumentet togs fram där man menar att viktiga aktörer inte gavs möjlighet att bidra. Givet detta och att EU-kommissionen är en av tre lagstiftande institutioner inom EU tillsammans med ministerrådet och Europaparlamentet är det fortfarande oklart vilken status den kommer att få och därmed vilka regleringar och direktiv den kan komma att leda till. Men låt oss anta att mer skog kommer att skyddas och att hyggesfria metoder får en ökad eller till och med dominerande ställning inom skogsbruket i Sverige – vad kommer det att innebära för tillgången på skogsråvara?

2.2.3 Ökad areal skyddad skogsmark inom EU

I detta avsnitt behövs först en definition av skogsmark där man för jämförbarhetens skull måste utgå från samma definition för skogsmark inom EU. Det har kommit att bli FAO:s definition av skogsmark vilken är ganska generös och omfattar "all mark som bär skog eller utan produktionshöjande åtgärder har förutsättningar att bära skog med en höjd av minst 5 m och med en kronslutenhet på minst 10 procent". Ett resultat av detta är att skogsmark också omfattar glest trädbevuxna och inte sällan lågproducerande skogar – så kallad improduktiv skogsmark eller impediment.

En annan viktig fråga i detta sammanhang är hur starkt skydd som krävs för att ett skogsområde ska räknas som skyddat? Inom EU rapporterar länderna skyddad land- och sötvattensareal till den Europeiska miljöbyrån (EEA). Rapporteringen görs för olika skyddsklasser definierade av International Union for Conservation of Nature (IUCN). Totalt finns sex klasser, varav de två första omfattar naturreservat och nationalparker – det vill säga områden med ett strikt skydd. Detta att jämföra med den "svagaste" sjätte skyddsklassen – ett skyddat område med hållbar användning av naturresurser.

Det faktum att Sverige valt att i huvudsak enbart rapportera områden inom de första två klasserna med strikt skydd har gjort jämförelser mellan länder orättvisa. Naturvårdsverket fick därför ett regeringsuppdrag att jämföra, redovisa och föreslå förändringar i den internationella rapporteringen av skyddad natur, vilket

redovisades 2021.⁶ I Tabell 1 jämförs Sveriges rapportering för år 2020 med fem andra EU-länder. Av tabellen framgår att Sverige och Finland i stort sätt enbart rapporterar i de mer strikta skyddsklasserna och, med reservation för hur "strikt skydd" kommer att definieras inom EU, att båda länderna redan idag når 10 % strikt skydd medan det med denna konservativa syn på vad som räknas som skyddat är långt kvar till 30 %. I sin skrivelse konstaterar Naturvårdsverket att våra siffror endast kan jämföras med de finska siffrorna. Men då man menar att länder som Tyskland, Österrike och Storbritannien rapporterar områden som inte ryms inom IUCN-klassificeringen så är det inte möjligt att lämna förslag till en svensk rapportering som gör siffrorna jämförbara.

Tabell 1. Total andel skyddad landareal (samtliga sex skyddsklasser) samt andelen inom de mer strikta IUCN-skyddsklasserna ett och två som rapporterades in till den Europeiska miljöbyrån år 2020.⁶

Land	Totalt skyddad landareal (%)	Varav strikt skyddad (%)
Tyskland	32	1,4
Storbritannien	25	0,5
Österrike	24	2,5
Estland	19	3,7
Sverige	11	10
Finland	10	9,6

I ett tidigare regeringsuppdrag fick Skogsstyrelsen tillsammans med Naturvårdsverket, SLU och SCB i uppdrag att ta fram statistik över arealer formellt skyddad och frivilligt avsatt skog, arealer som skogsägare lämnat som miljöhänsyn, samt arealen improduktiv skog i Sverige. Resultaten från det uppdraget redovisades i en rapport (Skogsstyrelsen 2019) från vilken data i Tabell 2 är hämtade. Arealen formellt skyddad skogsmark når nästan upp till arealen skyddad landareal (10 %). Till detta kommer frivilliga avsättningar, hänsynsytor och en relativt stor areal improduktiv skogsmark vilket tillsammans uppgår till 26 % av skogsmarksarealen – det vill säga nära de 30 % som nämns ovan. I Skogsutredningens betänkande (SOU 2020:73) som presenterades 2020 föreslås att ytterligare 500 000 hektar fjällnära skog ska få formell skyddsstatus. Om detta skulle bli verklighet skulle arealen "strikt skyddad" skogsmark nå 10 % och den totala arealen enligt Tabell 2 skulle motsvara 28 % av skogsmarken.

⁶ Naturvårdsverket skrivelse 2021-06-18, Ärendenr: NV-01318-21. Uppdrag att jämföra, redovisa och föreslå förändringar i den internationella rapporteringen av skyddad natur. Redovisning av regeringsuppdrag.
<https://www.naturvardsverket.se/contentassets/979fe49891934a1eb3ecb9dd16f2fda/uppdrag-jamfora-internationella-rapporteringen-skyddad-natur.pdf> (Hämtat 3 december 2021)

Tabell 2. Formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark, areal i hektar.⁷

Land	Arealer utan överlapp	Andel av skogsmarksarealen
Formellt skydd	2 335 400	8 %
Frivilliga avsättningar	1 210 100	4 %
Hänsynsytor	425 900	2 %
Improduktiv skogsmark	3 239 500	12 %
TOTALT	7 210 900	26 %

En ökning av arealen skyddad skogsmark påverkar direkt utbudspotentialen i det tidsperspektiv som analyseras här (2030-2045). Men i det fall ökningen begränsas till 500 000 ha fjällnära skog blir effekten begränsad och inte i proportion till den arealen då dessa skogar är lågproducerande och i flera fall ligger i så till att de knappast skulle ha avverkats ändå. Men då det främsta syftet med avsättningarna är att bevara den biologiska mångfalden kan en diskussion om vilken mark som ska avsättas ta fart. Kopplat till lanseringen av EU-kommissionens nya skogsstrategi konstaterade Artdatabanken vid SLU att den skyddade naturen i Sverige är skevt fördelad med avsevärt mycket större arealer i Norrland än i Svealand och Götaland.⁸ Detta trots att de södra delarna av landet hyser en majoritet av de hotade arterna. Om skyddet, givet denna diskussion, skulle styras om från fjällnära områden till mer produktiva områden skulle effekten bli mer påtaglig. Inte minst då äldre skogar nära förnygringsavverkning skulle prioriteras för framför yngre skogar.

Slutsatsen av detta är att ökade arealer skyddad skog har potential att direkt påverka utbudet av skogsråvara i perspektivet 2030-2045. Viktiga faktorer som kommer att påverka hur stor effekten blir är (i) hur stor skogsmarksareal (relativ areal) man kommer överens om att skydda, (ii) vilka marker som kommer att räknas som skyddade, samt (iii) vilka marker man slutligen väljer att skydda.

2.2.4 Premiering av hyggesfria metoder och utfasning av trakthyggesbruket

Effekten av en successiv övergång till hyggesfria metoder och en parallell utfasning av trakthyggesbruket (kalhyggesbruket) skulle sannolikt inte få någon större effekt i perspektivet 2030 – men skulle kunna märkas i perspektivet 2045, medan de stora effekterna kan förväntas därefter. Det hänger ihop med de långa ledtiderna i det svenska skogsbruket där virkesförsörjningen under de kommande decennierna till stor del styrs av den skog vi har idag (den skogsskötsel vi har haft fram till idag). Men om övergången blir plötslig och storskalig och riktar in sig på

⁷ Skogsstyrelsen 2019. Statistik om formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark - Redovisning av regeringsuppdrag. Skogsstyrelsen Rapport 2019/18, Dnr 2018/4167.

⁸ Artdatabanken 2021. <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/Dagens-natur/den-skyddade-naturen-i-sverige-ar-skevt-fordelad/>.

äldre slutavverkningsmogna skogar kan det få effekt på råvaruförsörjningen även på kort sikt (jfr Figur 4 nedan).

En osäkerhet som finns med i konsekvensbedömningen av en övergång till hyggesfria metoder är att det inte finns någon internationellt vedertagen definition av vad som omfattas av "hyggesfria metoder". Skogsstyrelsen har däremot nyligen föreslagit en definition på "hyggesfritt skogsbruk".⁹ Inom skogsskötselvetenskapen skiljer man istället på två väl definierade skogsskötselsystem vilka är det i Sverige dominerande trakthyggesbruket och blädningsbruket. Trakthyggesbruket innefattar metoder med fröträd/skärmtädd och naturlig förnygring samt luckhuggningar (små hyggen) som skulle kunna rymmas inom ramen för hyggesfria metoder. Detta medan blädningsbruk är en renodlad form av hyggesfritt skogsbruk som karakteriseras av skogar med träd i alla storleksklasser där avverkningen sker genom återkommande gallringar (blädningar) och där gallringuttaget främst sker bland de större träden. Här är det fortsättningsvis dessa två system som jämförs.

Empiriska studier som jämför skogsproduktion mellan trakthyggesbruk och blädningsbruk är få, vilket är en svaghet i jämförelsen som görs här. Den mest omfattande studien är en finsk studie baserad på experiment där tillväxten i trakthyggesbrukad skog på 23 lokaler jämförs med tillväxten i bläddad skog på 26 lokaler. Det samlade resultatet pekade mot en 20 % lägre produktion vid blädning.¹⁰ Andra empiriska studier som bygger på färre lokaler landar på mellan 5 och 40 % lägre produktion vid blädningsbruk. I en genomgång av litteraturen konstateras att produktionen på de blädningssytor som producerat bäst ligger på en produktion som motsvarar 80-90 % av växtplatsens produktionsförmåga.¹¹

I brist på empiriska studier finns också ett antal modellstudier där trakthyggesbruk jämförs med blädningsbruk. Medan det finns bra modeller för att modellera tillväxt och ekonomi i trakthyggesbruket och dessutom gott om data för att validera dessa så saknas bra modeller för blädningsbruket liksom data för validering. Många studier^{12,13,14,15} från Finland som publicerats under det senaste decenniet bygger till stora delar på samma grundmodell och de uppvisar osannolikt höga tillväxtsiffror. Tillväxtsiffror från fullskiktade bestånd som bygger på uppmätta data¹⁶ ligger i snitt på knappa 4 % av det stående virkesförrådet

⁹ Skogsstyrelsen 2021. Hyggesfritt skogsbruk - Skogsstyrelsens definition. Skogsstyrelsen Rapport 2021/8.

¹⁰ Hynynen, J., Eerikainen, K., Makinen, H. and Valkonen, S. 2019. Growth response to cuttings in Norway spruce stands under even-aged and uneven-aged management. *Forest Ecology and Management*, 437, 314-323.

¹¹ Lundqvist, L. 2017 Tamm Review: Selection system reduces long-term volume growth in Fennoscandian uneven-aged Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 391, 362-375.

¹² Parkatti V-P and Tahvonen O. 2020. Optimizing continuous cover and rotation forestry in mixed-species boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 50(11): 1138-1151

¹³ Pukkala, T., Lähde, E. and Laiho, O. 2013 Species interactions in the dynamics of even- and uneven-aged boreal forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 32 (4), 371-403

¹⁴ Tahvonen, O., Pukkala, T., Laiho, O., Lähde, E. and Niinimäki, S. 2010 Optimal management of uneven-aged Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 260 (1), 106-115

¹⁵ Tahvonen, O. and Rämö, J. 2016 Optimality of continuous cover vs. clear-cut regimes in managing forest resources. *Canadian Journal of Forest Research*, 46 (7), 891-901

¹⁶ Lundqvist, L. 2017 Tamm Review: Selection system reduces long-term volume growth in Fennoscandian uneven-aged Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 391, 362-375

medan tillväxten i modellstudierna ovan ligger mellan 8 och 12 %. Mycket talar för att detta inte stämmer och att tillväxten kraftigt överskattats i modellen som använts. En överskattad tillväxt samtidigt som man slipper föryngringskostnaden gör att blädningsbruket också faller ut som lönsammast i flera av dessa studier.

Figur 4 nedan bygger på en modellering i Heureka systemet som tagits fram vid SLU där den maximalt uthålliga skörden (100 % av tillväxten på virkesproduktionsmark) på Sveaskogs skogsinnehav har modellerats för tre scenarier (i) Referens = "business as usual" (BAU), (ii) BAU + blädningsbruk på 15 % av arealen, (iii) BAU + tillväxthöjande skötsel på 15 % av arealen. Här påverkas uttaget direkt vid införandet av blädningsbruk vilket i detta fall beror på att implementeringen gjordes i äldre bestånd samtidigt som ålderklassfördelningen var ojämn med en mindre andel äldre skog. Införandet av blädningsbruk kom därför att direkt påverka slutavverkningsarealen. I övrigt visar figuren att det tar tid innan en förändrad skogsskötsel påverkar tillväxten och därmed den maximalt uthålliga skörden i ett skogslandskap och att införandet av blädningsbruket minskar utbudet på sikt medan ambitiösare skötsel för ökad produktion ökar utbudet på sikt. Här bör nämnas att Heureka systemet tagits fram med data från i huvudsak trakthyggesbrukade skogar varför prognoser för blädningsbrukad skog är osäkrare.

Den samlade bedömningen av det underlag som finns är att en övergång till blädning kommer att leda till något minskad skogsproduktion även på marker där blädning kan vara lämplig – till exempel bestånd som redan är skiktade och där inslaget av gran är stort. Dessa marker utgör en liten andel av den svenska skogsmarken som snarare präglas av en och tvåskiktade bestånd. Dessutom är den svenska skogsmarken näringsfattigare än vad den är i länder där blädningsbruk fått ett större utrymme såsom i Tyskland vilket gör den mindre lämplig för blädningsbruk.¹⁷ En annan skillnad är att den genomsnittliga skogsfastigheten bland privata skogsägare i Tyskland är 2,5 ha, medan den i Sverige är dryga 60 ha. Därmed ökar förutsättningarna för ett lågintensivt brukande och den ekonomiska betydelsen för skogsägaren i Tyskland blir ofta lägre, samtidigt som det upplevda värdet av att ständigt ha träd kvar över hela fastigheten sannolikt ökar. Slutligen lämpar sig blädningsbruk främst för trädslag som självföryngrar sig i täta bestånd och genom detta successivt ser till att det fylls på med nya träd. Andra mer ljuskrävande trädslag kan förstås också blädningbrukas men då blir tillväxtförlusterna betydligt större eftersom skogen då regelbundet behöver glesas ut kraftigt för att tillåta naturlig föryngring. I Sverige är det därför främst gran och bok som lämpar sig för blädning. Det är därför troligt att en storskalig övergång till blädningsbruk kommer att leda till påtagligt minskad skogsproduktion och därmed också minskad uthållig skördenivå. Dessutom kommer det att leda till att granen kommer att bli det dominerande trädslaget i våra skogar.

Givet underlaget är dessa bedömningar behäftade med stora osäkerheter och EU-kommissionen har talat om att trakthyggesbruk ska undvikas och att man i stället förespråkar ett naturnära skogsbruk utan hyggen. Vad som avses med denna form

¹⁷ Högberg, P., Wellbrock, N., Högberg, M.N., Mikaelsson, H. and Stendahl, J. 2021. Large differences in plant nitrogen supply in German and Swedish forests - Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 482.

av ”hyggesfria metoder” vet vi inte idag vilket vi får lägga till osäkerheten i bedömningen.



Figur 4. Maximalt uthållig årlig skörd på Sveaskogs skogsinnehav över 100 år vid ett referensscenario vilket speglar dagens skogsbruk, om 15 % av arealen överförs från traktthyggesbruk till blädningsbruk samt om skötselåtgärder för ökad tillväxt förstärks på 15 % av arealen (högre ambitioner vid återetablering av skog, genetiskt förädlade plantor, gödsling, snabbväxande trädslag). Källa: Tomas Lundmark, SLU.

3 Skogens och skogsbrukets kolbalans

3.1 KOLCYKELN OCH HUR VI PÅVERKAR DEN

FN's klimatpanel (IPCC) gör en distinktion mellan två domäner i den globala kolcykeln¹⁸ (Figur 6). Den *snabba domänen* består av atmosfären, hav och vattendrag, och vegetation och mark. Det som brukar kallas biogent kol finns i växter, djur och organiskt material i marken och i biobaserade produkter, t ex träbyggnader, papper, mat och biobränslen. Reservoarerna (eller poolerna) i den snabba domänen har relativt stort kolutbyte och korta omsättningstider: vegetationens och markens kollager har omsättningstider på 1–100 respektive 10–500 år.

Den *långsamma domänen* består av det kol som finns i berggrunden och i sediment. För dessa är omsättningstiderna 10 000 år eller längre. Vår användning av kol, olja och naturgas för energiändamål innebär att kolatomer förs från den långsamma domänen till den snabba domänen. Detsamma sker t ex när vi producerar cement. Detta linjära kolflöde är i dagsläget mer än 35 gånger så stort som det naturliga utbytet av kol mellan de två domänerna och är den dominerande orsaken till ökningen av koldioxid i atmosfären.

Vi påverkar också koldioxidhalten i atmosfären genom vår markomvandling (t ex avskogning) och markanvändningen, som påverkar dels det befintliga kollagret (via biomassaskörd) och dels nettoutbytet av koldioxid mellan biosfären och atmosfären, dvs balansen mellan upptaget av koldioxid via fotosyntes och avgången som sker genom bränder och respiration från växter och alla arter som lever på dött organiskt material.

Slutligen så påverkas atmosfärens koldioxidhalt av hur den skördade biomassan används för att producera olika biobaserade produkter och hur dessa sedan används. Viktiga faktorer är (i) undvikna utsläpp pga. att andra produkter inte behöver produceras (substitutionseffekten¹⁹), (ii) de biobaserade produkternas livslängd och hur de hanteras när de har använts färdigt (t ex materialåtervinning eller användning för energiändamål), och (iii) i vilken utsträckning vi kombinerar biomassaanvändningen med CO₂-infångning och lagring.

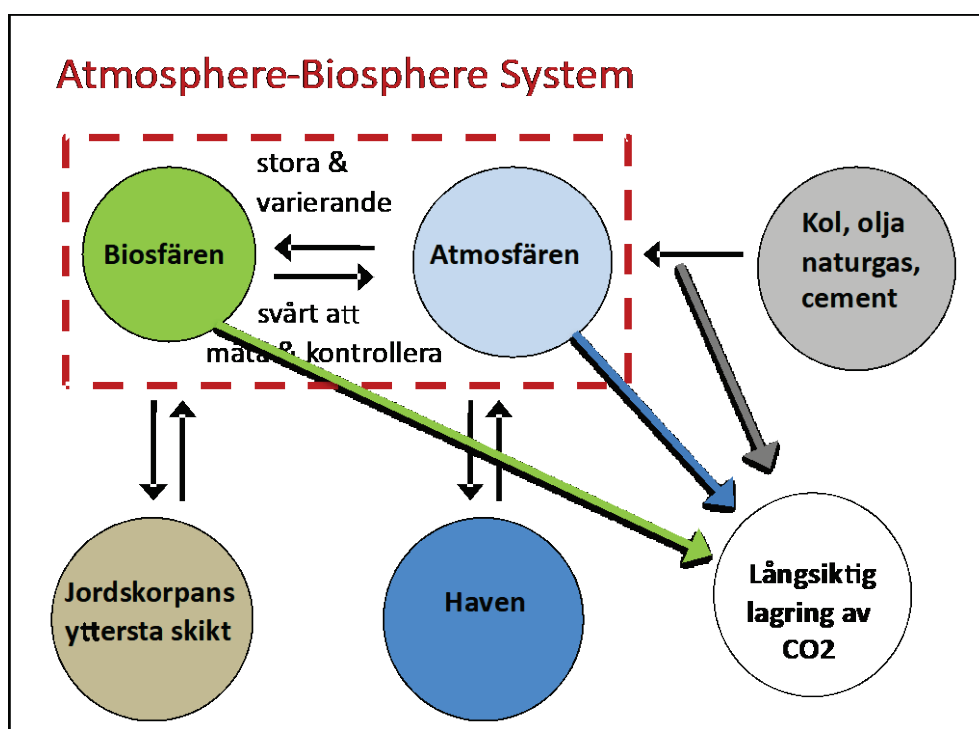
De tre pilarna i Figur 6 representerar olika alternativ för CO₂-infångning och lagring. CO₂ kan fångas in direkt från luften (blå pil) eller från rökgaser från fossilbränsleanvändning (grå pil) och pumpas ner under jord för permanent lagring²⁰. Den gröna pilen representerar situationer där rökgaserna kommer från bioenergianvändning (BECCS: bioenergy with carbon capture and storage). De blå

¹⁸ Ibland talar man istället om den snabba och långsamma kolcykeln, där den snabba kolcykeln omfattar kolflödena inom den snabba domänen och den långsamma kolcykeln betecknar kol som cirkulerar mellan den snabba kolcykeln och berggrunden.

¹⁹ Substitution kan leda till många olika effekter, men vi berör här bara förändringen av växthusgasutsläppen (netto) till atmosfären.

²⁰ Den infångade koldioxiden kan också användas som råvara för produktion av nya produkter. Produkter som är långlivade kan komma att betraktas som en slags permanenta lagringsplatser. Även en del skogliga produkter lagrar kolatomer under ganska lång tid, vilket bidrar till produkternas klimatnytta. Ett exempel är byggstommar av trä.

och gröna pilarna representerar sk. "negativa utsläpp" vilket innebär att CO₂ förs från den snabba domänen till den långsamma domänen, alltså omvänt emot vad som sker vid fossilbränsleanvändning. Den grå pilen förhindrar "bara" att mer fossilt kol förs från den långsamma domänen till den snabba domänen.



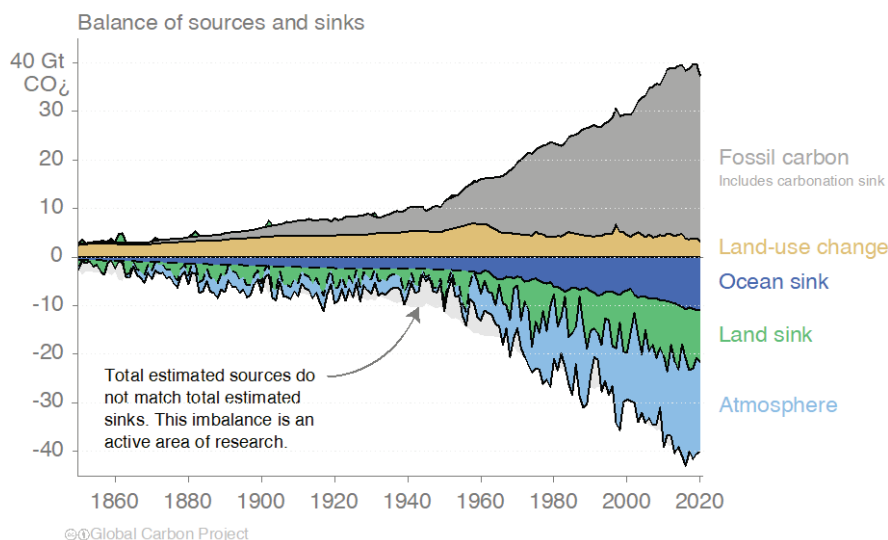
Figur 5. Kolcykeln, inklusive möjliga framtida kolfloden via CO₂-infångning och lagring.

All CO₂ som finns i atmosfären bidrar lika mycket till den globala uppvärmningen. I det avseendet så spelar ingen roll om atmosfärisk CO₂ har fossilt eller biogent ursprung. Men det är en fundamental skillnad mellan fossila och biogena CO₂-utsläpp. CO₂-utsläpp från fossilbränsleanvändning och cementtillverkning innebär att mer CO₂ förs in i den snabba domänen medan biogena CO₂-utsläpp från t ex biobränsleanvändning är en del av det ständigt pågående CO₂-utbytet mellan biosfären och atmosfären.

Ibland betraktas biobränslen som CO₂-neutrala med avseende på de biogena CO₂-flödena. Detta görs med hänvisning till att CO₂ som släpps ut vid förbränning av biobränslena har bundits in från atmosfären tidigare och kommer att bindas in igen inom kort. Ett exempel på sådana system är agrara system där jordbruket bedöms ha liten påverkan på mängden kol som finns lagrad i mark och vegetation. Även skogliga biobränslen antas ibland vara CO₂-neutrala med hänvisning till att de härrör från skogar som brukas så mängden inbundet kol upprätthålls eller ökar på regional eller nationell nivå.

I vissa sammanhang så kan antagandet om CO₂-neutralitet vara en acceptabel förenkling, men i andra sammanhang så leder det fel. Biogena CO₂-utsläpp kan vara förknippade med aktiviteter som har väldigt olika konsekvenser för klimatet.

Det är t ex stor skillnad på om biogena CO₂-utsläpp härrör från skövling och skogsbränning kopplade till systematisk omvandling av skog till jordbruksmark, eller från ett kraftvärmeverk som eldar grot som annars skulle ha förmultnat inom något decennium om den istället hade lämnats kvar i skogen. När det gäller systematisk avskogning så kan biogena CO₂-utsläpp i princip likställas med fossila CO₂-utsläpp eftersom det handlar om en permanent överföring av kol från biosfären till atmosfären (det bruna fältet som benämns "Land-use change" i Figur 6). När det gäller kraftvärmeverkets användning av grot som annars till största delen förmultnar så handlar det istället huvudsakligen om att biogena CO₂-utsläpp tidigareläggs. Den långsiktiga temperaturökningen bestäms dock av de ackumulerade CO₂-utsläpp och exakta tidpunkten för CO₂-utsläppen har liten betydelse. Det som därför avgör den långsiktiga klimatpåverkan är om grotuttagen över tid leder till att mängden kol som finns bunden i skogen minskar.



Figur 6. En beskrivning av hur CO₂-utsläppen på global nivå har fördelats mellan atmosfären och kolsänkor på land och i havet. "Obalansen" mellan totala utsläpp och totala sänkor speglar osäkerheten i uppskattningarna av storleken på CO₂-utsläppen och upptag i kolsänkor. Källa: Global Carbon Project.

3.2 SKOGSBRUK OCH KOLBALANSER

3.2.1 Kolbalanser inom enskilda skogsbestånd och i landskap

För att kunna bedöma hur koncentrationerna av växthusgaser i atmosfären påverkas av skogsbruk och produktion av skogliga produkter, så behöver vi alltså ha koll på hur dessa påverkar mängden kol som finns bundet i skogen och i skogliga produkter över tid. När det gäller kraftvärmeverkets grotanvändning så är det effekten på det skogliga kollagret som är av betydelse. Eftersom grot inte lagras utanför skogen någon längre tid så är det rimligt att göra antagandet att grotuttag ur skogen innebär en omedelbart CO₂-utsläpp. Långlivade skogsprodukter, som t ex konstruktionsvirke, bidrar dock till att hålla CO₂ utanför atmosfären under en längre tid vilket ökar klimatnyttan hos sådana produkter.

Utöver påverkan på dessa kollager så behöver vi bedöma hur användningen av andra produkter (t ex fossilbränslen och cement) påverkas av att skogliga produkter finns på marknaden. Baserat på det så kan nettoutsläppen till atmosfären beräknas som nettoförändringen av mängden kol som finns lagrad i skog och skogliga produkter + substitutionseffekten, som är skillnaden mellan utsläppen associerade med produktion och användning av de skogliga produkterna och de alternativa produkterna som blir ersatta. En fullständig sådan beräkning beaktar produkternas hela livscykel inklusive hantering av produkter när de har tjänat ut, t ex via material- eller energiåtervinning som kan resultera i ytterligare substitutionseffekter.

Ibland studeras klimateffekten av skogsbruk och skogliga produkter utifrån uppskattningar av kolflöden associerade med enskilda skogsbestånd. Skogssektorn och dess produkter representeras i sådana studier av en *sekvens* av aktiviteter (t ex plantering, gallring och slutavverkning) trots att aktiviteterna i realiteten sker samtidigt runtom i skogslandskapet. Som illustreras i Figur 7 går det att dra direkt motsatta slutsatser beroende på hur sekvensen definieras. Dessutom så utelämnas faktorer som påverkar hur skogsbruk samt produktion och användning av skogliga produkter påverkar atmosfärens växthusgashalter över tid.



Figur 7. Analyser av hur skogsbruk, samt produktion och användning av skogsprodukter, påverkar CO₂-halten i atmosfären kan landa i direkt motstående slutsatser när analysen begränsas till enskilda skogsbestånd, eftersom analyserna bygger på en förenklad representation av skogsbruket som en sekvens av aktiviteter och analysresultaten i hög grad beror på hur denna sekvens definieras.

Studier med större geografisk omfattning (t ex hela Sverige eller län/regioner) kan baseras på en korrekt representation av skogen med skogsbestånd i olika åldersklasser som växer på marker med varierande bonitet och där skogsbruket runtom i landskapet upprätthåller en stabil skogstillväxt och virkesförsörjning. Endast en liten del av skogen avverkas varje år och förlusten av kol ur

skogsbestånd som avverkas har liten påverkan på utvecklingen av skogens totala kollager som beror på hur skogen har brukats många decennier tillbaka i tiden. På landskapsnivå förekommer alltså inte de abrupta förändringar i skogens kollager som uppstår i enskilda skogsbestånd (speciellt vid slutavverkning) och som är en av orsakerna till att analyser på beståndsnivå kan ge så olika resultat och slutsatser. Studier på landskapsnivå kan också ge en bild av hur skogens kollager förändras som följd av hur skogsbruket formas av lagar och regleringar samt både dagens efterfrågan på skogsprodukter och förväntad framtida marknadsutveckling för olika skogsprodukter. I avsnitt 3.2.2 beskrivs exempel på resultat från sådana studier.

3.2.2 Tre olika skogliga strategier och deras kolbalans

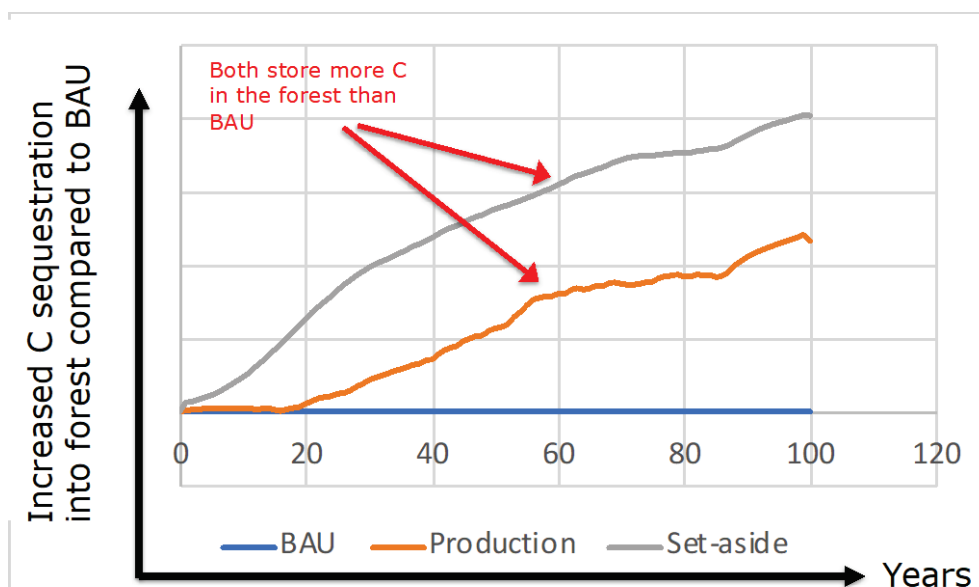
I det här avsnittet beskriver vi kolbalansen för tre scenarier med olika slags skogsbruk, produktion av skogliga produkter och även etablering av reservat i Sverige²¹. Scenariot *Business-as-usual* (BAU) motsvarar rådande skogsbruk med undantag för avverkningsnivån, som ligger på ungefär samma nivå som tillväxten, vilket är högre än nuvarande och historiska avverkningsnivåer. I scenariot *Set-aside* fördubblas den areal av skogsmark som lämnas orörd i reservat. I övrigt är skogsbruket detsamma som i BAU och avverkningsnivån ligger på samma nivå som tillväxten. Det produceras mindre skogsprodukter än i BAU men kolinlagringen i skogen som lämnas orörd är högre under en period. I scenariot *Production* införs skötselåtgärder för att öka skogstillväxten och därmed möjliga avverkningsvolymen. Även i detta scenario ligger avverkningsnivån på samma nivå som tillväxten, vilket innebär att det produceras mer skogsprodukter i *Production* än i BAU.

I Figur 7 så visas hur mycket mer kol som lagras in i skogen i *Set-aside* och *Production* jämfört med BAU. I *Set-aside* beror detta på högre kolinbindning i skogar som lämnas orörda och i *Production* så beror det på högre skogstillväxt. Figur 8 ger en bild av hur skogsbruk samt produktion och användning av skogsprodukter påverkar CO₂-halten i atmosfären över tid. Här syns hur fördelen med högre kolinbindning i orörda skogar i *Set-aside* avtar över tid pga. att skogarna blir äldre och lagrar in allt mindre kol på årsbasis. Därmed blir effekten av att det produceras färre skogliga produkter (dvs mindre substitution av t ex fossilbränslen och betong) relativt sett mer betydelsefull. Efter ungefär 40 år så ger BAU en större årlig CO₂-reduktion än *Set-aside* och efter ungefär 85 år så är också den kumulativa CO₂-reduktionen större för BAU än för *Set-aside*.

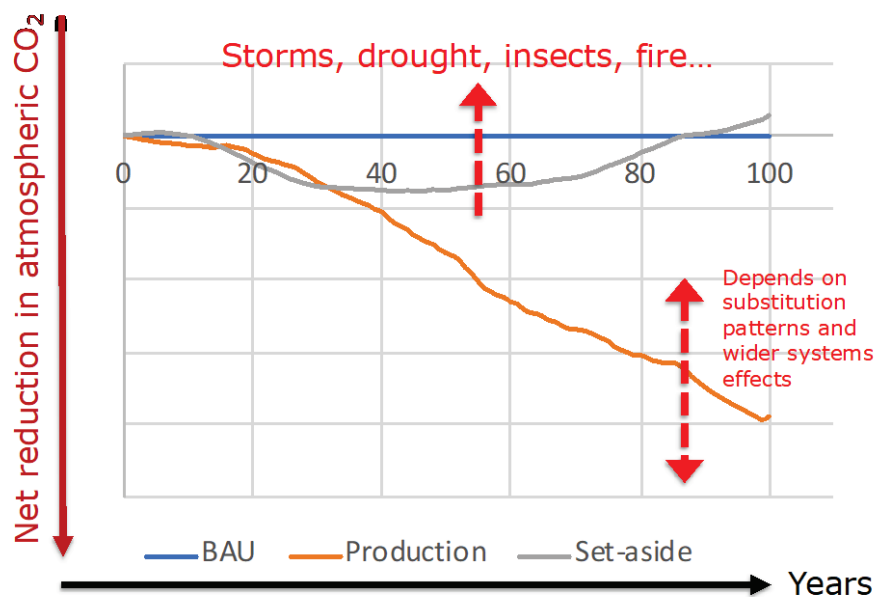
Till skillnad från *Set-aside* så ger *Production* högre årlig CO₂-reduktion än BAU under hela tidsperioden. Detta beror på högre skogstillväxt med större kolinlagring i skogen och mer CO₂-reduktion genom att det produceras mer skogliga produkter som ersätter andra produkter som cement och fossilbränslen. Utsläppsreduktionerna i Figur 8 speglar en situation där skogsprodukterna ger ungefär samma substitutionseffekt under hela tidsperioden. Substitutionseffekter kan dock förändras över tid vilket då skulle påverka de båda kurvorna. Om substitutionseffekten av skogliga produkter minskar över tid så skulle

²¹ Gustavsson, L., et al. 2017. Climate change effects of forestry and substitution of carbon-intensive materials and fossil fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67: 612–624.

utsläppsreduktionen för *Production*, relativt *BAU*, minska medan den skulle öka för *Set-aside*. Om substitutionseffekten växer över tid så skulle istället utsläppsreduktionen för *Production*, relativt *BAU*, öka medan den skulle minska för *Set-aside*.



Figur 8. Utveckling av kollagret i den svenska skogen under 100 år för tre scenarier med olika skogsbruk och avsättning i form av reservat. Resultaten är normerade så att Business-as-usual (BAU) ligger på x-axeln, dvs diagrammet visar hur mycket mer kol som binds in i skogen när skogsbruket i Sverige förändras från BAU till antingen "Set-aside" eller "Production".

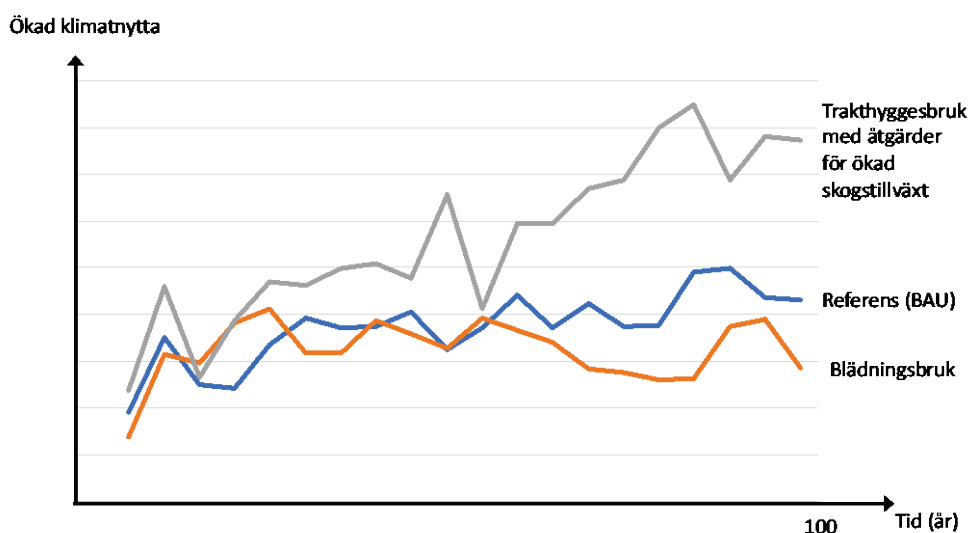


Figur 9. Skillnader i kumulativa netto-utsläpp av CO₂ till atmosfären i de tre scenarierna. Negativa värden betyder att nettoeffekten är en överföring från atmosfären till skogen och skogsprodukter.

3.2.3 Jämförelse av kolbalanser för trakthyggesbruk och blädningsbruk

I Figur 8 och Figur 9 ovan jämförs tre olika scenarier för trakthyggesbruk i Sverige. Men som beskrevs i avsnitt 2.2.4 så lyfter Kommissionens förslag på ny skogsstrategi fram hyggesfria metoder som framtidens skogsskötselmetoder samtidigt som man menar att trakthyggesbruket ska undvikas så långt möjligt. Figur 10 visar en jämförelse av hur tre olika skogsbruksstrategier bidrar till minskande GHG-koncentrationer i atmosfären (= ökad klimatnytta). Jämförelsen baseras på samma modellering i Heureka systemet som i avsnitt 2.2.4 där den maximalt uthålliga skörden (100 % av tillväxten på virkesproduktionsmark) på Sveaskogs skogsinnehav har modellerats för dels trakthyggesbruk, som idag och med tillväxthöjande åtgärder, och dels blädningsbruk.

Återigen, begreppet "hyggesfria metoder" är inte entydigt definierat och kan omfatta olika slags skogsbruk. Blädningsbruk är en form av hyggesfritt skogsbruk och den kännetecknas av att avverkningen sker genom återkommande gallringar där gallringuttaget främst sker bland de större träden. Resultatet som visas i Figur 10 speglar en situation där implementeringen av blädningsbruket skedde i äldre bestånd samtidigt som ålderklassfördelningen var ojämn med en mindre andel äldre skog, vilket ledde till att slutavverkningsarealen inom ramen för blädningsbruk direkt blev mindre än för trakthyggesbruket. Men medan virkesuttaget blev betydligt mindre än i fallen med trakthyggesbruk (se Figur 4) så minskade inte klimatnyttan på samma sätt eftersom mindre klimatnytta pga mindre virkesuttag (och därmed mindre substitution) kompenseras av att det finns kvar mer kol i skogen. På längre sikt så överväger dock effekten av högre tillväxt i fallet med trakthyggesbruk med tillväxthöjande åtgärder.



Figur 10. En jämförelse av den årliga klimatnyttan (förändring av kollagret i skogen + substitutionseffekter) hos de tre tidigare beskrivna skogsbruksstrategierna på 15% av Sveaskogs virkesproduktionsmark: dagens skogsbruk (BAU); överföring från trakthyggesbruk till blädningsbruk; skötselåtgärder för ökad tillväxt inom ramen för trakthyggesbruk (högre ambitioner vid återetablering av skog, genetiskt förädlade plantor, gödsling, snabbväxande trädslag). Källa: Tomas Lundmark, SLU.

4 Några avslutande perspektiv på skogens roll i omställningen mot klimatneutralitet

Debatten om skogens roll i klimatomställningen ger ibland intrycket att det finns två ömsesidigt uteslutande alternativ: *antingen* tillhandahåller skogen råvaror för skogsindustrins produktion av skogsprodukter som kan ersätta fossilbränslen, cement, stål och andra produkter som orsakar växthusgasutsläpp, *eller* så fungerar skogen som ett kollager som håller borta CO₂ från atmosfären, vilket innebär att skogen bör lämnas orörd så att den kan lagra in så mycket CO₂ som möjligt. En rimligare syn är att skogsförvaltningen speglar avvägningar mellan olika miljömål²² och behovet att säkra tillgången på skogsråvara, vilket innefattar åtgärder för att stärka skogens motståndskraft mot klimatförändringar.

En utveckling mot att produkter orsakar allt mindre växthusgasutsläpp påverkar substitutionseffekten som uppstår när biobaserade produkter - och andra produkter - görs tillgängliga på marknader. En generell trend mot minskande växthusgasutsläpp utesluter dock inte att vissa produkter ger fortsatt hög substitutionseffekt: det varierar hur fort utsläppen som är associerade med olika produkter minskar och därför kan substitutionseffekter både öka och minska över tid.

Substitutionsmönster är inte alltid uppenbara och snäva bedömningar kan leda fel. Utbyggnad av elproduktion från sol och vind kan minska elsystemets genomsnittliga växthusgasutsläpp, men substitutionseffekten av biobaserad el kommer inte per automatik att minska i takt med att bidraget från sol och vind ökar eftersom biobaserad el inte fyller samma funktion i elnätet som el från sol och vind. Om biobränslen används för termisk elproduktion så kan substitutionseffekten bedömas utgående ifrån andra alternativ för att tillgodose samma funktion i elnätet, exempelvis fossilbaserad termisk elproduktion.

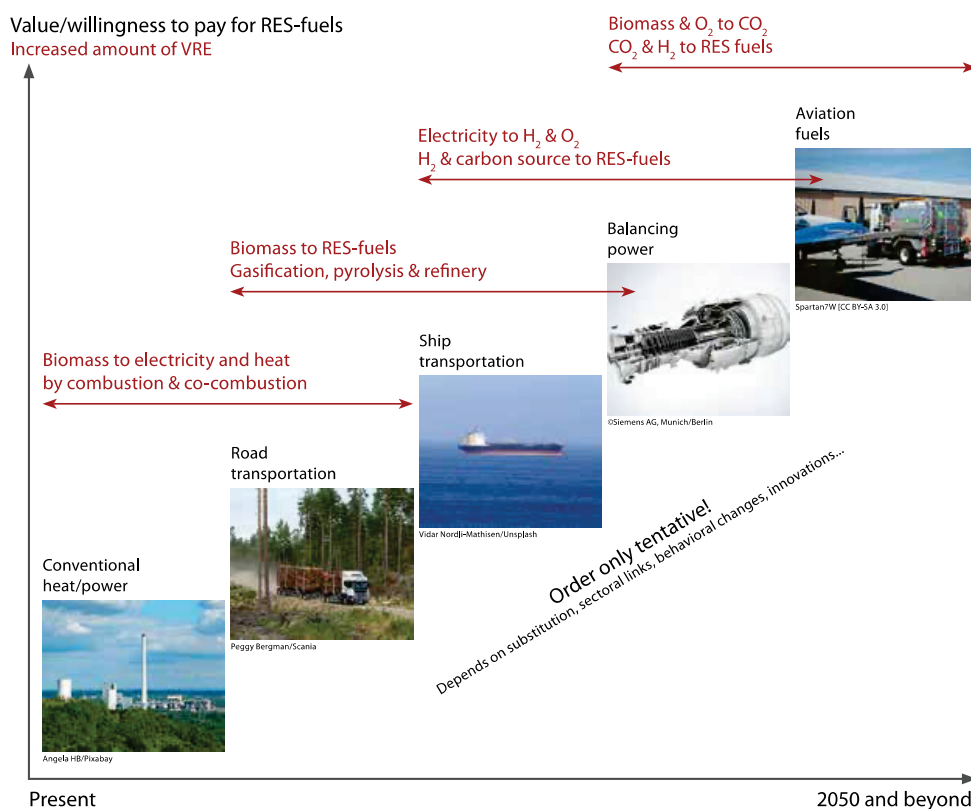
Minskande utsläpp från produktion av alternativa produkter kan bero på att alltmer biomassa används när dessa produceras. Klimatnyttan av att bygga i trä istället för betong kan komma att minska pga att cementindustrin satsar på CCS och genomför ett bränsleskifte från kol till biobränsle, samtidigt som byggindustrin börjar använda biokol som fyllnadsmaterial i betongen. Därmed är det inte säkert att klimatnyttan per hektar avverkad skog minskar om användning av konstruktionsvirke ger en lägre substitutionseffekt.

I ett scenario där användningen av fossila resurser minskar alltmer så kommer biobaserade lösningar sannolikt i ökande grad återfinnas där det är svårt att ersätta kolbaserade lösningar, t ex plaster, kemikalier och bränslen som används för balanskraft, sjöfart och flyg. Därför kan biomassaanvändning leda till substitution av fossila resurser under lång tid framöver. Under de kommande decennierna kan elektrobränslen komma att öka i betydelse och biomassa kan också i ökande grad komma att användas för BECCS-applikationer som då kommer att konkurrera med andra användningar av biomassa. Figur 11 beskriver möjliga

²² Ur biologiskt mångfaldsperspektiv kan det vara en välmotiverad prioritering att lämna vissa skogar orörda, även om detta skulle begränsa möjligheterna att minska klimatpåverkan.

utvecklingsvägar för förnybara kolbaserade bränslen på väg mot nollutsläpp, där det sker en förändring över tid vilka lösningar som är mest konkurrenskraftiga. Utöver biobränslen så finns många möjliga alternativ för att producera nya biobaserade kemikalier och material som kan komma att bli konkurrenskraftiga.

Utifrån resonemangen här ovan kan konstateras att det är svårt att sätta om framtida biomassaanvändning och vilka substitutionseffekter som uppstår. Dessutom kan vikten av substitutionseffekter komma att minska i takt med att vi närmar oss nollutsläpp och olika produkter orsakar allt lägre växthusgasutsläpp. I en framtid där produkternas växthusgasutsläpp är mycket låga så kan andra hållbarhetsaspekter komma att väga tyngre när olika skogsprodukter jämförs med andra produkter. Det kan också bli så att biomassa-användningar som leder till att biogen CO₂ återgår till atmosfären på sikt får en alternativkostnad pga att de inte levererar negativa utsläpp.



Figur 11. Schematisk översikt över framtida användning av kolbaserade (förnybara) bränslen som inte är baserade på fossil olja, gas eller kol i en värld som rör sig mot netto-noll utsläpp av växthusgaser och därefter mot negativa utsläpp. Parallellt med ökade krav på att fasa ut fossila bränslen, kommer värdet på kolbaserade bränslen eller råvaror som inte ger upphov till några växthusgasutsläpp (eller med netto-noll avtryck) att öka. Biomassan kan då förväntas styras mot den eller de sektorer som har den högsta betalningsförmågan och där det är svårt att skifta till andra energibärare (eller råmaterial). I det lite längre tidsperspektivet kan ett alternativ till biomassa som kolbaserade (förnybara) bränslen vara olika typer av elektrobränslen (där grön vätgas kombineras med CO₂ som fångats in från biogena utsläppskällor, från atmosfären eller från havet).

5 Referenslista

- Artdatabanken 2021. <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/Dagens-natur/den-skyddade-naturen-i-sverige-ar-skevt-fordelad/>
- Camia A., Giuntoli, J., Jonsson, R., Robert, N., Cazzaniga, N.E., Jasinevicius, G., Avitable, V., Grassi, G., Barredo, J.I., Mubareka, S. (2021). The use of woody biomass for energy purposes in the EU. JRC Science for Policy Report, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- EU (2009). European Union Directive (EU) 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- EU (2018). European Union Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources.
- EU (2021). Proposal for a amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652.
- Gustavsson, L., et al. 2017. Climate change effects of forestry and substitution of carbon-intensive materials and fossil fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67: 612–624.
- Hansson, J., Hellsten, S., Börjesson, P. och Egnell, G. 2021. Konkurrensen om skogsråvaran – Den svenska skogsresursen. Energiforsk. Rapport 2021:821. ISBN 978-91-7673-821-4.
- Hynynen, J., Eerikainen, K., Mäkinen, H. and Valkonen, S. 2019. Growth response to cuttings in Norway spruce stands under even-aged and uneven-aged management. *Forest Ecology and Management*, 437, 314-323.
- Högberg, P., Wellbrock, N., Högberg, M.N., Mikaelsson, H. and Stendahl, J. 2021. Large differences in plant nitrogen supply in German and Swedish forests - Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 482.
- Lundqvist, L. 2017 Tamm Review: Selection system reduces long-term volume growth in Fennoscandic uneven-aged Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 391, 362-375.
- Naturvårdsverket skrivelse 2021-06-18, Ärendenr: NV-01318-21. Uppdrag att jämföra, redovisa och föreslå förändringar i den internationella rapporteringen av skyddad natur. Redovisning av regeringsuppdrag. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/979fe49891934a1eb3ecb9dd16f2fda/uppdrag-jamfora-internationella-rapporteringen-skyddad-natur.pdf> (Hämtat 3 december 2021)

- Parkatti V-P and Tahvonen O. 2020. Optimizing continuous cover and rotation forestry in mixed-species boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 50(11): 1138-1151. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0056>
- Pukkala, T., Lähde, E. and Laiho, O. 2013 Species interactions in the dynamics of even- and uneven-aged boreal forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 32 (4), 371-403
- Tahvonen, O., Pukkala, T., Laiho, O., Lähde, E. and Niinimäki, S. 2010 Optimal management of uneven-aged Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 260 (1), 106-115.
- Tahvonen, O. and Rämö, J. 2016 Optimality of continuous cover vs. clear-cut regimes in managing forest resources. *Canadian Journal of Forest Research*, 46 (7), 891-901.
- Skogsstyrelsen 2019. Statistik om formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark - Redovisning av regeringsuppdrag. Skogsstyrelsen Rapport 2019/18, Dnr 2018/4167
- Skogsstyrelsen 2021. Hyggesfritt skogsbruk - Skogsstyrelsens definition. Skogsstyrelsen Rapport 2021/8

SKOG, SKOGSBRUK OCH KOLBALANSER

Energiforsk har i den stora forskningssatsningen *Konkurrensen om den svenska skogsråvaran*, samlat ledande experter för att genomföra en sektorsövergripande analys av hur efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma se ut i framtiden.

I den här delrapporten beskrivs möjligheterna för en ökad produktion och användning av biomassa i Sverige och hur utvecklingen av nya styrmedel inom EU kan påverka förutsättningarna. Här redovisas olika perspektiv i debatten om skogens roll i klimatarbetet. Syftet är att underlätta dialogen om produktion och användning av biomassa för energi- och materialändamål, med fokus på skogsförvaltning och skogssektorns bidrag i omställningen mot de svenska klimatmålen.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk