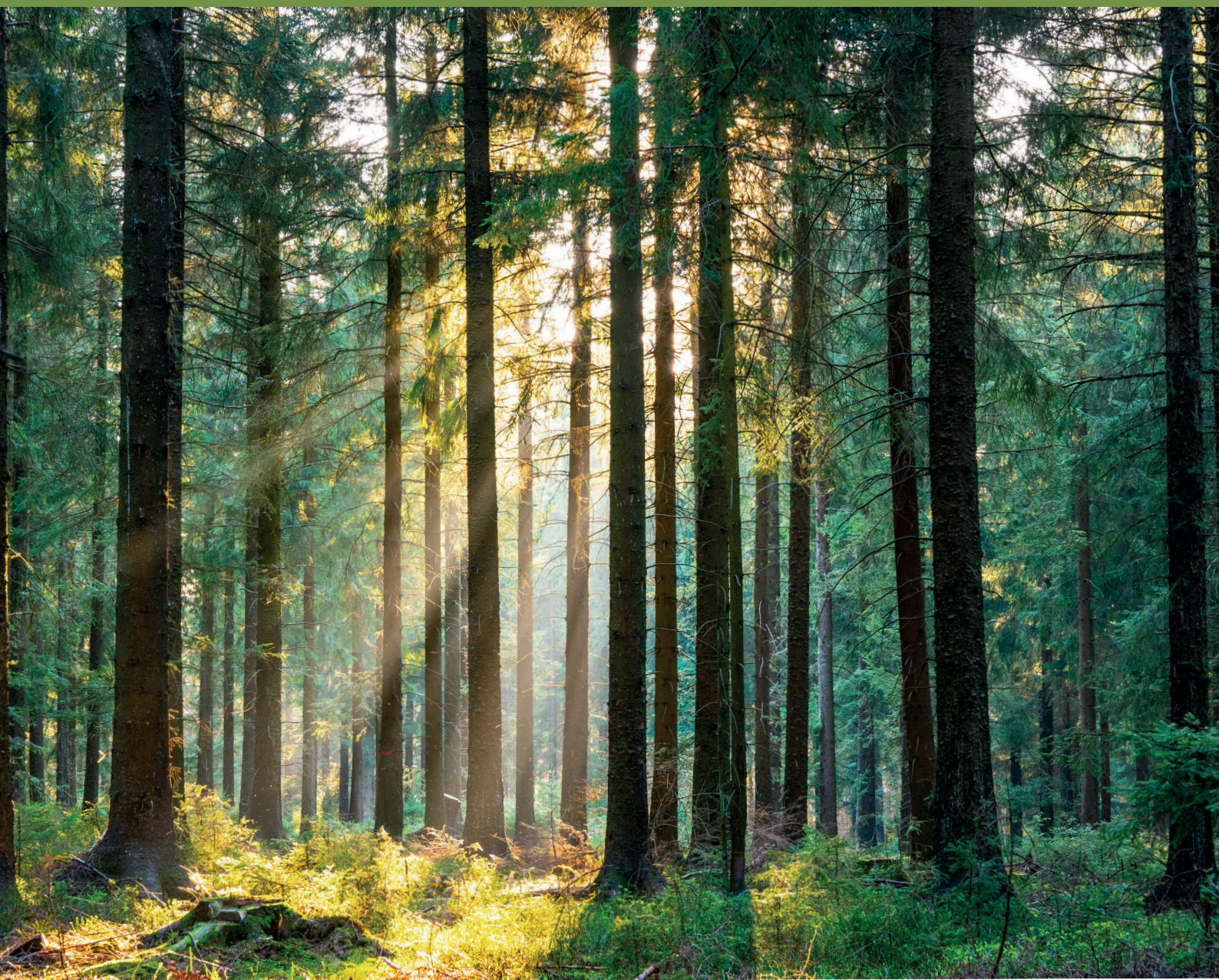


September 2020

Hållbarhetsperspektiv på fasta biobränslen

Julia Hansson och Mathias Gustavsson, IVL Svenska Miljöinstitutet



Hållbarhetsperspektiv på fasta biobränslen

Julia Hansson
Mathias Gustavsson

September 2020

Introduktion

Hållbarhet är idag en integrerad del i energisektorns arbete med att hantera framtidens klimat- och samhällsutmaningar. Att undersöka och bedöma klimat, miljö och social påverkan från olika åtgärder sker som steg i planering, projektering och verksamhetsutövningen. Mycket av fokus ligger på att säkerställa sektorns minskade klimatutsläpp utan att ge avkall på miljö kvalitet. Klimatpåverkan kopplar till målen i Parisavtalet som innebär att en generell ökning av förnybart i energi- och transportsystem kommer krävas i hela EU.

Att ställa krav på att produkter, insatsmaterial i en process, eller för den skull service och tjänster som inhandlas avseende hållbarhet är vanligt i dagens upphandlingar. I och med ambitionen att öka andel förnybart i energisystemet så kommer denna typ av krav även alltmer i energisektorn. Som ett exempel kan nämnas att dagens energikunder efterfråga låg klimatpåverkan vilket är en viktig drivkraft för till exempel fjärrvärmebolag.

Sedan 2009 finns ett gemensamt system på EU-nivå för hållbarhetskrav på drivmedel via det så kallade förnybarhetsdirektivet (European Parliament 2009). Från och med 2021 skall nästa generations förnybarhetsdirektiv, REDII (European Parliament 2018) vara implementerad i svensk lag. REDII inkluderar krav även på fasta biobränslen. Biodrivmedel och biobränslen måste uppfylla hållbarhetskriterierna för att bidra till de nationella och EU-baserade målen för förnybar energi i REDII samt för att vara berättigade till ekonomiskt stöd. Hållbarhetskrav utgår från vetenskapliga resultat och formas sedan i en politisk process där kompromisser görs mellan olika intressen. Processen kring REDII var synnerligen intensiv i avseende på ambition samt perspektiv på vad som kan anses vara hållbart.

Hållbarhetskriterier för fasta biobränslen enligt RED II

Som nämnts ovan är REDII beslutat och ska vara implementerat i ländernas lagstiftning från och med 2021. Hållbarhetskriterierna i REDII gäller oberoende av det geografiska ursprunget för biomassan. Hållbarhetskriterierna för fasta biobränslen strävar efter att minimera ohållbara skördemetoder och att adressera LULUCF (markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk). Hållbarhetskriterierna innebär att skogsbränslen måste komma från hållbart skogsbruk och ställer krav på utsläppsminskning vid el- och värmeproduktion och gäller för anläggningar med en panneffekt om minst 20 MW för fasta biobränslen. Hållbarhetskriterierna för fasta biobränslen i korthet presenteras i Box 1.

Det finns även krav på verkningsgrader för elproduktion från biobränslen i anläggningar med en panneffekt på över 50 MW där högeffektiv kraftvärmeteknik eller bästa tillgängliga teknik (alternativt minst 36 % elverkningsgrad om anläggningen är större än 100 MW) efterfrågas eller avskiljning och lagring av koldioxid tillämpas (BECCS). Vid verifiering av hållbarhetskriterierna ska ett massbalanssystem som säkerställer att dubbelräkning av hållbara bränslen undviks tillämpas.

Box 1: Hållbarhetskriterier i korthet

Hållbarhetskriterier för fasta biobränslen i korthet:

Skogsbiobränslen måste komma från hållbart skogsbruk vilket här definieras som:

- Avverkning sker inom godkända områden
- Skogsförnyring sker på skördade arealer
- Områden med höga bevarandevärden skyddas
- Konsekvenser från skogsbruket på jordbeskaffenhet och biologisk mångfald minimeras
- Avverkning överskrider inte skogens produktionskapacitet på lång sikt.

Nationell skogslagstiftningen som säkerställer dessa krav kan användas för att verifiera att skogsbiobränslet uppfyller kraven.

Krav på växthusgasutsläppsreduktion jämfört med fossila bränslen:

- 70% reduktion för el, värme och kyla från biobränslen i *nya* anläggningar från 2021
- 80% reduktion för el, värme och kyla från biobränslen i *nya* anläggningar från 2026.

EU utvecklar hållbarhetskrav och mål som är pan-europeiska, kraven är resultat av politiska processer där olika länders prioriteringar och förutsättningar skall jämkas samman. Sverige har bedrivit intensivt påverkansarbete för att säkerställa att vår existerande verksamhet och förvaltningsmodell för skogen kan fortsätta. Skogslagstiftningen är inte ett område där EU har mandat. EU har förvisso en skogsbruksstrategi (European Commission 2013a; European Commission 2013b) och området skogsbruk tangerar delarna i jordbrukspolitiken men framförallt finns olika aspekter kopplat till skogsbruk inom andra områden som indirekt utgör en påverkan på skogsbruk och förädlingssektorn. Ett exempel är utvecklingen av hållbarhetskriterierna för fasta biobränslen i REDII vilket indirekt kom att bli en diskussion om skogsförvaltning och hållbarhetskrav, och då på ett pan-europeiskt plan inom EU och inte enbart för Sverige.

För närvarande pågår arbetet inom EU med att ta fram en genomförande-akt som fastställer praktisk vägledning för hur uppfyllandet av de skogsbiomassarelaterade kriterierna ska visas och som ska säkerställa att implementeringen blir likartad i EU-länderna. Denna ska antas av EU-kommissionen senast 31 januari 2021. Kommissionen kan sedan godkänna frivilliga system dvs certifieringssystem för biobränslen till el och värme som kan användas för att påvisa efterlevnad av hållbarhetskriterierna alternativt kan nationella system användas.

Hållbarhetskriterierna för fasta biobränslen kommer att påverka utvecklingen inom området och möjligtvis biobränslemarknaden på sikt, men för svensk del på kort sikt ser hållbarhetskriterierna för fasta biobränslen inte ut att innebära några stora negativa konsekvenser. Idag är endast mindre delar av de biobränslen som används inom den svenska energisektorn importerade (Sandin *et al.* 2019). De biobränslen som härstammar från svenska skogsarealer uppfyller hållbarhetskriterierna i REDII. Sverige har en skogsvårdslagstiftning som omfattar de krav som ställs i REDII avseende ett hållbart skogsbruk (se Box 1) och tidigare analyser i NEPP visar att utsläppsreduktionen i typiska svenska kraftvärmeverk är högre än kravet i direktivet (NEPP 2019c). Dock kommer viss rapportering och nya rutiner för dokumentation krävas kopplat till användningen av biobränslen i de anläggningar som omfattas av kraven.

Det är också möjligt att de hållbarhetskrav på fasta biobränslen som införts inom EU kommer att skärpas längre fram och kompletteras med andra krav för att säkerställa en hållbar bioenergianvändning (liksom har skett för hållbarhetskriterierna för biodrivmedel), varpå påverkan kan komma att bli större. Å andra sidan är för närvarande fullt fokus på att skapa system som skall kunna hantera och stötta att de krav som ställts kan uppfyllas och följas upp på ett korrekt och transparent sätt¹.

Framtidsprognoser pekar på ökad efterfrågan på biomassa

Andra aspekter än de beslutade hållbarhetskriterier framstår kunna påverka biobränslemarknaderna i Sverige, Europa och globalt i *större* utsträckning på kort till medellångsikt. Framförallt är det hur efterfrågan på produkter från skogen utvecklas och förändras. Vilka produkter och verksamheter kommer efterfråga biobränslen och biomassa från skogen, tex stålindustrin och annan biobaserad produktion (bioekonomi och insatsmaterial i processindustri) men även hur minskade kostnader för vind- och sol samt värmepumpar (det senare kan ge minskad efterfrågan av biobränslen som pellets) kommer att utvecklas.

I Sverige har avfallsförbränning för energiåtervinning skapat en minskad efterfrågan på biobränslen i vissa fjärrvärmesystem (Sandin *et al.* 2019). En mer europeisk marknad på biobränslen kan utgöra en extern faktor för att reducera möjligheten att ha en tämligen lokal försörjning av bland annat flis om efterfrågan på denna kommer skapas från aktörer i Europa. Idag ses transport som en barriär. Det finns initiativ kring biobränslebörser runt Östersjön (se tex Svebio 2020) med syfte att skapa bättre möjligheter för handel med biobränslen i området.

Avverkningsvolymen av skog ökar i Sverige samtidigt som en aktiv och effektiv skogsförvaltning har resulterat i en ökad mängd stående biomassa i skogen (Skogsstyrelsen 2020). Samtidigt finns en diskussion på EU-nivå kring ökade mängder avverkad skog och kopplingen till hur detta påverkar bland annat tillgängliga ekosystemtjänster (Ceccherini *et al.* 2020). Även i Sverige pågår en debatt om skogen som råvarubas och å andra sidan som naturmiljö och källa till olika ekosystemtjänster till nytta för samhället.

Studier av potentialer och möjliga utvecklingar inom olika energi- och industrisektorer visar att efterfrågan på skogsbaserad biomassa i Sverige kan öka betydligt (Börjesson *et al.* 2017). Wiesner och Edfeldt (2019) genomförde på uppdrag av Svenskt näringsliv en genomgång av de färdplaner för fossilfrihet som flera svenska branscher tagit fram och där framgår att sammantaget fås en betydande ökning, omkring 86% ökning 2045 jämfört med 2016, av bioenergin i energisystemet. Mycket tyder på att ökning i efterfrågan på bioenergi och biomassa kommer ske inom andra sektorer än direkt inom svenska el- och fjärrvärmesektorn. Se till exempel Energimyndigheten (2018); Energimyndigheten (2019); NEPP (2019b) som alla visar på att i många framtidsscenarier för el- och fjärrvärmesektorn i Sverige återfinns förändringar i el-, och värmeproduktion till stor del i andra primärenergi-flöden än bioenergin. En central poäng i existerande energiscenarier är dock att man inte ser *en minskning av bioenergin* i

¹ Se till exempel projektet REDIIBIO som syftar till att ge support till EU kommissionen avseende implementering av hållbarhetskriterier för biomassa från skog- och lantbrukssektorerna (REDIIBIO 2020).

svensk el- och fjärrvärmesektor, däremot återfinns tydliga tecken på ökad efterfrågan på biomassa som insatsmaterial i andra sektorer (tex processindustri, flytande biobränslen och material). Detta sammantaget innebär tot *ökning* av efterfrågan.

Om efterfrågan på svenska biobränslen (och biomassa) stiger är det möjligt att öka uttaget av svenska skogsrester på ett hållbart sätt i viss utsträckning men hållbarhetsaspekter relaterade till andra miljömål i Sverige blir då centrala och kan begränsa det möjliga uttaget till exempel kopplat till biodiversitet och försurning (de Jong *et al.* 2017; Kumar *et al.* 2020). Frågan är också hur långt biomassan räcker när hänsyn utöver användningsområden i Sverige även tas till efterfrågan i andra länder.

Bioenergi kan generera el, värme och kyla med låga associerade klimatutsläpp. För att leva upp till åtaganden enligt Parisavtalet måste emellertid alltmer fokus ligga på att skapa negativa utsläpp (IPCC 2018). Bioenergy Carbon Capture and Storage (BECCS) är en sådan lösning som innebär att bioenergi kan bidra till att direkt minska utsläppen. Idag pågår pilotförsök med BECCS i bland annat Stockholm (Stockholm Exergi 2020). Potentiellt finns lagringsplatser för infångad koldioxid i Sverige (Møl Mortensen *et al.* 2017) men troligen är lagring i Norge det mest troliga då potentialen där är högre samt att ett svenskt lager skulle ta lång tid att verkställa (SOU 2020). BECCS kan på många vis ytterligare bidra till att stärka biobränsle som en klimateffektiv lösning. Realiseringen av BECCS kommer dock behöva ytterligare stimulanser. Tekniska lösningar som bidrar med negativa klimatutsläpp har dock ingen ”utsläpps”-marknad idag (dvs försäljning av negativa utsläpp), och troligtvis är offentliga inköp en möjlighet på kort sikt att stödja etableringar (NEPP 2019a; Zetterberg *et al.* 2019; Möllersten och Gode 2020).

Alternativa perspektiv på klimateffektiviteten för fasta biobränslen

Idéen att biomassa är koldioxidneutralt över tiden bygger på ett system med kontinuitet i förvaltningen av marken där den inbundna mängden kol är stabil i ett område som helhet. I Sverige nationellt finns en ökad inbindning av kol i biomassa vilket till stor del är ett resultat av effektivare skötsel av våra skogsresurser (IRENA 2019). I fall nya skogsområden tas i anspråk fås effekter av netto-emissioner av kol till atmosfären som ett resultat av användningen av den specifika biomassan.

Olika, och många gånger motsägelsefulla, perspektiv på biobränslets bidrag till klimatpåverkan kommer med jämna mellanrum upp till diskussion (IEA Bioenergy 2019; Norton *et al.* 2019; EASAC 2020) och (Searchinger *et al.* 2018) och (Brack 2017c; Brack 2017b; Brack 2017a; Cowie *et al.* 2017). Berndes *et al.* (2020) presenterar ett antal nyckelperspektiv kopplat till användning av skogsbiomassa och den resulterande klimatpåverkan för att tydliggöra problematiken. I hållbarhetskriterierna är utgångspunkten tydlig – förbränningen av biomassa är koldioxidneutral enligt EU kommissionen². Alternativbilden bygger på ett mer dynamiskt tidsperspektiv, samt antagandet att tillskottet av biomassa, som vi genom policyåtgärder för klimatsatsningar bidrar till, kommer att innebära att obrukade skogar kommer huggas ned

² Detta avser endast hur koldioxiden som uppstår i *förbränningen* skall betraktas. Längs värdekedjan uppstår en lång rad associerade klimatpåverkande utsläpp.

och därmed frigöra nu inbundet kol. Det handlar till stor del om marginaleffekterna kopplade till *ökande* volymer biomassa som används i samhället.

Målkonflikter

Det finns fler hållbarhetsaspekter kopplat till fasta biobränslen att beakta än vad EUs hållbarhetskriterier hittills omfattar. Till exempel ska produktion och användning av biomassa för energiändamål inte orsaka skadliga utsläpp av föroreningar, som till exempel partiklar, tungmetaller, svavel- och kväveoxider.

Flera av de svenska miljökvalitetsmålen är relevanta för biobränslen från skogen. Uppföljningen av de svenska miljökvalitetsmålen indikerar att målet med levande skogar är svårt att följa upp men ökade uttag av biomassa, under rådande förvaltning, bidrar till ökad försurning, kvicksilverutlakning, och påverkan på biodiversitet (Naturvårdsverket 2020). Exempelvis sätts nyttan med askåterföring kopplat till ökad försurning ihop. Askåterföring är en rekommendation från skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen 2008) men samtidigt är mängderna fortfarande låga i stora delar av Sverige och barriärer för ökade mängder många (Gustavsson 2017).

Ett annat exempel är hur beaktandet av gräsmarker med hög biologisk mångfald i hållbarhetskriterier i REDII och annan reglering kan påverka förutsättningarna för biomassaproduktion för energiändamål. Studier pekar på en stor potential för biomassaproduktion på gräsmarker och betesmark som kan vara artrika (Chum *et al.* 2011). Med utgångspunkt i riktlinjerna i REDII uppskattas att ungefär 39%–48% (cirka 9–11 Mha) och 15%–54% (cirka 10–38 Mha) av naturliga respektive icke-naturliga gräsmarker har hög biologisk mångfald inom EU (Hansson *et al.*, 2019). Detta innebär att den mängd biomassa som kan produceras på dessa gräsmarker (motsvarande uppskattningsvis ungefär totalt 2.5–13 EJ biomassa per år) enligt REDII inte kan användas för energiändamål (Hansson *et al.*, 2019).

En annan målkonflikt handlar om för vad man skall använda den tillgängliga hållbara biomassan. Biomassa handlar inte bara om användning i energisystem, utan idag lika mycket om att ersätta fossila produkter och skapa samt stärka en bioekonomi. För detta krävs biomassa och frågan blir i vilken utsträckning det är effektivt att elda upp denna resurs, eller om man hellre skall ersätta andra resurser. Utgångspunkten i denna tanke är ett nollsummespel där ökad volym för ett ändamål, tar bort en resurs från ett annat mål. Detta har bland annat lyfts i Nederländerna där förslag lyfts om att inte stödja biobränsleeldning via statsstöd, till förmån för att kunna använda biomassa som ersättning för andra material och stärka en bioekonomi (Janssen 2020). Nederländerna har liten egen råvara av biobränsle och import från områden är förknippat med miljöpåverkan på annan plats. Självklart försvårar detta möjligheten att uppnå mål om andel förnybar energi nationellt då biobränsle representerar ett tillgänglig och klimateffektivt bränsle enligt EUs regelverk.

Det är generellt en utmaning att omvandla vetenskapliga forskningsresultat inom bioenergiområdet till relevanta styrmedel och riktlinjer som tar hänsyn till såväl klimat som andra hållbarhetsfrågor.

Översikt av svensk energisektors påverkan av EUs hållbarhetskrav

En översikt av den svenska energisektorns påverkan från EUs hållbarhetskrav i form av en SWOT-analys, det vill säga analys av styrkor, svagheter, möjligheter och hot/risker redovisas i Tabell 1.

Tabell 1: Översiktlig SWOT-analys över svensk energisektors påverkan av EUs hållbarhetskrav på fasta biobränslen.

	Stödjande	Hindrande
<i>Intern</i>	Styrkor (strengths) - El och värme producerad från biobränslen i Sverige resulterar generellt i hög minskning av GHG-utsläppen. - Möjligt att visa att råvaran och produkten anses hållbar. - Ramverk för att beräkna GHG-utsläpp och minskning möjliggör jämförelse mellan anläggningar. - Bioenergi är en klimateffektiv lösning för el- och värmeproduktion	Svagheter (weaknesses) - Ansvar för att visa att hållbarhetskrakterna uppfylls ligger på aktörerna. - Administration kring uppföljning och verifiering av efterlevnad medför extra kostnad.
<i>Extern</i>	Möjligheter (opportunities) - Tillgång till ett ramverk för att visa att den skogsbaserade biomassan och värmen och/eller elen som produceras anses hållbar inom EU. - Den svenska skogsbiomassan (som skördas enligt svensk skogsvårdslagstiftning) uppfyller hållbarhetskrakterna i REDII – skapar mervärden. - Liten negativ påverkan på den svenska biobränslemarknaden förväntas på kort sikt. - Samma hållbarhetskrakter gäller inom EU oavsett geografiskt ursprung för råvaran. - Ekonomiskt stöd får ges till aktörer/produkter som uppfyller hållbarhetskrakterna. - Bioenergi betraktas som en klimateffektiv lösning	Hot (threats) - Ramverket kan ändras och därmed ställa andra/nya krav på hållbarhetsbedömning. - Svenska biobränslemarknaden är beroende av utvecklingen inom EU och internationellt. - Genomslag för alternativa perspektiv på klimateffektiviteten för fasta biobränslen inom EU kan påverka framtida hållbarhetskrav. - GHG-utsläppsminskningsskraven sannolikt inte tillräckligt hårda för att ensamt stimulera ännu effektivare processer i Sverige. - Styrmedel och riktlinjer som berör hållbarhetsaspekter ej täckta av EUs hållbarhetskrakter kan också påverka biobränslemarknaden och energisektorn. - Efterfrågan på biomassa (inkl. fasta biobränslen) globalt riskerar skapa en brist på hållbart avverkad skogsråvara i Sverige.

Huvudbudskap

Ett ramverk för att benämna biobränslen som hållbara är beslutat inom EU och kommer att implementeras i svensk lag 2021. Begränsad negativ påverkan på den svenska biobränslemarknaden förväntas på kort sikt. Biobränslen från svenska skogar definieras generellt som hållbara, men kan även bero på anläggningen som de används i.

Utvecklingen på lång sikt kommer till stor del bero på hur efterfrågan på biomassa totalt sett, för alla sektorer, kommer utvecklas i Sverige, EU och globalt. I detta perspektiv måste även

frågan om total klimatpåverkan tas in och hur man hanterar den allt kortare tidsrymd som finns till förfogande för omställning i enlighet med Parisavtalets ambitioner.

Olika aspekter kring biobränslens hållbarhet kommer att fortsätta diskuteras och studeras både inom den vetenskapliga sfären och policysfären och utgör därmed ett område att fortsätta bevaka för att förstå den möjliga framtida påverkan och kunna påverka.

Referenser

- Berndes, G., A. Cowie och P. Luc (2020). *The use of forest biomass for climate change mitigation: dispelling some misconceptions*, Bulletins, IEA Bioenergy, Paris. August 2020.
- Brack, D. (2017a). *Wood Is Not a Carbon-Neutral Energy Source*, Online article, The Royal Institute of Chatham House, London. 1 March 2017.
- Brack, D. (2017b). *Woody Biomass for Power and Heat. Impacts on the Global Climate*, Research Paper, The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, London. February.
- Brack, D. (2017c). *The Impacts of the Demand for Woody Biomass for Power and Heat on Climate and Forests*, Research Paper, The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, London. February.
- Börjesson, P., J. Hansson och G. Berndes (2017). "Future demand for forest-based biomass for energy purposes in Sweden." *Forest Ecology and Management* **383**: 17-26.
- Ceccherini, G., G. Duveiller, G. Grassi, G. Lemoine, V. Avitabile, R. Pilli och A. Cescatti (2020). "Abrupt increase in harvested forest area over Europe after 2015." *Nature* **583**(7814): 72-77.
- Chum, H., A. Faaij, J. Moreira, G. Berndes, P. Dhamija, H. Dong, . . . K. Pingoud (2011). Bioenergy. *IPCC Special report on renewable energy sources and climate change mitigation*. O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona et al. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., Cambridge University Press.
- Cowie, A., G. Berndes, M. Junginger och F. Ximenes (2017). *Response to Chatham House report "Woody Biomass for Power and Heat: Impacts on the Global Climate"*, Supporting document to the response to Chatham House report IEA Bioenergy, Paris. 13 March 2017.
- de Jong, J., C. Akselsson, G. Egnell, S. Löfgren och B. A. Olsson (2017). "Realizing the energy potential of forest biomass in Sweden – How much is environmentally sustainable?" *Forest Ecology and Management* **383**: 3-16.
- EASAC (2020). *IEA Bioenergy critique of EASAC publications on forest bioenergy*, Response to critique, letter, European Academies Science Advisory Council (EASAC), Halle, Germany. 13 May 2020.
- Energimyndigheten (2018). *Vägen till ett 100 procent förnybart elsystem. Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar*. , Rapport ER 2018:16, Energimyndigheten, Eskilstuna.
- Energimyndigheten (2019). *100 procent förnybar el. Delrapport 2 - Scenarier, vägval och utmaningar*, Rapport ER 2019:06, Energimyndigheten, Eskilstuna.
- European Commission (2013a). *A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the

- European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions COM(2013)659, European Commission, Brussels, Belgium. 20.9.2013.
- European Commission (2013b). *Staff working paper accompanying - A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions SWD(2013)342, European Commission, Brussels, Belgium. 20.9.2013.
- European Parliament (2009) "Directive 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." *Official Journal of the European Union* **52**, 62 DOI: doi:10.3000/17252555.L_2009.140.eng.
- European Parliament (2018). *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 (recast)*, Official Journal of the European Union L328/82-209, European Parliament, Strasbourg. 21.12.2018.
- Gustavsson, M. (2017). *Åskåterföring till skogsmark – motiv, hinder och möjligheter ur ett fjärrvärmebolagsperspektiv*, C-Rapport 256, IVL Svenska Miljöinstitutet, Göteborg. September.
- IEA Bioenergy (2019). *The use of forest biomass for climate change mitigation: response to statements of EASAC*, Response to EASAC paper, International Energy Agency (IEA) Bioenergy Technology Collaboration Programme, Paris. November 2019.
- IPCC (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner et al, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.
- IRENA (2019). *Bioenergy from boreal forests: Swedish approach to sustainable wood use*, Report based on research conducted by Svebio (Swedish Bioenergy Association) with funding from the Swedish Energy Agency (SEA). International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Janssen, D. (2020). The Dutch have decided: Burning biomass is not sustainable. *Euractiv*.
- Kumar, A., S. Adamopoulos, D. Jones och S. O. Amundamhen (2020). "Forest Biomass Availability and Utilization Potential in Sweden: A Review." *Waste and Biomass Valorization*.
- Møl Mortensen, G., M. Erlström, S. Nordström och J. Nyberg (2017). *Geologisk lagring av koldioxid i Sverige – Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning samt olje- och gasverksamhet i Östersjöregionen*, Rapporter och meddelanden 142, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.
- Möllersten, K. och J. Gode (2020). *Minusutsläpp till 2045 – analys av Klimatpolitiska vägvalsutredningen*, Northern European Energy Perspectives Project (NEPP). Maj.
- Naturvårdsverket (2020). *Miljömålen. Årlig uppföljning av Sveriges nationella miljömål 2020 - med fokus på statliga insatser*, Rapport 6919, Naturvårdsverket, Stockholm. Mars.
- NEPP (2019a). *Incitament för genomförande av bio-CCS i Sverige*, Resultat i korthet, North European Energy Perspectives Project (NEPP), Stockholm. Maj 2019.

- NEPP (2019b). *Energisystemet i en ny tid. Halvtidsrapport från NEPP:s andra etapp*. B. Rydén, E. Löfblad, K. Ludvig och H. Sköldberg, Halvtidsrapport, North European Energy Perspectives Project (NEPP), Göteborg. Mars.
- NEPP (2019c). *Hållbarhetskriterier - så blev det*, Resultat i korthet, North European Energy Perspectives Project (NEPP), Stockholm. Mars 2019.
- Norton, M., A. Baldi, V. Buda, B. Carli, P. Cudlin, M. B. Jones, . . . A. Wijkman (2019). "Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy." *GCB Bioenergy* **11**(11): 1256-1263.
- REDIIBIO. (2020). "REDIIBIO - RED II sustainability criteria." Hämtad 25/8, 2020, från <https://www.efi.int/projects/rediibio-red-ii-sustainability-criteria>.
- Sandin, G., T. Sahlén Zetterberg och T. Rydberg (2019). *Tillgång på skogsråvara – sammanfattning och scenarier. en förstudie*, Rapport C466, IVL Svenska Miljöinstitutet, Stockholm. December 2019.
- Searchinger, T. D., T. Beringer, B. Holtmark, D. M. Kammen, E. F. Lambin, W. Lucht, . . . J. P. van Ypersele (2018). "Europe's renewable energy directive poised to harm global forests." *Nature Communications* **9**(1): 3741.
- Skogsstyrelsen (2008). *Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring*, Meddelande 2, Skogsstyrelsen, Jönköping. Juni.
- Skogsstyrelsen. (2020). "Skogsstyrelsens statistikdatabas." Hämtad 25/8, 2020, från <http://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas>.
- SOU (2020). *Vägen till en klimatpositiv framtid*, Betänkande av Klimatpolitiska vägvalsutredningen SOU 2020:4, Statens Offentliga Utredningar (SOU), Stockholm.
- Stockholm Exergi. (2020). "Bio-CCS." Hämtad 25/8, 2020, från <https://www.stockholmexergi.se/minusutslapp/beccs/>.
- Svebio. (2020, 13 juli 2020). "Svebio introducerar digital handelsplats för biobränslen." Hämtad 25 Aug, 2020, från <https://www.svebio.se/press/pressmeddelanden/svebio-introducerar-digital-handelsplats-biobranslen/> och <https://www.svebio.se/bioenergimarknaden/>.
- Wiesner, E. och E. Edfeldt (2019). *Klimatneutral Konkurrenskraft. Kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplaner*, Rapport, Sweco på uppdrag av Svenskt Näringsliv, Stockholm. 2019-01-17.
- Zetterberg, L., L. Källmark och K. Möllersten (2019). *Incitament och finansiering av Bio-CCS i Sverige*, Rapport C417, IVL Svenska Miljöinstitutet, Stockholm.