

Miljö ekonomi och politik

2021





Miljö, ekonomi och politik 2021

Skogen, klimatet och politiken

Konjunkturinstitutet är en statlig myndighet under Finansdepartementet. Vi gör prognoser som används som beslutsunderlag för den ekonomiska politiken i Sverige. Vi analyserar också den ekonomiska utvecklingen samt bedriver tillämpad forskning inom nationalekonomi.

I Konjunkturbarometern publicerar vi varje månad statistik över företagens och hushållens syn på den ekonomiska utvecklingen. Undersökningar liknande Konjunkturbarometern görs i alla EU-länder.

Rapporten **Konjunkturläget** är främst en prognos för svensk och internationell ekonomi, men innehåller också djupare analyser av aktuella makroekonomiska frågor. Konjunkturläget publiceras fyra gånger per år. **The Swedish Economy** är den engelska översättningen av delar av rapporten.

I **Lönebildningsrapporten** analyserar vi varje år de samhällsekonomiska förutsättningarna för lönebildningen.

Den årliga rapporten **Miljö, ekonomi och politik** är en översyn och analys av miljöpolitiken ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Vi publicerar också resultat av utredningar, uppdrag och forskning i serierna **Specialstudier, Working paper, PM** och som remissvar.

Du kan ladda ner samtliga rapporter från vår webbplats, www.konj.se. Den senaste statistiken hittar du under www.konj.se/statistik.

Förord

Konjunkturinstitutet har regeringens uppdrag att årligen ta fram en miljöekonomisk rapport. I årets rapport analyseras skogens roll i klimatpolitiken.

Vi vill tacka Naturvårdsverket för konstruktiva synpunkter. Vi har försökt beakta dessa i rapporten. Synpunkterna ligger i sin helhet på Konjunkturinstitutets hemsida. Dessutom vill vi rikta ett särskilt tack till Konjunkturinstitutets vetenskapliga råd som består av professor Runar Brännlund (ordförande), professor Thomas Aronsson, docent Anni Huhtala, professor Caroline Leck, professor Annica Sandström och professor Patrik Söderholm. Rådet har kontinuerligt under arbetets gång lämnat mycket värdefulla synpunkter. I rapporten lämnar det vetenskapliga rådet en kommentar på rapporten och en utblick över vad de tror kommer att bli intressant för svensk miljöpolitik framöver.

Rapportens analys och slutsatser svarar Konjunkturinstitutet för.

I arbetet har David von Below, Björn Carlén, Anna Dahlqvist, Mathilda Eriksson, Martin Hill, Svante Mandell, Pelle Marklund och Vincent Otto medverkat.

Arbetet med rapporten har letts av Mathilda Eriksson och Björn Carlén.

Stockholm i december 2021

Urban Hansson Brusewitz

Generaldirektör

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Ordlista	8
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte, avgränsningar och disposition	10
2 Skogen och klimatet	11
2.1 Skogens roll i kolcykeln	11
2.2 Skogens kolförråd och kolflöden	13
2.3 Skogens biofysiska klimatpåverkan	15
2.4 Klimateffekter på skogen	17
3 Ett miljöekonomiskt perspektiv	19
3.1 Samhällets resursfördelningsproblem	19
3.2 Skogens många nyttigheter	20
3.3 Klimat- och miljöpolitikens syfte och verktygslåda	21
4 Skogen som klimatverktyg	29
4.1 Lagerhållning av kol i skog och mark	29
4.2 Biomassa till bränslen och material	33
4.3 Substitutionseffekten	38
5 Klimatpolitiken i EU och Sverige	42
5.1 EU:s klimatpolitik	42
5.2 EU:s förslag till nytt lagpaket	44
5.3 Sveriges klimatpolitik	47
5.4 Vad innebär EU-förändringarna för svensk klimatpolitik?	48
6 Analys av skogens roll i den svenska klimatpolitiken	50
6.1 Utgångspunkt för analysen	50
6.2 Beräkning av tänkbart underskott för den svenska LULUCF-sektorn	52
6.3 Strategier för att öka nettoupptaget i LULUCF-sektorn	55
6.4 Strategier för att täcka ett underskott i LULUCF-sektorn	61
6.5 Jämförelse mellan olika strategier	64
7 Avslutande diskussion	70
Referenser	72
Appendix A: Kompletterande figurer	77
Appendix B: Skogspolitik i Sverige och EU	79
Appendix C: Substitutionseffekten	82
Appendix D: EMEC	86
Appendix E: Branschcoder i EMEC	90
Appendix F: Produktkoder i EMEC	91

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att öka förståelsen för hur skogen kan och bör integreras i den svenska klimatpolitiken. Inom EU pågår en utveckling mot att bredda klimatpolitiken genom att i större utsträckning inkludera de naturliga kollagren. Detta kommer sannolikt innebära skärpta krav på att medlemsländerna ökar kolinlagringen i skogen. Utgångspunkten för rapporten är att de svenska klimatmålen samt Sveriges åtaganden gentemot EU ska nås till lägsta samhällsliga kostnad.

Skogen är en begränsad resurs som tillhandahåller en mängd nyttigheter. Dels nyttigheter som handlas på marknader, dels sådana som inte reflekteras i marknadspriserna. Därför kommer en oreglerad marknad inte leda till att skogens resurser automatiskt används på ett sätt som ger störst samhällsnytta. En viktig uppgift för miljöpolitiken är att korrigera för detta.

Skogen kan minska atmosfärens koldioxidkoncentration genom att lagerhålla kol eller genom att skogens biomassa ersätter produkter förknippade med fossila utsläpp (substitution). Eftersom ett träd inte kan stå och lagra kol i skogen samtidigt som det nyttjas för energi- eller materialsubstitution står dessa två strategier ofta i konflikt. I ett kortare tidsperspektiv är klimatnyttan stor av att i högre utsträckning låta träden stå kvar. Detta eftersom det existerande kolförrådet i skog och mark då inte frigörs, samtidigt som den stående skogen kan binda mer kol än en nyetablerad skog gör i närtid. Över ett längre tidsperspektiv stabiliseras dock mängden biomassa i den stående skogen. Genom att i stället bruka skogen kan en hög nettoproduktion upprätthållas och användas för substitution av bränsle och material.

Klimatnyttan av att använda biomassa för substitution beror bland annat på vilken biomassa som används och vilken produkt som ersätts. Biobränslen ger omedelbara koldioxidutsläpp vid förbränning, vilket kan ses som en kolskuld fram till att skogen via återväxt tar upp motsvarande mängd kol. Går biomassan i stället till långlivade träprodukter kan kolet förvaras under en lång tid. Ett mer intensivt skogsbruk genom exempelvis gödsling och återbeskogning möjliggör större kolinlagring och mer substitution men riskerar samtidigt att påverka skogens rekreativvärden och biologiska mångfald negativt.

Gängse beräkningar av klimatnyttan av substitution ignorerar väsentligen att det bedrivs klimatpolitik. Under klimatpolitik som ställer upp kvantitativa mål för utsläppen från fossila bränslen kommer beräkningarna då felaktigt visa att ökad användning av exempelvis biobränslen minskar växthusgasutsläppen (fossila plus biogena). Kvantitativa utsläppsmål håller dock de fossila utsläppen fixerade och effekten blir i stället ökad energianvändning och större biogena utsläpp.

Europeiska kommissionen lade sommaren 2021 fram ett lagförslagspaket (Fit for 55). Förslaget är inte färdigförhandlat, men det tyder på att utsläppsmålen kommer att skärpas inom alla sektorer. I och med att EU har en nettomålskonstruktion för 2030 blir även kopplingen mellan LULUCF-sektorn, som omfattar kollagren i skog, mark och träprodukter, och övriga sektorer tydligare. Den tidigare svaga regleringen av LULUCF-sektorn har inneburit att det inte varit lönsamt för medlemsländer att öka tillväxten i sina kollager utan

snarare stimulerat användning av biomassa till energiproduktion. Kommissionens förslag indikerar att EU:s klimatpolitik nu går mot ett större fokus på de naturliga kollagren i skog, mark och träprodukter och en mer kritisk inställning till bioenergins roll.

Enligt förslaget ska den svenska LULUCF-sektorn år 2030 ha ett nettoupptag om 47,3 miljoner ton koldioxidkvivalenter. Sverige har dock nyligen reviderat ner storleken på nettoupptaget i den tidsserie kommissionen baserat sitt förslag på. Korrigeras kommissionens förslag för denna revidering bör åtagandet för det svenska nettoupptaget 2030 hamna närmare 41,3 miljoner ton koldioxidkvivalenter. Som jämförelse uppskattades den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag 2019 till 35,5 miljoner ton. Även med denna korrigering kräver förslaget till ny LULUCF-förordning att nettoupptaget i svensk skog och mark ökar eller att ett underskott kompenseras för på annat sätt.

Det finns ett antal möjliga åtgärder inom skogssektorn för att öka nettoupptaget. Till exempel; minskat uttag av biomassa, restaurering av våtmarker, återbeskogning av jordbruksmark i träda och andra öppna ytor, ökad tillväxt genom gödsling eller plantering av snabbväxande trädslag, ökning av kollagret i långlivade träprodukter (till exempel träbyggnader). Det är även möjligt att öka kollagret i berggrunden genom infångning och lagring av biogen koldioxid (BECCS), men det är för närvarande oklart om sådan kan räknas av mot det nationella LULUCF-betinget.

Uppstår ett underskott i nettoupptaget av växthusgaser i den svenska skogssektorn måste detta kompenseras för på andra sätt, till exempel genom att Sverige köper så kallade ESR-enheter eller LULUCF-krediter från andra länder. Sveriges nationella klimatmål för ESR-sektorn är striktare än det beting som ålagts av EU. När de nationella klimatmålen skapas ett överskott av ESR-enheter. Historiskt har Sverige annullerat sådana överskott. Ett alternativ till annullering är att använda dessa enheter för att täcka ett underskott i LULUCF-sektorn. Ett ytterligare alternativ är att Sverige minskar sina ESR-utsläpp mer än vad de nationella målen kräver och använder de då frigjorda ESR-enheterna för att täcka ett underskott.

Vilket eller vilka av ovanstående alternativ som är mest lämpliga beror av flera faktorer, inte minst vilka kostnader alternativen är förknippade med. Generellt torde kostnaderna för ytterligare åtgärder i svensk ESR-sektor vara markant högre än kostnaderna för åtgärder i LULUCF-sektorn. Anledningen är att ESR-sektorn under lång tid varit föremål för relativt kraftfull klimatpolitik, vilket medför att de utsläppsminskande åtgärder som återstår är jämförelsevis kostsamma. Även annan hänsyn måste tas. Till exempel är åtgärder som ökar skogens tillväxt genom gödsling förknippade med potentiellt stora negativa miljöeffekter.

Klimatet gör ingen åtskillnad på koldioxid från fossila eller biogena källor. Skillnaden mellan de båda utsläppskällorna ligger i att biogent kol ingår naturligt i kolcykeln. Även biogena koldioxidutsläpp stannar emellertid länge i atmosfären och bidrar därmed till växthuseffekten. En verksam och effektiv politik borde därför vara symmetrisk och uppmuntra skogens upptag av koldioxid från atmosfären på samma sätt som koldioxidutsläpp missgynnas. I grunden skulle en subvention till upptag tillsammans med en beskattning av både fossila och biogena utsläpp leda till ett effektivt utfall. Detta skulle skapa incitament för ökad inlagring i växande biomassa, men också till fortsatt lagring i långlivade

träprodukter. Trots att både biogena och fossila utsläpp beskattas kommer subventionen leda till att användningen av biomassa gynnas jämfört med fossil användning.

Det finns emellertid en rad omständigheter som försvårar ovanstående utformning av politiken. Till exempel måste en effektiv politik beakta:

Koldioxidläckage – Ökad inlagring i svenska skogar kan, via till exempel ökad import av skogsprodukter, leda till att inlagringen i skogar utomlands minskar.

Additionalitet – Subventioner bör leda till ytterligare (additionella) åtgärder så att skattemedel inte används till sådant som ändå skulle ha realiserats.

Beständighet – Kol lagrat i skogen kan återgå till atmosfären vid avverkning eller naturliga händelser som bränder, stormar eller insektsangrepp.

Transaktionskostnader – Kostnader förknippade med till exempel administration, mätning, övervakning och verifiering kan vara skäl för att använda en mindre träffsäker politik.

Osäkerhet – Kolsänkor påverkas av natur- och klimathändelser som är svåra att förutsäga. Därför kan effekten av en politik bli annorlunda än förväntat.

Sidoeffekter – Åtgärder för att stärka de naturliga kolsänkorna kan ha positiva eller negativa icke avsedda effekter på andra miljöområden. Det är viktigt att identifiera och beakta målkonflikter så att välgrundade avvägningar kan göras.

Det finns således flera utmaningar med att införa en symmetrisk politik – där upptag likväldigt som utsläpp av både fossil och biogen koldioxid hanteras lika. Samtidigt skapar EU:s politik på området ett uppenbart behov av svensk styrning mot ökad kolinlagring. Utan en sådan styrning riskerar Sverige att tvingas vidta kostsamma åtgärder för ytterligare utsläppsminskning i andra delar av ekonomin. En pragmatisk ansats kan vara att införa en subvention av upptag i skogen tillsammans med en beskattning av biogena utsläpp, men på en nivå som reflekterar ett lägre pris på koldioxid än de priser som råder inom ESR respektive ETS. En sådan politik blir inte enhetlig men den skulle etablera grundläggande incitament som kan bidra till en mer heltäckande och effektiv klimatpolitik.

Ordlista

Definitioner och begrepp som används i rapporten

Nedan beskrivs några av de vanligt förekommande begreppen i rapporten.

CCS, Carbon Capture and Storage, är en teknik för att fånga upp koldioxid från punktkällor och lagra den i berggrunden.

BECCS, Bioenergy CCS, avser CCS tillämpad på förbränning av biomassa.

ESR, Effort Sharing Regulation, avser de sektorer av ekonomin vars utsläpp inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsätter. Omfattar till exempel landbaserade transporter, arbetsmaskiner och jordbruk.

EU ETS är EU:s system för handel med utsläppsätter. Systemet omfattar energiintensiv industri, kraftproduktion och flyg inom EU.

LULUCF, Land Use, Land-Use Change, and Forestry, omfattar nettoupptag från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk.

Fit-for-55 är det förslag till lagpaket EU-kommissionen lade fram sommaren 2021. Förslaget syftar till att driva EU mot sitt klimatmål att uppnå nettoutsläpp till 2030 som är 55 procent lägre än 1990.

Kolförråd/kollager är den mängd kol som lagras i en viss kolpool.

Kolpool är ett system som lagrar kol, exempelvis den växande trädbiomassan, skogsmarken, eller träprodukter.

Kolupptag/kolbindning innebär att koldioxid tas upp från atmosfären genom fotosyntesen och lagras i den växande biomassan.

Kolinlagring innebär att kol tillförs ett kolförråd.

Kolavgång innebär att kol avlägsnas från ett kolförråd.

Kolbalans anger nettot av alla flöden av kol till och från ett kolförråd, det vill säga förändringen i kolförrådet. Kolbalansen är noll om kolförrådet är konstant.

Kolsänka är ett kolförråd som ökar, det vill säga har en positiv kolbalans (nettoinlagring).

Kolkälla är ett kolförråd som minskar, det vill säga har en negativ kolbalans (nettoförlust).

1 Inledning

Som den svenska klimatpolitiken är utformad idag är styrningen centrerad på att minska utsläppen av fossil koldioxid. Mindre intresse har riktats mot att öka de naturliga kollagren i skog, mark och träprodukter. Detta trots att ökade kollager spelar en central roll för minskad koncentration av växthusgaser i atmosfären. Inom EU pågår dock en utveckling mot att bredda klimatpolitiken genom att i större utsträckning inkludera de naturliga kollagren. Detta innebär att kraven på medlemsländernas kolförråd kommer att stärkas.

Denna rapport diskuterar skogens roll i den svenska klimatpolitiken. Syftet är att öka förståelsen för hur skogen kan och bör integreras i den svenska klimatpolitiken. Utgångspunkten är att Sveriges ska klara sina klimatpolitiska mål och åtaganden gentemot EU till lägsta samhällelig kostnad.¹

1.1 Bakgrund

Förenklat beskrivet absorberar växande skog koldioxid från atmosfären och lagrar kolet i träd och mark. När biomassan bryts ner eller bränns minskar kollagret och koldioxid släpps ut till atmosfären. Enligt EU:s nyligen antagna klimatlag är klimatmålet för utsläpp av växthusgaser uppställt som ett nettomål, det vill säga även förändringar i de naturliga kollagren ska inräknas. Detta nettoutsläpp ska år 2030 vara minst 55 procent lägre än 1990 års nivå och senast 2050 ska unionen nå klimatneutralitet, det vill säga nettoupptaget i de naturliga kollagren ska vara minst lika stora som utsläppen från övriga källor (Förordning (EU) 2021/1119).

För att säkerställa att klimatlagens mål nås har Europeiska kommissionen presenterat ett omfattande lagförslagspaket i vilket det ingår ett förslag om ett nettoupptagsmål för medlemsländernas markanvändningssektor, mer formellt benämnd LULUCF.² Inom denna sektor bokförs förändringar i de naturliga kollagren skog, mark och träprodukter. För att undvika dubbelräkning bokförs inte koldioxidutsläpp från exempelvis förbränning av träbränslen i den sektor förbränningen sker utan som minskat nettoupptag av koldioxid där uttaget av biomassan skett. LULUCF-sektorn har dock tidigare varit svagt reglerad, vilket har inneburit att utsläpp från förändrad markanvändning och förbränning av biobränslen i stort sett inte räknats in i medlemsländernas klimatåtaganden. Det nya förslaget innebär en åtstramning som kommer att medföra en ökad kostnad för att frigöra den koldioxid som är bunden i skog och mark.

Sveriges klimatpolitiska förutsättningar påverkas i hög grad av de beslut som tas på EU-nivå. Den svenska klimatpolitiken, som i dag till stor del bygger på att öka användningen

¹ Riksdagen har flera gånger uttalat att klimatpolitiska åtgärder ska vara effektiva. Miljö- och jordbruksutskottet framhåller i sitt betänkande om budgetpropositionen för 2012 att "för att uppnå en god ekonomi och för att hushålla med de gemensamma resurserna bör den kombination av åtgärder genomföras som långsiktigt uppnår det önskade målet till lägsta möjliga kostnad, dvs. den mest kostnadseffektiva åtgärds kombinationen." (Prop. 2011/12:1, bet. 2011/12: MJU1, s. 63). I samband med riksdagens beslut om det klimatpolitiska ramverket för Sverige tillkännagav riksdagen för regeringen att klimatpolitiken ska vara långsiktigt effektiv. (Prop. 2016/17:146, bet. 2016/17: MJU24).

² LULUCF står för Land Use, Land-Use Change and Forestry.

av biobränslen för att minska utsläppen av fossil koldioxid, kommer bli allt svårare att för-ena med den utveckling som sker inom EU. På unionsnivå föreslås att LULUCF-sektorns nettoupptag år 2030 ska uppgå till 310 miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO₂e), varav Sveriges föreslagna beting uppgår till drygt 47 miljoner ton. Om förslaget går igenom innebär detta en betydande åtstramning för Sveriges markanvändningssektor och att Sverige kommer att behöva vidta åtgärder för att uppfylla detta åtagande gentemot EU.

Behåller Sverige en styrning som ger ekonomiska incitament att förbränna biomassa, men inte kolinlagring, kan den svenska LULUCF-sektorn komma att generera ett betydande underskott i inlagring av kol. Ett sådant underskott kan antingen täckas genom att köpa outnyttjat utsläppsutrymme från andra länder eller genom att överprestera inom den svenska ESR-sektorn³. En alternativ strategi är att Sverige ökar upptaget inom LULUCF-sektorn. Detta kräver styrmedel som stimulerar inlagringen av kol i skog, mark och långlivade träprodukter framför användning av biomassa till energi och kortlivade produkter.

Skogen är dock en källa till andra nyttor än som kolförråd, inte minst inom skogsindustrin där avverkningens ekonomiska värde uppgick till drygt 30 miljarder kronor 2019.⁴ Detta samtidigt som samhällsekonomiska värden av nyttigheter som biologisk mångfald och rekreation inte reflekteras fullt ut i marknadsvärden. I flera fall kan målkonflikter uppstå mellan skogens många olika användningsområden och det är därför viktigt att komma ihåg att den politik som bedrivs för att nå ökade klimatambitioner kan påverka förutsättningarna att nå andra viktiga samhälleliga mål.

1.2 Syfte, avgränsningar och disposition

Syftet med rapporten är att diskutera hur skogen kan bidra med kostnadseffektiva anpassningar i klimatpolitiken. Fokus är primärt på den svenska skogen och klimatpolitiken även om rapportens tidiga kapitel (2–4), som beskriver skogens roll för klimatet och behovet av politisk styrning, till stor del antar ett mer generellt perspektiv. Rapportens analys utgår från ett nationellt perspektiv och från att Sveriges uppställda klimatmål och klimatpolitiska åtaganden gentemot EU ska nås till lägsta samhälleliga kostnad. I fokus står den svenska skogens inverkan på utsläppen av växthusgaser medan andra miljönyttor enbart behandlas i begränsad utsträckning.

Rapporten är indelad i sju kapitel. I nästa ges en naturvetenskaplig beskrivning av hur skogen påverkar klimatet. I kapitel 3 beskrivs, ur miljöekonomisk synvinkel, skogens nyttigheter och varför politisk styrning behövs. Kapitel 4 diskuterar olika strategier för hur skogen kan minska utsläppen av koldioxid till atmosfären samt potentiella konsekvenser för skogens andra värden. Kapitel 5 beskriver EU:s och Sveriges befintliga klimatpolitik samt de klimatpolitiska förändringar som pågår inom EU. Kapitel 6 innehåller en analys av den svenska klimatpolitiken utifrån den utveckling som sker inom EU. Avslutningsvis, i kapitel 7 sammanfattas rapportens centrala slutsatser.

³ ESR står för Effort Sharing Regulation.

⁴ Avser bruttovärde i fasta priser (2020 års prisnivå). Se Skogsstyrelsens statistikdatabas.

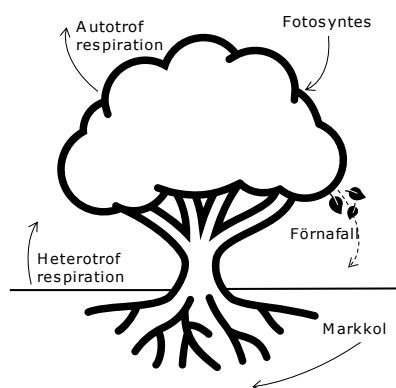
2 Skogen och klimatet

Att förstå hur skogen och klimatet samspelar är centralt för utformningen av en klimatpolitik som inkluderar skogen. I detta kapitel ges en översiktlig naturvetenskaplig beskrivning av hur skogen påverkar klimatet. Detta innefattar en redogörelse för hur skogens biogeokemiska och biofysiska mekanismer påverkar klimatet, samt en kortfattad beskrivning av hur skogen kan påverkas av ett varmare klimat och förändringar i atmosfärens kemiska sammansättning.

2.1 Skogens roll i kolcykeln

Grundämnet kol finns i allt levande på jorden men också i många icke-levande ting, samt i luften i form av koldioxid.⁵ Cirkulation av kol mellan biosfären och atmosfären är en del av jordens naturliga kolcykel. Växande skog absorberar via fotosyntesen koldioxid från atmosfären och lagrar kol i sin biomassa (lövverk, grenar, stammar och rötter). En del av detta kol avger de växande träden via respiration. När biomassan ökar är kolbindningen större än respirationen och skogens kolförråd växer. När träden dör upphör fotosyntesen men kolet frigörs inte förrän träden bryts ner eller bränns. Kolet i den döda biomassa som fallit naturligt i skogen, eller lämnats efter avverkning, frigörs som koldioxid då mikroorganismer och svampar bryter ner biomassan. Blad, barr och finrötter bryts ner relativt snabbt medan död ved och stubbar lagrar kolet betydligt längre. Ofullständigt nedbrutet organiskt material gör att en del av kolet lagras i marken. Figur 1 illustrerar skogsekosystemets kolflöden.

Figur 1 Principskiss över kolflöden i skogsekosystemet



Anm. Träd tar upp koldioxid genom fotosyntesen och tillför marken kol via döda växtdelar (förna). Trädet frigör kol genom autotrof respiration (andning från levande biomassa). Marken frigör kol genom heterotrof respiration (nedbrytning av mikroorganismer i marken). Fotosyntesen: $6 \text{ H}_2\text{O}$ (vatten) + 6 CO_2 (koldioxid) + ljusenergi $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (druvsocker) + 6 O_2 (syre).

Marken utgör ett stort kolförråd. Sverige har främst boreala skogar (se faktaruta 1) vilka i jämförelse med tropiska skogar har ett större kolförråd i marken eftersom låga

⁵ När en kolatom förenas med två syreatomer bildas koldioxid. Tillsatsen av syre gör därmed att koldioxid är tyngre än kol. 1 ton kol (C) motsvarar ungefär 3,67 ton koldioxid (CO_2).

temperaturer gör att nedbrytningen är relativt långsam och kolförrådet därmed byggs upp över tid. Speciellt stora är kolförråden i skogar med våt torvmark eftersom den syrefattiga miljön gör att nedbrytningen av organiskt material blir mycket långsam.⁶ Samtidigt innebär mycket vatten en syrefri nedbrytning av organiskt material, vilket i stället bildar metan.⁷ Syrebrist innebär också att trädens tillväxt blir långsammare, vilket minskar inlagringstakten av kol i växtligheten.

Kolets lagringstid i den träråvara som förts från skogen varierar beroende på typ av slutprodukt som produceras. Allt från biobränsle som direkt vid förbränning avger koldioxid, till långlivade träprodukter (exempelvis byggnader) som lagrar kolet tills produkten ruttnar eller bränns. Det finns alltså kolförråd i de svenska skogarna i form av levande biomassa, död ved och mark, men även utanför skogen i långlivade träprodukter. Så länge kolet är bundet i ett förråd bidrar det inte till ökad koldioxidkoncentration i atmosfären.

Ur ett klimatperspektiv är skogens påverkan på flödet av koldioxid mellan ekosystemet och atmosfären mest betydande. Dock påverkar skogens ekosystem även flödet av växthusgaserna metan och dikväveoxid (lustgas).⁸ Växthusgaserna koldioxid och metan ingår i kolets kretslopp medan dikväveoxid ingår i kvävet. Utsläpp av dikväveoxid från skogsmarker ökar framför allt av en hög kvävetillgång från skogsgödsling eller av en hög och varierande grundvattennivå (Bergkvist och Olsson 2008).

Faktaruta 1: kort om svensk skog

- Av Sveriges landareal klassas 69 procent (27,9 miljoner hektar) som skogsmark varav 58 procent (23,5 miljoner hektar) som produktiv skogsmark (mark med genomsnittlig skogsproduktion om minst en kubikmeter virke per hektar och år).
- Huvuddelen av den svenska skogen är belägen i den boreala zonen, den nordligaste skogszonen. I norr gränsar den boreala skogen mot tundra och i söder övergår den i tempererad skog. Barrträd är dominerande i de boreala skogarna, med inslag av lövträd.
- I Sverige dominerar trädslagen gran och tall (ca 40 procent vardera). Det vanligaste lövträdet är björk (13 procent).

Källor: SLU (2021) och SCB.

⁶ Torv har därmed ett betydligt högre kolinnehåll än andra humusformer där god tillgång på syre i högre grad har brutit ner växtdelar och frigjort koldioxid.

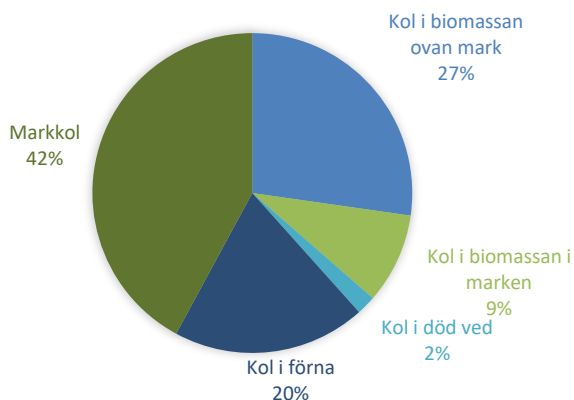
⁷ Metan (CH₄) har en kraftigare växthuspåverkan än koldioxid men stannar en kortare tid i atmosfären. I ett hundraårsperspektiv är metanets klimatpåverkan per utsläppt ton 25 gånger större än den för koldioxid (IPCC 2007).

⁸ Dikväveoxid (N₂O) har en kraftigare växthuspåverkan än koldioxid och stannar också en lång tid i atmosfären. I ett hundraårsperspektiv är dikväveoxidens klimatpåverkan per utsläppt ton 298 gånger större än den för koldioxid (IPCC 2007).

2.2 Skogens kolförråd och kolflöden

Den svenska skogens kollager uppgår till omkring 133 ton kol per hektar (FAO 2020). Figur 2 visar den svenska skogens kolförråd (kollager)⁹ fördelat på olika kolpooler^{10,11}

Figur 2 Fördelning av kollager i svensk skog, 2020



Källa: FAO (2020).

Den svenska skogen utgör en kolsänka där ökningen i kolförrådet uppskattas till omkring 38 miljoner ton CO₂e per år.¹² Dock råder det osäkerheter i uppskattningen av den årliga förändringen i kolförrådet i respektive kolpool. Störst osäkerhet ligger i uppskattningen av förrådsförändringen i markkolet då det är en mycket liten årlig förändring i en väldigt stor kolpool. Figur 3 visar kolförrådsförändringarna i skogsmark och avverkade träprodukter.¹³

Störst nettoupptag sker i den levande biomassan där tillväxten varit större än avverkning och naturlig nedbrytning. Kolet i den avverkade biomassan som används till träprodukter lagras i dessa. På så sätt senareläggs utsläpp från träprodukter. Utsläpp från biomassa som går till energiproduktion räknas som direkta utsläpp och redovisas som en minskning i skogens kolförråd. Ett nettoupptag sker också av kol i mineraljorden. Nettoutsläpp kommer främst från dikade torvmarker i form av koldioxid, metan och dikväveoxid (Naturvårdsverket 2021).

⁹ Kolförråd/kollager är den mängd kol som lagras i en viss kolpool (se ordlista).

¹⁰ Kolpool är ett system som lagrar kol, exempelvis den växande träbiomassan eller träprodukter (se ordlista).

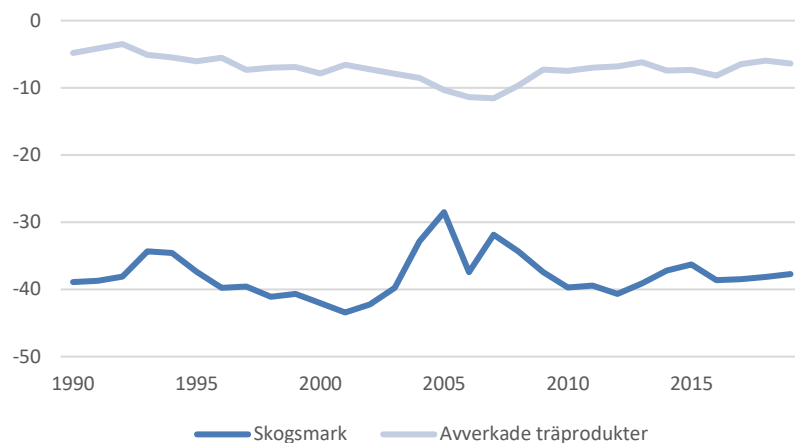
¹¹ Skogens kolförråd och kolflöden redogörs för ur ett globalt perspektiv i faktaruta 2.

¹² Genomsnitt för perioden 1990 till 2019.

¹³ Figur 18 i appendix A visar skogsmarkens kolförrådsförändring fördelat på skogens olika kolpooler.

Figur 3 Nettoutsläpp av växthusgaser från skogsbruk i Sverige, 1990–2019

Miljoner ton CO₂e



Anm. Negativa värden innebär nettoupptag.

Källa: Naturvårdsverket.¹⁴

UTSLÄPP FRÅN ÖVRIG MARKANVÄNDNING

Nettoupptaget av växthusgaser inom den svenska markanvändningssektorn (LULUCF) beräknas uppgå till 35,5 miljoner ton CO₂e 2019, vilket ungefär motsvarar 70 procent av Sveriges totala utsläpp från övriga sektorer (ESR och ETS¹⁵).¹⁶ Skogsmark står för det största nettoupptaget medan nettoutsläpp sker från åker-, betes-, våt- samt bebyggd mark (Naturvårdsverket 2021).¹⁷ Utsläppen från dessa marktyper är relativt små i jämförelse med skogens nettoupptag. Den nationella växthusgasrapporteringen som Naturvårdsverket ansvarar för följer FN:s och IPCC:s riktlinjer. Enligt dessa rapporteras endast utsläpp och upptag från marktyper som anses vara av människan påverkade. Den svenska markanvändningssektorns nettoupptag uppskattas vara betydligt lägre om utsläpp från obrukade marktyper som naturliga våtmarker skulle inkluderas (Lindroth och Tranvik 2021).

¹⁴ www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-och-upptag-fran-markanvandning/.

¹⁵ ETS står för Emissions Trading System.

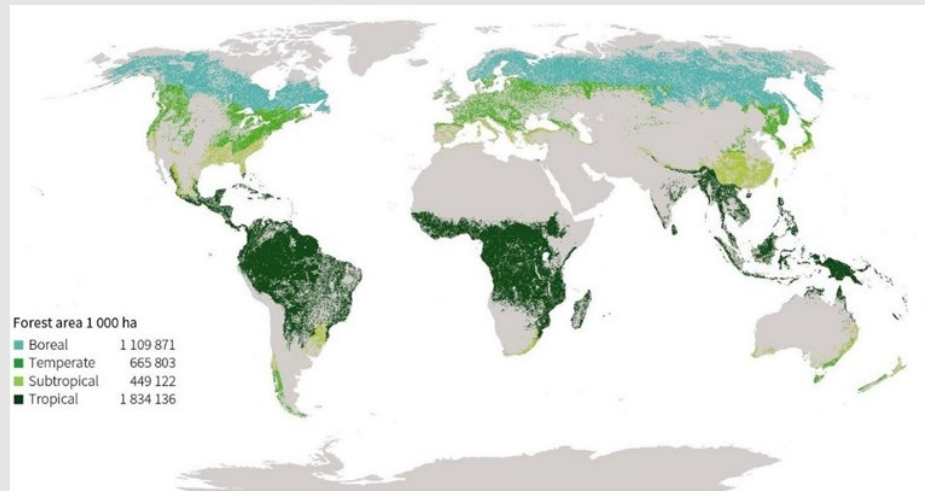
¹⁶ Sveriges territoriella utsläpp exklusive marksektorn uppgick till 50,9 miljoner ton CO₂e 2019 (Naturvårdsverket 2021).

¹⁷ Figur 19 i appendix A visar kolförändringarna för dessa olika marktyper.

Faktaruta 2: skogens kolförråd och kolflöden – det globala perspektivet

Skog utgör nästan en tredjedel av jordens totala landyta, varav 45 procent är tropisk, 27 boreal, 16 tempererad och 11 subtropisk.

Figur Geografisk fördelning av skog efter klimatzon



Anm. Fördelning av skog, 1000 hektar.

Källa: FAO (2020).

Det totala globala kolförrådet i skogen uppskattas till 662 miljarder ton kol (FAO 2020). Fördelningen mellan hur mycket kol som upplagrats i vegetation och mark varierar mycket mellan klimatområden. Generellt återfinns en större del av skogens totala kolförråd i boreala skogar i marken, medan tropiska skogars kolförråd främst finns i växtligheten (Pan m.fl. 2011).

Globalt utgör skogen en kolsänka med ett nettoupptag som ungefär motsvarar 20 procent av de fossila koldioxidutsläppen. Skogens utsläpp av växthusgaser från avskogning, skogsbruk och bränder uppgick globalt i genomsnitt till 8,1 miljarder ton CO₂e per år mellan 2001 och 2019. Koldioxid var den dominerande växthusgasen, medan metan och dikväveoxid svarade för omkring 1,1 procent av dessa utsläpp (främst från bränder och dränering). Under samma period stod världens skogar för ett genomsnittligt bruttoupptag på 15,6 miljarder ton CO₂e per år. Den tropiska och subtropiska skogen tar upp mest koldioxid, men står också för de största utsläppen på grund av avskogning och bidrar därför till mindre än en tredjedel av det globala nettoupptaget. Störst nettoupptag sker i den tempererade skogen som står för nästan hälften av den globala kolsänkan (Harris m.fl. 2021).

2.3 Skogens biofysiska klimatpåverkan

Förutom den biogeokemiska effekt skogen har på klimatet via koldioxid påverkas också klimatet av skogen via biofysiska effekter. Dessa effekter är mer komplicerade och kan, på grund av stor geografisk variation, antingen förstärka eller motverka skogens klimatnytta

som kolsänka (Li m.fl. 2015). De viktigaste biofysiska mekanismerna är albedo och evapotranspiration. Dessa beskrivs kortfattat i faktaruta 3.

Faktaruta 3: albedo och evapotranspiration

Albedo är ett mått på den mängd solstrålning som reflekteras tillbaka från en yta och har stor inverkan på jordens uppvärmning. Skog har ett lågt albedo på grund av sin mörka yta, vilket gör att en stor del av den inkommande energirika solstrålningen absorberas och omvandlas till värmestrålning. Eftersom skog har betydligt lägre albedo än exempelvis åkermark kan plantering av skog därmed leda till en lokal uppvärmning av marknära luftskikt. Denna effekt är särskilt stark i boreala områden vintertid där mörk barrskog har ett betydligt lägre albedo än snötäckt åkermark (Betts 2000; Bonan 2008).

Skogens påverkan på evapotranspirationen (vattenavgången från mark och vegetation)¹⁸ är också viktigt för det lokala, regionala och globala klimatet. Skogslandskap har en större evapotranspiration än andra marktyper. Generellt innebär en större evapotranspiration å ena sidan en ökad mängd vattenånga i atmosfären och därför en möjlig uppvärmande effekt som följd (eftersom vattenånga är en växthusgas), men å andra sidan en ökad molnbildning med en kylande effekt som följd (eftersom moln hindrar solens strålar att värma marken). Särskilt stor är effekten på evapotranspirationen från förändring i tropisk skog, där också nettoeffekten av mer skog verkar kylande (Bala m.fl. 2007).

Klimatmässigt leder mer skog till två biofysiska effekter: lägre albedo och ökad evapotranspiration. Beroende på vilken av dessa som dominerar fungerar den biofysiska effekten från förändring av skog antingen uppvärmande eller kylande (Li m.fl. 2015; Alkama och Cescatti 2016).

Eftersom de biofysiska effekterna varierar geografiskt påverkas en potentiell klimatnytta från ökad kolinlagring inte bara av mängden kol som lagras, men också av var skogen står. Generellt har plantering av tropisk skog en tydlig kylande effekt, tempererad skog en något kylande effekt, medan boreal skog har en uppvärmande effekt (Bala m.fl. 2007). I tropiska skogar är en kylande effekt av evapotranspirationen särskilt stor, vilket förstärker den kylande effekten av mer skog som kommer av en ökad kolinlagring. Vid högre breddgrader dominerar i stället albedoeffekten, vilket motverkar klimatnyttan av mer skog. Nettoeffekten på klimatet av mer tempererad skog är mest osäker (Bonan 2008). Skogsbruksmetoder kan också påverka klimateffekten. Lövskog har generellt högre albedo och evapotranspiration än barrskog vilket kan leda till att plantering av lövskog ger en större klimatnytta, trots att barrskog ofta har något högre kolupptag (Naudts m.fl. 2016).

¹⁸ Evapotranspiration består både av vattenavgång till luften från evaporation (direkt avdunstning från mark och växlighet) och transpiration (vattenånga från växligheten).

RAPPORTENS AVGRÄNSNINGAR GÄLLANDE SKOGENS INVERKAN PÅ KLIMATET

Denna rapport fokuserar på skogens funktion som kolförråd. Det vill säga skogens förmåga att ta upp och lagra koldioxid, vilket är den växthusgas som bidrar mest till klimatförändringen. För en effektiv värdering av skogens klimatnytta bör dock koldioxidflöden justeras för albedo, vilket är den biofysiska effekt som är speciellt stor i boreal skog. Därmed kan en avvägning göras mellan kylningseffekten av ökad kollagring och uppvärmningen av lägre albedo. Att ignorera uppvärmningseffekten från lägre albedo kan leda till en ineffektiv klimatpolitik som överskattar klimatnyttan av mer skog (Sjølie m.fl. 2013; Rautiainen m.fl. 2018; Lintunen m.fl. 2021). Exempelvis kan en prissättning av koldioxid kompletteras med en för albedo (Rautiainen m.fl. 2018) eller priset på koldioxid justeras för albedoeffekter (Favero m.fl. 2018).

2.4 Klimateffekter på skogen

Klimatet påverkar skogens förutsättningar. Klimatbetingade förändringar av skogens tillväxttakt samt förekomsten av naturliga störningar kan antingen förstärka eller dämpa skogens klimatnytta. Det råder dock stor osäkerhet kring omfattningen av och interaktionen mellan olika klimatbetingade effekter. Vissa positiva effekter som längre växtsäsong kan till exempel motverkas av andra negativa effekter såsom torka.

Naturliga störningar från biotiska faktorer (skadeinsekter och svampar) respektive abiotiska (bränder, torka, vind, snö och is) spelar en väsentlig roll i skogens ekosystem (Seidl m.fl. 2017). Alla störningar uppstår antingen direkt eller indirekt av förändrad temperatur och nederbörd, vilket skapar stor osäkerhet avseende beständigheten i skogens kolförråd (Anderegg m.fl. 2020). Redan idag beräknas förekomsten av och intensiteten i olika typer av störningar ha ökat i skogens ekosystem i stora delar av världen. Klimatdrivna störningar kan leda till bestående förändringar i ekosystem, som i extrema fall kan resultera i att skogar försvinner (Seidl m.fl. 2017).

Ett varmare klimat och förändrade nederbördsmonster kommer att påverka förekomsten av olika trädslag och var skog växer. Boreal skog förväntas expandera på tundra i norr och få en förändrad sammansättning med mer tempererade trädslag (IPCC 2019a). Eftersom trädens tillväxt i den boreala zonen ofta är begränsad av låga temperaturer förväntas en temperaturökning leda till högre tillväxt och längre växtsäsong. Det är dock troligt att boreal skog påverkas negativt av högre temperaturer eftersom det leder till ökad förekomst av störningar (Scholze m.fl. 2006), såsom bränder, torka och insektsutbrott (IPCC 2019a).

Ökad koncentration av koldioxid i atmosfären kan, förutom att påverka temperatur och nederbördsmonster, också leda till ökad tillväxt i skogen genom en ”kolgödseffekt”. Högre koldioxidkoncentrationer driver på fotosyntesen, vilket gör att trädens biomassa växer snabbare och därmed tar upp mer koldioxid. Dock är storleken på effekten av denna koldioxidgödning på skogens kolbalans inte självklar eftersom den extra tillväxten också leder till högre nedbrytning i marken, vilket frigör markens kol (Terrer m.fl. 2021).

Avsnittet i korthet

- Skogens ekosystem spelar en viktig roll i kolets kretslopp och i att reglera klimatet.
- Skog som växer tar upp koldioxid genom fotosyntesen och binder kolet i sin biomassa. Kolet lagras i biomassan tills det bryts ner eller förbränns, då det återgår till atmosfären i form av koldioxid. Så länge tillväxten är större än avverkning och naturlig nedbrytning ökar skogens kolförråd.
- En del av trädens kol går ner i skogens mark, vilket utgör ett stort kolförråd som byggts upp under lång tid.
- Avverkad trädbiomassa som går till långlivade träprodukter utgör också ett kolförråd.
- Ökad inlagring i kolförråden innebär en mindre koncentration av koldioxid i atmosfären, och därmed minskad global uppvärmning.
- Samtidigt påverkas också skogen av klimatdrivna förändringar, vilket ökar osäkerheten kring skogens framtida tillväxt och varaktigheten i skogens kolförråd.
- Skogen påverkar också klimatet genom andra mekanismer än koldioxid, vilka antingen kan förstärka eller motverka temperatureffekten av skogen som kolsänka. Speciellt i den boreala zonen motverkas klimatnyttan av mer skog av att jordytan blir mörkare och därmed absorberar mer solenergi.

3 Ett miljöekonomiskt perspektiv

Skogen är en begränsad resurs vilket betyder att en prioritering av dess användning måste ske. För att användningen av den skogliga resursen ska ge högsta möjliga välfärd krävs det att alla skogens olika värden beaktas fullt ut. Eftersom skogen tillhandahåller en mängd nyttigheter som inte reflekteras i marknadspriserna kommer den oreglerade marknaden inte leda till att skogen automatiskt styrs mot den användning som ger störst samhällsnytta. Därför är det en viktig uppgift för miljöpolitiken att korrigera denna snedvridna konkurrens mellan renodlade marknadsvärden och icke-prissatta klimat- och miljövärden. Syftet med detta kapitel är att diskutera skogens nyttigheter ur ett miljöekonomiskt perspektiv samt när klimat- och miljöpolitisk styrning kan behövas och hur den kan utformas.

3.1 Samhällets resursfördelningsproblem

I en perfekt marknadsekonomi säkerställer prismekanismen att samhällets knappa resurser fördelas samhällsekonomiskt effektivt. I verkligheten är dock inte alla villkor för en perfekt marknadsekonomi alltid uppfyllda. När så är fallet garanterar inte marknadens prissignaler att de produktion- och konsumtionsval marknadsaktörerna gör är samhällsekonomiskt effektiva. När den oreglerade marknaden inte klarar att fördela samhällets resurser på ett effektivt sätt finns ett samhällsekonomiskt motiv för att politiskt ingripa och korrigera för det marknaden misslyckas med. Orsaker till dessa så kallade marknadsmisslyckanden är bland annat förekomsten av externa effekter och kollektiva nyttigheter.

ETT GLOBALT MARKNADSMISSLYCKANDE

En negativ extern effekt uppkommer exempelvis när en aktörs produktion eller konsumtion leder till utsläpp som påverkar en annan aktör negativt utan att det pris den första aktören möter inkluderar den kostnad det påför den andra aktören.¹⁹ När ett utsläpp inte är prissatt, eller har ett för lågt pris, leder aktörers produktions- och konsumtionsbeslut till en ineffektiv fördelning av samhällets resurser. Detta har lett till att utsläppen av växthusgaser till atmosfären har varit högre än vad som är globalt samhällsekonomiskt motiverat. I grunden uppstår problemet när resurser, här den kollektiva nyttigheten atmosfären, inte har väldefinierade äganderätter och det därför inte uppstår en global marknad där utsläpp av växthusgaser prissätts (Coase 1960).²⁰ Trots enighet om att den globala nyttan av att minska utsläppen överstiger kostnaden har enskilda länders incitament att åka snålskjuts

¹⁹ Externa effekter kan även vara positiva. Exempelvis kan en aktörs investering i teknikutveckling innebära att andra aktörer kan använda den nya kunskapen. Om aktören som bär kostnaden för teknikutvecklingen inte blir kompenserad för denna nytta av de andra aktörerna leder det till för få och/eller för små investeringar i teknikutveckling ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

²⁰ En kollektiv nytta karaktäriseras av icke-rivalitet (en individs konsumtion påverkar ingen annan individs konsumtionsmöjlighet av samma nytta) och icke-exkluderbarhet (ingen individ kan uteslutas från att konsumera nyttigheten). Den kollektiva nyttans totala samhällsvärde utgörs av alla individers sammanlagda betalningsvilja.

på andra länders utsläppsminskningar lett till för låga ambitioner i det internationella klimatsamarbetet.²¹

3.2 Skogens många nyttigheter

Skogens virkesproduktion har varit av stor betydelse för den ekonomiska utvecklingen i många länder. Över tid har dock samhällets värdering av skogens natur-, klimat- och miljönyttor ökat i betydelse, vilket har bidragit till att intressekonflikterna kring skogens användningsområden också ökat. Konkurrens om skogens nyttigheter är i sig inget problem, men när marknadsmisslyckanden som beskrivits ovan förekommer, fördelar inte marknadens mekanismer skogens nyttigheter på bästa sätt.²²

Skogens ekosystem tillhandahåller många olika nyttigheter som är av stor betydelse för människans välbefinnande. Ett samlande begrepp för olika prissatta och icke-prissatta nyttor som ett ekosystem tillhandahåller är ekosystemtjänster, se faktaruta 4 nedan.

Faktaruta 4: skogens ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster klassificeras enligt CICES²³ in i tre kategorier baserat på deras funktioner:

- *Försörjande tjänster* är varor som ett ekosystem tillhandahåller och inkluderar exempelvis timmer, massaved, biobränsle, svamp, bär, dricksvatten, viltkött och bete.
- *Reglerande och stödjande tjänster* upprätthåller ekosystemets processer och funktioner nödvändiga för att ekosystemet ska kunna tillhandahålla andra tjänster, och omfattar biologisk mångfald, fotosyntes, luftrening, markbördighet, pollinering, habitat och livsmiljöer, klimatreglering, kolsänka, vattenreglering, förebyggande av stormskador, erosion och jordras.
- *Kulturella tjänster* är icke-materiella nyttigheter från ekosystem som påverkar människors mentala och fysiska välmående, och inkluderar upplevelsevärden som rekreation, motion, estetik, turism, kunskap, samt natur- och kulturarv.

Det finns inte alltid skarpa gränser mellan olika ekosystemtjänster och vissa kan ingå i flera olika kategorier beroende på vilket perspektiv som tillämpas. Flera av skogens ekosystemtjänster är starkt beroende av varandra och utgör i vissa fall olika delar i samma biologiska process. Exempelvis är fotosyntesen och de biokemiska kretsloppen sammankopplade och utgör en förutsättning för att skogen ska bilda biomassa och tillhandahålla försörjande tjänster som timmer och massaved. Till skillnad från försörjande och kulturella tjänster är

²¹ I Konjunkturinstitutet (2015a) diskuteras litteraturen kring internationella miljööverenskommelser som teoretiskt visar problemet med att försöka få till effektiva frivilliga internationella klimatavtal. Klimatklubbar diskuteras i Konjunkturinstitutet (2017).

²² Samtidigt kan en ineffektiv resursanvändning av skogen också uppstå på grund av ineffektiva politiska åtgärder (så kallade politikmisslyckanden). Ett exempel på detta är den numera avskaffade träfiberlagen (1987–1993) där staten direkt reglerade användningen av skogsråvaran. Se Brännlund m.fl. (2010).

²³ Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Provisioning services, Cultural services, Regulating and maintenance service (Haines-Young och Potschin 2018).

de reglerande och stödjande tjänsterna till stor del inte observerbara och uppfattas bara indirekt eller på lång sikt. De är därför både svåra att kvantifiera och värdera. Ekosystemets reglerande eller stödjande tjänster blir i vissa fall inte påtagliga förrän de är borta (Dasgupta 2021). Ett sådant exempel är när uttag av skog leder till att skogens mekaniska skydd mot erosion och jordras också avlägsnas.

VÄRDET AV SKOGENS ICKE-PRISSATTA NYTTIGHETER

Många av skogens ekosystemtjänster är kollektiva nyttigheter vars värde för människors välbefinnande inte reflekteras i rådande marknadspriser. Centralt är därför att identifiera och uppskatta sådana samhällliga värden. Att synliggöra hur ekosystemtjänster bidrar till människors välfärd direkt (exempelvis rekreation) och indirekt (exempelvis pollinering) är nödvändigt för att samhället ska kunna fatta effektiva resursfördelningsbeslut.

Skogen som kolsänka utgör en kollektiv nyttinghet. När skog växer och tar upp koldioxid minskar koncentrationen av koldioxid i atmosfären. Om inte skogsägaren får ersättning för detta upptag utgör det en positiv extern effekt. Värdet av att undvika att släppa ut ytterligare koldioxid till atmosfären motsvarar nuvärdet av den framtida globala skada som undviks av den lägre koldioxidkoncentrationen.

Rekreation är en annan kollektiv nyttinghet som är av betydande storlek, men är av mer lokal karaktär. Rekreativvärde påverkas till hög grad av skogens skötsel och sammansättning av olika trädslag (Gundersen och Frivold 2008). Mattsson och Li (1994) visade att svenska skogars rekreativvärde ökar betydligt av minskad kalhuggning och ökade inslag av lövträd. Vidare visade Felton m.fl. (2016) att svenska blandskogar med björk och gran eller tall och gran erbjuder högre rekreativvärden jämfört med granmonokulturer, samtidigt som även andra ekosystemtjänster som biologisk mångfald, vattenkvalitet samt skogens motståndskraft gynnas. Förutom skogens tillstånd har befolkningstäthet en stor inverkan på skogens rekreativvärde, som utgörs av summan av värdet av alla besök av rekreativkaraktär. Medan en stor del av rekreativvärdena inte direkt baseras på någon kommersiell grund, spelar en mer organiserad skogsturism en viktig roll för turistnäringen.

Skogen ger också värden i form av existensvärden. Exempel på detta är att människor värderar bevarandet av hotade växt- och djurarter trots att de inte personligen direkt nyttjar dem, såsom vargar i den boreala skogen eller jaguarer i regnskogen. Eftersom individer värdesätter själva vetskapen av att en art bevaras finns det ingen naturlig geografisk avgränsning för denna värdering.²⁴

3.3 Klimat- och miljöpolitikens syfte och verktygslåda

Ett centralt samhällsekonomiskt motiv till klimat- och miljörelaterad styrning är att främja effektivitet, det vill säga korrigera för marknadsmisslyckanden.

²⁴ Det finns olika värderingsmetoder för att uppskatta skogens sociala värden. De delas vanligtvis in i två huvudgrupper: metoder som härleder värden från verkliga observationer på marknaden (*revealed preference methods*) och scenariovärderingsmetoder (*stated preference methods*).

SAMHÄLLSEKONOMISK EFFEKTIVITET OCH KOSTNADSEFFEKTIVITET

En grundläggande utmaning för klimatpolitiken är att väga kostnaderna för att minska utsläppen idag mot den framtida nytta som kommer av en minskad koldioxidkoncentration i atmosfären. Utsläppen bör minska till den nivå där nyttan av en marginell utsläppsminskning motsvarar kostnaden för att åstadkomma denna minskning.

För en samhällsekonomiskt effektiv klimatpolitik krävs även att denna utsläppsminskning åstadkoms till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnad, det vill säga kostnadseffektivt. Ett tillräckligt villkor för kostnadseffektivitet är att kostnaden för den sist minskade utsläppsenheten är lika för alla aktörer.

När koldioxidutsläpp inte är prissatta är incitamentsbaserade styrmedel som en koldioxidskatt eller handel med utsläppsrätter lämpliga att införa för att på så sätt korrigera för detta. När utsläpp beläggs med en skattesats som motsvarar samhällets marginalkostnad för ytterligare utsläpp kommer den externa effekten att internaliseras. Det vill säga, marknadens aktörer kommer att anpassa konsumtions- och produktionsvalen till skattesatsen så att det privatekonomiska utfallet sammanfaller med det samhällsoptimala. Detta innebär att utsläppsminskningarna fördelas mellan aktörerna så att kostnaden för att minska utsläppen på marginalen blir lika för alla aktörer, det vill säga att kostnadseffektivitetsvillkoret är uppfyllt.²⁵

I praktiken är det dock svårt att veta vad den samhällsekonomiskt optimala utsläppsnivån är, och det är därför svårt att sätta en skattesats som leder till en utsläppsminskning som motsvarar denna nivå. Men, även om en skatt inte leder till en samhällsekonomiskt effektiv utsläppsnivå så leder den till att minskningen sker kostnadseffektivt (Baumol och Oates 1971). Detta kommer av att alla aktörer möter samma pris på utsläpp och att utsläppsminskande åtgärder därför styrs till de utsläppskällor där kostnaderna för att minska utsläppen är lägst. Kostnadseffektivitet uppstår på samma sätt för handel med utsläppsrätter. Skillnaden mot skatter är att ett handelssystem först bestämmer mängden utsläppsrätter (utsläppstak) och att marknaden sedan via efterfrågan på utsläppsrätter bestämmer priset på utsläpp. På så sätt säkerställer ett system för handel med utsläppsrätter att en given utsläppsnivå nås.²⁶

Utifrån devisen att en symmetrisk prissättning av koldioxidutsläpp leder till en kostnadseffektiv klimatpolitik bör även skogen ingå. För en heltäckande och enhetlig koldioxidbeskattning skulle detta innebära att alla utsläpp av fossil och biogen koldioxid beskattas lika. Analogt innebär en symmetrisk prissättning även att skogens upptag av koldioxid åläggs motsvarande pris i form av en subvention.

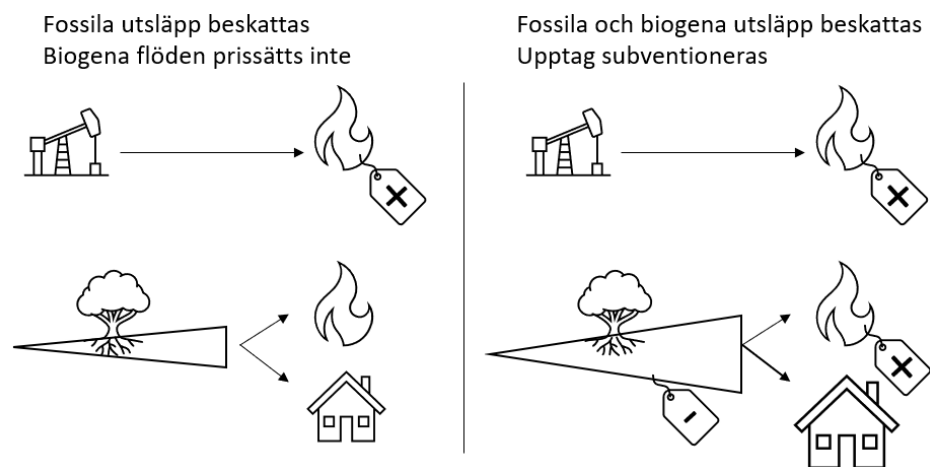
Figur 4 utgör en förenklad illustration. Till vänster illustreras grovt dagens situation där fossila utsläpp beskattas (eller prissätts genom handel med utsläppsrätter) samtidigt som

²⁵ Detta förutsätter att andra styrmedel fullt ut beaktar (internaliserar) andra eventuella externaliteter som varierar mellan olika utsläppskällor.

²⁶ En kvantitativ reglering av utsläppen kan vara att föredra framför skatter när det råder stor osäkerhet om utsläppsreduktionskostnaderna. Detta inte minst för att det minimerar allokering förlusten om skadepåkostnaderna ökar relativt snabbt i förhållande till den marginella utsläppsreduktionskostnaden (Weitzman 1974).

biogena flöden inte prissätts. Till höger illustreras det symmetriska alternativet där upptag subventioneras samtidigt som både fossila och biogena utsläpp beskattas. Subventionen ger skogsägaren intäkter som kan fonderas. Ju längre kolet är bundet i skogen desto högre blir de kapitaliserade subventionerna. Därmed skapas incitament till större inlagring och längre rotationstid. Beskattningen av biogena utsläpp skapar incitament till fortsatt lagring i långlivade produkter och att biodrivmedel, allt annat lika, blir mer kostsamt. Eftersom upptaget subventioneras har dock biobränslen fortsatt en konkurrensfördel över fossila bränslen även då de beskattas lika. Ett alternativ där upptaget subventioneras, men utan att biogena utsläpp beskattas, skulle resultera i ineffektivt stora biogena utsläpp. Ett alternativ med beskattning av biogena utsläpp, men utan subvention av upptag, skulle å andra sidan leda till att upptagen blir ineffektivt små.²⁷

Figur 4 Illustration utan respektive med subvention + skatt



En symmetrisk hantering av upptag och utsläpp av koldioxid av både fossilt och biogent ursprung har således goda möjligheter att bidra till ett effektivt utfall. Det finns emellertid en serie utmaningar med att införa en sådan politik som vi återkommer till nedan. I verkligheten förekommer dessutom sällan enbart ett marknadsmisslyckande och för optimal klimat- och miljöpolitik behövs därför mer än ett styrmedel. På så sätt kan exempelvis andra icke-marknadsprissatta värden som skogens ekosystem tillhandahåller beaktas. Om detta inte görs uppstår en samhällsekonomiskt snedvriden konkurrens om skogens resurser. En utmaning är dock att en styrning som riktas mot ett klimat- eller miljörelaterat problem kan leda till att ett annat problem uppstår eller förvärras (men också förbättras).

Samhällets värdering av kollektiva nyttigheter, exempelvis rekreation och biologisk mångfald, måste därför uppskattas och lämplig styrning införas. Exempelvis har flera miljöfarliga ämnen och arter tröskelvärden som, om de över- respektive underskrids, leder till allvarliga konsekvenser. Om det finns en tydlig tröskeleffekt kan regleringar vara att föredra framför skatter eller avgifter (Dasgupta 1982). Exempel på detta kan vara om avsikten är att uppnå ett optimalt bestånd av en utrotningshotad art som säkerställer en populations

²⁷ För en djupare diskussion, se Lundgren m.fl. (2008) och Konjunkturinstitutet (2020).

fortlevnad. Det går inte att utesluta att det även för klimatsystemet finns risk för tröskleffekter där ökad koncentration av växthusgaser i atmosfären leder till att den globala uppvärmningen passerar en kritisk nivå där självförstärkande mekanismer uppstår och som innebär stora irreversibla förändringar. Dock råder stor osäkerhet om riskerna för att en sådan mekanism uppstår.

I princip ska den effektiva nivån på växthusgasutsläpp bestämmas genom en avvägning mellan de nyttor och kostnader som tillfaller den nuvarande och framtida befolkningen i världens alla länder. Då det inte är möjligt att fråga om, eller mäta, alla nutida och framtida befolkningars värderingar, får man tänka sig att dagens generation också får representera de framtida generationerna. Detta låter sig knappast göras på annat sätt än genom förhandlingar mellan och beslut av dagens regeringar. På detta sätt har flera internationella klimatavtal slutits – Klimatkonventionen (FN 1992), Kyotoprotokollet (FN 1997) och Parisavtalet (2015). Dessa avtal uttrycker globala ambitionsnivåer för klimatpolitiken. Problemet blir därefter att nå den angivna ambitionsnivån till lägst kostnad för världssamfundet. Kostnadseffektivitet är något som betonas av Klimatkonventionen. Som part till Parisavtalet har EU ställt upp ett kvantitativt mål för sina utsläpp och fördelat ut detta utrymme på medlemsländerna i form av överlåtbara utsläppskvoter och utsläppsrätter till energiintensiva företag. Sverige har härvidlag fått ett utsläppsutrymme.²⁸

TYPYR AV STYRMEDEL

Av ovanstående diskussion framgår att en kostnadseffektiv klimatpolitik primärt bör utgå från ekonomiska styrmedel, och enhetlig prissättning av utsläpp av växthusgaser. I praktiken kan dock förekomsten av andra marknadsmisslyckanden och olika faktorer som hindrar en effektiv klimatpolitisk implementering ge skäl för att använda kompletterande styrmedel (Benneer och Stavins 2007). Vanligtvis brukar styrmedel delas in i tre huvudkategorier; informationsbaserade, administrativa och ekonomiska.

Informationsbaserade styrmedel syftar till att genom informationsinsatser förändra aktörers attityder och beteenden. Den här typen av styrmedel hanterar informationsmisslyckanden och avser att förse aktörer med information för att kunna ta rationella beslut. Generellt är det svårt att värdera informationsbaserade styrmedels kostnadseffektivitet oberoende av andra styrmedel som har andra funktioner. Information och kommunikation utgör oftast ett komplement (inte ett substitut) till andra typer av styrmedel. Synergier mellan informationsinsatser och ekonomiska styrmedel innebär att kostnadseffektivitetsanalyser bör utvärdera styrmedlen tillsammans (Stern 1999). Exempel på informationsbaserade styrmedel är miljömärkningar som FSC-certifiering, informationskampanjer och den rådgivning Skogsstyrelsen ger i skogsvårdsfrågor.

Administrativa styrmedel innebär att privata aktörers aktiviteter styrs genom direkta regleringar och kontroll. Dessa kan vara kvantitativa eller tekniska. Generellt är det svårt att nå kostnadseffektivitet med administrativa styrmedel eftersom regleraren inte vet aktörers

²⁸ Som redogörs för i kapitel fem har Sverige anlagt egna mer ambitiösa nationella mål för de fossila utsläppen.

kostnader för att uppnå de specifika krav eller åtgärder som föreskrivs. Exempel på administrativa styrmedel är lägsta avverkningsålder och krav på återplantering efter avverkning.

Ekonomiska styrmedel påverkar aktörers beslut genom prissignaler och innefattar subventioner, överlåtbara utsläppsrätter och skatter. Som diskuterats tidigare har ekonomiska styrmedel goda förutsättningar att verka kostnadseffektivt om de kan utformas träffsäkert eftersom utsläppsåtgärder kan allokeras så att marginalkostnaden utjämnas mellan aktörer utan att staten behöver fullständig kännedom om alla enskilda aktörers kostnader. Ekonomiska styrmedel kan antingen baseras på resultat (stå i proportion till koldioxidflödet) eller baseras på praxis (efterlevnad av ett en viss typ av aktivitet).

Enligt den resultatbaserade styrmedelsutformningen kan markägaren ersättas per ton koldioxid ökat nettoupptag eller få en summa för att nå ett visst nettoupptag. Markägaren har på så sätt fullständig kontroll över val av metod för att öka nettoupptaget, vilket innebär flexibilitet och stimulerar utveckling av nya metoder. Resultatbaserade styrmedel är fördelaktiga om det råder informationsasymmetri mellan staten och markägaren gällande den förväntade klimateffekten av olika åtgärder. Dock bygger detta på att förändringar av kolförråden i skog och mark är observerbara.

Baseras styrmedlets utformning i stället på en specifik praxis betalar staten markägare för att implementera vissa åtgärder som ämnar att öka nettoupptaget. Det kan exempelvis handla om bidrag till att utföra viss skogsvårdspraxis eller att återväta dikad mark. Styrmedel som exempelvis riktas mot en specifik praxis innebär alltid en viss effektivitetsförlust om inte åtgärden står i exakt proportion till förändringen i koldioxidflödet. Dock kan de administrativa kostnaderna för ett resultatbaserat styrmedel i vissa fall vara så stora att det motiverar ett praxisbaserat styrmedel.

Överlåtbara utsläppsrätter och skatter baseras på att privata aktörer betalar kostnaden för metoder att minska nettoutsläpp. Exempelvis kan markägaren få skattelättnader om denne vidtar åtgärder som ökar nettoupptaget av koldioxid i skog och mark. Alternativt kan markägaren få koldioxidkrediter som kan säljas i ett handelssystem för utsläppsrätter eller att företag direkt investerar i skog och därmed kan räkna det ökade kolupptaget i sina åtaganden om utsläppsreduktioner.

KOLSÄNKOR I KLIMATPOLITIKEN OCH FAKTORER SOM PÅVERKAR STYRNINGENS EFFEKTIVITET

Att utforma en effektiv klimatpolitik som beaktar skogens roll som kolsänka är förknippat med ett flertal utmaningar. Nedan diskuteras några.

Koldioxidläckage

Om exempelvis EU sätter ett högt pris på koldioxidutsläpp kan det medföra att den relativa kostnaden att göra utsläpp i länder utanför EU sjunker. Det kan innebära att minskade utsläpp i EU leder till ökade utsläpp någon annanstans. EU:s klimatpolitik har då lett till ett internationellt koldioxidläckage.

På samma sätt kan koldioxidläckage uppstå inom ett land om inte styrmedel omfattar alla utsläpps- och upptagskällor. Om exempelvis skogsmark avsätts för ökad kolinlagring i en

region, samtidigt som efterfrågan på jordbruksmark och skogsprodukter är oförändrad, kan detta leda till ökad avskogning eller avverkning med minskad kolinlagring i en annan region. Således kan klimatnyttan av avsättningen helt eller delvis försvinna på grund av läckaget (Richards och Stokes 2004). Flera analyser visar att läckage är ett allvarligt problem för projekt som avser att stärka skogen som kolsänka (Murray m.fl. 2004; Gan och McCarl 2007; Sun och Sohngen 2009). En geografisk bredd i den klimatpolitiska styrningen är därför centralt.

Ett minskat utbud av skogsråvara kan emellertid innebära att priser pressas upp, vilket innebär ökade incitament att plantera mer skog och att öka tillväxten i skogen. Generellt blir läckaget större om efterfrågan på skogsprodukter är relativt oelastisk²⁹, om utsläppen per produktionsenhet är större i områden som inte omfattas av styrningen och om producenter som omfattas av styrningen utgör en liten del av världsmarknaden (Murray m.fl. 2009).

Additionalitet

Additionalitet handlar generellt om att klimat- och miljöpolitik ska generera effekter som utan politik inte skulle komma till stånd. Det innebär exempelvis att samhällets resurser inte ska användas för att subventionera åtgärder som marknadens aktörer utan subvention ändå skulle genomföra.

Subventioneras allt upptag av koldioxid i skogen, inte bara ytterligare upptag, (tillsammans med beskattning på alla utsläpp), eller att staten hyr alla kolförråd, är det inte nödvändigt att fastställa additionalitet. Juutinen m.fl. (2018) visar att krav på additionalitet inte påverkar den optimala skogsförvaltningen i någon större grad, men innebär en minskad lönsamhet för skogsägare i jämförelse med om hela upptaget subventioneras. Dock vill beslutfattare ofta begränsa de offentliga utgifterna genom att endast betala för ytterligare upptag.

Att betala för även icke-additionella utsläppsminskningar kan leda till omfattande offentliga utgifter och om de offentliga medlen baseras på snedvridande skatter minskar välfärdsvinsten av den förda politiken (Mason och Plantinga 2013). Bristen på additionalitet kan även innebära en samhällsekonomisk ineffektivitet genom att icke-additionella åtgärder tränger undan andra effektiva åtgärder eller att stora transaktionskostnader uppstår (Engel m.fl. 2008). Vidare kan icke-additionella utsläppsminskningar undergräva verkan av ett utsläppshandelssystem om företag kan använda krediter från kolsänkeåtgärder i stället för att minska egna utsläpp. Oförmågan att skilja additionella sänkor från icke additionella kan då innebära högre kostnader och högre utsläpp (Gren och Aklilu 2016).

Att bestämma ett referensscenario för hur skogen skulle ha utvecklats om inte styrmedlet implementerats (en så kallat baseline) är därför centralt när styrmedel som baseras på additionalitet ska utformas. Baseline påverkas av valda skogsbruksmetoder och framtida klimat och riskfaktorer som på förhand är svåra att fastställa. Ett stort problem med styrmedel som baseras på additionella kolsänkor är därför förekomsten av asymmetrisk information mellan staten och markägaren, där markägaren generellt har bättre information om baseline än staten. Om baseline därför missrapporteras riskerar staten att betala markägaren

²⁹ Det vill säga att efterfrågan minskar relativt lite om priset stiger.

för mer koldioxidupptag än vad som faktiskt sker. Utfallet blir då ett lägre nettoupptag än beräknat och att statens kostnad för det faktiska upptaget blir högre (Juutinen m.fl. 2018).

Beständighet

Osäkerhet kring kolsänkors beständighet är också en viktig faktor att ta hänsyn till i valet av styrmedel och dess utformning. Till skillnad från många andra utsläppsminskningar riskerar större delen av utsläppsminskningarna från ökat upptag av koldioxid i skogen att återgå till atmosfären, antingen genom avverkningar eller naturliga störningar. Hur beständigt kollagret är beror därmed delvis på osäkra faktorer såsom framtida marknadspriser och förekomsten av naturliga händelser som exempelvis bränder, stormar och insektsutbrott, men även på befintliga styrmedels tidslängd och ersättningsstruktur. Problemet med beständighet vid utformning av policy härrör från svårigheten att observera markägarens skogsförvaltning och skyddsåtgärder för att undvika att koldioxiden återförs till atmosfären (Gren och Aklilu 2016). Hur ansvarsfördelningen mellan stat och markägare för den koldioxid som återförs utformas i styrmedlet blir därmed centralt för att minska den moraliska risk (moral hazard) som är kopplat till detta. Det ska dock understrykas att ett styrmedel som leder till utsläppsminskningar idag men ökade utsläpp i framtiden inte behöver vara samhällsekonomiskt ineffektivt, utan kan vara ett resultat av en optimal allokering av åtgärder över tid.

Transaktionskostnader

Samtidigt som ett styrmedel utformas med hänsyn till läckage, additionalitet och beständighet är det viktigt att transaktionskostnaderna för att implementera och följa upp ett sådant styrmedel inte blir så stora att det inte blir ett kostnadseffektivt sätt att minska utsläpp. Transaktionskostnader avser kostnader för att utforma, införa och upprätthålla ett styrmedel. Exempelvis kan detta avse kostnader för administration, lagstiftning, förhandling, kontraktsutformning, mätning, övervakning och verifiering. Ibland är kostnaderna för detta så stora att det ger skäl att implementera ett mindre träffsäkert styrmedel.

Osäkerhet

Skogens tillväxt beror av olika lokala förhållanden som klimat och marktyper. Hur mycket koldioxidupptag per markareal som åstadkoms med en viss åtgärd varierar därmed mellan olika platser. Ett praxisbaserat styrmedelssystem innebär därför alltid en viss effektivitetsförlust då uniform betalning sker till åtgärder som ger olika resultat. Storleken på denna effektivitetsförlust bestäms av skillnader i kostnader mellan olika markägare för att på marginalen öka upptaget ytterligare i skog och mark (Gren och Aklilu 2016).

Kolsänkor påverkas också av natur- och klimathändelser som är svåra att förutsäga, vilket kan innebära att effekten av en viss policy inte blir som förväntat. Detta kan exempelvis bero på att biomassan växer sämre på grund av torka eller att kolförrådet frigörs på grund av skogsbrand. Samtidigt kommer osäkerhet också från betydande svårigheter i att mäta det faktiska nettoupptaget som sker i skog och mark. Under antagande att beslutsfattaren ogillar risk innebär dessa osäkerheter att värdet per enhet koldioxid är mindre för naturliga kolsänkor än för andra utsläppsminskningar som kan betraktas som säkrare. Skillnaden utgörs av risken för kolsänkan tillsammans med riskaversion (Gren och Aklilu 2016).

Centralt för utformningen av styrmedel är vem som bär risker kopplade till natur- och klimathändelser. Om markägaren åläggs all risk kanske denne inte vill delta i ett frivilligt system. Åläggs å andra sidan markägaren ingen risk finns det inga incitament för denne att vidta åtgärder som minimerar risker för kolsänkan (moral hazard). Därför måste denna typ av risk beaktas, exempelvis genom utformning av försäkringssystem.

Sidoeffekter

Åtgärder som avser att stärka de naturliga kolsänkorna kan ha positiva eller negativa oavsedda effekter på andra miljöområden. Genom att ta hänsyn till sådana potentiella sidoeffekter i utformningen av klimatpolitiska styrmedel kan synergieffekter utnyttjas på ett sätt så att effektiviteten i den övergripande politiken ökar. På samma sätt kan potentiella effektivitetsförluster, som kommer av att politik som löser ett problem förvärrar ett annat problem, undvikas. Även om målkonflikter inte alltid går att undvika är det centralt att dessa identifieras och beaktas så att välgrundade avvägningar görs.

Avsnittet i korthet

- Skogen tillhandahåller många nyttigheter som bidrar till människors välfärd.
- På grund av förekomsten av marknadsmisslyckanden tenderar samhället att investera för lite i skogens nyttigheter såsom kollagring och biologisk mångfald.
- Syftet med politisk styrning är att korrigera för marknadsmisslyckanden genom att synliggöra de värden som inte är prissatta på någon marknad så att skogens nyttigheter kan allokeras mer effektivt.
- En fördel med ekonomiska styrmedel är att ingen kunskap behövs om olika sektors reduktionskostnader. Ett enhetligt pris på koldioxid innebär att utsläppsminskningar ”automatiskt” allokeras till sektorer med lägst reduktionskostnader.
- Det finns ett flertal utmaningar med att utforma effektiva styrmedel för skogens kolförråd. En utmaning kommer av att det är svårt att med någon högre grad av precision mäta och övervaka skogens kollager och fastställa vilka förändringar som uppkommer av styrning. En annan utmaning kommer av risken för utsläppsläckage till länder med svagare reglering.

4 Skogen som klimatverktyg

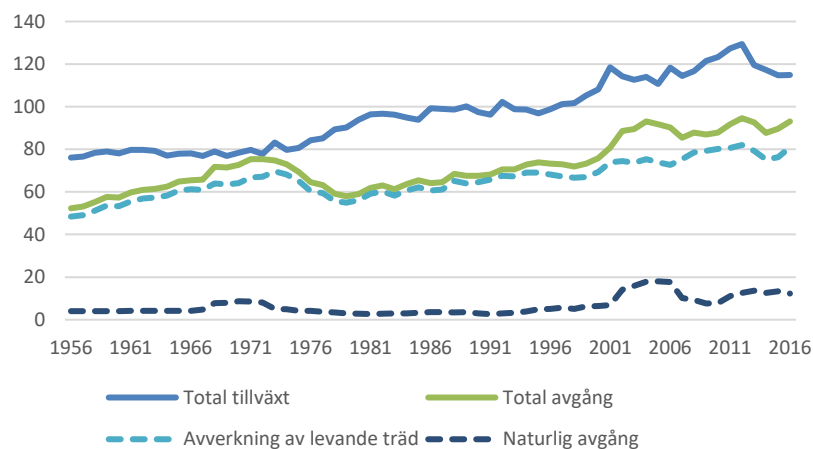
I klimatsammanhang diskuteras skogen ofta utifrån två huvudstrategier. En strategi handlar om att främja ökade kolförråd i skog och mark genom att låta skogen stå, medan den andra strategin handlar om att öka användningen av skog för att ersätta fossila bränslen och fossilintensiva material. Eftersom ett träd inte kan stå kvar i skogen och samtidigt generera bioenergi eller användas till träprodukter måste prioriteringar göras. Syftet med detta kapitel är att diskutera olika sätt att använda skogen som verktyg för att minska klimatuppvärmningen. Framför allt antas ett svenskt perspektiv med fokus på den svenska skogens bidrag till att minska nettoutsläppen av koldioxid till atmosfären. I kapitlet avhandlas huruvida olika klimatrelaterade strategier kan vara verksamma (bidra till måluppfyllelse), men också få konsekvenser för skogens andra värden (intressekonflikter).

4.1 Lagerhållning av kol i skog och mark

Skogens nettoinlagring av koldioxid bestäms av balansen mellan biomassans tillväxt och avverkning, samt naturliga avgångar och nedbrytningar. Sett över hela landet har skogsbiomassan ökat under de senaste årtiondena, det vill säga den totala avgången har varit lägre än tillväxten. Se figur 5.³⁰

Figur 5 Tillväxt och avverkningar i den svenska skogen, 1956–2016

Miljoner kubikmeter



Källa: Naturvårdsverket.³¹

³⁰ Den totala tillväxten bestämmer bruttoupptaget av koldioxid i skogsbiomassan. Givet att en skogskubikmeter binder ungefär 1,375 ton koldioxid (Bergh m.fl. 2020) och skogens tillväxt är ungefär 115 miljoner kubikmeter per år, uppgick skogsbiomassans bruttoupptag till omkring 160 miljoner ton koldioxid 2016. Skogens lagerhållning av kol påverkas av den årliga nettoinbindningen av koldioxid i trädbiomassan, vilket utgörs av tillväxten efter avdrag för de årliga avgångarna (främst avverkning).

³¹ www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Skog-tillvaxt-och-avverkningar/.

En skogsskötsel som gjort att skogen växer bättre och tätare har bidragit till att ett ökat uttag möjliggjorts utan att skogsbiomassan har minskat. Jämfört med växtbaserad biomassa är upptaget av kol i marken långsam. Dock är kolförrådet i skogsmarken stort eftersom upplagringen har skett under lång tid.

Generellt handlar olika klimatstrategier för att öka skogens kolförråd antingen om att öka skogsarealerna genom att exempelvis beskoga nedlagd åkermark eller om att öka mängden biomassa på befintlig skogsmark genom att minska den totala avgången eller genom att öka trädens tillväxt genom skogsskötsel. Ibland står olika strategier i konflikt med varandra och centralt för bedömningen av hur skogen bäst gör klimatnytta kan ofta härledas till hur lång tidsperiod som jämförelsen sker över, se faktaruta 5 nedan.

Faktaruta 5: angående skogen och tidsperspektivet

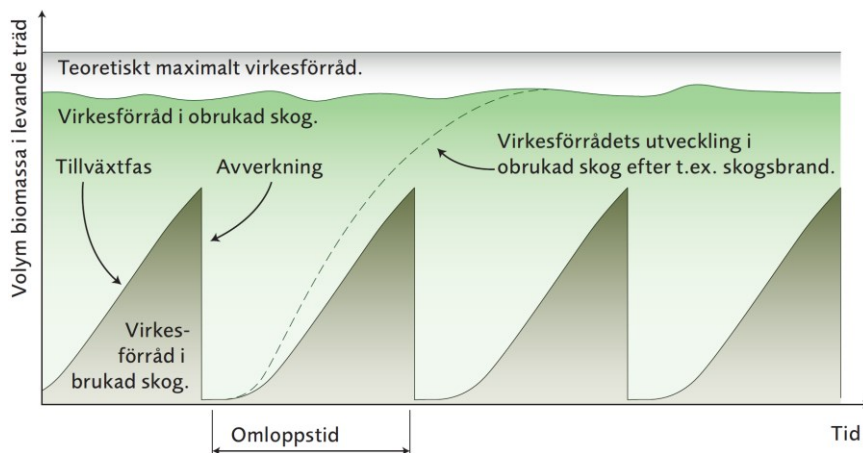
Olika åtgärders effekt på skogens nettoutsläpp av växthusgaser beror till stor del på tidsperspektivet. Åtgärder som ökar utsläppen på kort sikt kan innebära minskade utsläpp på längre sikt. Ofta beräknas kolbalanser i den brukade skogen över minst en omloppstid, men ofta fler. Hur lång en omloppstid är beror på flera faktorer, men den genomsnittliga åldern vid slutavverkning i Sverige är omkring 100 år (85 år i Götaland till 120 år i Norrland).

Sveriges långsiktiga klimatpolitiska mål är att nå nettonollutsläpp senast 2045. EU har ett uppsatt mål att vara klimatneutralt senast 2050. Klimatpolitiken har därmed en kort tidshorisont för skogen som växer långsamt.

SKYDDA SKOG

På kort sikt ökar skogens kolförråd till följd av minskade avverkningar eftersom biomassan i skogen ökar och markens kolförråd inte störs. Avverkning innebär alltid ett nettoutsläpp från marken, medan nettoutsläppen från den biomassa som avverkas delvis beror på hur skogsråvaran används. Att skydda skog lyfts därför ofta fram som ett snabbt sätt att minska utsläppen av växthusgaser. Skog som inte avverkas kan fortsätta binda betydande mängder kol bortom de vanliga avverkningsåldrarna i skogsbruket. Dock varierar tillväxten av biomassa över ett skogsbestånds livstid. På grund av lägre tillväxttakt är inlagringstakten i gamla skogsbestånd lägre, och så småningom stabiliseras kolförrådet i den växande biomassan när det maximala virkesförrådet är uppnått. Se figur 6. Trots att nettotillväxten i träden är låg i mycket gamla skogar kan kolinlagringen i marken fortsätta. Det råder emellertid inte konsensus i litteraturen huruvida gamla skogsbestånd fortsätter vara betydande kolsänkor eller bör betraktas som kolneutrala (se exempelvis Luyssaert m.fl. 2008; Gundersen m.fl. 2021; Luyssaert m.fl. 2021). Oavsett det så uppvisar de ett stort kolförråd. En klimatpolitisk strategi att öka skogens kolförråd genom att låta skogen stå måste beakta risken för framtida klimatdrivna effekter som förändrar skogens dynamik. Som diskuteras i avsnitt 2.4 kan exempelvis en ökad förekomst av stormar och insektsangrepp leda till en ökad risk att kol frigörs.

Figur 6 Principskiss: virkesförråd i orörd respektive brukad skog



Anm. Virkesförrådet i ett skogsbestånd illustrerar hur kolförrådet i skogens träd utvecklas över tid om skogen står orörd respektive brukas. För en korrekt bild över hur skogens totala kolförråd utvecklas krävs dock även att markens kolförråd inkluderas. Notera att en skog vanligen består av flera bestånd i olika åldrar som avverkas vid olika tidpunkter, varför utvecklingen av virkesförrådet i den brukade skogen i verkligheten ser mer konstant ut.

Källa: Björheden (2019).

Att undanta mark från skogsbruk med syfte att öka skogens klimatnytta innebär synergier och målkonflikter för skogens andra användningsområden och samhällsmål. Avsättning av skog idag sker framför allt för att skydda den biologiska mångfalden och är i Sverige en del i arbetet att uppnå miljömålet Levande skogar (se appendix B). Särskilt värdefulla att bevara för den biologiska mångfalden är skogsområden som länge varit opåverkade av människan, så kallade naturskogar. Dessa skogar har ofta också det högsta kolförrådet per hektar eftersom biomassan i skogen ligger nära den maximalt möjliga nivån (Björheden 2019). Vidare innebär avsättningar i form av exempelvis naturreservat eller nationalparker även betydande rekreativvärden.

Att skydda skog från virkesproduktion innebär att tillgången på skogsråvara för att producera träprodukter och energi minskar. Hur detta kommer att yttra sig i utbudet av dessa kan delvis påverkas av vilken typ av skog som skyddas. Då gammal skog generellt anses ha högre naturvärden är en möjlig förändring att råvara som är lämplig för sågtimmer påverkas mer än råvara för massaved och brännved. En omfördelning av utbudet mot mer massa- och brännved kan delvis dämpas av att priset på sågtimmer pressas upp. Det är möjligt att avverkningsresurser styrs om så att tillgången på massaved och brännved inte ökar (Brännlund m.fl. 2010).

BRUKA SKOG

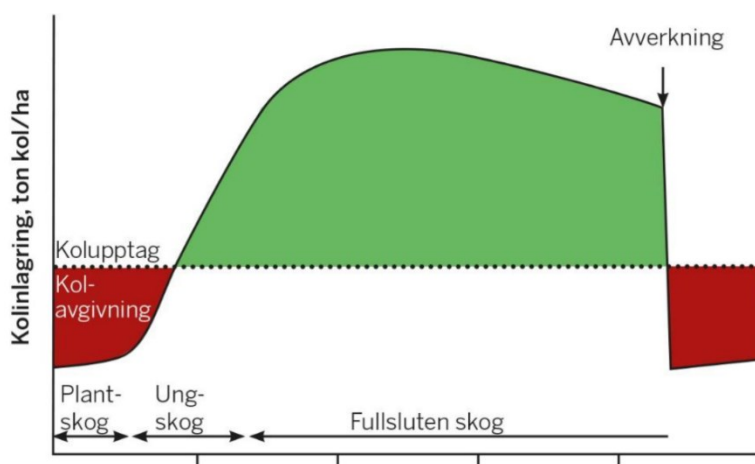
I den brukade skogen påverkar valet av olika skogsskötselmetoder skogens kolförråd. Dessa metoder kan syfta till att undvika att befintliga kollager i biomassa och mark frigörs eller till att öka inlagringen av kol genom en ökad skoglig tillväxt.

Dikad torvtäckt skogsmark är en stor källa till utsläpp av växthusgaser i Sverige motsvarande 6,5 miljoner ton CO₂e per år (Naturvårdsverket 2021). Syresättningen vid dikning innebär å ena sidan bättre förutsättningar för skogsproduktion och därmed högre kollager i biomassa, men å andra sidan att torv i högre utsträckning bryts ner och utsläppen av

koldioxid och dikväveoxid ökar (medan utsläpp av metan minskar). Återvätning av torvmarker med låga virkesförråd lyfts fram som en möjlighet att till låga kostnader bidra till minskade nettoutsläpp samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas (SOU 2020:4). Se vidare avsnitt 6.3.

Hyggesfria avverkningsmetoder, det vill säga att vissa träd faller i stället för att ett helt bestånd kalhuggs, diskuteras ofta som ett sätt att minska skogens utsläpp. I samband med slutavverkning och markberedning frigörs från hygget mycket av den kol som byggts upp på marken under lång tid. Trots att återplantering av skog sker omgående, utgör kalhygget ofta en kolkälla under lång tid, se figur 7.

Figur 7 Principskiss: kolflöden under en omloppstid



Anm. Hur ett skogsbestånd tar upp och avger kol under en omloppstid vid trakthyggesbruk.

Källa: Bergh m.fl. (2020).

Vidare lyfts ofta hyggesfria alternativ fram som mer gynnsamma för den biologiska mångfalden och för att öka skogens rekreativa och estetiska värden. Dock kan dessa samhällsliga värden komma i konflikt med målsättningen om en hög virkesproduktion. Sett över ett längre tidsperspektiv innebär ofta hyggesfria metoder att trädens tillväxt blir lägre, vilket innebär att skogen binder mindre kol. Samtidigt innebär hyggesfri avverkning att uttaget av avverkningsrester fördyras, vilket påverkar tillgången på råvara för skogsbaserad energiproduktion. Klimatnyttan av kalhuggning kan tänkas öka om albedoeffekter (se faktaruta 3) inkluderas i beräkningen av olika avverkningsmetoder, eftersom trädlös mark har högre albedo än skogsmark (Betts 2000; Bonan 2008).

Att senarelägga skogens avverkningsålder (det vill säga att omloppstider förlängs) kan vara ett annat sätt att öka skogens kolförråd i biomassa och mark (Lundmark m.fl. 2018). Likt skydd av skog, som diskuterats ovan, innebär det stora utsläppsminskningar på kort sikt men står i konflikt med en önskad ökad användning av skogen. Förlängda omloppstider minskar tillgången på virke och avverkningsrester som kan användas till träprodukter respektive till att ersätta fossil energi.

Syftet med ett intensivare skogsbruk är att öka produktionen av skog och därmed möjliggöra ett ökat uttag. En produktionshöjande åtgärd som kan ge goda tillväxteffekter är kvävegödsling, eftersom tillgången på kväve är en viktig begränsande faktor för trädens tillväxt i Sverige. Jämfört med många andra åtgärder ger gödsling en tillväxteffekt på relativt kort sikt. Den ökade tillväxten innebär att skogen tar upp mer koldioxid och kollagen ökar i träden, men också i marken genom ökad tillförsel av förna. Samtidigt är nedbrytningshastigheten lägre i kväverik mark (mark med låg kol/kväve-kvot), vilket innebär en lägre koldioxidavgång (Bergkvist och Olsson 2008). Dock kan gödsling i form av kvävetillförsel påverka markvegetation och markfauna i skogen. Kväve kan också läcka ut till vattendrag, med försämrade vattenkvalitet och ökad risk för övergödning som följd. Det är därför viktigt att inte kvävetillförseln är större än skogens behov och därmed bidrar till kväveutlakning (Bergkvist och Olsson 2008).

Trädslagsval påverkar skogens kolförråd i biomassa och mark på längre sikt. Val av trädslag kan också göras så att skogen blir bättre anpassad för ett varmare klimat och därmed förbättrar skogens framtida kolbalans. Samtidigt spelar sammansättningen av trädslag en viktig roll för skogens andra nyttor. Exempelvis innebär en ökad andel lövträd en förbättrad livsmiljö för vissa hotade arter och för skogens värde som rekreativmiljö. Att anlägga monokulturer med snabbväxande träd för att öka produktionen kan därför stå i konflikt med dessa värden.

Ett sätt att lindra konflikten mellan skogens samhällliga värden och produktionsmaximerande skogsåtgärder är att anlägga intensivodling av skog på skogsmark med låga naturvärden eller nedlagd åkermark. På dessa marker kan ett antal intensivodlingsmetoder som plantering av snabbväxande trädslag och gödsling praktiseras för maximal volymproduktion. Intensivgödsling, och andra metoder för att öka nettoupptaget, diskuteras ytterligare i avsnitt 6.3.

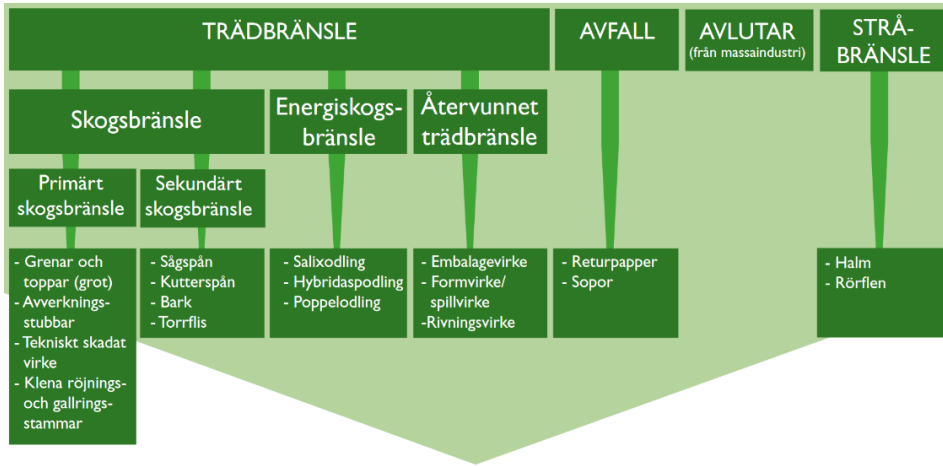
4.2 Biomassa till bränslen och material

Skogsbruk kan begränsa tillförseln av växthusgaser i atmosfären genom att biobränslen ersätter fossil energi eller genom att biomassa ersätter fossilintensiva material eller produkter som cement och plast. Nedan diskuterar vi båda företeelserna.

BIOBRÄNSLEN

Figur 8 visar olika typer av biobränslen utifrån ursprung. Trädbränsle är ett samlingsbegrepp som inrymmer skogsråvaror som inte är kemiskt processade (till skillnad från returpapper och avlutar). Trädbränsle innefattar återvunnet trädbränsle, energiskogsbränsle (träd som är odlat för energiändamål) och skogsbränsle. Skogsbränsle är trädbränsle utan tidigare användning och brukar ibland delas in i primärt respektive sekundärt skogsbränsle. Primärt skogsbränsle innefattar råvaror som kommer oarbetade från skogen, medan sekundärt skogsbränsle avser biprodukter från skogsindustrin. Avlutar är en energirik restprodukt som uppstår vid kemisk tillverkning av pappersmassa. Denna restprodukt förbränns internt inom massaindustrin för energiändamål.

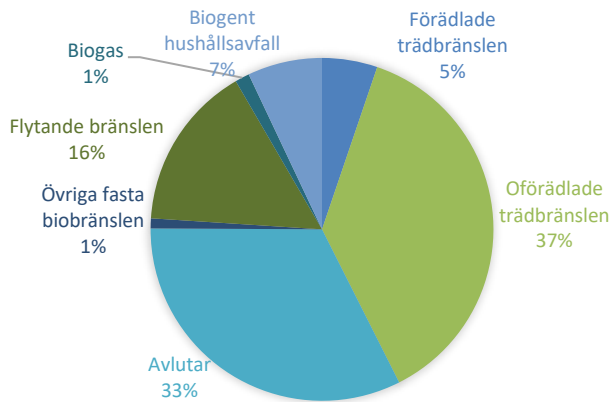
Figur 8 Typer av bibränslen



Källa: Egnell (2013).

Biobränsleanvändningen har ökat stadigt under åren och utgör idag ungefär en fjärdedel av Sveriges totala energitillförsel. Skogsbränslen kan, beroende på bränsleform vid användning, också delas in i oförädlade trädbränslen (flis, kross, brännved, spån och bark) och förädlade trädbränslen (pellets, briketter och träpulver). Den största delen av den totala biobränsleanvändningen kommer från skogen i form av oförädlade trädbränslen och avlutar från massaindustrin (Energimyndigheten 2020). Se figur 9.

Figur 9 Andel av total biobränsleanvändning fördelat på bränslekategori



Anm. Total användning av biobränslen år 2019 uppgick till 145 TWh. Flytande biobränslen är en samlad kategori för bioetanol, biodiesel, biooljor och övriga flytande biobränslen.

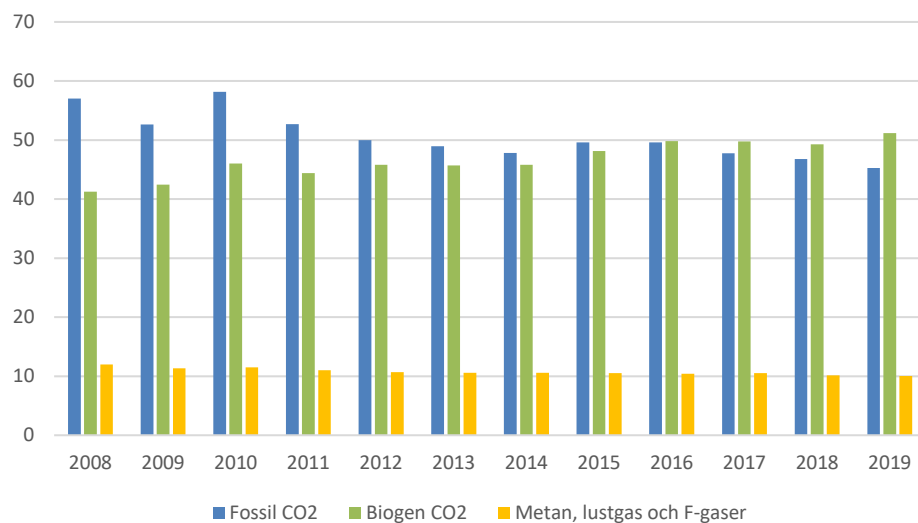
Källa: Energimyndigheten (2020).

Som en följd av Sveriges stora energitillförsel från inhemska och importerade biobränslen är biogena koldioxidutsläpp sedan 2017 större än de fossila utsläppen, se figur 10. Avlutar och trädbränslen gav 2019 upphov till omkring 75 procent av de biogena koldioxid-

utsläppen.³² De biogena utsläppen bokförs, som tidigare nämnts, som förändring av den beräknade avgången av koldioxid i marksektorn där uttaget av biomassan skett.

Figur 10 Utsläpp av biogen och fossil koldioxid samt andra växthusgaser, 2008–2019

Miljoner ton CO₂e



Källa: SCB:s Miljöräkenskaper.

Atmosfärens koncentration av växthusgaser påverkas på samma sätt oavsett om det som förbränns har biogent eller fossilt ursprung. Fossil förbränning tillför dock kol som inte deltagit i kolets kretslopp på miljontals år, medan skogens kol ingår i kolkretsloppet. Vid biogen förbränning påskyndas utsläpp av koldioxid som annars till viss del skulle ha skett över längre tid genom naturlig nedbrytning. I jämförelse med fossila bränslen ligger klimatnyttan med att använda biobränsle i att återväxten av skog binder den mängd koldioxid som frigjorts vid förbränning. Dock tar det lång tid för skog att växa och tidsaspekten (se faktaruta 5) spelar därför en central roll när klimatnyttan av biobränsle diskuteras.

I beräkningen av klimatnyttan är det centralt vad bränslen från skogen jämförs med. Biobränslen är generellt något mindre effektiva än fossila i termer av producerad energi per koldioxidutsläpp, vilket innebär att utsläppen vid förbränningstillfället blir högre per energienhet. Nettoutsläppen minskar sedan över tid i takt med att ny skog binder koldioxid (Rummukainen 2021). Tabell 1 visar utsläpp av koldioxid från förbränning av några vanliga bio- respektive fossila bränslen. Av tabellen framgår bland annat att koldioxidutsläppen vid förbränning av trädbränsle är högre än den för samtliga fossila motsvarigheter.

³² Figur 20 i appendix A visar utsläpp av biogen och fossil koldioxid fördelat på bränslekategori.

Tabell 1 Utsläpp av koldioxid vid stationär förbränning

Kg/MWh

Bränsle	Koldioxid
<i>Biobränsle</i>	
Trädbränsle*	396
Tallolja	271
Deponigas	335
Övriga biobränslen	346
<i>Fossila bränslen</i>	
Eldningsolja 1	267
Eldningsolja 2-5	274
Propan och butan	234
Naturgas	204
Koks	371

Anm: *Givet en fukthalt på 45 procent och en kolhalt på 51,5 procent (i torrsubstans).
Källa: SMED (2010).

Klimatnyttan av att använda bränsle från skogen beror även på biomassans ursprung. Utsläppen från förbränning av primärt skogsbränsle bör jämföras med förloppet av den koldioxidavgång som skulle skett om biomassan inte tagits från skogen. Avverkningsrester som grenar och toppar från skogsbruket (grot) bryts ner relativt snabbt om de lämnas i skogen, medan det tar längre tid för grov död ved och stubbar. En liten del svårnedbrytbara växtdelar ökar kollagret i marken. I och med att avverkningsrester tas ur skogen förs också näringsämnen bort, vilket kan påverka den efterföljande biomassans tillväxt.³³ Ett levande träd som lämnas kan stå och lagra kol under en mycket lång tid, även om netto-upptaget av koldioxid avtar efter en viss ålder.

Huvuddelen av den biomassa som används för energiproduktion idag kommer från avverkningsrester samt spill och biprodukter från skogsindustrin. En hög produktion av biobränsle är därför beroende av ett aktivt skogsbruk med hög avverkning. I dagsläget är det främst sågtimmer och massaved, vilka har större ekonomiska värden än trädbränsle, som driver på avverkningsnivåerna i Sverige. Samtidigt bidrar en hög betalningsvilja för trädbränsle till lönsamheten i att avverka. Som tidigare nämnts kan ett intensivt skogsbruk stå i konflikt med skogens biologiska och rekreativa värden som gynnas av långa omloppstider och färre avverkningar. Uttag av skogsbränsle påverkar även skogens biologiska mångfald genom att tillgången på död ved i skogen, som har identifierats som viktig för flera arter, minskar. Geijer m.fl. (2014) visar att stubbrytning för att öka tillgången på biobränsle har negativa konsekvenser på skogens artrikedom.

³³ Askåterföring används ibland som en metod att kompensera för den näringsförlust som skett vid uttag av avverkningsrester. Askåterföring innebär att askan efter skogsbränslet förbränts förs tillbaka till skogen.

BIOENERGI MED KOLDIOXIDLAGRING

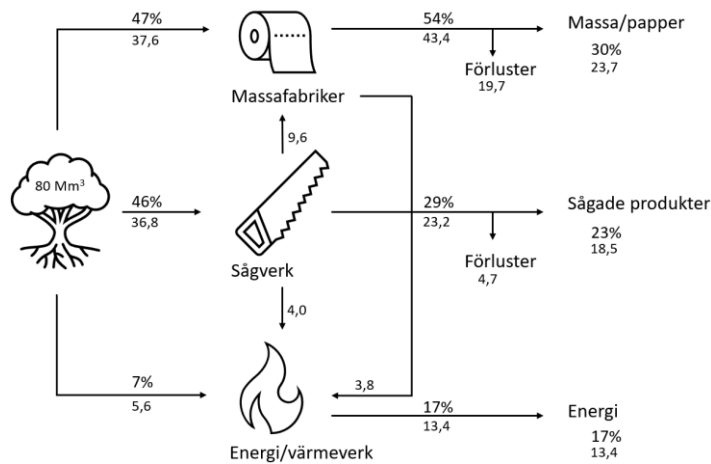
CCS (Carbon Capture and Storage) är en teknik där koldioxid avskiljs från rökgaserna för att komprimeras och sedan transporteras till en plats djupt ner i marken där den lagras permanent. Tekniken är framför allt aktuell för stora punktutsläppskällor som kraftverk eller stora processindustrier. När tekniken används på koldioxid med biogent ursprung kallas det ofta BECCS (Bioenergy CCS). Förbränning av biobränsle kan därför ske med minimala utsläpp. På så sätt undviks den kolskuld som uppstår vid förbränning av biobränsle under den tid det tar för återväxten av biomassan att binda motsvarande mängd kol. BECCS möjliggör således energiproduktion med nära nollutsläpp och sedan negativa utsläpp vid återväxt av biomassan. I Sverige finns än så länge bara testanläggningar men exempelvis Energimyndigheten anser att Sverige har god potential för BECCS med ett flertal stora punktutsläppskällor inom massa- och pappersindustrin och kraftvärmeproduktion. BECCS diskuteras mer ingående i avsnitt 6.3.

MATERIALSUBSTITUTION

Substitution av material innebär att träprodukter ersätter andra material som är fossilbase-
rade eller kräver mycket fossil energi vid tillverkning. De material som ersätts kan till exempel vara plast, betong, cement, stål och aluminium. Till skillnad från att använda skoglig råvara till bränslen så frigörs inte biomassans kol omedelbart om den råvara som avverkas omvandlas till träprodukter (förutom från den biomassa som går förlorad i produktionsprocessen). Kollagret minskar i skogen genom avverkning men inlagras i stället i träprodukter. På kort sikt leder alltså inte avverkningen nödvändigtvis till utsläpp eftersom utsläppen sker först när produkterna sedan förmultnar eller förbränns. Hur länge kolet förvaras beror därför till hög grad på livslängden hos de produkter som produceras. Kortlivade produkter som papper kan förväntas frigöra kol inom några få år medan mer beständiga produkter som plankor kan utgöra ett kolförråd som varar i hundratals år.³⁴ Figur 11 illustrerar andelen av den svenska skogens biomassa som går direkt till produktion av massa och papper, sågade trävaror respektive energi.

³⁴ IPCC:s riktlinjer för beräkning av kolförråd i träprodukter baseras på generella halveringstider för olika produktkategorier. Halveringstider motsvarar hur många år det tar innan hälften av mängden kol i produkten återgår till atmosfären. Halveringstiden är 2 år för pappersprodukter, 25 år för träskivor och 35 år för sågvirke (IPCC 2019b).

Figur 11 Svenska skogssektorns råvaruflöden



Anm. Råvaruflöden i den svenska skogssektorn 2019 angivet i andel och volym (miljoner kubikmeter). Förluster i produktionsprocessen representerar differensen mellan biomassainput och biomassa i slutprodukt. För produktion av papper och massa utgör avlutur en stor del av förlusten.

Källa: Skytt m.fl. (2021), egen bearbetning.

Antingen kan en ökad inlagring av kol i träprodukter ske genom att uttaget av timmer från skogen till träprodukter ökar eller att en omfördelning av den skogliga råvaran sker från kortlivade produkter till mer långlivade. Kolförrådet i träprodukter kan exempelvis öka om sågindustrins biprodukt flis går till träskiveindustrin i stället för till energisektorn. Kolförrådet kan även öka om livslängden på olika träprodukter ökar. Förändrade preferenser och fortsatt teknisk utveckling kommer sannolikt att påverka vilka biomassabaserade produkter som kan tänkas bli intressanta i framtiden samt vilken klimatnytta materialsubstitutionen innebär. Se vidare diskussionen om lagerflytt i avsnitt 6.3.

4.3 Substitutionseffekten

I debatten om skogens klimatpåverkan hänvisas ofta till den så kallade substitutionseffekten. Med detta avses den påverkan på växthusgasutsläppen som följer av att biomassa ersätter fossila produkter eller bränslen i en given verksamhet. Det tycks inte finnas någon allmänt vedertagen metod för att beräkna substitutionseffekten. Vanligen bedöms och jämförs alternativens livscykelutsläpp, det vill säga man räknar inte bara med förbränningsutsläpp utan även med utsläpp förknippade med framställning/utvinning och transport av biomassan respektive det fossila bränslet eller materialet. Låt u_f och u_b beteckna de specifika utsläppen för det fossila respektive biogena alternativet. Hur en verksamhets totala (fossila och biogena) utsläpp påverkas av ökad användning av biomassa kan beräknas som $u_f df + u_b db$, där db anger ökningen i användningen av biomassa och df den åtföljande förändringen i användningen av fossila bränslen och material. Om biomassan ersätter motsvarande mängd fossil insats (det vill säga $df = -db$) kan påverkan på verksamhetens utsläpp skrivas som:

$$\text{förändringar i totala utsläpp} = -(u_f - u_b)db$$

Givet att $u_f > u_b$ leder då en ökad användning av biomassa till minskade utsläpp. Så presenteras vanligen tanken om material- och energisubstitution. Det ska noteras att det är långt ifrån givet att en ökning i användningen av biomassa tränger undan lika mycket fossilt (det vill säga att $df = -db$), något vi diskuterar nedan. Det ska även noteras att användning av biomassa som fortsätter att lagra kol (såsom långlivade träprodukter) åsätts en lägre utsläppskoefficient än användning som direkt frigör koldioxid till atmosfären.

Det svenska skogsbruket bidrar till att många processer, aktiviteter, varor och tjänster baseras på biomassa, både inom och utanför Sveriges gränser. Försök har gjorts att beräkna den svenska skogens samlade klimatpåverkan inklusive substitutionseffekten. Lundmark (2014) har för perioden 1990–2105 beräknat den till en genomsnittlig minskning av de årliga globala växthusutsläppen med ca 67 Mton CO₂e för perioden 2002–2100. Till största delen beräknas denna påverkan utgöras av energi- och materialsubstitution. För år 2105 beräknas den samlade substitutionseffekten till ca 55 Mton CO₂e. Resultat som dessa har använts som argument för att den svenska skogen gör störst ”klimatnytta” genom att brukas (se exempelvis Björheden 2019 och Skogsindustrierna 2019). Någon substitutionseffekt erhålls ju inte när träden står och lagrar kol. Det ska sägas att det är svårt att med precision beräkna substitutionseffekten. Utöver kunskap om var skogens biomassa tar vägen, hur den används och hur stora utsläpp som är förknippade med respektive kedja behöver man göra antaganden om det kontrafaktiska fallet, det vill säga den användning av fossila bränslen och produkter som förutsätts ha trängts undan och deras utsläppsprestanda. Kritik har riktats mot det gängse sättet att beräkna den så kallade substitutionseffekten. Huvudlinjerna i kritiken rör i) antagandet om att bioenergi är koldioxidneutral, ii) att de utsläppskoefficienter som används avspeglar dagens teknik samt iii) att beräkningarna antar givna konsumtionsmönster och att de ignorerar existerande klimatpolitik.

Genom antagandet om koldioxidneutral biomassa ($u_b = 0$) ignoreras att det tar tid för en gröda att återväxa och ta upp motsvarande mängd koldioxid som släpps ut vid förbränning eller förmultning samt att skogsbruk leder till utsläpp från marken, se exempelvis Rummukainen (2021). Leturcq (2020) menar att dessa kolflöden i vissa fall kan vara så stora att de totala utsläppen ökar även i de fall biomassan fullt ut tränger undan fossil användning. För att beakta dessa konsekvenser av biomassanvändning krävs dynamiska skogsmodeller. Analysen i Lundmark (2014) vilar på en sådan modell.

Det är en omfattande uppgift att beräkna utsläppskoefficienter för de skogliga biomassans olika användningar och de användningar av fossila bränslen och material som förutsätts bli undanträngda. Beräkningar av substitutionseffekten baseras därför ofta på standardiserade utsläppskoefficienter för olika processer, tjänster och varor. I en värld med snabb teknikutveckling och kraftiga förändringar i priser kan detta leda till skeva uppskattningar av substitutionseffekten. Exempelvis utgår Lundmark (2014) till stora delar från utsläppskoefficienter publicerade 2007 samt antar att drygt en fjärdedel av den samlade bränsleinsatsen i industrins uppvärmning och fjärrvärmeproduktion är fossil. Vad gäller

den svenska fjärrvärmens bränsleinsats, har fossilandelen under perioden 2010 – 2019 sjunkit från 25 procent till 13 procent.³⁵

Uppskattningar av substitutionseffekten baseras på beräkningar av hur en stor mängd enskilda aktivitetens utsläpp påverkas av ökad användning av biomassa. Därefter aggregeras de erhållna resultaten. Medan det kan vara rimligt att anta konstanta marknadspriser i det enskilda fallet, får en storskalig övergång till biomassa förmodas påverka priser och därmed även konsumtionsmönster. Lägre pris på fossila bränslen och material kan antas öka fossilbränsleanvändning i andra delar av ekonomin. I sådana fall leder antagandena om konstanta konsumtionsmönster till att substitutionseffekten överskattas (se York 2012).

Ytterligare en aspekt av verkligheten som vanligtvis inte beaktas i gängse beräkningar av substitutionseffekten är klimatpolitiken. Som visas i appendix C är klimatpolitikens utformning avgörande för hur mycket användning av fossila bränslen och material som trängs undan av en given ökning i användningen av biomassa. Under en klimatpolitik som anlägger en fixerad skattesats på utsläppen från fossila bränslen så sker en viss undanträngning. Hur stor den blir beror bland annat på hur priset på fossil energi påverkas. I frånvaro av sådan prispåverkan kan det gängse sättet att beräkna substitutionseffekten enligt formeln ovan ge en bra approximation av det faktiska utfallet, givet att de biogena alternativens kostnader inte avviker mycket från de fossila alternativens.

En klimatpolitik med ett fixerat mål för utsläppen från fossila bränslen innebär att det finns ett tak även för den samlade användningen av fossila bränslen och material. Givet ett bindande sådant tak leder en ökad användning av bioenergi inte till någon undanträngning alls av den fossila energianvändningen, som ju ligger kvar vid taknivån. I stället ökar den totala användningen av bränslen och produkter. Beräkningar av substitutionseffekten enligt formeln ovan indikerar här felaktigt att fossila bränslen och material trängs undan och att de totala (fossila och biogena) utsläppen minskar. Även i det fall det finns ett bindande golv för skogens och markens nettoupptag blir den gängse beräkningen av substitutionseffekten missvisande. Ökat uttag av biomassa för förbränning innebär då att någon annan inom skogen då måste öka sitt upptag i motsvarande mån, varför det inte blir någon nettoförändring av skogens lagerhållning.

Ovanstående innebär inte nödvändigtvis att biobränslen är en dålig idé ur ett samhällligt perspektiv. Ökad användning av exempelvis biobränsle ger utrymme för en större energianvändning under ett givet mål för de fossila utsläppen. Beroende på alternativens kostnader och värdet av ytterligare energianvändning kan mer biobränsle innebära att sådana klimatpolitiska mål nås till lägre samhällsekonomisk kostnad än annars.³⁶ Analyser som fokuserar på fysiska enheter, såsom livscykelanalyser och beräkningarna av substitutionseffekten, behöver alltså kompletteras med ekonomisk analys för att kunna vägleda mot en kostnadseffektiv klimatpolitik. För en utförlig diskussion om detta, se Portney (2012).

³⁵ Beräknat på basis av antagandet att kategorin Övriga bränslen till 50 procent är fossilt.

³⁶ Konjunkturinstitutet (2019) för en diskussion om detta i ljuset av reduktionsplikten.

Avsnittet i korthet

- Skogen kan minska atmosfärens koldioxidkoncentration genom att lagerhålla kol eller genom att skogens biomassa används för substitution. Dessa två strategier står ofta i konflikt, eftersom det inte är möjligt att uppnå maximal kolinlagring i skogen samtidigt som ett maximalt nyttjande av biomassan för substitution.
- I ett kortare tidsperspektiv är klimatnyttan stor av att i högre utsträckning låta träden stå kvar eftersom det existerande kolförrådet i skog och mark då inte frigörs samtidigt som den stående skogen kan binda mer kol än en nyetablerad skog gör i närtid.
- Över ett längre tidsperspektiv stabiliseras dock mängden biomassa i den stående skogen och nettoinlagringen av kol blir mycket liten. Genom att bruka skogen kan en hög nettoproduktion upprätthållas och användas för substitution av bränsle och material. Kolförrådet i skogen blir dock lägre samtidigt som ett större kolförråd i träprodukter möjliggörs.
- Klimatnyttan av att använda biomassa för substitution beror exempelvis på vilken biomassa som används och vilken produkt som ersätts. Biobränslen ger omedelbara utsläpp vid förbränning, vilket kan ses som en kolskuld tills skogens återväxt tar upp motsvarande mängd kol. Går biomassan i stället till långlivade träprodukter kan kolet förvaras under en lång tid.
- Ett intensivt skogsbruk för ökad tillväxt, till exempel gödsling och/eller återbeskogning av jordbruksmark i träda, möjliggör mer substitution men riskerar att påverka skogens rekreativvärden och biologiska mångfald negativt.
- Gängse beräkningar av den så kallade substitutionseffekten ignorerar väsentligen att det bedrivs klimatpolitik. I frånvaro av klimatpolitik eller under en klimatpolitik som anlägger ett fixerat pris på utsläpp kan dessa beräkningar ge en bra approximation den undanträngning som faktiskt sker. Under klimatpolitik med kvantitativa mål för utsläppen från fossila bränslen visar de felaktigt att ökad användning av exempelvis biobränslen minskar växthusgasutsläppen (fossila plus biogena). Under kvantitativa utsläppsmål hålls de fossila utsläppen fixerade och effekten blir i stället ökad energianvändning och större biogena utsläpp.
- Detta betyder inte att biobränslen och biomaterial inte har någon klimatpolitisk roll att spela. Tvärtom, relativt fossila bränslen och material kan biobränslen och -material medge större energianvändning och ekonomisk aktivitet under ett givet mål för de fossila utsläppen.

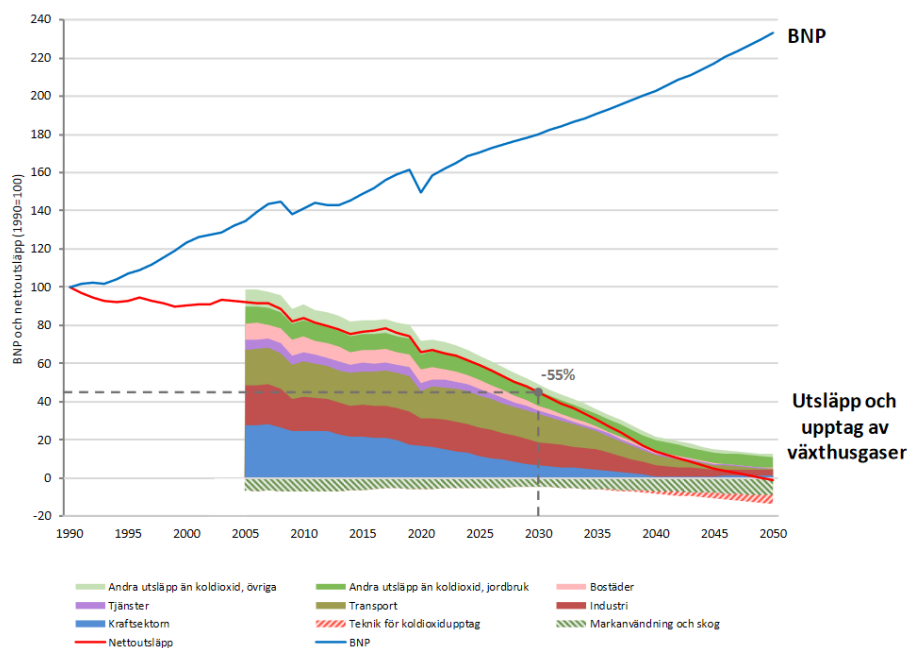
5 Klimatpolitiken i EU och Sverige

I det här kapitlet ges en övergripande beskrivning av rådande klimatpolitik i EU och Sverige med fokus på politik som relaterar till LULUCF-sektorn. Vi redogör också för de huvudsakliga EU-revideringar av politiken som just nu ligger som förslag och som kan komma att få konsekvenser för skogens roll i klimatpolitiken inom EU och Sverige.

5.1 EU:s klimatpolitik

EU har nyligen antagit en ny klimatlag. I den är klimatmålet för utsläpp av växthusgaser uppställt som ett så kallat nettomål, det vill säga både utsläpp och upptag inkluderas. EU:s klimatlag fastställer att till 2030 ska nettoutsläppen av växthusgaser minska med minst 55 procent jämfört med 1990 (Förordning (EU) 2021/1119).³⁷ Se figur 12. EU:s långsiktiga mål att innan 2050 ha uppnått klimatneutralitet för att därefter ha negativa nettoutsläpp.

Figur 12 EU:s skärpta klimatmål



Källa: Europeiska kommissionen (2020).

TRE ÖVERGRIPANDE SEKTORER

EU:s klimatpolitik är huvudsakligen uppbyggd kring tre sektorer: ett utsläppshandelssystem (EU ETS), en ansvarsfördelningsförordning (ESR) och en sektor för markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF). EU ETS omfattar energintensiva industri och större energianläggningar samt flyg inom EU. ESR-sektorn hanterar

³⁷ Detta mål kan jämföras med det tidigare, att till 2030 nå en utsläppsminskning om minst 40 procent i EU.

utsläpp som inte ingår i EU ETS, från landbaserade transporter, lätt industri, bostäder, service samt metan och dikväveoxid från jordbruket. LULUCF-sektorn omfattar kollager i skog och mark samt i träprodukter. Utsläppen i handelssystemet ETS bestäms av det totala antalet utsläppsrätter som tilldelas aktörerna i systemet och minskningen av utsläppen i sektorn sker genom att tilldelningen stramas åt över tid. Utsläppsminskningen inom ESR-sektorn och LULUCF-sektorn bygger på nationella mål som det är upp till varje medlemsland att utforma nationell politik för att uppfylla.

LULUCF-SEKTORN

LULUCF-förordningen fastställer medlemsländernas åtaganden och regler för bokföring av utsläpp och upptag av växthusgaser³⁸ inom LULUCF (Förordning (EU) 2018/841).³⁹ Före 2021 hade medlemsländerna ingen skyldighet att begränsa LULUCF-utsläppen men de var skyldiga att redovisa kolflödena i landskapet och träprodukter. Under rådande förordning, för perioden 2021–2030⁴⁰, är grundregeln att inget medlemsland får ändra sitt skogsbruk och sin markanvändning så att nettoupptaget av växthusgaser minskar jämfört med ett fastställt nationellt referensscenario. Detta innebär exempelvis att om utsläppen från markanvändningen ökar måste dessa utsläpp kompenseras med en ökad inlagring av kol i skog, mark eller träprodukter.

Faktaruta 6: bokföring av koldioxidutsläpp från biobränslen

Koldioxidutsläpp från biobränslen bokförs som en minskning av det naturliga kollagret inom LULUCF-sektorn i biomassans ursprungsland. För att undvika att utsläppen dubbelräknas bokförs därför inte utsläppen i landets sektor där förbränningen sedan äger rum. Därför behöver exempelvis inte företag inom EU-ETS använda utsläppsrätter när de släpper ut koldioxid från förbränning av biomassa. Dock har LULUCF-sektorns utsläpp i huvudsak varit oreglerade, vilket har inneburit att dessa koldioxidutsläpp inte räknats i medlemsländernas klimatåtaganden.

Brukad skogsmark är den kategori som dominerar kolflödena inom LULUCF-sektorn, och medlemsländernas fastställda referensnivåer för årliga nettoinlagring i skogen är därför av stor betydelse för klimatambitionen i sektorn. Enligt LULUCF-förordningen ska varje medlemslands utsläpp och upptag av koldioxid från brukad skogsmark bokföras relativt en så kallad skoglig referensnivå. Referensnivån för perioden 2021–2025 baseras på den genomsnittliga nettoinlagring som skett med en hållbar skogspraxis under perioden 2000–2009 och tar exempelvis hänsyn till de nationella skogarnas åldersstruktur. Den

³⁸ Koldioxid, metan och dikväveoxid.

³⁹ Förordningen omfattar markbokföringskategorierna: beskogad och avskogad mark, brukad åker-, betes- och skogsmark och från 2026 även brukad våtmark. Medlemsländerna ska bokföra förändringar av kollagret i kolpoolerna för varje kategori. Med kolpooler avses: biomassa ovan respektive under jord, förna, död ved, organiskt kol i mark och avverkade träprodukter. Det är frivilligt att rapportera förändringar i kolpooler som inte utgör en källa. Inom brukad skogsmark måste dock alltid kolpoolerna biomassa ovan jord, död ved och avverkade träprodukter rapporteras.

⁴⁰ Uppdelat i perioderna 2021–2025 och 2026–2030.

referensnivå för skog som Sverige ska tillämpa för perioden 2021–2025 är 38,72 miljoner ton CO_{2e} per år (Förordning (EU) 2021/268).⁴¹

För att öka kostnadseffektiviteten i klimatpolitiken har EU skapat flera så kallade flexibilitetsmekanismer, vilka möjliggör att utsläppsutrymme överförs mellan de olika sektorerna ETS, ESR och LULUCF. Dock föreligger begränsningar på deras användning. Samtidigt, om ett medlemsland inte uppfyller sitt mål för LULUCF-sektorn ska underskottet täckas genom en överprestation i ESR-sektorn eller genom ett köp av överskott från ett annat medlemslands LULUCF-sektor. Vidare, om ett medlemsland har ett ökat nettoupptag av koldioxid inom LULUCF finns möjlighet att överföra en begränsad mängd LULUCF-krediter till ESR-sektorn.⁴² Under perioden 2021–2030 är denna flexibilitet begränsad till 262 miljoner ton CO_{2e} för hela EU och 4,9 miljoner ton för Sverige. Dessutom finns en möjlighet att spara ett överskott inom LULUCF-sektorn till perioden 2026–2030.⁴³

5.2 EU:s förslag till nytt lagpaket

I dagsläget pågår ett stort förändringsarbete av EU:s klimatpolitik, och i juli 2021 lade EU-kommissionen fram det omfattande lagförslagspaketet ”Fit for 55”. Paketet innehåller förslag på reformer som syftar till att göra EU bättre rustat för att uppfylla de högre klimatambitionerna i den nya klimatlagen. Alla sektorer inom EU:s klimatpolitik berörs av förslagen som till stor del bygger på existerande strategier och lagstiftning. Skogen, som står för merparten av upptaget inom LULUCF, kommer att få en mer central roll.

TRE SEKTORER BLIR FYRA – MEN ÄNDÅ INTE

Som tidigare nämnts har EU:s klimatpolitik varit uppbyggd kring tre övergripande sektorer. Kommissionen föreslår nu att utsläppen från vägtransporter och uppvärmning av byggnader omfattas av ett eget handelssystem, härafter benämnt ETS2. En rimlig första tanke är då att EU:s tre klimatpolitiska sektorer nu i stället är fyra; EU ETS, ESR, LULUCF samt ETS2. Emellertid ska vägtransporter och byggnader fortsatt bokföra sina utsläpp i ESR-sektorn.

För att uppfylla EU:s mål om 55 procent minskade nettoutsläpp 2030 jämfört med 1990 föreslår kommissionen högre ambitioner i var och en av dessa sektorer. För EU ETS och ESR innebär det att den övergripande målnivån höjs från 43 till 61 procent respektive 30 till 40 procent lägre utsläpp av växthusgaser 2030 jämfört med 2005.⁴⁴ Vad gäller ESR fördelas det övergripande målet ut på medlemsländer där Sverige föreslås få det högsta nationella betinget om 50 procents utsläppsminskning, tillsammans med Danmark, Finland, Nederländerna och Luxemburg. Detta innebär en skärpning av Sveriges beting med 10 procentenheter.

⁴¹ Den svenska skogens årliga nettoupptag under perioden 2000–2009 var i genomsnitt 39,55 miljoner ton CO_{2e}.

⁴² Det är inte tillåtet att köpa LULUCF-krediter från ett annat medlemsland för att uppfylla målet för ESR-sektorn.

⁴³ Förordning (EU) 2018/841(842).

⁴⁴ Europeiska kommissionen (2021) 551 och 555 final.

Vidare skärps annan styrning och andra mål. Bland annat föreslås luftfart och sjöfart omfattas av reduktionsplikter för förnybara bränslen⁴⁵ och att EU:s mål för andelen energi från förnybara energikällor till 2030 höjs från 32 till 40 procent. Till detta föreslås hållbarhetskraven för bioenergi skärpas. Skogsbiomassa från ur- och naturskogar, eller annan skog med stor biologisk mångfald, ska inte tillåtas användas i produktion av biobränslen. Kommissionen vill också se att medlemsländerna ställer högre krav på den miljöhänsyn som skogsbruket måste ta vid uttag av biomassa för att minimera skadeverkningar och påverkan på biologisk mångfald. Kommissionen anser att användningen av biomassa bör följa den så kallade *kaskadprincipen*. Denna princip bygger på att prioritering av biomassans användning ska ske utifrån vad som ger högsta ekonomiska och miljömässiga mervärden. I ett första led ska biomassan användas för att producera varor, som sedan återanvänds och återvinns för att slutligen gå till energiproduktion.⁴⁶ Kommissionen ser ett behov av att nationell bioenergiolitik tar större hänsyn till de naturliga kolsänkorna och den biologiska mångfalden och utformas i enlighet med kaskadanvändningen av biomassa. Medlemsländer ska exempelvis därför inte få ge stöd till produktion av biobränsle från sågtimmer, stubbar och rötter.

Alla dessa förändringar kan sammantaget komma att få effekter på sektorer utöver de direkt berörda. Exempelvis är det inte orimligt att högre ambitioner för LULUCF-sektorn kommer att medföra att ESR-kvotenheter kan behöva användas för att täcka underskott i den svenska LULUCF-sektorn (se nedan).

KOMMISSIONENS FÖRSLAG TILL ÄNDRING AV LULUCF-FÖRORDNINGEN

Kommissionen föreslår att dagens nationella LULUCF-mål förenklas och bli mer ambitiösa. Den nuvarande komplexa uppsättningen av bokföringsregler för olika markkategorier med referensnivåer föreslås ersättas med ett nettoupptagsmål för hela sektorn.

Enligt förslaget ska det totala nettoupptaget inom unionens LULUCF-sektor uppgå till 310 miljoner ton CO₂e 2030. Detta unionsmål ska fördelas mellan medlemsländerna som årliga nationella mål för perioden 2026–2030 (Europeiska kommissionen 2021a).⁴⁷ Uppfyller ett medlemsland inte sitt mål för LULUCF-sektorn ska underskottet täckas genom en överprestation i ESR-sektorn eller genom inköp av ESR-enheter eller LULUCF-krediter från ett annat medlemsland.

Utifrån de nationella energi- och klimatplaner medlemsländerna lämnat in⁴⁸, bedömer kommissionen att det sammanlagda nettoupptaget inom LULUCF-sektorn med nuvarande politik år 2030 kommer att uppgå till 225 miljoner ton CO₂e.⁴⁹ Enligt klimatlagen

⁴⁵ Europeiska kommissionen (2021e och 2021f).

⁴⁶ Enligt följande prioriteringsordning: (1) träprodukter, (2) förlängd livslängd, (3) återanvändning, (4) återvinning, (5) energiproduktion och (6) kassering.

⁴⁷ Sveriges beting föreslås uppgå till drygt 47 miljoner ton CO₂e 2030.

⁴⁸ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en.

⁴⁹ Detta kan exempelvis jämföras med ett genomsnittligt nettoupptag på 267,7 miljoner ton CO₂e under 2016–2018. Kommissionens uppskattning att ett nettoupptag på 256 miljoner ton, det vill säga 31 ton större upptag än under nuvarande reglering, skulle kunna uppnås utan någon ytterligare kostnad (Europeiska kommissionen 2021a).

begränsas LULUCF-sektorns bidrag till unionens klimatmål om en minskning av nettoutsläppen 1990-2030 med 55 procent till denna nivå. I uppgörelsen om klimatlagen ingår dock dessutom ett åtagande från kommissionen att presentera förslag om att revidera LULUCF-förordningen så att nettoinlagringen år 2030 uppgår till minst 300 miljoner ton CO_{2e}. Förslaget om en total nettoinlagring 2030 på 310 miljoner ton CO_{2e} baseras på denna del av uppgörelsen om klimatlagen. Kommissionen har samtidigt signalerat att nettoupptaget inom sektorn på sikt måste öka ytterligare för att det långsiktiga målet om klimatneutralitet 2050 ska kunna nås, då kommissionen beräknar att ett nettoupptag på ungefär 500 miljoner ton CO_{2e} kommer att behövas.

Från 2031 föreslår kommissionen att jordbrukets utsläpp av metan och dikväveoxid (som under nuvarande lagstiftning ingår i ESR-sektorn) slås samman med LULUCF-sektorns växthusgaser och bildar en utvidgad marksektor. Målet är att denna utvidgade marksektor senast 2035 ska vara klimatneutral på unionsnivå. För att detta mål ska kunna nås är bedömningen att nettoupptaget inom LULUCF bör vara minst 300 miljoner ton CO_{2e} 2030, samtidigt som utsläppen från jordbruket bör vara högst 360 miljoner ton. Åtgärder för att nå en klimatneutral marksektor, genom exempelvis bindande nationella utsläppsmål, ska fastställas i ett senare skede. Efter 2035 ska den utvidgade marksektorn generera ett nettoupptag.

För att LULUCF-sektorns nettoupptag ska vara en trovärdig del av EU:s övergripande klimatmål, och för att integriteten i de andra sektorerna genom de flexibla mekanismerna inte ska riskera att sjunka, krävs tillförlitlig rapportering av växthusgasflödena. Förslaget omfattar därför krav på bättre metoder för övervakning och rapportering av utsläpp och upptag inom LULUCF. Osäkerheten kring storleken på flödena av växthusgaser i skog och mark är betydligt större än för utsläpp från förbränning av fossila bränslen. Denna osäkerhet bedöms kunna minska genom skärpta krav på medlemsländernas mätmetoder. Genom att exempelvis kombinera nuvarande mätmetoder med fjärranalys kan precisionen i flera medlemsländers rapportering av växthusgasflöden förbättras.

SAMMANFATTANDE KOMMENTAR OM VART EU:S KLIMATPOLITIK ÄR PÅ VÄG

Det lagförslagspaket som EU-kommissionen lagt fram för att uppfylla de stärkta klimatambitionerna berör alla sektorer inom EU:s klimatpolitik. Även om det ännu inte är klart hur sektorerna kommer att regleras tyder nuvarande förslag från EU-kommissionen på att utsläppsmålen kommer att skärpas inom alla sektorer. I och med att EU från 2030 har en nettomålskonstruktion blir även kopplingen mellan LULUCF och övriga sektorer tydligare och de naturliga kollagren kommer sannolikt att spela en viktigare roll. Den tidigare svagt reglerade LULUCF-sektorn har inneburit att det inte varit lönsamt för medlemsländer att minska utsläppen inom sektorn utan snarare stimulerat en användning av biomassa till energiproduktion. Kommissionens förslag tyder på att EU:s klimatpolitik nu går mot ett större fokus på de naturliga kollagren i skog, mark och träprodukter och en mer kritisk inställning till bioenergens roll. Kommissionen ser samtidigt att stärkta kollager kan gynna den biologiska mångfalden.

5.3 Sveriges klimatpolitik

Sverige har en annan klimatpolitisk målkonstruktion än EU. Sveriges långsiktiga mål är att ha nettonollutsläpp av växthusgaser 2045, för att de därefter ska vara negativa (Prop. 2016/17:146). Växthusgasutsläppen från ESR-sektorn och de svenska ETS-företagen får då tillsammans högst uppgå till 15 procent av 1990 års nivå om de kompenseras för genom så kallade kompletterande åtgärder.⁵⁰ Med kompletterande åtgärder avses åtgärder som innebär ett ökat nettoupptag i skog och mark (i LULUCF) eller genom BECCS samt utsläppsminskningar genom åtgärder genomförda i utlandet.

Förutom det långsiktiga målet som omfattar utsläpp från både EU ETS- och ESR-sektorn har Sverige också två etappmål för den inhemska ESR-sektorn. År 2030 ska sektorns utsläpp vara 63 procent lägre än 1990 års nivå, varav kompletterande åtgärder får stå för högst 8 procentenheter av minskningen. År 2040 ska den svenska ESR-sektorns utsläpp vara 75 procent lägre än 1990 års nivå, varav kompletterande åtgärder får stå för högst 2 procentenheter av minskningen. Utöver dessa mål finns även ett särskilt mål för inrikes transporter (luftfart exkluderat) som fastställer att utsläppen 2030 ska ha minskat med minst 70 procent jämfört med 2010 års nivå. Dessa mål är mer ambitiösa än Sveriges ESR-åtagande. Inget av Sveriges klimatmål omfattar utsläpp och upptag i LULUCF.

REDUKTIONSPLIKT OCH BRÄNSLEBESKATTNING

För att nå de svenska klimatmålen är svensk nationell klimatpolitik huvudsakligen inriktad mot den inhemska ESR-sektorn, vilket kan anses vara rimligt eftersom svenska ETS-anläggningar omfattas av ett EU-övergripande system för handel med utsläppsrätter och Sveriges regering således inte har full rådighet över utsläppen från dessa anläggningar.

För att nå de svenska ESR-målen är den nationella reduktionsplikten, som riktas mot förnybara drivmedel, samt den svenska bränslebeskattningen centrala styrmedel. Precis som i EU ETS är nationell ESR-styrning inriktad på de fossila, och inte biogena, koldioxidutsläppen. Exempelvis har biobränslen generella nedsättningar av den energiskatt som tas ut på bränslen och elektrisk kraft. Vidare har Sverige fått dispens från EU att undanta rena och höginblandade biodrivmedel från både koldioxid- och energiskatt. Detta är dock en dispens som endast beviljas för korta perioder i taget. För biodrivmedel som omfattas av reduktionsplikt (låginblandade bränslen) måste de biogena och fossila komponenterna beskattas likformigt. Det har Sverige hittills löst genom att ta ut en enhetlig skatt på både bio- och fossila drivmedel men justerat koldioxidskatten efter bränslets fossila kolinnehåll.

Vad gäller Sveriges reduktionsplikt så ämnar denna att driva på en övergång till förnybara drivmedel. Plikten innebär att utsläppen av växthusgaser per energienhet från drivmedlet ska minska sett ur ett livscykelperspektiv. Drivmedelsbolagen väntas i första hand uppfylla detta krav genom att blanda in ökande andel ”förnybara eller andra fossilfria drivmedel” i den bensin och diesel som säljs, men kravet kan också uppfyllas genom lägre utsläpp i produktionen och förädlingen av fossila drivmedel. Beräkningarna av inblandningskvoten baseras på hur många procent lägre bränslets genomsnittliga livscykelutsläpp är per

⁵⁰ Med utsläpp avses här fossila koldioxidutsläpp, utsläpp av metan och dikväveoxid.

energienhet jämfört med ett standardvärde för fossila bränslen.⁵¹ Reduktionsnivåerna för både bensin och diesel ska stegvis öka över tid.⁵² De biodrivmedel som utnyttjas för att uppfylla reduktionsplikten eller få skattenedsättningar måste uppfylla ett antal hållbarhets-kriterier som definierats i svensk lagstiftning och baseras på EU:s direktiv om förnybar energi. Biodrivmedel som baseras på råvaror med hög risk för indirekt förändrad markanvändning ska inte tillgodoräknas.

Utöver skatter och reduktionsplikter finns det en mängd andra styrmedel och åtgärder som avser att minska utsläppen från den svenska ESR-sektorn. Bonus-malus-systemet syftar till att minska utsläppen från trafiken genom att öka andelen av miljöanpassande fordon. Systemet innebär att en premie (bonus) ges till nya personbilar med låga koldioxidutsläpp per kilometer och en förhöjd fordonsskatt (malus) läggs på de med höga utsläpp. Klimatklivet är ett stöd som kan sökas för lokala och regionala klimatinvesteringar. Stödet har exempelvis givits till investeringar i energieffektivitet, byte till förnybara bränslen, laddstolpar för elbilar och tankställen för biodrivmedel. Industriklivet ger stöd till forskning, förstudier och investeringar inom industrin som ska bidra till att nå klimatmålen.

5.4 Vad innebär EU-förändringarna för svensk klimatpolitik?

Att EU går mot att bredda klimatpolitiken och omfatta upptag av koldioxid kommer innebära utmaningar för den svenska klimatpolitiken som huvudsakligen bygger på att minska koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen. Den föreslagna målnivån för Sveriges LULUCF-sektor är betydligt högre än dagens nettoupptag och kommer, om förslaget går igenom, att bli svår att uppnå utan en revidering av incitamentsstrukturen inom den svenska klimatpolitiken. Inom dagens politik finns det i princip inga direkta styrmedel på plats för att öka kolinlagringen i skog, mark och långlivade träprodukter. Eftersom utsläpp från förbränning av biobränsle inte behöver täckas med utsläppsrätter eller beskattas utifrån deras kolinnehåll stimuleras snarare användningen av biomassa för att generera energi. Denna incitamentsstruktur grundar sig i en klimatpolitik som är uppbyggd för att nå fossila utsläppsminskningar men rymmer dåligt med utvecklingen som sker inom EU med större fokus på att stärka de naturliga kollagren och en alltmer kritisk syn på biobränslen, av både klimat- och miljömässiga skäl. Påläggs den svenska LULUCF-sektorn det striktare nettoupptagsmålet kommer det att uppstå en ökad kostnad för Sverige att frigöra kol från de naturliga kollagren och det kommer därmed att bli kostsammare att bedriva dagens klimatpolitik. I nästa kapitel diskuteras olika alternativa vägar den svenska klimatpolitiken kan ta för att möta skärpta krav på de naturliga kollagren.

⁵¹ Detta innebär att om ett biodrivmedel med låga (höga) livscykelutsläpp blandas in i bränslemixen tillåts volymandelen fossilt bränsle vara högre (lägre). Följaktligen innebär biodrivmedel med god klimatprestanda att det blir svårare att uppnå transportsektorns utsläppsmål eftersom målet avser fossila utsläpp. Se Konjunkturinstitutet (2019) för en ingående analys av reduktionsplikten och transportsektorns klimatmål.

⁵² Dagens reduktionsnivå är 6 procent för bensin och 26 procent för diesel. Inblandning planeras öka årligen och 2030 ska reduktionsnivåerna uppgå till 28 respektive 66 procent.

Avsnittet i korthet

- Sveriges klimatmål är formulerade i termer av utsläppsminskningar och inkluderar inte utsläpp och upptag från markanvändningssektorn. EU:s klimatmål är formulerade i termer av nettoupptag, det vill säga inkluderar både utsläpp och upptag av växthusgaser.
- Stora förändringar inom alla delar av EU:s klimatpolitik är på gång. Skogens roll i klimatpolitiken väntas öka då de nationella åtagandena i den tidigare svagt reglerade LULUCF-sektorn föreslås skärpas.
- Det nettoupptagsmål som föreslås för LULUCF-sektorn kommer att innebära utmaningar för den svenska klimatpolitiken som saknar incitament att öka inlagringen av kol i skog, mark och långlivade träprodukter. Tvärtom finns starka incitament att öka användningen av skogens biomassa för att ersätta fossila bränslen och bidra till det fossila utsläppsmålet.

6 Analys av skogens roll i den svenska klimatpolitiken

Den svenska skogen är viktig ur många perspektiv. Den levererar råvara till skogssektorn vilket skapar sysselsättning och inkomster. Skogen levererar även rekreativsmöjligheter och olika miljö- och klimattjänster. I flera fall kan målkonflikter kring skogens olika användningsområden uppstå och avvägningar behöva göras. Samtidigt håller EU:s klimatpolitiska krav på skogen på att skärpas. Kommissionens förslag till ny LULUCF-förordning är ett exempel på det. I detta kapitel diskuteras konsekvenserna av olika svenska strategier för att möta dessa skärpta krav på lagerhållning av kol i skog och mark. Vidare ställs de olika strategierna mot varandra i syfte att dra slutsatser om det kostnadseffektiva valet.

6.1 Utgångspunkt för analysen

En globalt sett verksam och effektiv klimatpolitik omfattar alla utsläpp och upptag av växthusgaser, såväl fossila som biogena. En väl fungerande sådan symmetrisk lösning ligger dock långt bort, om den ens är möjlig på global nivå. Svårigheterna att med rimlig precision övervaka skogarnas och markens lagerhållning av kol samt frånvaron av en världshövding med erforderlig rådighet utgör betydande hinder för detta. Klimatpolitiken har därför länge varit asymmetrisk i det avseendet att koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen på olika sätt prissatts, eller varit föremål för annan styrning, medan de biogena flödena av koldioxid inte reglerats på något stringent vis.

Den förda politiken har gynnat användningen av biobränslen relativt fossila bränslen. Samtidigt, då ingen åtskillnad görs mellan snabb och långsamt återväxande biomassa erhålls en suboptimal mix av biobränslen. Vidare ges inga incitament till långlivad användning av skogens biomassa relativt kortlivad användning. Resultatet av en sådan politik blir sannolikt, ur ett samhällligt perspektiv, för små kolförråd i skog, mark och träprodukter (se Konjunkturinstitutet 2020).

EU håller emellertid på att ta steg mot en mer heltäckande och potentiellt symmetrisk klimatpolitik. Som redogjorts för i kapitel 5 så har EU sedan länge haft hårda kvantitetsregleringar av växthusgasutsläpp med fossilt ursprung – EU ETS och ESR. Genom förslaget till ny LULUCF-förordning är något liknande på väg att införas även vad gäller utsläpp och upptag från medlemsländernas skogar och marker. Detta kan vara ett steg mot en mer effektiv klimatpolitik globalt sett. Förmodligen har EU större kapacitet att övervaka skogens och markens lagerhållning av kol än många andra länder. Risken för så kallat utsläppsläckage är emellertid uppenbar. Om EU ökar sin lagerhållning av kol i skog och mark genom minskat virkesuttag och det kompenseras för genom ökad import av skogsprodukter är inte mycket vunnet ur ett klimatperspektiv. Kolinlagringen skulle då minska i andra delar av världen. Oavsett hur effektiv EU:s politik kan bedömas vara ur ett globalt perspektiv innebär den att uppgiften för den svenska klimatpolitiken är på väg att ändras.

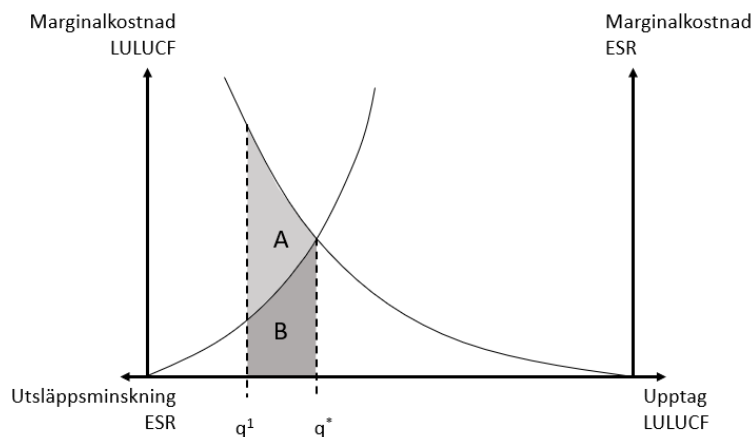
EU:s medlemsländer ska nu inte bara uppfylla sina ESR-åtaganden och eventuella nationella utsläppsmål utan även kommande, potentiellt ambitiösa åtagande vad gäller upptag och utsläpp från skog och mark (den så kallade LULUCF-förordningen).⁵³

Bortses för stunden från möjligheterna att handla utsläppsenheter med andra länder, kan ett lands principiella optimeringsproblem illustreras som i figur 13. På den horisontella axeln mäts landets nettoupptag i LULUCF-sektorn från vänster till höger. På samma axel mäts även utsläppsminskningar i ESR-sektorn, men då från höger till vänster. En punkt på axeln utgör således en kombination av ESR-utsläpp och LULUCF-upptag som tillsammans uppnår en given nivå för landets samlade nettoutsläpp (ESR-utsläpp plus LULUCF-sektorns nettoupptag).

Kurvan som lutar uppåt höger visar marginalkostnaden för att öka landets nettoupptag av koldioxid. Den är ritad så att marginalkostnaden relativt tidigt stiger kraftigt när upptaget blir större. På motsvarande sätt visar kurvan som lutar uppåt vänster marginalkostnaden för minskningar av utsläppen. Även den är ritad så att marginalkostnaden ökar när utsläppsminskningar stiger.

Som utgångspunkt för diskussionen, låt punkten q^1 ange den kombination av utsläppsminskningar i ESR-sektorn och upptag i LULUCF som är förenlig med att landets initiala utsläpps- respektive upptagsbeting under ESR och LULUCF-förordningen klaras med enbart inhemska åtgärder. Kombinationen q^1 är sådan att marginalkostnaden för utsläppsminskningar i ESR överstiger marginalkostnaden för upptag i LULUCF. Det faktum att marginalkostnaderna skiljer sig åt innebär att kombinationen inte är kostnadseffektiv. Genom att ändra fördelningen mellan landets ESR- och LULUCF-sektorer kan samma totala nivå på nettoutsläppen uppnås till en lägre kostnad.

Figur 13 Marginalkostnader - principiell illustration



Punkten q^* kännetecknas av att marginalkostnaderna är lika mellan de båda sektorerna. Att röra sig från q^1 till q^* innebär att utsläppen från ESR inte behöver minska lika

⁵³ Medlemsländerna är även skyldiga att se till att deras företag uppfyller sina EU ETS-åtaganden, något som här antas ske.

mycket, men att nettoupptaget i LULUCF-sektorn då måste öka i motsvarande mån. Att öka upptaget är kostsamt för aktörerna in LULUCF-sektorn. Den kostnad som möter aktörerna uppgår till den mörkare ytan B i figur 13, det vill säga ytan under deras marginalkostnadskurva mellan q^1 och q^* .

Aktörerna i ESR, som i q^* tillåts släppa ut mer än i q^1 , får lägre kostnader. I figuren ses deras kostnadsbesparing som hela den skuggade ytan A+B. Som figuren är ritad blir kostnadsbesparingen för ESR-aktörerna större än kostnadsökningen för aktörerna i LULUCF-sektorn (ytan B). Totalt minskar kostnaderna med ytan A som en följd av att fördelningen mellan ESR och LULUCF ändras från q^1 till q^* . Det ska noteras att utfallet q^* är inte nödvändigtvis är näbart med dagens begränsningar vad gäller överföring av utsläppsutrymme från LULUCF-sektorn till ESR-sektorn (se avsnitt 5.1).

Figur 13 är bara en principiell illustration, men den kan användas som utgångspunkt för diskussionen nedan. I nästa avsnitt (6.2) diskuteras möjlig nivå på den svenska LULUCF-sektorns upptagsbeting. I termer av figur 13 avser det avståndet från vänstra origo till q^1 . Avsnitt 6.3 identifierar möjliga anpassningar inom den svenska LULUCF-sektorn och, där så är möjligt, vad litteraturen säger om deras potentialer och kostnader (i termer av figur 13 undersöks utseendet på marginalkostnadskurvan för den svenska LULUCF-sektorn). I avsnitt 6.4 görs motsvarande för den svenska ESR-sektorn (i termer av figuren undersöks utseendet på ESR-sektorns marginalkostnadskurva). Avsnitt 6.5 söker jämföra de samhällsekonomiska kostnaderna för de olika anpassningarna och drar några tentativa slutsatser om den kostnadseffektiva strategin för Sverige.

6.2 Beräkning av tänkbart underskott för den svenska LULUCF-sektorn

Som beskrivits i föregående kapitel innebär EU-kommissionens förslag till ny LULUCF-förordning en ökad ambition för de naturliga kolsänkornas roll i klimatpolitiken. Sverige ges enligt förslaget ett åtagande om att 2030 svara för ett nettoupptag om 47,3 miljoner ton CO_{2e}.⁵⁴ Under 2025 ska kommissionen återkomma med förslag till nationella åtaganden för perioden 2026–2029. Nedan försöker vi ringa in det underskott som kan förväntas uppstå inom den svenska LULUCF-sektorn genom att ställa uppskattningar av Sveriges årliga nettoupptag mot det föreslagna betinget.

Ländernas beting för 2030 har beräknats utifrån landets totala nettoupptag inom LULUCF-sektorn under perioden 2016–2018 och andelen brukad landareal av EU:s totala brukade landareal. En invändning mot Sveriges föreslagna beting är att det baseras på 2020 års rapportering för perioden 2016–2018 (Naturvårdsverket 2020). Efter omräkning av den historiska tidsserien reviderades den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag för perioden ner i 2021 års rapportering (Naturvårdsverket 2021). Detta innebar en kraftig

⁵⁴ Annex IIa, Europeiska kommissionen (2021a).

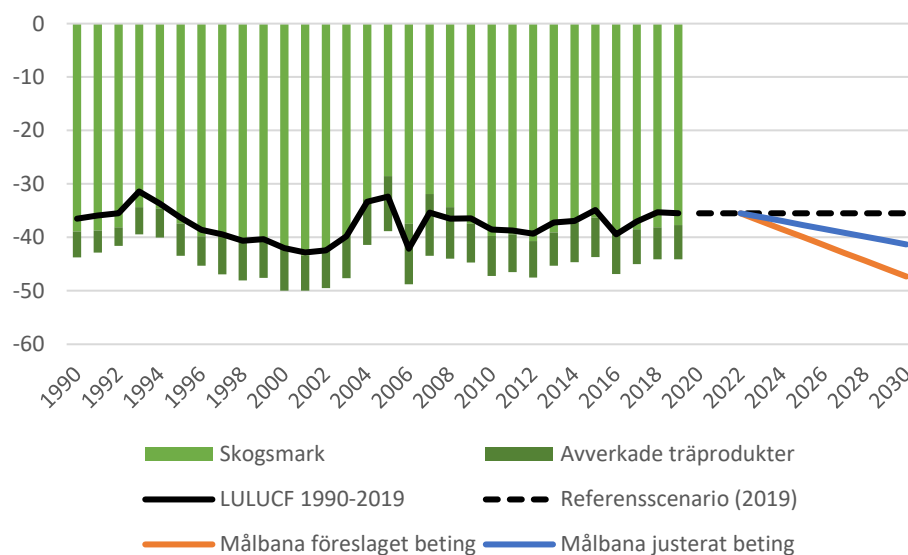
revidering av nettoupptaget för kategorin skogsmark. Det totala nettoupptaget för hela LULUCF-sektorn skrevs ner med ungefär 6 miljoner ton.⁵⁵

Även om LULUCF-förslaget fortfarande förhandlas, och de nationella betingen därmed sannolikt kan komma att justeras, är en åtstramning för den svenska LULUCF-sektorn att vänta. Under de senaste 30 åren har den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag i genomsnitt uppgått till 37,5 miljoner ton CO₂e.⁵⁶ 2019 uppskattas den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag ha uppgått till 35,5 miljoner ton (Naturvårdsverket 2021).

Medlemsländernas årliga åtaganden för perioden 2026–2029 ska följa en utvecklingsbana som fastställs 2025. Enligt Artikel 4 (Europeiska kommissionen 2021a) ska denna linjära bana mot den uppsatta målnivån för 2030 starta 2022 baserat på det nettoupptag som skett 2021–2023. Figur 14 visar ett referensscenario och två beräknade alternativa målbana för Sveriges LULUCF-beting.

Figur 14 Svenskt nettoutsläpp av växthusgaser i LULUCF, 1990–2019, referensscenario och målbana

Miljoner ton CO₂e



Anm. Den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag för 2019 utgör referensscenario. Det svenska LULUCF-betinget 2026–2030 baseras i "Målbana föreslaget beting" och i "Målbana justerat beting" på en målnivå för 2030 om -47,3 respektive -41,3 miljoner ton CO₂e.

Referensscenariot baseras på 2019 års nettoupptag (35,5 miljoner ton).⁵⁷ Båda målbana är uppskattade enligt beräkningsmetoden ovan baserade på 2019 års nettoupptag som proxy för perioden 2021–2023. Skillnaden mellan banorna är att den ena baseras på den

⁵⁵ Rapporterat nettoupptag för LULUCF-sektorn för år 2016, 2017 och 2018 var 44,8, 43,1 respektive 42,0 i Naturvårdsverket (2020), vilket kan jämföras med 39,4, 37,0 respektive 35,3 i Naturvårdsverket (2021).

⁵⁶ Med en variation mellan 42,8 och 31,4 miljoner ton.

⁵⁷ Detta är ett något mindre nettoupptag än genomsnittet för perioden 1990–2019 (37,5 miljoner ton), vilket alternativt skulle kunna användas som referensscenario.

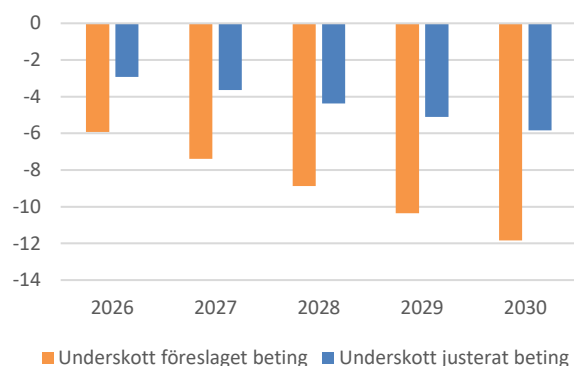
målnivå för 2030 som förekommer i kommissionens förslag (47,3 miljoner ton) och den andra på en målnivå som är justerad med 6 miljoner ton utifrån ovan nämnda skillnad mellan 2020 års och 2021 års rapportering för perioden 2016–2018 (41,3 miljoner ton).

Som figur 14 visar står skogsmark (ljusgrön stapel) för huvudparten av nettoupptaget inom LULUCF-sektorn (svart linje). Det genomsnittliga nettoupptaget i skogsmark för tidsserien uppgår till 38,0 miljoner ton per år. Den genomsnittliga nettoinlagringen i avverkade träprodukter (7,1 miljoner ton) motsvarar ungefär nettoutsläppen från alla övriga markkategorier inom LULUCF-sektorn (7,6 miljoner ton).

Figur 15 visar två möjliga nivåer på underskott som kan uppstå inom den svenska LULUCF-sektorn för perioden 2026–2030. Beräkningarna utgår som ovan från ett referensscenario med ett konstant nettoupptag om 35,5 miljoner ton per år under perioden. Om målnivån för 2030 uppgår till kommissionens förslag blir underskottet under perioden i genomsnitt 8,9 miljoner ton per år. Justeras i stället målnivån för 2030 ner blir underskottet i genomsnitt 4,4 miljoner ton per år.

Figur 15 Beräknat svenskt LULUCF-gap 2026–2030

Miljoner ton CO₂e



Anm. Svenskt LULUCF-underskott 2026–2030 beräknat som skillnaden mellan sektorns beting och referensscenario.

Med en bindande LULUCF-förordning uppstår det en klimatpolitisk kostnad för Sverige vid användning av skog som frigör koldioxid till atmosfären. Det har ibland hävdats att det föreslagna nationella betinget för Sverige utgör ett avverkningstak för den svenska skogen, men så är det inte. Vad som regleras är storleken på kolflödet mellan atmosfären och kolförråden i skog, mark och träprodukter. Sverige kan avverka så mycket som önskas så länge avverkningen täcks upp genom ökat nettoupptag på annat håll inom den svenska LULUCF-sektorn, genom så kallade ERS-enheter eller genom så kallade LULUCF-krediter köpta från ett annat medlemsland.⁵⁸

⁵⁸ Som tidigare beskrivits bokförs uttag av biomassa som en minskning av den svenska skogens kolförråd även om biomassan går till export. Analogt bokförs importerad biomassa i det lands LULUCF-sektor där uttaget skett.

Sverige kan alltså klara det av EU ålagda åtagandet på olika sätt, med olika implikationer för kostnaden för den svenska klimatpolitiken. Nedan diskuteras olika alternativa strategier som Sverige kan välja.

6.3 Strategier för att öka nettoupptaget i LULUCF-sektorn

Ett sätt att möta den föreslagna LULUCF-förordningens krav är att öka lagerhållning av kol i den svenska skogen och marken. Som diskuterats i kapitel 4 finns det många sätt på vilket detta kan ske. I detta avsnitt tittar vi på kostnaderna för några av de åtgärder som kan vara aktuella. Vidare diskuterar vi kort utformningen av politisk styrning för att införliva svensk skog och mark i klimatpolitiken och vilka specifika svårigheter som är kopplade till detta.

ÅTGÄRDER INOM SKOGSSEKTORN

Lagerhållning av skogens kol kan ökas bland annat genom a) minskat uttag av biomassa, b) restaurering av våtmarker, c) återbeskogning, d) åtgärder som ökar skogens tillväxt, e) ökad användning av skogen på sätt som flyttar kollagret snarare än att i närtid frigöra koldioxid till atmosfären. Nedan försöker vi uppskatta potentialer och kostnader för att på nämnda sätt öka Sveriges lagerhållning av skogens kol.

a) Minskat uttag av biomassa

Uttaget av biomassa kan minskas genom mindre intensiv avverkning och/eller genom att arealer skyddas från avverkning. Minskat uttag innebär minskade möjligheter att omvandla skogen till inkomster och konsumentöverskott.⁵⁹ Samtidigt sparas avverkningskostnader och eventuella positiva externa effekter realiserar, exempelvis i form av ökad biologisk mångfald och rekreationsmöjligheter. Den första kostnadsposten beror delvis på hur lätt virkesbortfallet kan täckas genom import.

Tabell 2 redovisar resultat från en studie av Guo och Gong (2017) över hur svenska skogsägare kan väntas reagera på en skatt på biogena utsläpp av koldioxid och en subvention till upptag av koldioxid. Den modell som används i studien (STIMM) omspannar ca 85 procent av den svenska produktiva skogsmarken. Modellen optimerar timmerutbudet genom att maximera summan av diskonterade överskott i olika perioder givet antaganden om skogens tillväxt samt vissa marknadsklarerande villkor. Skogsägarnas producentöverskott⁶⁰ i modellen inkluderar även värderingar av så kallade icke-timmervärden (exempelvis biologisk mångfald och rekreation). Studien beaktar inte att en del av den avverkade skogen omvandlas till långlivade träprodukter som fortsätter att lagra kol. Studien torde härmed överskatta prissättningens effekt på den samlade kolinlagringen något. Vidare beaktar inte studien förändringar i markens kollager.

⁵⁹ Konsumentöverskott (KÖ) avser skillnaden mellan det pris som konsumenter är villiga att betala för en vara eller tjänst och det marknadspris de faktiskt betalar. Ett ökat KÖ medför en välfärdshöjning för konsumenterna.

⁶⁰ Producentöverskott (PÖ) avser skillnaden mellan kostnaden för att producera en vara eller tjänst och det marknadspris som producenten faktiskt erhåller. Ett ökat PÖ medför en välfärdshöjning för producenterna.

Tabell 2 Prisinducerad ökning av kollager i svensk skog

Pris (kr/ton)	Period: 2015–2030		Period: 2015–2050	
	Förändrad inlagring Mton CO ₂ e	Kostnad (kr/ton)	Förändrad inlagring Mton CO ₂ e	Kostnad (kr/ton)
170	14,1	142	30,2	80
340	26,3	162	46,2	94
510	60,3	177	123,1	106
680	73,4	171	147,6	102
1 428	101,1	180	218,2	105

Anm. Pris avser den skatt/subvention som påläggs skogens koldioxidutsläpp/upptag. Förändrad inlagring avser den totala ökningen i inlagringen under respektive period. Kostnad avser den samhällsekonomiska kostnaden per ton ökad inlagring under respektive period.

Källa: Guo och Gong (2017).

Av tabellen kan utläsas att en skatt/subvention⁶¹ om 170 kr per ton koldioxid bedöms öka skogens lagerhållning under perioden 2015–2030 med 14 miljoner ton CO₂e, eller i genomsnitt med knappt en miljon ton per år, relativt baseline. Det innebär att det totalt utbetalas en subvention om 2,38 miljarder kronor (=14 miljoner ton*170 kr), vilket i genomsnitt motsvarar en utgift under 15 år om 159 miljoner kronor per år (diskonterat värde). Med ett pris om 680 kr per ton bedöms den årliga inlagringen under samma period öka med i genomsnitt 4,9 Mton CO₂e. I detta fall innebär det att den årliga subventionsutgiften uppgår till 3,3 miljarder kronor. Den samhällsekonomiska kostnaden beräknas i studien som förändringen i totalt överskott (= producentöverskott inklusive skogsägarnas icke-timmervärden + konsumentöverskott) per kg ökad inlagring.

Resultaten ska förstås tolkas med försiktighet, men de indikerar tydligt att skogsägarna låter sig påverkas genom prissättning av det biogena kolflödet. Anpassningen består främst i senarelagd avverkning. Studien indikerar därmed även att sådan prissättning kan få snabba effekter.

Ett annat sätt att öka skogens lagerhållning av kol är att skydda skog från avverkning. Skydd av skog ger en mer permanent lagerhållning av kol. Den direkta kostnaden utgörs av det summerade nuvärdet av uteblivna framtida nettointäkter för skogsägaren. Nettokostnaden för Sverige och effekten på det samlade kolförrådet beror dock på i vilken utsträckning skyddandet leder till ökad avverkning på annat håll. Potentiellt stora synergier med miljömålet Levande skogar⁶² kan uppstå, vilket också behöver beaktas vid beräkning av åtgärdens samhällsekonomiska kostnad, se Nilsson (2018) för en diskussion.

b) Restaurering av våtmarker

Återvätning av dikad våtmark innebär minskade utsläpp från marken men samtidigt minskad produktion av skog. Regeringen har lanserat ett stödprogram för återvätning av mark. Programmet omfattar 775 miljoner kronor under 2021–2023 och anges i Prop.

⁶¹ Skogsägaren får för ett enskilt år en subvention om kolförrådet i dennes skog ökar i jämförelse med året innan och måste betala en skatt om kolförrådet minskar. Skattesatsen eller subventionen motsvarar priset på en enhet koldioxid, som utsläpp respektive som upptag.

⁶² Se appendix B för beskrivning av miljömålet Levande skogar.

2021/22:1⁶³ kunna bidra med en ackumulerad minskning av utsläppen med 1,5–3,6 miljoner ton CO₂e under en tjuogoårsperiod. Utifrån dessa siffror blir det årliga genomsnittet 0,075–0,18 Mton CO₂e och den genomsnittliga subventionsutgiften 220 – 520 kr per ton. Det är dock oklart om och i så fall hur eventuell påverkan på virkesproduktionen beaktas. Samtidigt levererar våtmarker utöver klimatnyttan även andra icke-prissatta ekosystemtjänster, som exempelvis vattenrening.

c) Återbeskogning

Jordbruksmark i träda och andra öppna ytor som inte används i produktionssyfte torde kunna återbeskogas till potentiellt låga kostnader då marken åtminstone i närtid saknar alternativ användning.⁶⁴ Vissa icke-prissatta kostnader torde dock finnas, exempelvis i form av den estetiska upplevelsen av landskapsförändringen. Vidare kan sådan återbeskogning innebära att man ger upp möjligheter att snabbt ställa om marken till matproduktion.

Lundblad m.fl. (2021) studerar vad återbeskogning av jordbruksmark betyder för den svenska kolinlagringen. De simulerar ett antal scenarier där 200 kha återbeskogas i olika snabb takt. En beskogningstakt om 20 kha per år i 10 år (relativt en baseline där 10 kha återbeskogas per år i 20 år) anges öka inlagringen betydligt, men först på sikt. Först om ca 18 år bedöms skillnaden i termer av årlig inlagring mellan scenarierna överstiga 0,5 Mton CO₂e. Skälet är förstås att ung skog inte hunnit växa till sig. Studien pekar också på att även vilken trädart som planteras har en påtaglig påverkan på hur skogens nettoupptag utvecklas över tid.

d) Ökad tillväxt

Skogens lagerhållning av kol kan även ökas genom åtgärder som ökar skogens tillväxt, såsom gödning och optimerad utglesning. Ökad tillväxt kan samtidigt medge högt virkesuttag. Brännlund m.fl. (2012) gör en samhällsekonomisk analys av intensivodlingsåtgärder (gödning och/eller återbeskogning av jordbruksmark som inte längre används) på ca 15 procent av den befintliga skogsmarksarealen. Analysen beaktar ”klimat effekter” (utsläpp och upptag av koldioxid inklusive inlagring i långlivade träprodukter och effekten av att bioenergi ersätter fossil energi), andra miljöeffekter (såsom övergödning och försurning, estetiska effekter på landskapet och effekter på rekreativ möjligheter), samt privatekonomiska effekter (förändringar i avverkat virkesvolym och hur det påverkar användning av bio- och fossil energi).

Intensivodlingen bedöms öka skogens årliga nettoupptag och substituera bort fossil energianvändning motsvarande knappt 2 Mton CO₂e på ”kort sikt” och 2,7 Mton på ”lång sikt”. ”Lång sikt” bygger på antagandet att biomassa är kolneutralt medan ”kort sikt” beaktar att det tar tid för biomassa att binda koldioxid och användandet av biomassa på kort sikt därmed genererar koldioxidutsläpp.

⁶³ Bilaga Klimatredovisning (s 42).

⁶⁴ Om åtgärden innebär att markägaren förlorar eventuella jordbruksstöd kan dock det privatekonomiska alternativvärdet vara högt. I den utsträckning stödet finansieras av EU-medel uppstår det ur ett svenskt perspektiv en samhällsekonomisk kostnad.

I alla studerade scenarier (olika virkespriser) framstår intensivodling som privatekonomiskt lönsamt. Samtidigt bedöms andra miljöeffekter vara stora och negativa. Studien anger ett intervall för denna kostnadspost. Med det högre beloppet blir intensivodling samhällsekonomiskt olönsamt. Med det lägre beloppet bedöms intensivodling vara samhällsekonomiskt lönsamt i scenarierna med medelhöga respektive höga virkespriser.

e) Lagerflytt

I stället för att genom förbränning eller förmultning frigöras till atmosfären i form av koldioxid, kan skogens kollager flyttas. Detta kan ske genom att virket används för att producera långlivade träprodukter, genom att producera träkol som begravs i marken eller genom att biogen koldioxid fångas in och lagras i mark – så kallad BECCS.

Långlivade träprodukter. De senaste 10 åren har det svenska flödet av biomassa från skogen till långlivade träprodukter inneburit en årlig inlagring i kolpoolen avverkade träprodukter som kretsat kring 6–8 miljoner ton CO₂e (se figur 14).

Lundmark m.fl. (2014) analyserar hur olika sätt att vårda skogen samt hur olika strategier för virkesanvändning kan bidra till minskade nettoutsläpp av koldioxid, däribland genom lagerhållning av kol i långlivade träprodukter. Studien pekar på att en stor del av den fortsatta lagerhållningen sker i produkter som exporteras.

Pohjola m.fl. (2018) analyserar hur prissättning av skogens kol påverkar den finska skogsnäringen, däribland kolförrådet i avverkade träprodukter. Den subvention som betalas till företagen omfattar även långlivade träprodukter och baseras då på inlagringens storlek och kolförrådets livslängd. Studien visar på – i likhet med Guo och Gong (2017) – att en sådan prissättning minskar avverkningsvolymen men även att produktionen av sågvirke och plywood respektive papper och wellpapp inte minskar lika mycket. Utöver att mer skog står kvar sker det således även en förskjutning mot mer långlivad användning av skogens biomassa.⁶⁵

En annan form av lagerflytt är att fånga in och lagra biogen koldioxid, så kallad BECCS. Johnsson m.fl. (2020) skattar kostnaderna för koldioxidinfångning, transport och lagring för 28 industrianläggningar vilka var och en årligen släpper ut åtminstone 0,5 miljoner ton CO₂.⁶⁶ Givet en 90-procentig infångning av koldioxid beräknas styckkostnaden för att vid dessa anläggningar fånga in koldioxid och därefter transportera och lagra den på lämpligt ställe till 800–1350 kronor per ton CO₂. Enligt studien kan uppemot 20 Mton CO₂ fångas in och lagras till en kostnad under 1 000 kr per ton CO₂. Energimyndigheten (2021) bedömer efter så kallade aktörsdialoger att kostnaderna ligger högre. Genomsnittet för branschen bedöms ligga mellan 1 000 – 1 200 kr per ton och för en del aktörer bedöms kostnaderna ligga uppemot 2 000 kr per ton. Det är oklart om den reviderade LULUCF-

⁶⁵ Användningen av biobränsle minskar i ungefär samma omfattning som avverkningen, vilket leder till ökad användning av fossila bränslen i den finska el- och värmeproduktionen. Men givet EU ETS så får det enbart en priseffekt.

⁶⁶ 20 av anläggningarna tillhör primärt massa- och pappersindustrin, där anläggnings-specifika utsläpp av biogen koldioxid årligen uppgår till mellan 476–1 181 tusen ton. Övriga åtta anläggningar har majoriteten fossila koldioxidutsläpp om mellan 504–1 765 tusen ton per år.

förordningen kommer tillåta att medlemsländer bokför BECCS som lagerhållning under LULUCF och på så sätt får räkna detta upptag i sitt nettoupptagsbeting.

Sammanfattande bedömning

Det är inte helt enkelt att göra en samlad bedömning av potentialerna för att till olika kostnadsnivåer öka den svenska skogens lagerhållning av kol inklusive den som sker i långlivade träprodukter. Det framstår dock som att det även på kort sikt finns möjligheter att till förhållandevis låga kostnader öka den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag av koldioxid. Detta genom att skjuta upp eller avstå från avverkning, tillämpa intensivodling och återvätning etc. Sektorns marginalkostnadsfunktion förefaller att vara ganska flack, åtminstone inledningsvis. På längre sikt finns det ytterligare anpassningar som av litteraturen att döma kan göras till relativt låga kostnader.

Det ska notera att flera av de ovan nämnda åtgärderna – exempelvis intensivodling och återbeskogning – är förknippade med potentiellt stora negativa miljöeffekter. Andra åtgärder såsom skydd av skog, är förknippade med positiva externa effekter. Sådana icke-prissatta sidonyttor behöver beaktas vid utformningen av en politisk styrning av den svenska skogens kollager. Vidare ska det noteras att beroende på vilken ambitionsnivå som anläggs för skogens och markens lagerhållning av kol kan det uppstå betydande prisseffekter på skogsprodukter med åtföljande strukturomvandling och anpassningskostnader.

DISKUSSION OM EN POLITIK SOM ÖKAR LULUCF-SEKTORNES NETTOUPPTAG

Förhållandet att medlemsländerna kan överföra LULUCF-krediter mellan varandra innebär att det kan etableras ett internationellt pris på sådana enheter. Vid vilken nivå detta pris kommer att materialiseras är oklart. Under överskådlig tid får denna reglering antas vara mindre strikt än den som gäller för användningen av fossila bränslen och därför generera ett lägre pris. Begränsningen vad gäller att överföra utsläppsutrymme från LULUCF till ETS respektive ESR upprätthåller prisskillnaden. Det finns flera skäl för denna utformning, däribland osäkerheter i mätningar av kolförråden, permanensfrågan (skogsbränder och insektsangrepp) och risken för så kallat utsläppsläckage.

Ett land minimerar sina åtagandekostnader under LULUCF-förordningen genom att öka det egna nettoupptaget så länge kostnaden för det ligger under det pris LULUCF-krediter handlas internationellt. Huruvida landet uppträder som nettoexportör eller nettoimportör av LULUCF-krediter beror på prisnivån och landets marginalkostnader.

Oavsett om Sverige vill anpassa sig till den internationella prisnivån eller vill klara sitt LULUCF-åtagande enbart genom inhemska åtgärder uppstår det en klimatpolitisk kostnad för Sverige när skogen används på ett sätt som minskar kolförrådet. Frågan uppstår därmed hur Sverige kan styra kostnadseffektivt mot ökat nettoupptag i svensk skog och mark? En viktig utgångspunkt i denna diskussion är att skogsägarna får anses ha bättre information än staten om kostnaderna för olika åtgärder. Detta talar för att det finns fördelar i att styra genom prissättning av den svenska skogens och markens utsläpp och upptag.

I litteraturen framhålls två sätt att prissätta skogens kol så att skogsägaren inkluderar värdet av att öka skogens kolförråd i sina beslut att exempelvis avverka och gallra. Ett sätt är att prissätta flödet genom att subventionera den koldioxid som tas upp av växande

biomassa och beskatta den koldioxid som frigörs vid avverkning (dvs. den del som inte flyttar till ett annat kolförråd) (Van Kooten m.fl. 1995). Ett annat sätt, istället för att betala för skogens kolförråd, är att betala ”koldioxidhyra” till markägaren baserat på storleken på skogens kolförråd (Sohngen och Mendelsohn 2003).⁶⁷ Båda systemen är heltäckande och potentiellt effektiva så till vida att de beaktar den koldioxid som frigörs till atmosfären från skogens kolförråd och det upptag som sker när skogen växer (Favero m.fl. 2020). Även om båda systemen i teorin ger skogsägaren identiska incitament att vidta åtgärder för att öka skogens nettoupptag, och leder därmed till liknande storlek på skogens kolförråd,⁶⁸ innebär de i praktiken stora budgetära skillnader för både staten och markägare. Om staten ”hyr” kolförrådet är skogens kol alltid en tillgång för markägaren i jämförelse med om staten beskattar utsläpp och subventionerar upptag. För staten innebär ett skatte-subventionssystem en stor initial utgift och är dessutom mer komplicerat att implementera på grund av penningflödets dubbla riktning. Baseras å andra sidan betalningar enbart på additionalitet (det vill säga nettoupptag större än baseline) genererar de två kompensations-systemen mer likartade effekter (Lintunen m.fl. 2016).

Med väl fungerande prissättning av skogens utsläpp och upptag skulle marknadsaktörerna beakta skogens nyttighet som kolsänka samtidigt som den tillåter dem att justera sina aktiviteter i takt med övriga marknadsförhållanden förändras. Med andra ord, marknadspri-serna skulle reflektera både den substitutionseffekt som uppstår när skogsbiomassa ersätter fossila material och bränslen och att biomassa till långlivade skogsprodukter förskjuter utsläppen in i framtiden. Markägaren skulle ges incitament att anpassa skogsförvaltning och avverkningsbeslut på sätt som ökar kolförrådet i skog och mark. Av den avverkade skogsråvaran skulle det bli mer fördelaktigt att producera långlivade träprodukter framför kortlivade produkter som i närtid frigör koldioxid till atmosfären. Biobränslen från snabbväxande biomassa skulle bli mer fördelaktiga relativt den energi som baseras på långsamt återväxande biomassa, och i ännu högre grad relativt fossila bränslen.

Ett problem med att anlägga ett fixerat upptagsbeting för den svenska LULUCF-sektorn, skulle Sverige välja att göra det, och styra mot det genom prissättning av upptag och utsläpp är att när ekonomin utvecklas annorlunda än förväntat kan skatten/subventionen behöva höjas kraftigt för att betinget ska klaras. Härigenom kan politiken komma att inducera mycket kostsamma åtgärder, åtgärder som kostar mer än andra sätt att klara LULUCF-åtagandet (exempelvis genom internationell handel med krediter). Genom att i stället anlägga ett fixerat pris (skatt/subvention) säkerställs att inga åtgärder vidtas som i termer av kr per kg CO₂e kostar mer än prisnivån. Härmed ges företagen möjlighet att svara på exempelvis ökad efterfrågan på kortlivade skogsprodukter.

Ett potentiellt stort problem med denna typ av prissättning är att en del privatekonomiskt lönsamma åtgärder för att öka skogen kolinlagring verkar vara förknippade med betydande negativa lokala miljöeffekter. Därför kan det finnas skäl att komplettera en sådan prissättning med andra styrmedel. En politisk styrning av den svenska skogens

⁶⁷ Betalning av kolförrådet i långlivade träprodukter kan exempelvis utgå till trävaruindustrin vid tillverkning av träprodukter baserat dess kolinnehåll och förväntade livslängd (se exempelvis Pohjola m.fl. 2018). Detta ger visserligen inga incitament att senare förlänga produktens livslängd.

⁶⁸ Lintunen m.fl. (2016) visar under vilka antaganden detta gäller.

lagerhållning av kol behöver vila på en pragmatisk ansats. Att kombinera en modest pris-sättning med viss reglering av åtgärder som kan medföra negativ lokal miljöpåverkan (exempelvis vissa former av intensivodling) skulle möjligen vara en framkomlig väg. Därutöver kan man lägga till stöd till återvätning av dikade marker samt köp av skog som därefter skyddas från avverkning.

Det ska noteras att det finns nationell styrning utanför skogs- och marksektorn som kan antas påverka sektorns kolförråd, även om det är oklart hur mycket. Till exempel kan nämnas Sverige dubbelstyrning av bränsleanvändningen i större värmeverk. De omfattas av EU ETS men deras fossilbränsleanvändning påförs ändå koldioxid- och energiskatt. Skälet är att uppmuntra användning av biobränslen. Andra sidan av myntet är lägre relativ lönsamhet i att använda biomassan till att producera långlivade träprodukter såsom spån-skivor. Att ta bort denna dubbelstyrning skulle leda till ökad fossilbränsleanvändning i Sverige men inte påverka de samlade EU ETS-utsläppen. Samtidigt skulle den svenska kol-inlagringen i långlivade träprodukter öka något och göra det lättare för oss att klara vårt beting.

För närvarande saknas det styrning som stimulerar infångning och lagring av biogen koldioxid, så kallad BECCS. Energimyndigheten föreslår omvänd auktionering⁶⁹ som driftstöd för BECCS. Enligt Energimyndigheten (2021) kan sådan infångning och lagring komma i gång ganska snabbt. Som nämnts är det dock oklart om och hur denna typ av kollagring kan användas för att klara vårt åtagande gentemot EU:s LULUCF-förordning.

6.4 Strategier för att täcka ett underskott i LULUCF-sektorn

I händelse av att den svenska LULUCF-sektorn inte når upp till sitt beting för nettoupp-tag kan Sverige, som diskuterats i kapitel 5, täcka underskottet på tre olika sätt: 1) Sverige köper ESR-enheter (och/eller LULUCF-krediter) från andra länder, 2) Sverige annullerar färre ESR-enheter än planerat, 3) Sverige minskar sina ESR-utsläpp ytterligare. Nedan identifierar vi kostnader och intäkter för dessa strategier.

1) Sverige köper ESR-enheter eller LULUCF-krediter från andra länder

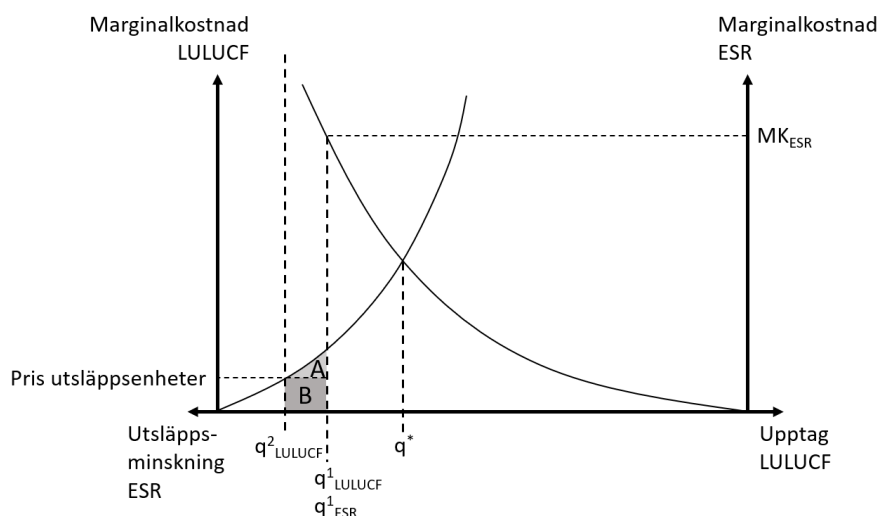
I det här alternativet täcker Sverige upp LULUCF-sektorns underskott genom att köpa ESR-enheter och/eller LULUCF-krediter från andra länder. Figur 16 illustrerar Sveriges kostnader och intäkter för denna strategi. I figuren köper Sverige ($q^1_{LULUCF} - q^2_{LULUCF}$) stycken enheter till ett styckpris, benämnt Pris utsläppsenheter i figuren. Vilken nivå priset kan tänkas ligga på i verkligheten är i dagsläget inte känt. Givet att Sverige har ett striktare LULUCF-beting än de flesta andra EU-länder kan det vara rimligt att anta att priset är lägre än marginalkostnaden för åtgärder i Sverige. Det är utifrån ett sådant antagande figuren är ritad. Kostnaden för denna åtgärd uppgår därmed till ytan B. Samtidigt innebär åtgärden att skogen slipper att vidta åtgärder för att hålla skogens nettoupptag vid q^1_{LULUCF} och i stället sikta på q^2_{LULUCF} . Notera att den svenska ESR-sektorns målnivå ligger kvar vid q^1 . De åtgärds-kostnader som härigenom undviks motsvarar ytorna A+B i figuren. Figuren

⁶⁹ Den aktör som anger det lägsta priset för att leverera upptag genom BECCS vinner anbudet.

är ritad så att åtgärden är samhällsekonomiskt lönsam i meningen att den minskar Sveriges nettokostnad för att klara våra nationella utsläppsmål och vårt LULUCF-beting. Kostnadsminskningen motsvarar ytan A.

Det ska noteras att så länge det pris Sverige behöver betala för LULUCF-krediter/ESR-enheter är positivt så är det optimalt med viss anpassning inom LULUCF-sektorn. Som nämnts är det svårt att ha någon bestämd uppfattning om vilket pris ESR-enheter respektive LULUCF-krediter kommer att kunna handlas till. Vad gäller den förra så kan det noteras att EU-kommissionen i sin konsekvensanalys av Fit for 55 räknar med ett pris kring 1,5 kr per kg koldioxid under förutsättning att alla medlemsländer deltar fullt ut i handeln (Europeiska kommissionen 2021d). I det fall stora högkostnadsländer väljer att inte delta i handeln kan ett betydligt lägre pris komma att materialiseras. Priset på LULUCF-krediter kan antas hamna på en betydligt lägre nivå. I sina konsekvensanalyser (Europeiska kommissionen 2021a) anger EU-kommissionen priser på LULUCF-krediter motsvarande 5 till 10 öre per kg upptag.

Figur 16 Kostnader och intäkter för att täcka skogens underskott genom köp av ESR-enheter



2) Sverige annullerar färre ESR-enheter än planerat

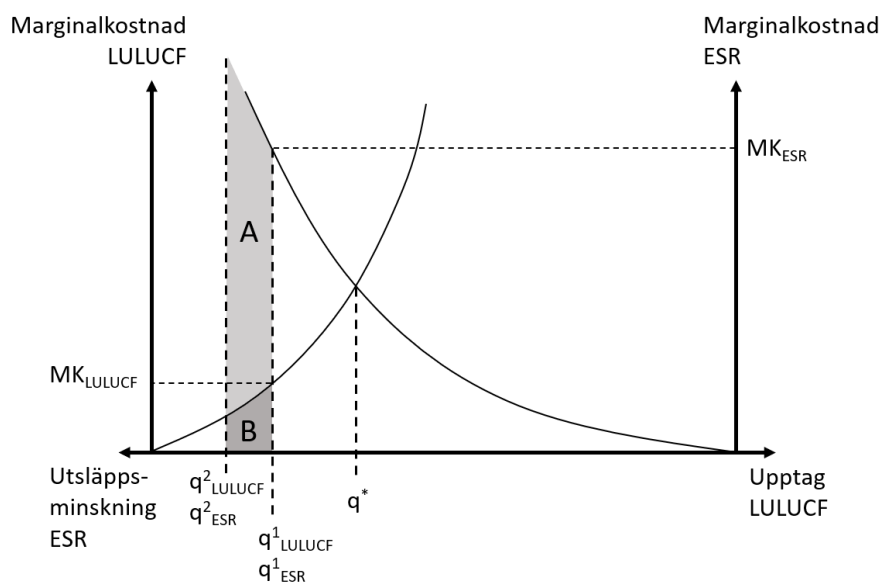
Sveriges nationella utsläppsmål är mer ambitiösa än vårt ESR-åtagande. Om Sverige når sina utsläppsmål finns således ett överskott av ESR-enheter. Historiskt har Sverige annullerat detta överskott av ESR-enheter och på så sätt ytterligare minskat EU:s samlade utsläpp. Sveriges plan tycks vara att annullera detta överskott och därmed bidra till att EU:s totala utsläpp blir lägre än annars. En alternativ användning av dessa enheter vore att använda (delar av) dem för att täcka ett underskott i LULUCF-sektorn. I detta fall uppstår ingen pekuniär kostnad för Sverige (under antagande att enheterna i annat fall annulleras). Emellertid uteblir den ytterligare minskning av EU:s utsläpp som skulle uppstått som en följd av annulleringen. Det uppstår därför en kostnad i form av svenska politikernas värdering av att EU:s utsläpp blir större än annars. Intäkten består av värdet av att skogssektorn

inte behöver anpassa sig i samma utsträckning. Intäkten av att använda ($q^1_{LULUCF} - q^2_{LULUCF}$) stycken ESR-enheter till att täcka skogens underskott motsvarar ytorna A+B i figur 16.

3) Sverige minskar sina ESR-utsläpp ytterligare

Här annullerar Sverige ESR-enheter som planerat och behöver därför frigöra ytterligare ESR-enheter för att täcka skogens underskott genom att minska utsläppen i den svenska ESR-sektorn ännu mer. Detta är således en ytterligare utsläppsminskning relativt den nivå som följer av våra utsläppsmål, q^1_{ESR} i figur 17 nedan. Kostnaden för att på detta sätt frigöra ESR-enheter till LULUCF-sektorn motsvarar i figuren av ytorna A+B. Värdet av åtgärden motsvarar ytan B, det vill säga de kostnader som undviks i den svenska LULUCF-sektorn. Så som figuren är ritad är detta sätt att mildra kraven på anpassning i den svenska skogen samhällsekonomiskt olönsamt. Mot bakgrund av de ambitiösa utsläppsmålen som ställts upp för den svenska ESR-sektorn och svenska inhemska transporter är det dock inte någon orimlig illustration. Trafikverket (2020) uppskattar marginalkostnaden för utsläppsminskningar inom vägtrafiksektorn år 2030 till 1,3 – 5,2 kr per kg beroende på åtgärd. Riksrevisionen (2020) bedömer marginalkostnaden för att genom klimatbonus till elbilar och laddhybrider minska utsläppen ligger kring 6 kronor per kg koldioxid.⁷⁰

Figur 17 Kostnader och intäkter för att täcka skogens underskott genom ytterligare utsläpps-minskningar i den svenska ESR-sektorn



Sammanfattande bedömning

De alternativ som diskuterats ovan baseras på åtgärder utanför LULUCF. Här finns det skäl att anta att alternativet där Sverige ökar styrkan i styrningen av den svenska ESR-

⁷⁰ I händelse bilen exporteras till annat land efter tre år bedöms marginalkostnaden för att minska de svenska utsläppen ligga i intervallet 16–19 kronor per kg koldioxid.

sektorn för att frigöra ytterligare ESR-enheter för att täcka ett underskott i LULUCF, är en mycket kostsam strategi. Anledningen är att Sverige redan har ambitiösa mål för sin ESR-sektor. För att nå dessa krävs åtgärder som är förknippade med höga kostnader. Vi befinner oss sålunda redan på en hög punkt på ESR-sektorns marginalkostnadskurva. Motsvarande politik har inte riktats mot LULUCF-sektorn och det är därför rimligt att anta att marginalkostnaden där är klart lägre. Detsamma gäller det framtida internationella priset på LULUCF-krediter. Lägst pekuniär kostnad uppstår i det fall Sverige väljer att täcka LULUCF-underskott genom att annullera färre ESR-enheter än planerat.

6.5 Jämförelse mellan olika strategier

Vi har ovan diskuterat kostnaderna för att genom skogliga åtgärder respektive ytterligare utsläppsminskningar i ESR-sektorn klara ett möjligt framtida svenskt LULUCF-åtagande. Genomgången baserades främst på partiella analyser, det vill säga sådana som fokuserar på effekterna på en separat marknad eller sektor. För att uppskatta de samhällsekonomiska kostnaderna för den här typen av åtgärder bör hänsyn tas till att åtgärderna även får effekter på aktiviteter nedströms i ekonomin. Exempelvis, om skogsbruket får ökade kostnader så påverkas branscher som använder skogsråvara som insatsvara, huvudsakligen trävaruindustrin samt massa- och pappersindustri. Även användningen av biomassa för energiändamål påverkas, då biomassan huvudsakligen har sitt ursprung i skogen. Det är också viktigt att analysen beaktar den klimatpolitik som förs på såväl EU-nivå som nationell nivå. Konjunkturinstitutets allmänjämviktsmodell EMEC fångar den här typen av samband.

MODELLBASERAD ANALYS AV OLIKA STRATEGIER

I EMEC representeras samspelet mellan olika delar i den svenska ekonomin med särskilt fokus på hur olika energibärare produceras och konsumeras samt hur detta ger upphov till olika typer av utsläpp. Grunden i modellen utgörs av ett antal ekonomiska aktörer som interagerar med varandra genom att efterfråga och bjuda ut varor och tjänster på marknaden. Aktörerna i fråga är hushåll, företag uppdelade i näringslivsbranscher samt den offentliga sektorn. Företagen antas fatta sina beslut för att maximera vinster och hushållen för att maximera sina nyttor givet sin inkomst och rådande priser. Perfekt konkurrens råder på alla marknader. Sverige antas vara för litet för att kunna påverka världsmarknadspriserna.

En näringslivsbransch i modellen är skogsbruket⁷¹. Här används arbetskraft och kapital samt olika insatsvaror för att producera skogsråvara⁷², som sedan efterfrågas av andra aktörer i modellen. Skogsråvaran används huvudsakligen som insatsvara i trävaruindustri⁷³ och massa- och pappersindustri⁷⁴, samt i form av lagerinvesteringar. Det som i modellen (och nationalräkenskaperna) kallas lagerinvesteringar i produkten ”skog” utgörs i verkligheten av ökningen i virkesförrådet i den svenska skogen. En hel del av skogsråvaran blir i

⁷¹ SNI 02; branschkod **SKOG** i EMEC. Se även appendix E.

⁷² Produktkod **SKOG** i EMEC. Se även appendix F.

⁷³ SNI 16; branschkod **TRAV** i EMEC.

⁷⁴ SNI 17–18; branschkod **MASSA** i EMEC.

slutändan biobränsle som förbränns och därigenom genererar energi i form av el och värme, se figur 11. Biobränslet produceras dock endast i mindre utsträckning direkt i skogsbranschen. Huvuddelen uppstår i stället som en biprodukt i trävaru- och massa- och pappersindustrin, som kan sälja det vidare som bränsle till exempelvis fjärrvärmebranschen eller använda det internt och därmed undvika att köpa in andra energivaror. Biobränslet bidrar på så sätt till lönsamheten i skogssektorn och påverkar därmed avverkningsnivåerna. Både skogsråvara och biobränslen importerar och exporteras dessutom.

EMEC fångar flöden av skoglig biomassa som används för energjändamål, och de biogena koldioxidutsläpp som uppstår till följd av förbränning av biomassa. I övrigt finns kolbalanserna i LULUCF-sektorn inte representerade. Mark finns inte representerat som en begränsad resurs i modellen, och upptag och lagring av kol i levande biomassa bokförs inte. Konjunkturinstitutet har för avsikt att utveckla modellen så att den kan hantera även kolbalanserna inom LULUCF-sektorn, men det har inte varit möjligt att genomföra den typen av modellutveckling inom ramen för årets miljöekonomiska rapport. Detta innebär en kraftig begränsning vad gäller vilken typ av frågor som kan besvaras av modellen, med avseende på hur Sverige kan uppfylla sitt beting inom LULUCF-sektorn. Vi har givet dessa begränsningar konstruerat ett fungerande, om än indikativt, mått på nettoinlagringen av kol i växande skog samt i träprodukter; se appendix D.

JÄMFÖRELSESCENARIO

I analyser som görs med EMEC används ofta ett jämförelsescenario som innehåller enbart beslutade politiska styrmedel, vanligtvis omnämnt som modellens referensscenario. På så sätt kan modellen användas till att analysera vilka ytterligare styrmedel som skulle krävas för att uppnå exempelvis ett utsläppsmål, och vilka samhällsekonomiska kostnader detta skulle ge upphov till. I den här analysen är den relevanta frågeställningen i stället: hur kan Sverige uppnå sitt beting för LULUCF-sektorn, och till vilken samhällsekonomisk kostnad, jämfört med ett scenario där Sverige når utsläppsmålen för transporter och för ESR-sektorn som helhet? Som jämförelsescenario används därför ett scenario där både utsläppsmålet för transportsektorn och utsläppsmålet för hela ESR-sektorn för 2030 nås.⁷⁵ EMEC:s traditionella referensscenario samt det målsscenario som används som jämförelsescenario nedan beskrivs mer utförligt i appendix D.

ALTERNATIVSCENARIER

Som alternativ konstrueras ett antal olika scenarier för skogliga åtgärder där inlagringen av kol 2030 (enligt definitionen ovan) ökar med 5 miljoner ton koldioxid⁷⁶ relativt

⁷⁵ Vi antar att ESR-målet uppfylls med hjälp av 6 procent kompletterande åtgärder, och inte de 8 procent som tillåts enligt det klimatpolitiska ramverket. Med 8 procent kompletterande åtgärder binder inte ESR-målet i modellsimuleringarna, när transportmålet samtidigt uppfylls. För att kunna analysera modellresultaten krävs dock att ESR-utsläppen hålls på samma nivå i de olika scenarierna, och därför antas 6 procent kompletterande åtgärder, så att ESR-målet blir bindande. Detta antagande påverkar inte det kvalitativa resultatet i scenarioanalysen att utsläppsminskningar inom LULUCF-sektorn kan förväntas vara mindre kostsamma än att ytterligare minska utsläppen i ESR-sektorn.

⁷⁶ Eftersom 2030 års beting för ländernas LULUCF-sektorer fortfarande inte är fastställda är det inte möjligt att beräkna hur mycket den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag måste öka. I avsnitt 6.2 beskrivs två tänkbara beting och vilket potentiellt underskott detta kan innebära för den svenska LULUCF-sektorn under perioden 2026–2030. I EMEC-analysen antas att skogens nettoupptag behöver öka med 5 miljoner ton koldioxid, vilket är något mindre än det lägre underskottet som beräknades i avsnitt 6.2.

jämförelsescenariot. Dessa scenarier med skogliga åtgärder bygger på de strategier som presenteras i avsnitt 6.3. Strategin (b) *Återväning av våtmark* låter sig dock inte representeras på ett bra sätt i EMEC, och därför konstrueras inget modellscenario för att fånga den typen av åtgärd.

I de alternativa scenarierna **ESR1–ESR3** införs inga styrmedel direkt riktade mot inlagring av kol i skoglig biomassa. Här minskas nettoutsläppen i stället genom åtgärder riktade mot ESR-sektorn. I scenarierna **ESR1** och **ESR2** klaras LULUCF-betinget i stället genom att köpa in eller annullera färre ESR-enheter. I scenario **ESR3** minskar nettoutsläppen genom en kombination av ytterligare minskade utsläpp inom ESR-sektorn och ökad inlagring av kol. Någon styrning specifikt riktad mot den svenska skogen förekommer inte i **ESR3**, men den förstärkta styrningen mot ESR-utsläppen påverkar skogsbranschen och därmed inlagringen av kol i skogen. Alternativscenarierna presenteras i tabell 3, med kompletterande modelltekniska beskrivningar i tabell 4 i appendix D.

Tabell 3 Alternativscenarier

Scenario	Kortfattad beskrivning
Skog1	Strategi (a) <i>Minskat uttag av biomassa</i> i avsnitt 6.3. En skatt på insatsvaruanvändning av skogsråvara och biomassa ger ett minskat uttag av biomassa, och därmed större inlagring av kol i skogen.
Skog2	Strategi (a) <i>Minskat uttag av biomassa</i> i avsnitt 6.3. Ett scenario liknande Skog1 , men här används en skatt på utsläpp av biogen koldioxid för att åstadkomma ett minskat uttag av biomassa.
Skog3	Strategi (c) <i>Återbeskogning</i> i avsnitt 6.3. Staten köper upp skog, som därefter inte avverkas.
Skog4	Strategi (d) <i>Ökad tillväxt</i> i avsnitt 6.3. Användning av arbetskraft och kapital i skogsbranschen subventioneras, vilket ger en ökad produktionsvolym i branschen.
Skog5	Strategi (e) <i>Lagerflytt</i> i avsnitt 6.3. Som scenario Skog2 , men här antas att det finns en teknik för avskiljning och lagring av biogen koldioxid, så kallad BECCS.
ESR1	Strategi (1) <i>Sverige köper ESR-enheter eller LULUCF-krediter från andra länder</i> i avsnitt 6.4.
ESR2	Strategi (2) <i>Sverige annullerar färre ESR-enheter än planerat</i> i avsnitt 6.4.
ESR3	Strategi (3) <i>Sverige minskar sina ESR-utsläpp ytterligare</i> i avsnitt 6.4. En ytterligare koldioxidskatt läggs på ESR-sektorn, så summan av minskade utsläpp i ESR-sektorn samt ökad inlagring av koldioxid i skogen uppgår till 5 miljoner ton.

ANALYS AV SCENARIERNA

I scenarierna **Skog1**, **Skog2** samt **Skog5** uppstår snarlika kvalitativa effekter. Skatt på användning av skogsråvara (**SKOG**) och biobränslen (**BIO**), alternativt skatt på förbränning av biobränslen, gör så att efterfrågan på skogsråvara dämpas. Skatten tas ut även på importerad skogsråvara samt biobränslen, vilket innebär att bortfallet i inhemsk produktion inte ersätts med importerade produkter. Import av **SKOG** och **BIO** faller, relativt jämförelsescenariot. Exporten av biobränslen ökar, relativt jämförelsescenariot, i alla tre scenarierna, medan exporten av skogsråvara påverkas endast marginellt.

Längre ner i förädlingsvärdeskedjan uppstår andra effekter på export och import. Trävaru- produkter (**TRAV**) samt massa- och pappersprodukter (**MASSA**) beskattas inte direkt, men

påverkas indirekt av skatt på insatsvaruanvändning eller biogena utsläpp. I dessa branscher faller produktionen; framför allt gäller detta massa- och pappersvaror, där produktionsbortfallet relativt jämförelsescenariot uppgår till mellan 6 procent (**Skog5**) och 11 procent (**Skog2**). Det minskade inhemska producerade utbudet av dessa produkter kompenseras delvis av minskad export och ökad import. Detta är särskilt tydligt för **MASSA**, där exporten faller med 6–11 procent, och importen ökar med 5–9 procent. Fjärrvärmeproduktionen påverkas betydligt i scenario **Skog2**, och även i **Skog5**, där utsläpp av biogena koldioxidutsläpp beskattas. Produktionsvolymen av fjärrvärme blir omkring 4 procent lägre i **Skog2**, och drygt 2 procent lägre i **Skog5**, relativt jämförelsescenariot. Här sker en substitution mot andra former av uppvärmning, huvudsakligen eldriven (direktverkande el och värmepumpar).

De övriga skogliga scenarierna uppvisar andra effekter. I **Skog3** ökar efterfrågan på skogsråvara, och i **Skog4** ökar utbudet av densamma. I **Skog3** ökar både produktionen i skogsbranschen och importen av skogsråvara, relativt jämförelsescenariot. Övriga produkter som produceras med skogsråvara (**BIO**, **TRAV** samt **MASSA**) påverkas relativt lite, både vad gäller inhemska produktionsvolymerna samt import- och exportvolymerna. I **Skog4**, där skogsbranschen subventioneras, ökar utbudet på skogsråvara betydligt. För att öka koldioxidinlagringen med 5 miljoner ton måste produktionsvolymen i skogsbranschen öka förhållandevis mycket, eftersom subventionen medför ett lägre pris på skogsråvara och därmed ökad användning. Importen av skogsråvara sjunker, eftersom inhemsk produktion blir relativt sett billigare. Exporten ökar däremot. Liknande effekter på handelsflödena uppstår för produkterna nedströms (**BIO**, **TRAV** samt **MASSA**).

Vad gäller de ESR-baserade scenarierna är det bara i scenario **ESR3** som det uppstår större relativprisförändringar. Att inducera ytterligare ett par miljoner ton utsläppsminskning med hjälp av höjd koldioxidskatt på utsläpp under ESR-målet är mycket kostsamt. Kostnaden drabbar alla näringslivsbranscher, men branscher som är utsläppsintensiva (vad gäller ESR-utsläpp) drabbas hårdare. Skogsbranschen är förhållandevis utsläppsintensiv, och dess produktionsvolym faller med ca 2,5 procent, relativt jämförelsescenariot. Även trävarubranschen påverkas när priset på skogsråvara stiger, och produktionsvolymen av trävaruprodukter faller med närmare 2 procent. I detta scenario ersätts det inhemska produktionsbortfallet delvis med ökad nettoimport. Importen av både skogsråvara (**SKOG**), trävaruprodukter (**TRAV**) och fasta biobränslen (**BIO**) ökar, medan exporten av samma produkter minskar, relativt jämförelsescenariot.

I scenario **ESR1** uppstår en offentligfinansiell kostnad för att köpa ESR-enheter. Detta finansieras genom att hushållen får något lägre transfereringar från staten, det vill säga hushållen får något lägre inkomst. Hushållen kompenserar delvis för detta genom att arbeta mer, och nettoeffekten på ekonomin blir mycket liten. De olika relativpriserna i modellen påverkas endast marginellt. Scenario **ESR2** modelleras inte explicit, utan **ESR2** ska tolkas som jämförelsescenariot kombinerat med att Sverige annullerar färre ESR-enheter än vad som ursprungligen var tänkt. Kostnaden för den typen av politik ligger enbart i värderingen av den lägre annulleringen, och påverkar inte ekonomins funktionssätt.

För att undersöka vilka samhällsekonomiska kostnader som uppstår i de olika scenarierna är variablerna BNP samt hushållsnytta av intresse. BNP är ett väletablerat mått på

ekonomisk aktivitet, som dock inte tar hänsyn till att det uppstår en kostnad för hushållen om de väljer att arbeta mer, och vice versa. Hushållsnytta är ett mått som tar hänsyn till både konsumtion och fritid. Om hushållen väljer att arbeta mer så kan de också konsumera mer, vilket ökar hushållsnyttan, men den ökade arbetstiden innebär också en nytto-kostnad, som har motsatt effekt. I EMEC finns sex representativa hushåll, som i princip kan påverkas på olika sätt i de olika alternativscenarierna.

Både BNP och hushållsnytta blir lägre i alternativscenarierna (förutom **ESR2**), relativt jämförelsescenariot. Effekterna är genomgående relativt små, och för alla scenarier understiger de 1 procent, både mätt i BNP och i hushållsnytta. På grund av den osäkra modellansatsen väljer vi att inte rapportera effekterna i siffror, utan diskuterar endast hur de olika scenarierna förhåller sig till varandra. Alla jämförelser nedan gäller 2030.

BNP är lägre i alla alternativscenarier, relativt jämförelsescenariot, bortsett från scenario **ESR2**. I **ESR2** uppstår inga ekonomiska kostnader, och i modellen blir detta scenario identiskt med jämförelsescenariot. Kostnaderna förknippade med måluppfyllelse i **ESR2** utgörs i stället av värderingen av att Sverige annullerar färre ESR-enheter, vilket inte dyker upp i modellen. **ESR1** uppvisar den lägsta BNP-minskningen bland de övriga scenarierna. I det alternativet köper Sverige ESR-enheter eller LULUCF-krediter från andra länder. Priset för dessa enheter antas vara relativt lågt (se diskussion i avsnitt 6.4 ovan), varför det inte är förvånande att effekten på BNP blir begränsad. Den största BNP-minskningen uppstår i **ESR3** där underskottet i LULUCF kompenseras av ökade åtgärder i ESR-sektorn. Sådana åtgärder är, som argumenterats för ovan, kostsamma. Att detta alternativ rankas som det mest kostsamma är därför förväntat. BNP-effekterna i de skogliga scenarierna **Skog1–Skog5** hamnar mellan dessa båda alternativ och har sinsemellan liknande effekter på BNP.

Även hushållsnyttan blir generellt lägre i alla alternativscenarier (förutom **ESR2**), relativt jämförelsescenariot. Effekten blir även här störst i **ESR3**. De skogliga scenarierna samt **ESR1** uppvisar effekter på hushållsnyttan som alla är ungefär lika stora. Till skillnad från med BNP-måttet sticker inte **ESR1** ut som det ”billigaste” scenariot mätt i hushållsnytta. Detta beror på att **ESR1** är det scenario där hushållen tydligast kompenserar för lägre inkomst genom att arbeta mer, vilket ger en negativ effekt på hushållsnyttan.

Att ranka de olika skogliga scenarierna sinsemellan låter sig inte riktigt göras. Skillnaderna är för små, och modellansatsen för grov, för att det ska gå att säga något mer precist. Fördjupad modellutveckling och analys behövs för att kunna ranka de olika åtgärderna. Ett åtgärds paket som består av en kombination av de skogliga åtgärder som ligger i scenarierna **Skog1–Skog5** vore intressant att studera.

Avsnittet i korthet

- Ett kommande, ambitiöst åtagande vad gäller upptag och utsläpp från skog och mark innebär att Sverige inte bara ska uppfylla EU-åtaganden i termer av ETS och ESR utan även LULUCF.
- Två möjliga nivåer på nationellt LULUCF-underskott som kan uppstå för perioden 2026–2030 beräknas. Om målnivån för 2030 uppgår till kommissionens

förslag blir det nationella underskottet under perioden i genomsnitt 8,9 miljoner ton per år. Justeras målnivån för 2030 ner blir det i stället i snitt 4,4 miljoner ton per år.

- Litteraturen påvisar möjligheter att till relativt låga kostnader öka den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag av koldioxid. Detta genom att exempelvis skjuta upp eller avstå från avverkning, tillämpa intensivodling och/eller återvätning.
- Sådana åtgärder, exempelvis intensivodling och återbeskogning, kan vara förknippade med stora sidoeffekter vilka måste beaktas vid utformningen av en politisk styrning av den svenska skogens kollager.
- Givet ett underskott i den svenska LULUCF-sektorn är regeringen skyldig att lämna in ESR-enheter till EU motsvarande detta underskott. Sverige kan frigöra ESR-enheter för detta genom att 1) köpa ESR-enheter och/eller LULUCF-krediter från andra länder, 2) annullera färre ESR-enheter än planerat, 3) ytterligare minska sina ESR-utsläpp.
- Den kvalitativa såväl som den kvantitativa analysen visar att det kan vara mycket kostsamt att ytterligare minska de svenska ESR-utsläppen för att täcka ett LULUCF-underskott och betydligt mindre kostsamt att i stället vidta en kombination av skogliga åtgärder.
- Att köpa ESR-enheter respektive LULUCF-krediter från andra länder kan väntas ske till ett pris som även det överstiger åtminstone vissa av de åtgärder som kan stärka de naturliga svenska kollagren.
- Utifrån ett kostnadseffektivitetsperspektiv bör Sverige därför styra mot ökad inlagring av kol i skog och mark.

7 Avslutande diskussion

En verksam och effektiv klimatpolitik behöver hantera både fossila och biogena utsläppskällor samt skogens och markens upptag av koldioxid integrerat. Klimatpolitiken har länge uppvisat en slagsida härvidlag, i det att den fokuserat på koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen. Härmed har vi sannolikt fått för stora biogena utsläpp och för lite inlagring av kol i skog och mark.

Idealt bör alla utsläpp (biogena och fossila) möta ett pris och alla upptag erhålla motsvarande ersättning. En global sådan politik skulle ge marknadspriser som leder marknadsaktörerna till den lösning som uppfyller klimatmålen till lägsta möjliga kostnad. Det är dock svårt att se att det under överskådlig tid kommer att växa fram ett globalt sådant system, därtill är övervakningsproblemen och avsaknaden av en internationell organisation med erforderlig rådgivning för stora.

EU-kommissionens förslag till ny LULUCF-förordning är dock ett steg i sådan riktning. Förslaget delar ut nationella beting till medlemsländerna vad gäller deras nettoupptag av kol i skog och mark. Även om det återstår att förhandla de nationella betingen kan det förväntas att Sverige får ett beting som innebär att det framöver kommer att uppstå en svensk klimatpolitisk kostnad vid skogsavverkning och användning av biomassa som frigör koldioxid till atmosfären, exempelvis bränsleinsats vid el- och värmeproduktion. Sverige kan klara sitt beting genom i) att öka den svenska LULUCF-sektorns nettoupptag genom åtgärder som stärker skogen och markens lagerhållning av kol, ii) att köpa så kallade LULUCF-krediter eller ESR-enheter från andra länder, iii) att annullera färre ESR-enheter och i stället använda dem för att täcka upp för LULUCF-betinget och/eller iv) att minska utsläppen ytterligare inom den egna ESR-sektorn och använda de ESR-enheter som härigenom frigörs till att täcka upp för LULUCF-sektorn.

Sverige har länge fört en nationell ambitiös politik för att minska de svenska ESR-utsläppen varvid relativt kostsamma åtgärder kan förväntas återstå. Det är därför inte förvånande att litteraturen och analysen i denna rapport tydligt indikerar att kostnaden för åtgärder i skogen är betydligt lägre än kostnaden för att klara åtagandet genom att ytterligare minska utsläppen i den svenska ESR-sektorn. Att köpa ESR-enheter respektive LULUCF-krediter från andra länder kan väntas ske till ett pris som även det överstiger åtminstone vissa av de åtgärder som kan stärka de naturliga svenska kollagren. Utifrån ett kostnadseffektivitetsperspektiv bör Sverige därför styra mot ökad inlagring av kol i skog och mark. I vilken utsträckning beror av vilka prisrelationer som materialiseras.

En relevant fråga blir därmed hur en nationell politik bör utformas för att öka skogens och markens lagerhållning av kol. Detta är förenat med stora utmaningar inte minst eftersom det är svårt att med precision mäta och övervaka kolinlagringen i skog och mark. Vidare handlas biomassa och skogliga produkter internationellt varför en kraftfull nationell politik kan ge upphov till utsläppsläckage och konkurrenskraftproblem. Dessutom är några av de privatekonomiskt minst kostsamma åtgärderna förknippade med potentiellt stora negativa lokala miljöeffekter. Dessa förhållanden behöver beaktas vid politikutformningen. En pragmatisk ansats kan därför vara att införa en subvention för upptag och en skatt på utsläpp, som diskuterats ovan, men på en nivå klart under de nivåer som råder

inom ESR och ETS. Bara att få systemet på plats torde göra Sverige bättre rustat att hantera framtida eventuella skärpta EU-krav på LULUCF-sektorn till begränsade samhällsekonomiska kostnader.

Även om kolflödet mellan skog och mark och atmosfären inte kan prissättas i nivå med EU ETS-priset eller den svenska koldioxidbeskattningen så finns det skäl att hantera skogens och markens lagerhållning av skog integrerat med övriga delar av den svenska klimatpolitiken. Den svenska politiken har varit tämligen ensidig och kanske i en större omfattning än i många andra EU-länder betraktat biomassa som ett sätt att minska de fossila utsläppen. Att användning av biomassa leder till minskad lagerhållning av kol i skog och mark har inte beaktats. Snarare har den svenska debatten gett sken av att bioenergi per definition skulle vara koldioxidneutral. Förhållandet att koldioxidutsläppen från förbränning av biomassa är lika stora som den koldioxid som grödan sugit upp ger inte hela bilden. Dels tar det tid för grödan att ånyo växa upp. Dels tappar man de utsläpp/avgångar som följer av skörd/avverkning och att avverkningsrester förmultnar snabbare än de skulle gjort om de fortsatt vara grenar och toppar.

Avslutningsvis kan det noteras att Sveriges målbild inte helt harmonierar med den av EU föreslagna förordningen. Sveriges nationella klimatpolitiska målbild inkluderar inte förändringar i de naturliga kollagren skog, mark och träprodukter. Som klimatmålet är formulerat ska Sverige år 2045 uppnå nettonollutsläpp i meningen att växthusgasutsläppen högst får vara 15 procent av 1990 års nivå, vilket motsvarar knappt 11 miljoner ton CO₂e, och att de kvarvarande utsläppen kompenseras för genom utsläppsminskningar från investeringar i andra länder, additionella åtgärder som ökar det svenska nettoupptaget i skog och mark samt avskiljning och lagring av biogen koldioxid. Denna målformulering ignorerar i mångt och mycket skogens och markens klimatpolitiska roll i andra meningar än som leverantör av biobränslen. Den ger inga incitament till att öka skogens nettoupptag av koldioxid mer än vad som behövs för att täcka kvarvarande svenska fossila utsläpp. Detta oavsett hur billigt det är att öka den svenska lagerhållningen. Detta är, inte minst ur kostnadseffektivitetssynpunkt, olyckligt.

Referenser

- Alkama, R. och Cescatti, A. (2016). Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. *Science*, 351(6273), 600-604.
- Anderegg, W. R., Trugman, A. T., Badgley, G., m.fl. (2020). Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests. *Science*, 368(6497).
- Bala, G., Caldeira, K., Wickett, M., m.fl. (2007). Combined climate and carbon-cycle effects of large-scale deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(16), 6550-6555.
- Baumol, W. J. och Oates, W. E. (1971). The use of standards and prices for protection of the environment. *Swedish Journal of Economics*, 73, 42–54.
- Benneer, L. S. och Stavins, R. N. (2007). Second-best theory and the use of multiple policy instruments. *Environmental and Resource Economics*, 37(1), 111-129.
- Bergh, J., Egnell, G. och Lundmark, T. (2020). Skogsskötselserien—Skogens kolbalans och klimatet. Skogsstyrelsen.
- Bergkvist, B. och Olsson, M. (red) (2008). Kolet, klimatet och skogen - Så kan skogsbruket påverka. Information från LUSTRA.
- Betts, R.A. (2000). Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408(6809), 187–190.
- Björheden, R. (2019). Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan – Upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid. Skogforsk. Uppsala.
- Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320(5882), 1444–1449.
- Brännlund R., Carlén, O, Lundgren, T., m.fl. (2012). The costs and benefits of intensive forest management, *Journal of Benefit–Cost Analysis*, 3(4), Article 5.
- Brännlund, R., Lundmark, R. och Söderholm, P. (2010). *Kampen om skogen - koka, såga, bränna eller bevara?* SNS Förlag, Stockholm.
- Coase, R. H. (1960). The problem of social cost. *Journal of Law and Economics*, 3, 1-44.
- Dasgupta, P. (1982). *The control of resources*. Harvard University Press.
- Dasgupta, P. (2021). The economics of biodiversity: The Dasgupta review.
- Egnell, G. (2013). Skogsskötselserien: Skogsbränsle. Skogsstyrelsen.
- Energimyndigheten (2020). Årlig energibalans.
- Energimyndigheten (2021). Första, andra, tredje... : Förslag på utformning av ett stödsystem för bio-CCS. Er 2021:xxx.
- Engel, S., Pagiola, S. och Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674.
- Europeiska kommissionen (2013). Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt Regionkommittén. En ny EU-skogsstrategi: för skogarna och den skogsbaserade sektorn. COM(2013) 659 final.
- Europeiska kommissionen (2018). Rapport från kommissionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt Regionkommittén. Framsteg i genomförandet av EU:s skogsstrategi. COM(2018) 811 final.

- Europeiska kommissionen (2020), Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt Regionkommittén, Höjning av Europas klimatambition för 2030 - Investering i en klimatneutral framtid till förmån för våra medborgare. COM(2020) 562 final.
- Europeiska kommissionen (2021a). Proposal for a regulation of the European parliament and the council amending Regulations (EU) 2018/841 as regards the scope, simplifying the compliance rules, setting out the targets of the Member States for 2030 and committing to the collective achievement of climate neutrality by 2035 in the land use, forestry and agriculture sector, and (EU) 2018/1999 as regards improvement in monitoring, reporting, tracking of progress and review. COM(2021) 554 final.
- Europeiska kommissionen (2021b). Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt Regionkommittén. Ny EU-skogsstrategi för 2030. COM(2021) 572 final.
- Europeiska kommissionen (2021c). Directive of the European parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757. COM(2021) 551 final.
- Europeiska kommissionen (2021d). Directive of the European parliament and of the Council amending Regulation (EU) 2018/842 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement. COM(2021) 555 final.
- Europeiska kommissionen (2021e). Proposal for a regulation of the European parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport. COM(2021) 561 final.
- Europeiska kommissionen (2021f). Proposal for a regulation of the European parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC. COM(2021) 562 final.
- FAO (2020). Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.
- Favero, A., Daigneault, A. och Sohngen, B. (2020). Forests: Carbon sequestration, biomass energy, or both? *Science Advances*, 6(13), eaay6792.
- Favero, A., Sohngen, B., Huang, Y., m.fl. (2018). Global cost estimates of forest climate mitigation with albedo: a new integrative policy approach. *Environmental Research Letters*, 13(12), 125002.
- Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., m.fl. (2016). Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. *Ambio*, 45(2), 124–139.
- Förordning (EU) 2021/268. Kommissionens delegerade Förordning (EU) 2021/268 av den 28 oktober 2020 om ändring av bilaga IV till Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 vad gäller de referensnivåer för skog som medlemsstaterna ska tillämpa under perioden 2021–2025.
- Förordning (EU) 2021/1119. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119 av den 30 juni 2021 om inrättande av en ram för att uppnå klimatneutralitet och om ändring av förordningarna (EG) nr 401/2009 och (EU) 2018/1999 (europeisk klimatlag).
- Förordning (EU) 2018/841. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 av den 30 maj 2018 om inbegripande av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk i ramen för klimat- och energipolitiken fram till 2030 och om ändring av förordning (EU) nr 525/2013 och beslut nr 529/2013.
- Förordning (EU) 2018/842. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/842 av den 30 maj 2018 om medlemsstaternas bindande årliga minskningar av växthusgasutsläpp under perioden 2021–2030 som

- bidrar till klimatåtgärder för att fullgöra åtagandena enligt Parisavtalet samt om ändring av förordning (EU) nr 525/2013.
- Gan, J. och McCarl, B. A. (2007). Measuring transnational leakage of forest conservation. *Ecological Economics*, 64(2), 423–432.
- Geijer, E., Andersson, J., Bostedt, G., m.fl. (2014). Safeguarding species richness vs. increasing the use of renewable energy—The effect of stump harvesting on two environmental goals. *Journal of Forest Economics*, 20(2), 111-125.
- Gren, M. och Aklilu, A. Z. (2016). Policy design for forest carbon sequestration: A review of the literature. *Forest Policy and Economics*, 70, 128-136.
- Gundersen, V. S. och Frivold, L. H. (2008). Public preferences for forest structures: A review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(4), 241-258.
- Gundersen, P., Thybring, E. E., Nord-Larsen, T., m.fl. (2021). Old-growth forest carbon sinks overestimated. *Nature*, 591(7851), E21-E23.
- Guo, J. och Gong, P. (2017). The potential and cost of increasing forest carbon sequestration in Sweden. *Journal of Forest Economics*, 29, 78-86.
- Haines-Young, R. och M.B. Potschin (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure.
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., m.fl. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, 11(3), 234-240.
- IPCC (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2018). Global warming of 1.5°C. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2019a). Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystem. Intergovernmental panel on climate change.
- IPCC (2019b). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 12: Harvested Wood Products. Intergovernmental panel on climate change.
- IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Johnsson, F., Normann, F. och Svensson, E. (2020). Marginal abatement cost curve of industrial CO₂ capture and storage—a Swedish case study. *Frontiers in Energy Research*, 8, 175.
- Juutinen, A., Ahtikoski, A., Lehtonen, M., m.fl. (2018). The impact of a short-term carbon payment scheme on forest management. *Forest Policy and Economics*, 90, 115–127.
- Konjunkturinstitutet (2015a). Miljö, ekonomi och politik 2015.
- Konjunkturinstitutet (2015b). EMEC – en populärvetenskaplig beskrivning. PM 2015-03-26.
- Konjunkturinstitutet (2017). Miljö, ekonomi och politik 2017.
- Konjunkturinstitutet (2019). Miljö, ekonomi och politik 2019.
- Konjunkturinstitutet (2020). Biodrivmedel och kolförråden, KI-nr: 2020:1.
- Leturcq, P. (2020). GHG displacement factors of harvested wood products: the myth of substitution. *Scientific Reports*, 10(1), 1-9.
- Li, Y., Zhao, M., Motesharrei, S., m.fl. (2015). Local cooling and warming effects of forests based on satellite observations. *Nature Communications*, 6(1), 1-8.

- Lindroth, A. och Tranvik, L. (2021). Accounting for all territorial emissions and sinks is important for development of climate mitigation policies. *Carbon Balance and Management*, 16(1), 1-3.
- Lintunen, J., Laturi, J. och Uusivuori, J. (2016). How should a forest carbon rent policy be implemented? *Forest Policy and Economics*, 69, 31-39.
- Lintunen, J., Rautiainen, A. och Uusivuori, J. (2021). Which is more important, carbon or albedo? Optimizing harvest rotations for timber and climate benefits in a changing climate. *American Journal of Agricultural Economics*, 00(00), 1–27.
- Lundblad M., Roberge C., Appiah Mensah A., m.fl. (2021). Förslag på uppföljning av åtgärder för ökad kolinlagring och minskade utsläpp i LULUCF-sektorn – Beskogning av tidigare jordbruksmark. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Arbetsrapport 525.
- Lundgren, T., Marklund, P-O., Brännlund, R., m.fl. (2008). The economics of biofuels, *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2(3), 237-280.
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., m.fl. (2014). Potential roles of Swedish forestry in the context of climate change mitigation. *Forests*, 5(4), 557-578.
- Lundmark, T., Poudel, B. C., Stål, G., m.fl. (2018). Carbon balance in production forestry in relation to rotation length. *Canadian Journal of Forest Research*, 48(6), 672-678.
- Luyssaert, S., Schulze, E. D., Börner, A., m.fl. (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*, 455(7210), 213-215.
- Luyssaert, S., Schulze, E. D., Knohl, A., m.fl. (2021). Reply to: Old-growth forest carbon sinks overestimated. *Nature*, 591(7851), E24-E25.
- Mason, C. F. och Plantinga, A. J. (2013). The additionality problem with offsets: Optimal contracts for carbon sequestration in forests. *Journal of Environmental Economics and Management*, 66(1), 1-14.
- Mattsson, L. och Li, C. Z. (1994). How do different forest management practices affect the non-timber value of forests? — an economic analysis. *Journal of Environmental Management*, 41(1), 79-88.
- Murray, B. C., Lubowski, R. N. och Sohngen, B. L. (2009). Including international forest carbon incentives in climate policy: understanding the economics. Durham: Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- Murray, B. C., McCarl, B. A. och Lee, H. C. (2004). Estimating leakage from forest carbon sequestration programs. *Land Economics*, 80(1), 109-124.
- Naturvårdsverket (2020). National Inventory Report Sweden 2020. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2018 Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
- Naturvårdsverket (2021). National Inventory Report Sweden 2021. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2019 Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
- Naudts, K., Chen, Y., McGrath, M. J., m.fl. (2016). Europe’s forest management did not mitigate climate warming. *Science*, 351(6273), 597–600.
- Nilsson, M. (2018). Skydda lagom – en ESO-rapport om miljömålet Levande skogar. Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi, 2018:4.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., m.fl. (2011). A large and persistent carbon sink in the world’s forests. *Science*, 333(6045), 988-993.
- Pohjola, J., Laturi, J., Lintunen, J., m.fl. (2018). Immediate and long-run impacts of a forest carbon policy—A market-level assessment with heterogeneous forest owners. *Journal of Forest Economics*, 32, 94–105.

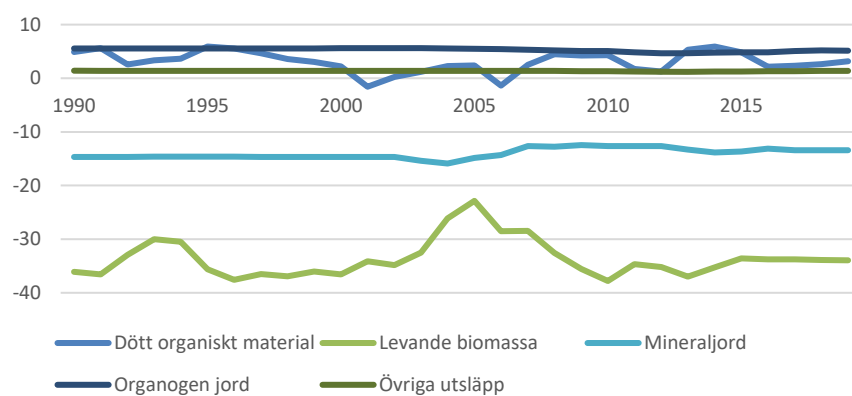
- Portney, P. R. (2012). The role of life cycle assessment in environmental policy making. Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2012:14, Finansdepartementet.
- Prop. 2011/12:1. *Budgetpropositionen för 2012*, bet. 2011/12:MJU1, rskr. 2011/12:99.
- Prop. 2016/17:146. *Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige*, bet. 2016/17:MJU24, rskr. 2016/17:320.
- Prop. 2021/22:1. *Budgetpropositionen för 2022*.
- Rautiainen, A., Lintunen, J. och Uusivuori, J. (2018). Market-level implications of regulating forest carbon storage and albedo for climate change mitigation. *Agricultural and Resource Economics Review*, 47(2), 239-271.
- Richards, K. R. och Stokes, C. (2004). A review of forest carbon sequestration cost studies: a dozen years of research. *Climatic Change*, 63(1), 1-48.
- Rummukainen, M. (2021). Skogens klimatnyttor – en balansakt i prioritering (utökad utgåva). CEC Rapport Nr 6, Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet.
- Samuelson, P. A. (1954). The pure theory of public expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36(4), 387-389.
- SCB (2021). Formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark 2020. MI 41 2020A02.
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N. W., m.fl. (2006). A climate-change risk analysis for world ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(35), 13116-13120.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., m.fl. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7(6), 395-402.
- Sjolie, H. K., Latta, G. S. och Solberg, B. (2013). Potential impact of albedo incorporation in boreal forest sector climate change policy effectiveness. *Climate Policy*, 13(6), 665-679.
- Skogsindustrierna (2019). Så stort är skogsnäringens bidrag i klimatarbetet.
- Skytt, T., Englund, G. och Jonsson, B. G. (2021). Climate mitigation forestry-temporal trade-offs. *Environmental Research Letters*, 16(11), 114037.
- SLU (2021). Forest statistics 2021. Official Statistics of Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå, Sweden.
- SMED (2010). Uppdatering av klimatrelaterade emissionsfaktorer. Rapport nr. 9.
- Sohngen, B. och Mendelsohn, R. (2003). An optimal control model of forest carbon sequestration. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(2), 448-457.
- SOU 2020:4. *Vägen till en klimat-positiv framtid*. Betänkande av Klimatpolitiska vägvalsutredningen.
- Stern, P. C. (1999). Information, incentives, and proenvironmental consumer behavior. *Journal of Consumer Policy*, 22(4), 461-478.
- Sun, B. och Sohngen, B. (2009). Set-asides for carbon sequestration: implications for permanence and leakage. *Climatic Change*, 96(3), 409-419.
- Terrer, C., Phillips, R.P., Hungate, B.A., m.fl. (2021). A trade-off between plant and soil carbon storage under elevated CO₂. *Nature*, 591, 599-603.
- Trafikverket (2020). Inriktningsunderlag inför transportinfrastrukturplaneringen 2022-2033 och 2022-2037. Trafikverket rapport 2020:186.
- Van Kooten, G. C., Binkley, C. S. och Delcourt, G. (1995). Effect of carbon taxes and subsidies on optimal forest rotation age and supply of carbon services. *American journal of agricultural economics*, 77(2), 365-374.
- Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*, 41(4), 477-491.
- York, R. (2012). Do alternative energy sources displace fossil fuels? *Nature Climate Change*, 2(6), 441-443.

Appendix A: Kompletterande figurer

Figur 18 visar skogsmarkens nettoutsläpp av växthusgaser fördelade på kolpoolerna levande biomassa (träd och växter), dött organiskt material, mineraljord, organogen jord (främst torvmarker) och övriga utsläpp (exempelvis från bränder och gödsling). Skogens levande träd och växter står för den största nettoupptaget, även om nettoupptaget i mineraljord också beräknas vara av betydlig storlek. Nettoutsläpp kommer främst från torvmarker.

Figur 18 Nettoutsläpp av växthusgaser i skogen, 1990–2019

Miljoner ton CO₂e



Anm. Positiva värden innebär nettoutsläpp. Negativa värden innebär nettoupptag.

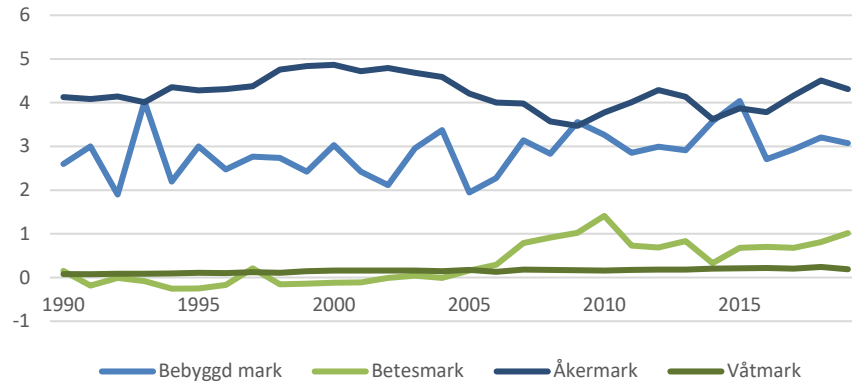
Källa: Naturvårdsverket.⁷⁷

Figur 19 visar utsläpp av växthusgaser från marktyperna bebyggd mark, betesmark, åkermark och våtmark. Dessa utsläpp inom markanvändningssektorn (LULUCF) är små jämfört med nettoupptaget från skogsmark. Det är dock värt att notera att endast de marktyper som anses brukade ingår i rapporteringen och det ger därför inte en fullständig bild av Sveriges kolförrådsförändringar i vegetation och mark.

⁷⁷ www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-och-upptag-i-skogen/.

Figur 19 Nettoutsläpp av växthusgaser från markanvändning, 1990–2019

Miljoner ton CO₂e

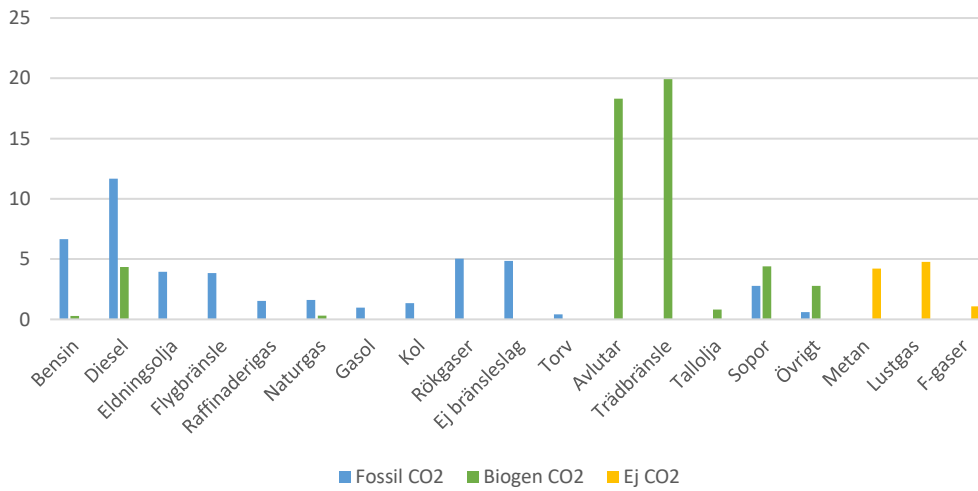


Anm. Positiva värden innebär nettoutsläpp. Negativa värden innebär nettoupptag.

Källa: Naturvårdsverket.⁷⁸

Figur 20 Utsläpp av biogen och fossil koldioxid fördelat på bränslekategori, 2019

Miljoner ton CO₂e



Anm. Utsläpp från "ej bränsleslag" avser koldioxidutsläpp från andra processer än förbränning. Exempel på sådana processer är kalcineringsprocessen vid cementtillverkning, där koldioxid som finns bunden i kalksten avgår vid upphettning, samt reduktionsprocessen vid ståltillverkning, där det syre som är bundet i järnmalmen tas bort genom upphettning tillsammans med kol.

Källa: SCB:s Miljöräkenskaper.

⁷⁸ www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-och-upptag-fran-markanvandning/.

Appendix B: Skogspolitik i Sverige och EU

SVENSK SKOGSPOLITIK

Den svenska skogspolitiken har enligt skogsvårdslagen två övergripande mål som ska vara jämställda: ett miljömål och ett produktionsmål. Produktionsmålet handlar om att skogen ska skötas och nyttjas så att en hög uthållig avkastning säkerställs. Skogsägaren har handlingsfrihet gällande användningen av vad skogen producerar. Miljömålet handlar om att bevara skogens naturgivna produktionsförmåga. Skogens ska brukas så att den biologiska mångfalden och den genetiska variationen säkras och de växt- och djurarter som hör hemma i skogen ges förutsättningar till livskraftiga bestånd. Hänsyn i skogsbruket ska även tas till kulturmiljön samt estetiska och sociala värden. Skogsvårdslagen sätter ramarna för hur skogsbruket ska bedrivas, medan mer precisa krav definieras i skogsvårdsförordningen och Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd finns i Skogsstyrelsens författningssamling.

Levande skogar är ett av Sveriges 16 miljökvalitetsmål.⁷⁹ Riksdagens definition av miljömålet Levande skogar lyder:

“Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas.”

Miljökvalitetsmålet Levande skogar preciseras i nio punkter, se grårutan nedan.

Preciseringar av miljökvalitetsmålet Levande skogar

- Skogsmarkens fysikaliska, kemiska, hydrologiska och biologiska egenskaper och processer är bibehållna.
- Skogens ekosystemtjänster är vidmakthållna.
- Skogens biologiska mångfald är bevarad i samtliga naturgeografiska regioner och arter har möjlighet att sprida sig inom sina naturliga utbredningsområden som en del i en grön infrastruktur.
- Naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till skogslandskapet har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer.
- Hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla skogar.
- Främmande arter och genotyper hotar inte skogens biologiska mångfald.
- Genetiskt modifierade organismer som kan hota den biologiska mångfalden inte är introducerade.
- Natur- och kulturmiljövärden i skogen är bevarade och förutsättningarna för fortsatt bevarande och utveckling av värdena finns.
- Skogens värden för friluftslivet är värnade och bibehållna.

Källa: www.sverigesmiljomal.se

⁷⁹ Ett flertal av Sveriges övriga miljökvalitetsmål kan kopplas till skogen, kanske framför allt miljömålen Ett rikt växt- och djurliv, Myllrande våtmarker och Begränsad klimatpåverkan. Se www.sverigesmiljomal.se.

Enligt den senaste årliga uppföljningen av Sveriges miljö kvalitetsmål nås inte miljömålet Levande skogar och trenden bedöms negativ. Indikatorer för miljömålet innefattar miljöhänsyn i skogsbruket, skogslandskapets struktur (död ved, grova träd och äldre lövrik skog), fåglar i skogen, gammal skog (skog med medelålder över 120 år i södra Sverige och 140 år i norra Sverige) och skyddad skogsmark.

Det främsta verktyget som används för att uppnå miljömålet är att skydda skogar med höga naturvärden från avverkning genom formellt skydd eller frivilliga avsättningar. Formellt skydd är ett samlingsbegrepp som avser skogsmark som är avsatt och regleras av lagar och förordningar eller enskilda beslut och ingångna avtal. Formellt skyddad skogsmark utgör i Sverige 5,7 procent av den produktiva skogsmarken och 8,7 procent av den totala skogsmarken (SCB 2021). Frivilliga avsättningar innebär att markägaren själv utan ekonomisk ersättning har beslutat att undanta mark från skogsproduktion som kan skada natur-, kultur- eller miljövärden. Frivilliga avsättningar utgör 5,6 procent av den produktiva skogsmarken och 4,7 procent av den totala skogsmarken (SCB 2021). Förutom formella och frivilliga avsättningar förekommer skydd av skogsmark genom hänsynsytor. Hänsynsytor är mindre områden produktiv skogsmark som lämnats vid avverkning på grund av miljöhänsyn enligt skogsvårdslagen eller frivilligt. Hänsynsytor utgör 2 procent av den produktiva skogsmarken och 1,7 procent av den totala skogsmarken (SCB 2021).

EU:S NYA SKOGSSTRATEGI

I samband med Fit for 55-paketet lade kommissionen även fram ett förslag på ny skogsstrategi som avser att ersätta EU:s skogsstrategi från 2013.⁸⁰ Skogsstrategin visar på kommissionens ambitioner kring skogens miljömässiga och socio-ekonomiska funktioner i samhället, men innehåller inte något lagstiftningsförslag. Ansvaret för skogspolitiken inom EU ligger på nationell nivå. Strategin tyder dock på att kommissionen vill se en ökad samverkan i frågor gällande skogen.

Skogsstrategin tar sin utgångspunkt i EU:s strategi för biologisk mångfald. De åtgärder som föreslås ska både bidra till att uppnå EU:s mål för klimatet och den biologiska mångfalden till 2030. Minst 30 procent av EU:s landareal ska enligt strategin för biologisk mångfald vara skyddad 2030, varav 10 procent ska vara under strikt rättsligt skydd. All ur- och naturskog ska vara strikt skyddad, vilka uppskattas utgöra ungefär 3 procent av EU:s totala skogsmark.⁸¹ Kommissionen ser vidare att EU:s skogsarealer kan öka genom beskogning och återbeskogning, samtidigt som mångfalden stärks. Strategin innehåller en handlingsplan för att uppfylla ambitionen i strategin för biologisk mångfald att plantera 3 miljarder ytterligare träd till 2030. Kommissionen ser behov av att inrätta ersättningssystem som, genom att betala för skogens andra ekosystemtjänster än virke, ger skogsägare ekonomiska incitament att öka skogens kvalitet och kvantitet.

⁸⁰ Förslaget (Europeiska kommissionen 2021b) avser ersätta EU:s skogsstrategi från 2013 (Europeiska kommissionen 2013) och den översyn som skedde 2018 (Europeiska kommissionen 2018).

⁸¹ "Ur- och naturskog" är en översättning av begreppet *primary and old-growth forests*. Arbeta pågått tillsammans med medlemsländer och intressenter om att enas om en gemensam definition av *primary and old-growth forests*.

I skogsstrategin förespråkas skogsbruksmetoder som anses ta hänsyn till skogarnas kolför-
råd, motståndskraft och mångfald. Exempelvis ska kalhuggning och tunga maskiner som
orsakar markkompaktering inte tillåtas om inte särskilda skäl föreligger. Uttag av rötter
och stubbar ska inte tillåtas och avverkning under häckning ska begränsas enligt EU:s få-
geldirektiv.

Kommissionen ser att användning av biomassa till produktion av trävaror prioriteras
framför användning till energiproduktion. Skogens biomassa ska endast användas till ener-
giproduktion då tillverkning av träprodukter inte är ekonomiskt lönsamt eller lämpligt ur
miljösyn. 60 procent av EU:s användning av förnybar energi kommer från träbaserad bio-
massa. Enligt kommissionen kan träbiomassa fortsatt spela en viktig roll som källa till för-
nybar energi under förutsättning att hållbarhetskraven som ställs i direktivet om förnybar
energi kan säkerställas.

Appendix C: Substitutionseffekten

Substitutionseffekten beskriver förändringen av växthusgasutsläppen av att biomassa ersätter fossila produkter och bränslen. Ofta baseras beräkningar av substitutionseffekten på antagandet att en ökning av biobaserad energi tränger undan motsvarande mängd fossil energi. Nedan diskuteras vad olika former av klimatpolitik har för implikationer för hur mycket fossilbränsleanvändning en given ökning av biobränsleanvändningen faktiskt tränger undan.

EN ENKEL DEFINITION AV SUBSTITUTIONSEFFEKTEN

Låt b och f ange användningen av bioenergi respektive fossil energi. Låt $u_f = u_f^{end} + u_f^{up}$ beteckna utsläppen associerade med användningen av en enhet fossil energi. Den första termen i högerledet avser förbränningsutsläppen (end-of-pipe-utsläppen) medan den andra termen anger utsläppen förknippade med utvinning, framställning och distribution av bränslet (up-stream-utsläppen). Låt $u_b = u_b^{end} + u_b^{up}$ ange motsvarande storheter för biobränslen. I enlighet med IPCC:s doktrin bokförs inte de biogena förbränningsutsläppen i den sektor där de sker utan som minskat nettoupptag av koldioxid i den så kallade LULUCF-sektorn, det vill säga i bokföringen sätts $u_b^{end} = 0$. Givet oförändrad markanvändning tas lika mycket koldioxid upp när den återplanterade grödan växer upp, som när dess föregångares biomassa förbrändes. Det tar dock tid innan sådan koldioxidneutralitet har nåtts, för vissa grödor mycket lång tid. Denna tidsaspekt samt de utsläpp som följer av skörd/avverkning, framställning och distribution fångas av termen u_b^{up} . Vi antar här att processerna för att framställa biobränsle helt drivs av bioenergi.⁸² Kan tyckas vara något oortodoxt och omständligt upplägg, men heltäckande.

Substitutionseffekten av en ökad biobränsleanvändning kan skrivas som den åtföljande förändringen i de fossila utsläppen plus förändringen i de biogena utsläppen, det vill säga $u_f df + u_b db$. Vanligen antas det att $df = -db$, varvid substitutionseffekten kan skrivas som

$$-(u_f - u_b)db.$$

Substitutionseffekten beräknas alltså vanligen som skillnaden mellan de fossila och biogena alternativens utsläppsintensitet gånger den ytterligare mängd bioenergi som tillförs. Det ska dock påpekas att antagandet att $df = -db$ långt ifrån är ett självklart sådant, vilket vi visar nedan.

KLIMATPOLITIK I FORM AV KOLDIOXIDBESKATTNING RESPEKTIVE UTSLÄPPSHANDEL

Figur 21 illustrerar energimarknaden i en liten öppen ekonomi under två olika former av klimatpolitik – beskattning av fossila koldioxidutsläpp (vänstra diagrammet) respektive utsläppshandel (högra diagrammet). Efterfrågan på energi ges av linjen E . Priset på fossil

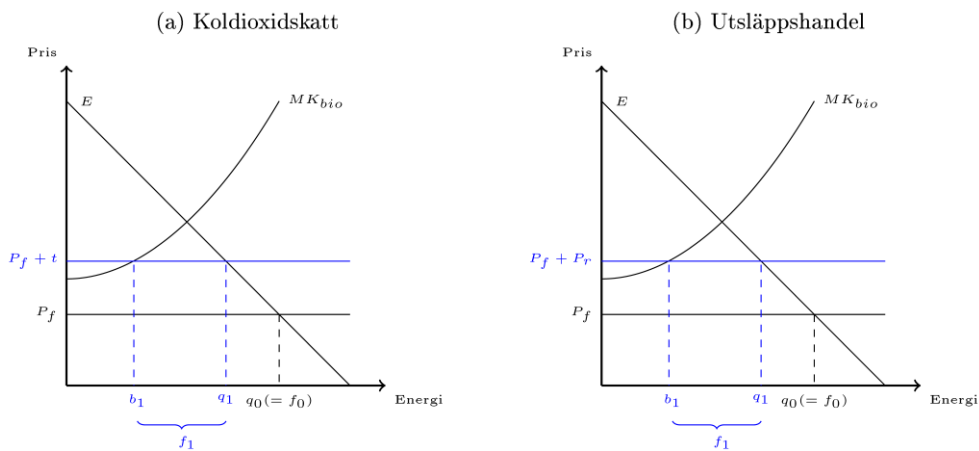
⁸² Detta antagande påverkar inte slutsatserna men förenklar notationen.

energi bestäms av världsmarknaden och ges av linjen p_f . Utbudskurvan för bioenergi ges av MK_{bio} som antas helt ligga över världsmarknadspriset på fossil energi. I frånvaro av klimatpolitik uppgår energianvändningen därmed till q_0 enheter och består enbart av fossil energi, det vill säga $f_0 = q_0$.

Betrakta nu det vänstra diagrammet. Koldioxidskatten t höjer konsumentpriset på fossil energi, från p_f till $p_f + t$. Detta får två konsekvenser. Dels minskar energianvändningen från q_0 till q_1 . Dels blir en del biobränslen konkurrenskraftiga varför användningen av dem ökar, från noll till b_1 . Sammantaget leder detta till att användningen av fossila bränslen minskar från f_0 till f_1 . Beskattningen minskar således de fossila utsläppen med $u_f(f_0 - f_1)$. Samtidigt ökar de biogena utsläppen med $u_b b_1$.

Det högra diagrammet visar att ett likvärdigt utsläppshandelssystem, det vill säga ett fixerat mål för de fossila utsläppen vid $\bar{U} = u_f f_1$ som ger ett utsläppspris per energienhet (p_r) lika med skatten t , leder till samma utfall som i den vänstra figuren.

Figur 21 Effekter av koldioxidbeskattning respektive utsläppshandel



Vi är nu redo för att studera konsekvenserna av ytterligare biobränsleanvändning givet befintlig klimatpolitik i form av koldioxidbeskattning respektive utsläppshandel.

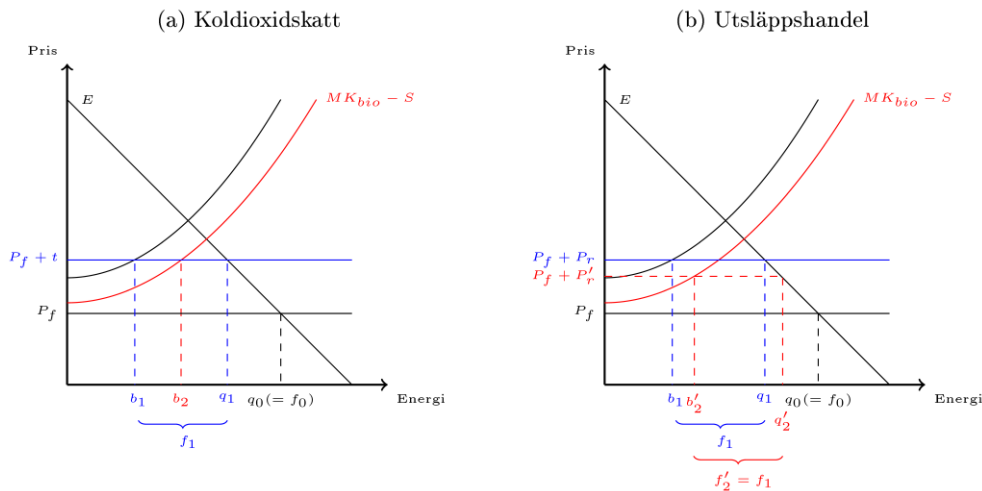
ÖKAD BIOBRÄNSLEANVÄNDNING UNDER OLIKA FORMER AV KLIMATPOLITIK

Figur 22 illustrerar konsekvenserna av att via subvention eller teknikutveckling inducera ökad biobränsleanvändning i en ekonomi där det bedrivs klimatpolitik i form av beskattning av utsläpp av fossil koldioxid respektive utsläppshandel.

Låt oss börja med skattefallet – det vänstra diagrammet. Vårt utgångsläge är (b_1, f_1) . Subventionen eller teknikutvecklingen leder till att utbudskurvan för biobränsle skiftar nedåt. Tillgången till billigare biobränsle ökar biobränsleanvändningen, från b_1 till b_2 . Fossil energi är fortfarande prissättande så konsumentpriset påverkas inte varför den samlade energianvändningen ligger kvar vid q_1 . Den ökade biobränsleanvändningen ersätter därmed $b_2 - b_1$ enheter fossil energi och minskar de fossila utsläppen med $u_f(b_2 - b_1)$. Samtidigt ökar de biogena utsläppen med $u_b(b_2 - b_1)$. De samlade växthusgasutsläppen minskar därmed

med $(u_f - u_b)(b_2 - b_1) = (u_f - u_b)db$. Detta ligger i linje med den enkla ansatsen att beräkna substitutionseffekten som beskrevs ovan. Skälet är att antagandet att en viss mängd bioenergi ersätter motsvarande mängd fossil energi är giltig under en prisbaserad klimatpolitik.

Figur 22 Konsekvenser av stöd till biobränsle givet prisbaserad resp. kvantitetsbaserad klimatpolitik



Det högra diagrammet i figur 22 illustrerar effekterna av att genom subvention eller teknisk utveckling öka biobränsleanvändningen givet en kvantitetsbaserad klimatpolitik. Ett politiskt bestämt mål för utsläppen av fossil koldioxid (\bar{U}) innebär att användningen av fossil energi högst får uppgå till $\bar{f} = \frac{\bar{U}}{u_f}$ enheter. Det högre diagrammet utgår från att målet satts så att den fossila bränsleanvändningen får uppgå till högst f_i enheter. Med väl fungerande utsläppshandel har vi därmed samma utgångsläge som i skattefallet, det vill säga (b_i, f_i) . Ett nedåtskift av utbudskurvan för biobränsle leder även här till att mer biobränsle används. Användningen ökar dock inte lika mycket som i fallet med koldioxidbeskattning. Anledningen till detta är att när det tillkommande biobränslet initialt tränger undan fossil energi sjunker priset på utsläppsrätter vilket leder till lägre energipris och ökad energianvändning. Givet utsläppsmålet får fossilbränsleanvändningen fortfarande uppgå till f_i enheter, något den kan förväntas göra. Det nya jämviktsläget (b_2', f_2') ges av ett fossilbränslepris $(p_f + p_r')$, där p_r' är sådant att $b_2' + f_2' = b_2 + f_1 = q_2'$. Slutresultatet blir att billigare biobränsle inte tränger undan någon fossilbränsleanvändning alls men ökar energianvändningen.

Eftersom det givna utsläppsmålet för fossil koldioxid har fixerat den mängd fossil energi som används, ökar de samlade växthusgasutsläppen. Närmare bestämt ökar de med $u_b(b_2 - b_1) = u_b db$. Det gängse sättet att beräkna substitutionseffekten, det vill säga som $-(u_f - u_b)db$, leder alltså fel när klimatpolitiken baseras på kvantitativa mål för de fossila utsläppen. Den indikerar en utsläppsminskning när de faktiska utsläppen ökar.

Hur mycket ett givet nedåtskift av utbudskurvan för biobränsle ökar biobränsle- och energianvändningen i en ekonomi med kvantitativa utsläppsmål för fossila utsläpp bestäms av

hur priskänliga energiefterfrågan och utbudet på biobränsle är. Ju mer (mindre) priskänslig den förra (senare) är, desto större blir biobränsleanvändningen och den samlade energianvändningen.

Appendix D: EMEC

Här beskrivs viktiga antaganden samt modelltekniska egenskaper hos EMEC som har bäring på analysen i avsnitt 6.5. En populärvetenskaplig beskrivning av modellen ges i Konjunkturinstitutet (2015b).

REFERENSSCENARIO OCH MÅLSCENARIO I EMEC

I analyser som görs med EMEC används ofta ett jämförelsesscenario som innehåller enbart beslutade politikiska styrmedel, vanligtvis omnämnt som modellens ”referensscenario”. I den här analysen är den relevanta frågeställningen i stället: hur kan Sverige uppnå sitt beting för LULUCF-sektorn, och till vilken samhällsekonomisk kostnad, jämfört med ett scenario där Sverige når utsläppsmålen för transportsektorn och för ESR-sektorn i stort? Som jämförelsesscenario används därför i den här analysen ett scenario där både utsläppsmålet för transportsektorn och utsläppsmålet för hela ESR-sektorn, för 2030, nås.

En utförligare beskrivning av EMEC:s referensscenario samt ett målsenario där transportmålet uppnås återfinns i Konjunkturinstitutet (2019). Referensscenariot som ligger till grund för modellanalysen här har uppdaterats något sedan 2019, men principerna för hur scenariot konstrueras är de samma. BNP-tillväxten antas vara något lägre i nuvarande referensscenario, jämfört med motsvarande scenario 2019, och vad gäller reduktionsplikten ligger nu skärpta reduktionsnivåer ända till 2030 som beslutad politik, det vill säga de finns med i referensscenariot.

I referensscenariot nås varken utsläppsmålet för transportsektorn (transportmålet) eller etappmålet för ESR-sektorn för 2030.⁸³ Ett scenario med måluppfyllelse (målsenario) konstrueras därför med hjälp av extra koldioxidskatter på de utsläpp som faller under respektive mål:

- En extra koldioxidskatt på utsläpp från transporter införs, på den nivå som krävs för att transportmålet ska nås.
- En extra skatt på alla koldioxidutsläpp som faller under ESR-målet för 2030 införs, på den nivån som krävs för att målet ska nås.

⁸³ Transportsektorns förmåga att substituera bort från fossila drivmedel bestäms i modellen av en rad olika antaganden.

Det antas att både personbilar och lastbilar blir mer effektiva över tid, det vill säga att det går åt en mindre mängd drivmedel för att köra samma sträcka. Denna "autonoma energieffektivisering" antas vara 1 procent per år.

Bilparkens åldersstruktur finns representerad i modellen. Det antas att nyare bilar används mer, och att ju äldre en bil blir desto kortare sträckor körs den. Personbilar antas ha en livslängd om 18 år, efter det har deras värde sjunkit till noll och de försvinner ut ur modellen. Personbilar kan även försvinna genom export innan deras tekniska livslängd är slut, om de blir alltför olönsamma i Sverige. I ett scenario där bensin och diesel blir dyrare exporteras fler personbilar, och hushållen väljer att köra fler nya, bränslesnålare bilar (inklusive elbilar).

Hushållen och företagen köper också nya bilar varje år i modellen. De kan välja mellan de olika bilteknologier som finns representerade i modellen, exempelvis bensinbilar, dieslbilar och elbilar. Om bensin och diesel blir dyrare så köps fler elbilar. Valet mellan olika bilteknologier styrs dock av en så kallad CES-funktion (*constant elasticity of substitution*, eller konstant substitutionselasticitet), vilket innebär en viss tröghet vad gäller möjligheten att öka andelen elbilar bland de nyinköpta bilarna. CES-funktionen tillåter exempelvis inte en situation där alla nya bilar är elbilar; en viss andel av nya bilar kommer alltid vara bensinbilar, hur högt bensinpriset än blir.

Båda dessa extra koldioxidskatter läggs enbart på utsläpp som i dagsläget har styrning i form av koldioxidskatt. Detta innebär exempelvis att den extra koldioxidskatten inte tas ut på de utsläpp av metan, lustgas och F-gaser som räknas till ESR-sektorn, eftersom de är obeskattade i nuläget.

De extra koldioxidskatterna inducerar en rad olika anpassningar. Skatten på utsläpp som faller under transportmålet får exempelvis följande effekter:

- Företag och hushåll väljer att köpa fler eldrivna och färre bensin- och dieseldrivna bilar.
- Företag och hushåll väljer att köpa bensin- och dieselbilar som är mindre och därmed bränslesnålare.
- Företag och hushåll som har tillgång till flera bilar väljer att köra mer med bilar som är koldioxidsnåla, exempelvis elbilar, och mindre med koldioxidintensiva bilar.
- Lastbilar som kan köra på ren biodiesel kommer att göra det i högre utsträckning. Rena biodrivmedel träffas inte av den extra koldioxidskatten, eftersom de inte släpper ut någon fossil koldioxid, och priset på ren biodiesel ökar därför betydligt mindre än priset på låginblandade drivmedel. (I modellen görs antagandet att ren biodiesel endast kan användas av lastbilar. Dieseldrivna personbilar kan endast köra på låginblandad diesel.)
- Företag och hushåll väljer att resa mer kollektivt.
- Företag och hushåll väljer att resa mindre.

Den extra skatten på utsläpp från transporter inducerar däremot inte en ökad inblandning av biodrivmedel i låginblandad bensin och diesel. Detta följer av hur reduktionsplikten är konstruerad, och framför allt av att koldioxidskatten tas ut på hela drivmedelsblandningen, även den biogena delen. Drivmedelsleverantörer väljer därför inte att blanda in mer biodrivmedel än reduktionsplikten kräver, så länge produktionskostnaden per energienhet är högre för biodrivmedel än för fossila drivmedel, vilket antas gälla i scenarierna.

ETT MÅTT PÅ KOLINLAGRING I EMEC

Inlagringen av kol i skoglig biomassa, mätt i termer av koldioxid, definieras som summan av följande komponenter:

- **Faktiska lagerinvesteringar.** Mängden faktiska lagerinvesteringar i basåret (uttryckt i kronor) överensstämmer med SCB:s nationalräkenskaper. Lagerinvesteringarna kopplas till den inlagring av koldioxid som anges i Naturvårdsverkets statistik över nettoupptag i levande biomassa i skogen⁸⁴, alltså 33,6 miljoner ton i modellens basår (2015).
- **Implicita lagerinvesteringar.** I några av modellscenarierna införs styrmedel som minskar avverkningen av skog. Detta leder dock inte till ökade faktiska lagerinvesteringar i modellen, eftersom efterfrågan på en viss nivå på lagerinvesteringar antas vara exogent given (i scenario **Skog3** antas en ökning av den nivån). För att

⁸⁴ www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-och-upptag-i-skogen/

fånga att en minskad avverkning skulle leda till ökad inlagring beräknas dessa ”implicita lagerinvesteringar” som skillnaden i skogsbranschens produktionsvolym (inklusive faktiska lagerinvesteringar) relativt jämförelsescenariot. Volymen på dessa implicita lagerinvesteringar kopplas till motsvarande inlagring för samma volym faktiska lagerinvesteringar.

- **Inlagring i träprodukter.** Enligt Naturvårdsverkets statistik över upptag i skogen innehåller avverkade träprodukter ca 7,35 miljoner ton koldioxid i modellens basår, 2015. Denna mängd inlagring kopplas till insatsvaruanvändningen av skogsråvara (av svenskt ursprung) i trävaruindustrin.
- **Koldioxid lagrad i berggrunden,** i det scenario där BECCS antas (scenario **Skog5**).

EFFEKTEN AV MÅLSTYRNING PÅ KOLINLAGRINGEN

Att gå från EMEC:s vanliga referensscenario (med beslutad politik, men där utsläppsmålen inte nås) till ett scenario där utsläppsmålen nås inducerar en betydande mängd ytterligare inlagring i skogen. Detta resultat bör tolkas mycket försiktigt, av flera skäl. Dels är måttet på skogens kolinlagring som används i modellen grovt. Dels bokförs all användning av reduktionspliktiga drivmedel i modellen under transportmålet, på grund av modelltekniska begränsningar. Den koldioxidskatt på drivmedel som krävs i modellen för att utsläppsmålet inom transportsektorn ska nås verkar därför även på drivmedel som går till arbetsmaskiner inom skogsbranschen. Skogsbranschens insatsvarukostnader drivs därför upp mer än vad som skulle ha varit fallet om arbetsmaskinerna i modellen kunde hållas utanför transportmålet. Dessutom innehåller modellen inte några alternativ till bensin- och dieseldrivna arbetsmaskiner i skogsbruket, det vill säga skogsbranschen har svårt att substituera bort från bensin- och dieselanvändning. Eldrivna arbetsmaskiner finns till exempel inte representerade som alternativ i modellen, det vill säga de antas inte heller kunna bli tillgängliga innan 2030 oavsett hur höga drivmedelspriserna blir. Detta bidrar också till att skogsbranschens insatsvarukostnader hålls på en mycket hög nivå.

Med nämnda brasklappar i åtanke ska det ändå noteras att inlagringen av kol, så som den mäts i modellen, ökar när vi går från ett traditionellt referensscenario till ett scenario där utsläppsmålen nås. Modellen överdriver sannolikt effekten, men i någon mån bör den uppstå. De skatter som krävs för att nå utsläppsmålen bromsar ekonomin generellt, och då skogsbruket ger upphov till en del av de utsläpp som faller under ESR blir det naturligt att branschen kommer att behöva bära en del av kostnaden. Detta sänker lönsamheten i skogsbranschen, vilket leder till minskad avverkning. Att minskningen skulle innebära att nettoupptagsmålet för den svenska LULUCF-sektorn uppfylls är kanske mindre troligt, men det verkar trots allt inte helt uteslutet att målstyrning för att nå ESR- och transportmålet även skulle kunna bidra till måluppfyllelse vad gäller det svenska LULUCF-betinget.

ALTERNATIVSCENARIER

I tabell 4 ges en utförligare beskrivning av alternativscenarierna. Alla scenarier har körts både med och utan skatteväxling, vilket innebär följande. De skatter och subventioner som införs i de olika scenarierna påverkar de offentliga finanserna. Samtidigt måste statens budget vara i balans i modellen. I scenarierna utan skatteväxling innebär en ökad skatteintäkt att statens transfereringar till hushållen ökar i motsvarande mån. I scenarierna med

skatteväxling kompenseras en ökad skatteintäkt med att en annan skatt, nämligen arbetsgivaravgiften, sänks i motsvarande mån. Subventioner leder till minskade skatteintäkter, vilket balanseras med antingen lägre transfereringar till hushållen (scenarier utan skatteväxling), eller höjd arbetsgivaravgift (med skatteväxling). Varianterna med och utan skatteväxling ger kvalitativt liknande resultat. Alla resonemang i rapporten bygger på modellsimuleringar utan skatteväxling.

Tabell 4 Alternativscenarier

Scenario	Kortfattad beskrivning
Skog1	Ett scenario med minskat uttag av biomassa. Detta åstadkoms i modellen med hjälp av beskattning, närmare bestämt genom en punktskatt på insatsvaruanvändning av biomassa och på skogsråvara som insatsvara i massa- och pappersindustrin (dock inte på skogsråvara som insatsvara i trävaruindustrin).
Skog2	Ett scenario där biogena utsläpp av koldioxid från förbränning av trädbränsle samt avlutar beskattas. Detta leder till minskad efterfrågan på dessa former av biobränslen, vilket påverkar lönsamheten i skogssektorn negativt. Även här blir resultatet ett minskat uttag av biomassa.
Skog3	Ett scenario där staten efterfrågar lagerinvesteringar i produkten SKOG (se appendix F), vilket ska förstås som att staten köper skog som sedan inte avverkas. Detta leder till ökad produktion av produkten SKOG (som innehåller växande träd) utan att leda till högre avverkning. Produktionsvolymen i skogsbranschen ökar till relativt låg kostnad, eftersom modellen inte innehåller någon markbegränsning. Scenariot representerar därför en utveckling där mark utan alternativ användning återbeskogas. Modellen fångar inte att nyplanterad skog lagrar in relativt lite kol under den första tiden, och överskattar därför sannolikt inlagringen.
Skog4	Ett scenario med en subvention av användningen av kapital och arbetskraft i skogsbranschen. Detta ökar tillväxten, och även avverkningen, av skog, men också inlagringen av kol i skog som inte avverkas. Detta ska tolkas som att det finns åtgärder som kan öka produktionen i skogen, vars resurskostnader består i att det behövs arbetskraft och maskiner (kapital) för att genomföra dem. Åtgärderna är inte lönsamma ur ett företagsekonomiskt perspektiv, och genomförs därför inte utan ytterligare styrning. En subvention av kostnaderna för arbetskraft och kapital i skogsbranschen leder till att åtgärderna vidtas.
Skog5	Som Skog2 men dessutom införs möjligheten till att fånga in och lagra biogen koldioxid, med hjälp av en teknologi för BECCS. BECCS-teknologin antas använda kapital som enda insatsfaktor, och antas kosta ca 900 kr per ton lagrad koldioxid. Denna resurskostnad antas subventioneras till 75 procent av staten. Bioenergianvändningen i detta alternativa scenario blir högre än i motsvarande scenario utan BECCS, scenario Skog2 .
ESR1	Här köper svenska staten in ESR-enheter motsvarande 5 miljoner ton CO _{2e} från andra länder. Priset på dessa ESR-enheter antas vara 600 kronor per ton. Detta uppstår huvudsakligen som en offentligfinansiell kostnad i EMEC, vilket får följdverkningar på ekonomin i övrigt genom att statens transfereringar till hushållen tvingas minska i motsvarande mån, för att den offentliga sektorns budget ska hållas i balans.
ESR2	Detta scenario består av jämförelsescenariot, kombinerat med att Sverige annullerar färre ESR-enheter än planerat, det vill säga att Sverige minskar sin överuppfyllelse av sitt ESR-beting gentemot EU med 5 miljoner ton. Kostnaden för denna strategi utgörs av Sveriges värdering av att inte längre kunna överprestera och därmed annullera dessa 5 miljoner ton ESR-enheter. Kostnaden som uppstår är inte pekuniär, och kan inte representeras i EMEC. Detta scenario analyseras därför inte explicit med modellen.
ESR3	Här analyseras ett scenario där utsläppen av koldioxid inom ESR-sektorn tvingas minska med ytterligare drygt 2 miljoner ton koldioxid 2030, relativt jämförelsescenariot. Annorlunda uttryckt, ESR-sektorns mål för 2030 skärps med ytterligare ca 2 miljoner ton. Detta inducerar knappt 3 miljoner ton ytterligare nettoinlagring, vilket sammanlagt ger en effekt på 5 miljoner ton.

Appendix E: Branschcoder i EMEC

EMEC-namn	SNI-koder	Beskrivning
JORD	A01, A03	Jordbruk och fiske
SKOG	A02	Skogsbruk
GRUV	B	Gruvnäring
LIVS	C10-15	Livsmedels- och textilindustri
TRAV	C16	Trävaruindustri
MASSA	C17-18	Massa- och pappersindustri
RAFF	C19 (del)	Raffinaderier
RAFF_HVO	C19 (del)	Raffinaderier för HVO och FAME
KEMI	C20-C21	Kemi- och läkemedelsindustri
GUMMI	C22	Plast och gummi
JSTEN	C23	Mineralindustri
JSTAL	C241-243	Järn- och stålframställning
METALL	C244-245	Annan metallframställning
METLTILL	C25	Metallvaruindustri
VERKTILL	C26-28	Verkstadsindustri
FORDTILL	C29-30	Fordonsindustri
ANTILL	C31-33	Övrig tillverkning
EL	D351	Elförsörjning
GAS	D352	Gasförsörjning
FJ	D353	Fjärrvärme
VAAVFL	E36-39	Vatten, avlopp och avfallshantering
BYGG	F41-43	Byggindustri
HAND	G	Handel
JVAG	H491-492	Järnvägstransporter
PASSTP	H493	Persontransporter väg
LASTBTP	H494-495	Lastbilstransporter
SJOTP	H50	Sjötransporter
LUFTTP	H51	Flygtransporter
OTHERTP	H52-53	Övriga transporttjänster
HHTJ	I, P-T	Hushållstjänster (hotell, restaurang, utbildning, friskvård, underhållning, idrott osv)
KOMU	J	IT-/ kommunikationstjänster
BANK	K	Bank och försäkringar
BOST	L	Fastighetsverksamhet
FTTJ	M-N	Företagstjänster
GOV	O	Offentliga myndigheter och hushållens icke-vinstdrivande organisationer

Appendix F: Produktkoder i EMEC

EMEC code	SNI code	Description
JORD	A01, A03	Agriculture and fishery products
SKOG	A02	Forestry products
BIO	A02109A, A0220004, C16291, C2014A,	Biofuels
HVO		HVO and FAME
KOL	B05	Coal
RAOLJA	B061	Crude oil
GAS	B062, D352	Gas, including distribution
GRUV	B07-B09	Mining products
LIVS	C10-C15	Food, beverage and tobacco and textile products
TRAV	C16	Wood products
MASSA	C17-C18	Paper products
PETRO	C19A, C1910004, C191000A, C1920012- C1920017	Non-fuel refined petrochemical products
TORV	C1920003	Peat
BENSIN	C192000B	Petrol
DIESEL	C192000E	Diesel
BRANS	C192000C, C192000D, C192000F, C190011	Fuel oil and fuel for aircraft
KEMI	C20-C21	Chemicals and pharmaceutical products
GUMMI	C22	Rubber and plastics
ETANOL	C2014B	Ethanol
JSTEN	C23	Non-metallic mineral products
JSTAL	C241-C243	Basic iron and steel
METALL	C244	Non-ferrous metals
METLTILL	C25	Fabricated metal products
VERKTILL	C26-C28	Optical and electronic products, machines
FORDTILL	C29-C30	Motor vehicles and other transport equipment
ANTILL	C31-33	Other manufacturing
EL	D351	Electricity, incl. distribution
FJ	D353	District heating and cooling
VA	E36-37	Water and sewerage
AVFL	E38-E39	Waste management services
BYGG	F41-43	Construction
HAND	G	Trade
JVAG	H491-H492	Railroad transports
PASSTP	H493	Road passenger transports
LASTBTP	H4942001, H494A	Road goods transports
SJOTP	H50	Sea transports
LUFTTP	H51	Air transports
OTHERTP	H495, H52-53	Transport support and postal services
HHTJ	I, O-S	Households' services (accommodation, food, education, health, entertainment, recreation)
KOMU	J	Information and communication services
BANK	K	Financial and insurance services
BOST	L	Real estate services
FTTJ	M, N	Business services

Vetenskapliga Rådets utblick

Att skogen spelat och spelar en viktig roll för Sveriges ekonomiska utveckling är de flesta eniga om. Skogssektorn sysselsätter direkt cirka 70 000 personer, och genererar i runda tal 100 miljarder årligen i förädlingsvärde, vilket motsvarar ca 2% av BNP. Det råder också stor enighet om att skogen och skogsmarken spelar en viktig roll för klimatet och miljön, som kolsänka och producent av bl.a. biodiversitet och rekreationsmöjligheter. Skogen spelar också viktig roll för energiförsörjningen, inte minst på grund av de mål som satts upp om ett energisystem baserat på enbart förnybar energi. Trots att skogen och skogsmarken i Sverige utgör en mycket stor kolsänka och årligen bidrar till ett upptag av koldioxid motsvarande mer än hälften av de svenska fossila utsläppen har denna kollektiva nyttighet spelat en underordnad roll i klimatpolitiken.

Den intensiva debatt som under senare tid förts kring hur vi bäst nyttjar och sköter skogen är därför inte förvånande med tanke på de ambitioner som finns i klimatpolitiken och den skogsstrategi som stakats ut av EU. I debatten finns två tydliga läger. I det ena lägret finns de som menar att vi ska spara skogen, låta träden stå kvar och växa och fortsätta binda koldioxid. I det andra lägret finns de som menar att vi aktivt ska bruka skogen för att på så sätt hålla uppe en hög tillväxttakt samtidigt som vi kan ersätta fossila material och fossil energi med skogsråvara. Debatten och diskussionen kring skogens nyttjande är långt ifrån ny. Redan Carl von Linné (1707-1778) menade att skog som inte brukades eller användes till materiella ting var i stort sett värdelös. Naturfilosofen Henry David Thoreau (1817-1862), å andra sidan, menade att varje samhälle skulle unna sig en skog där ”*inte en kvist skulle brytas*”.

Årets miljöekonomiska rapport från Konjunkturinstitutet kan av dessa skäl sägas vara vältajmad. Vetenskapliga Rådet menar att det finns ett stort behov att med debatten som utgångspunkt göra en systematisk genomlysning av vilken roll skogen kan och bör ha i klimatpolitiken, givet skogens andra värden som råvara och energikälla. Årets rapport är också viktig med tanke på EU-kommissionens nya förslag om ökat nettoupptag av koldioxid inom skogs- och marksektorn (LULUCF). Det förslag som föreligger innebär för svensk del att skogssektorns negativa utsläpp (upptag) behöver öka från dagens nivå, antingen genom att volymen stående skog ökar och/eller att avverkad biomassa i högre grad byggs in i långlivade träprodukter (hus och möbler exempelvis). Årets rapport är därför viktig då den kan ge en indikation på vad prislappen är för de mål som sätts, men den är även viktig ur ett kostnadseffektivitetsperspektiv, dvs. för att belysa vilka styrmedel som kan och bör väljas för att nå de mål som sätts.

Det övergripande syftet med årets miljöekonomiska rapport är således att förklara, analysera och diskutera skogens roll i den svenska klimatpolitiken. Rapportens huvudfrågor är hur skogen kan och bör integreras i den svenska klimatpolitiken, givet de åtaganden vi har gentemot EU, samt vilka styrmedel eller incitament som kan och bör tillämpas så att de mål som sätts upp nås till lägsta samhällliga kostnad.

Analysen och diskussionen fokuserar skogens roll för klimatet och klimatpolitiken. Effekterna av skogens nyttjande och skötsel på andra värden och ekosystemtjänster, som exempelvis biologisk mångfald och rekreation, diskuteras visserligen, men behandlas i begränsad utsträckning. Vetenskapliga Rådet vill lyfta fram det senare med tanke på att det finns såväl synergier som målkonflikter kopplade till skogens nyttjande och skötsel. Exempelvis är det möjligt att öka skogens upptag av koldioxid genom tillväxtfrämjande åtgärder som gödsling och plantering av mer snabbväxande trädslag. Dock leder den typen av åtgärder sannolikt till minskad biologisk mångfald och skogar som inte är lika populära ur rekreationssynpunkt. Det omvända är sannolikt för åtgärder som innebär att skogen i större utsträckning står orörd. Ökad andel gammal skog ökar sannolikt mångfalden och rekreationsvärden. Vetenskapliga Rådet menar att det är viktigt att ha detta i åtanke i tolkningen av resultaten.

Sammanfattningsvis är Vetenskapliga Rådets uppfattning att årets rapport är mycket viktig. Dock är det ämne som behandlas komplext. Det är framför allt två dimensioner som gör analysen komplex. Den första är som sagts ovan att skogen producerar en rad varor och tjänster som är av nytta. Ett flertal av dessa är kollektiva till sin karaktär, vilket innebär att de saknar tydliga prislappar och därmed inte kan förväntas tillhandahållas i de mängder som är samhällsekonomiskt önskvärt. Den andra är tidsfaktorn. Skogen växer relativt långsamt med omloppstider mellan 60 och 150 år, beroende på trädslag och var trädet finns. Det senare innebär exempelvis att skogens roll i klimatpolitiken blir starkt beroende av klimatpolitikens tidsperspektiv. Är de utsläppsmål som sätts kortsiktiga i så måtto att målet ska nås inom en snar framtid (5 till 20 år exempelvis) blir sannolikt skogens roll annorlunda än om målet är långsiktigt. Om klimatmålen är kortsiktiga i förhållande till skogens omloppstid kan skogen närmast betraktas som en icke-förnyelsebar resurs, som exempelvis olja, ifall den biomassa som skördas används för energiändamål eller som råvara i mycket kortlivade skogsprodukter. Är klimatmålen långsiktiga blir skogens roll i klimatpolitiken sannolikt annorlunda eftersom avverkad skog då kan ses som en del i ett kretslopp, även i det fall när skogen används för energiändamål eller i kortlivade produkter (givet att avverkad skogsmark återbeskogas).

Rapporten består av sju kapitel. I kapitel 1 ges en kort bakgrund och en beskrivning av syfte, avgränsningar och disposition. I kapitel 2 ges en naturvetenskaplig beskrivning av hur skogen och klimatet samverkar och påverkar varandra. Vetenskapliga Rådet menar att det är en bra beskrivning som vilar på vetenskaplig grund.

I kapitel 3 redogörs för skogens nyttigheter och varför politisk styrning behövs. Vetenskapliga Rådet ger stöd för de slutsatser som dras. Skogen tillhandahåller många nyttigheter, och många av dessa är kollektiva till sin karaktär, vilket sannolikt innebär att allt för lite av dessa varor produceras. Vidare stödjer Rådet slutsatsen att dessa värden måste ”synliggöras” genom exempelvis prissättning. Exempelvis skulle värdet av kolinlagring i skog ”synliggöras” genom att skogsägare ersätts för den kolinlagring de bidrar

med. Vetenskapliga Rådet stödjer också slutsatsen att det är stora utmaningar förknippade med att utforma effektiva styrmedel för upptag och utsläpp från skogen, inte minst på grund av svårigheterna att med precision mäta och övervaka skogens och skogsprodukternas kollager.

Hur skogen kan användas som klimatverktyg går igenom i mer detalj i kapitel 4. Här diskuteras hur olika möjligheter, som att öka skogens biomassa och därmed kolförråd eller att använda biomassa för bränsle och materialsubstitution. I kapitel 4 diskuteras även potentiella konsekvenser för skogens andra värden beroende på vilken väg man väljer. En viktig övergripande slutsats i kapitel 4, vilken Vetenskapliga Rådet stödjer, är att det i grunden finns två olika sätt på vilket skogen kan bidra till att minska koldioxidkoncentrationen i atmosfären. Det är antingen genom att lagra kol i levande biomassa eller i långlivade skogsprodukter, eller genom material- och/eller energisubstitution. Rådet delar också uppfattningen att tidsperspektivet är avgörande för vilken av dessa som är effektivast i ett klimatperspektiv. Ett kort tidsperspektiv favoriserar inlagring i levande skog och långlivade produkter, medan det i det längre perspektivet tenderar att vara mer effektivt med ett aktivt skogsbruk som möjliggör en hög avverkningsnivå och därmed stor materialsubstitution, samtidigt som tillväxttakten i skogen förblir hög. En viktig slutsats i kapitel 4 är att gängse beräkningar av substitutionseffekten ignorerar att det bedrivs klimatpolitik, vilket sannolikt leder till att effekten på utsläppsminskningar till följd av substitutionseffekten överskattas. Skälet är att under kvantitativa utsläppsmål hålls de fossila utsläppen fixerade och effekten blir i stället ökad energianvändning och större biogena utsläpp. Vetenskapliga Rådet delar denna slutsats.

I kapitel 5 beskrivs EU:s och Sveriges befintliga klimatpolitik samt de klimatpolitiska reformer som pågår i EU. Genomgången visar tydligt på komplexiteten i klimatpolitiken med olika målnivåer för olika ”sektorer”. Redogörelsen visar också att de förslag från EU gällande skogs- och marksektorns utsläpp och upptag kommer att innebära stora utmaningar för den svenska klimatpolitiken. Vetenskapliga Rådets uppfattning är att om förslaget genomförs kommer det sannolikt att få stora konsekvenser för den svenska skogssektorn. Vidare är Vetenskapliga Rådets uppfattning att ett tydligare inkluderande av skogssänkan i klimatpolitiken är av godo, men att separata målnivåer för de olika sektorerna, med begränsade flexibilitetsmekanismer, fördyrar klimatpolitiken.

Kapitel 6 innehåller en analys av den svenska klimatpolitiken utifrån den utveckling som sker inom EU. Syftet är att identifiera möjliga vägval och diskutera policyförändringar som skulle kunna öka kostnadseffektiviteten i den svenska klimatpolitiken. En slutsats som dras är att det förslag som ligger på EU's bord sannolikt innebär krav på en relativt stor ökning av det svenska nettoupptaget från skogs- och marksektorn (LULUCF). Den uppskattning som görs är att dagens upptag från skogen på cirka 35 miljoner ton måste öka till mellan 40 och 50 miljoner ton. I kapitel 6 diskuteras hur detta kan gå till, och vilka kostnader som är förknippade med respektive strategi. En slutsats är att högst kostnad för att nå de mål som stipuleras av EU är att skärpa

målet för den så kallade ESR-sektorn (utsläpp från hushåll och andra verksamheter som inte ingår i EU's handelssystem EU-ETS). Skälet är att kostnaden för ytterligare minskningar i ESR-sektorn är relativt hög, beroende inte minst på en relativt hög skatt på fossila bränslen. Analysen av kostnader är gjord med hjälp av Konjunkturinstitutets allmänjämviktsmodell, EMEC. Som påpekas i rapporten är modellen inte utvecklad för den typen av analys som krävs i detta fall. Modellen är statisk, innefattar inte mark, och upptag och lagring i levande skog finns inte med i modellen. För att ändå möjliggöra en analys har det konstruerats ett mått på nettoinlagring, som kan tolkas som indikativt. Sammantaget menar Vetenskapliga Rådet att modellresultaten ska tolkas med försiktighet, men att de ger vissa indikationer. Vidare ställer sig Rådet positivt till de tankar som finns att vidareutveckla modellen i en riktning som förbättrar möjligheterna till en konsistent analys kopplat till skogs- och marksektorn.

Avslutningsvis ges i kapitel 7 en sammanfattning och diskussion av rapportens centrala slutsatser. Den analys som görs i rapporten är gedigen och håller, enligt Vetenskapliga Rådet, en hög vetenskaplig kvalitet. I allt väsentligt kan man finna vetenskapligt stöd för de slutsatser som dras. En följd av detta är att man i många fall inte kan dra särskilt starka konkreta slutsatser. Skälet till detta är att problemområdet är mycket komplext i ett flertal dimensioner, och att det helt enkelt saknas kunskap. Exempelvis finns det mycket starkt stöd för slutsatsen att skogsägare bör ersättas för upptag av koldioxid i levande skog, i princip i form av en negativ skatt. Dock är det svårt att säga exakt hur detta ska gå till i praktiken. Dels finns ett mät- och kontrollproblem, dels uppstår frågan hur vi ska hantera det faktum att en avverknings som minskar skogens lagerhållning går till olika typer av skogsprodukter som i olika grad binder in det avverkade kolet. Ett annat exempel som komplicerar frågan, som finns beskrivet i rapporten, är biofysiska effekter som kan påverkas beroende på hur skogen sköts. Albedoeffekten är en sådan effekt. Stående tät skog har ett lågt albedo på grund av dess mörka yta. Det innebär att en relativt stor del av solinstrålningen absorberas och omvandlas till värmestrålning. Ett kalhygge eller åkermark, å andra sidan, har under vinterhalvåret (i alla fall i norra Sverige) högt albedo, med följden att solinstrålningen reflekteras tillbaka, men lägre värmestrålning som följd.

Sammanfattningsvis menar Vetenskapliga Rådet att årets rapport behandlar ett mycket angeläget område. Debatten om skogen har varit het en längre tid, och lär inte svalna på ett bra tag. Årets rapport kan på ett bra sätt fungera som ett faktaunderlag till de frågor som debatteras, och på så vis också fungera som en brygga mellan de olika uppfattningarna om hur skogen ska nyttjas och skötas för allas bästa. Rapporten visar också på områdets komplexitet och därmed på behovet av mer forskning och utvecklingsarbete. Området är också förknippat med genuin osäkerhet som gör det svårt att dra tvärsäkra slutsatser kring de frågor som diskuteras i rapporten. Osäkerheten spänner över hela problemområdet, från de naturvetenskapliga och ekologiska sambanden till de ekonomiska och politiska. En robust slutsats dock, men av mer principiell karaktär, är att skogen har en viktig roll att fylla i klimat- och miljöpolitiken och att den asymmetri som präglar klimatpolitiken

inneburit att kostnaden för den utsläppsminskning av växthusgaser som skett med all sannolikt varit mer kostsam än nödvändigt.

Rapportens utgångspunkt och avgränsning är en analys givet de mål som finns fastlagda och som föreslås framöver. Det betyder att det inte finns någon diskussion eller analys av målen i sig. Frågor man ställer sig är om de mål som bestämts är rimliga ur ett kostnads-intäktsperspektiv? Vad innebär krav på ökat upptag av koldioxid i skogssektorn för skogssektorns konkurrenskraft, och leder det till koldioxidläckage med liten eller ingen klimategenverkan som resultat? Vetenskapliga Rådet är fullt på det klara med att rapporten inte syftar till att besvara den typen av frågor. Icke desto mindre är de viktiga och närmast oundvikliga att komma tillbaka till efter att ha läst rapporten. Med detta sagt menar Vetenskapliga Rådet att en diskussion kring detta hade kunnat inkluderas explicit i avsnitt 1.2 där rapportens syfte och avgränsningar diskuteras.

Vetenskapliga Rådet är övertygade om att den analys som återfinns i årets rapport kommer att vara av stort värde i kommande årsrapporter. Inom ramen för den så kallade ”gröna given” har man inom EU utarbetat ett antal förslag som skall leda till klimatneutralitet senast 2050. Paketet som går under namnet ”Fit for 55” innehåller en samling förslag som syftar till dels att uppdatera EU-lagstiftningen, dels att införa nya lagar och initiativ i syfte att uppnå de klimatmål som beslutats om inom EU. Exempel på initiativ i paketet är:

- Översyn av EU’s utsläppshandelssystem, inkluderande en breddning av systemet och införande av ett separat handelssystem för vägtransporter.
- Översyn av förordningen om inbegripande av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF)
- Översyn av direktivet om förnybar energi
- Översyn och omarbetning av energieffektivitetsdirektivet
- Översyn av energiskattedirektivet
- Införande av en gränsjusteringsmekanism

Vetenskapliga Rådet menar att det vore av stort värde att göra en systematisk genomgång av ”paketet” i nästa års rapport. Vad innehåller paketet och vad det innebär för utformandet av den svenska klimatpolitiken är exempel på vad en sådan rapport skulle innehålla. Andra viktiga frågor är naturligtvis vilken mix av styrmedel som kan och bör användas för att nå paketets mål, och huruvida det finns några argument för att Sveriges nationella mål ska vara ambitiösare än de mål som sätts upp av EU. De enda egentliga argumenten för ett litet land som Sverige att ha en ambitiösare politik än EU i övrigt och resten av världen är att det skulle finnas något extra värde, exempelvis i form av konkurrensfördelar (Portereffekten), och/eller att andra länder väljer att ta efter. Dock har det inte gjorts någon analys eller utvärdering av huruvida det finns några sådana extra värden, eller om andra länder valt att följa Sverige.