



PM

Nr 28 2014

Utsläpp och upptag från skogsbruk och annan markanvändning (LULUCF) i 2030-ramverket

Sammanfattning

EU kommissionen har presenterat ett förslag till klimat- och energipolitiskt ramverk till 2030. Konjunkturinstitutet har, på uppdrag av regeringen, analyserat konsekvenser av olika scenarier utifrån kommissionens meddelande vad gäller upptag och utsläpp från skog och annan markanvändning (LULUCF) som en del av ett 2030-ramverk.

En stor del av utsläppen av växthusgaser som orsakas av människan härstammar från olika former av förändrad markanvändning. Skogsbruk och annan markanvändning utgör samtidigt också naturliga sänkor för upptag av koldioxid, eftersom kol binds i både träd och mark. Om tillväxten är större än avverkning och naturlig avgång får vi ett nettoupptag av koldioxid. Nettoupptaget utgör en så kallad *positiv extern effekt*, det vill säga kolsänkan har ett samhällsekonomiskt värde som markägare inte kompenseras för. Detta riskerar leda till en för låg nivå på kolsänkan än vad som är samhällsekonomiskt motiverat eftersom andra värden, som produktionsvärdet av timmer och biobränslen, väger tyngre i markägarens beslut. Sammanfattningsvis finner Konjunkturinstitutet:

- Internationella studier visar att åtgärder för att öka nettoupptag i skog och mark har potential att bidra till att begränsa koldioxidhalterna i atmosfären på ett kostnadseffektivt sätt.
- Betydande osäkerheter gällande mätning, läckage och beständighet utgör dock praktiska problem för att inkludera LULUCF i internationella överenskomelser, så även i EU:s ramverk för klimat och energi till 2030.
- Kommissionen nämner tre alternativ för hur LULUCF skulle kunna integreras i 2030-ramverket: 1) behålla nuvarande struktur, 2) integration med sektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem, 3) integration med jordbrukets övriga växthusgasutsläpp. Av dessa är 2) och 3) att föredra eftersom de bidrar till att synliggöra synergier och trade-offs mellan olika utsläpp inom markanvändningssektorn. Alternativ 2) ökar flexibiliteten för måluppfyllelse och därmed kostnadseffektiviteten för medlemsländerna.
- Kommissionen analyserar endast möjligheter att minska negativa effekter på kolsänkan i samband med ett ambitiöst förnybarhetsmål. I övrigt saknas en diskussion om vilka möjligheter som finns att öka nettoupptaget av koldioxid.
- Konjunkturinstitutets analys av vilken betydelse ett ökat nettoupptag av koldioxid i Sverige skulle kunna få utgår från att LULUCF tillåts bidra till klimatmålet för sektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem, alternativ 2).
- I analysen motsvarar bidraget av skogsbruk en minskning av utsläppskravet år 2030 för sektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem med ca 3 miljoner ton koldioxid, jämfört med ett utsläppsmål år 2030 utan bidrag från skogsbruket.
- Vårt räkneexempel indikerar att LULUCF skulle kunna bidra till kostnadseffektiva utsläppsminskningar om det tillåts bidra till klimatmålet för sektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem. I vilken utsträckning LULUCF tillåts bidra till nationella klimatmål kan därmed ha stor betydelse för ett land som Sverige med stora skogstillgångar.

1.1 Bakgrund

UTSLÄPP OCH UPPTAG FRÅN SKOGSBRUK OCH ANNAN MARKANVÄNDNING (LULUCF)

I Klimatkonventionen delas utsläpp och upptag av växthusgaser upp i olika sektorer beroende på utsläppens och upptagens ursprung. Den sektor som under Klimatkonventionen kallas LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) definieras som ”en inventering av utsläpp och upptag av växthusgaser som kan hänföras till markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk direkt orsakade av människor”. En stor del av *utsläppen* av växthusgaser som orsakas av människan härstammar från olika former av förändrad markanvändning. Detta framförallt genom avskogning, till exempel omvandling av skogsmark till jordbruksmark. Utsläppen från markanvändning består av växthusgaserna koldioxid, lustgas och metan. Skogsbruk och annan markanvändning utgör samtidigt också naturliga sänkor för *upptag* av koldioxid, eftersom kol binds i både träd och mark. Om tillväxten är större än avverkning och naturlig avgång får vi ett *nettoupptag* av koldioxid.

I Sverige utgör skogsbruk och annan markanvändning ett relativt stort årligt nettoupptag av koldioxid, framförallt på grund av våra stora skogsarealer. Upptagen av koldioxid i skogsbruk och annan markanvändning för Sveriges del har varit och är betydande också i jämförelse med de utsläpp som genereras från övriga delar av samhället. Av de växthusgaser som Sverige släppt ut i perioden 1990-2010 har skogsbruk och annan markanvändning bundit upp 53 procent. Den största bidragande faktorn är att tillväxten i skogen varit större än avverkningen trots att avverkningen stadigt ökat under perioden (Skogsstatistisk årsbok 2011).

KOLSÄNKAN I SKOG OCH MARK UTGÖR EN POSITIV EXTERN EFFEKT

Ett nettoupptag av koldioxid från skogsbruk och annan markanvändning kallas kolsänka. En kolsänka utgör en så kallad *positiv extern effekt* eftersom den genererar ett samhällsekonomiskt värde i form av minskad koldioxidhalt i atmosfären. Detta värde synliggörs dock inte för den privata markägaren vid beslut om markanvändning. Grundproblemet utgörs därför av ett marknadsmisslyckande som innebär att privata markägares beslut riskerar leda till en för låg nivå på kolsänkan än vad som är samhällsekonomiskt motiverat. Andra värden av skogsbruk och markanvändning, som exempelvis produktionsvärdet av timmer och biobränslen, väger tyngre i markägarens beslut än det samhällsekonomiska värdet av skogens och markens förmåga att binda koldioxid. Precis som koldioxidutsläppen från förbränning av fossila bränslen har ett pris i den övergripande klimatpolitiken, skulle skogsbruket, i princip, kunna ersättas för sitt upptag av koldioxid. En sådan kompensation skulle gynna klimatet och komplettera övriga styrmedel genom att denna externa effekt internaliseras på ett effektivt sätt. I praktiken uppstår dock problem med införandet av en sådan subvention på grund av betydande osäkerheter kring mätning och kolsänkans beständighet (se avsnitt om mätosäkerheter nedan). Det finns också en risk att de administrativa kostnaderna skulle bli höga.

GLOBAL POTENTIAL ATT KOSTNADSEFFEKTIVT BIDRA TILL ATT BEGRÄNSA KOLDIOXIDHALTERNA I ATMOSFÄREN

Den vetenskapliga litteraturen lyfter fram specifikt tre anledningar till att främja ett ökat upptag av koldioxid från skogsbruk och annan markanvändning, i syfte att begränsa koldioxidhalterna i atmosfären.

För det första existerar redan i dag kunskap kring tillväxthöjande åtgärder¹ och nyplantering av skog vilket kan öka nettoupptaget av koldioxid i skogarna samt öka uttaget av biomassa vilket kan användas för substitution av fossila bränslen och koldioxidintensiva material.

För det andra indikerar studier att ökat upptag av koldioxid i skog och mark kan vara en kostnadseffektiv åtgärd för att reducera halten av koldioxid i atmosfären. Richards och Stokes (2004) estimerar exempelvis, att det på global nivå, för en kostnad mellan 20 och 280 kronor per ton koldioxid, är möjligt att binda 7 400 Mton atmosfärisk koldioxid per år under ett antal decennier framöver. Utifrån en metaregressionsanalys² av van Kooten m.fl. (2009) ligger spannet för att binda ett ton kol mellan 3,44 och 13 301 kronor. Enligt denna meta-studie är kostnaderna för kolbindande skogsprojekt i Europa relativt höga i förhållande till andra regioner, och framförallt jämfört med tropisk regnskog som binder kol till låg kostnad. De relativt höga kostnaderna i Europa förklaras av höga alternativkostnader och relativt låg tillväxt. På grund av olika förutsättningar kan potentialer och kostnader skilja sig mycket mellan enskilda länder. I Lundmark och Johansson (2013) beräknas kostnaden för att binda koldioxid i det svenska skogsbruket genom behovsanpassad gödsling till mellan 10 och 25 kronor per ton koldioxid, vilket är en relativt låg kostnad jämfört med internationella studier.³ Dessa kostnadsuppskattningar kan jämföras med kostnader för så kallad CCS-teknologi (Carbon Capture and Storage), när koldioxid avskiljs och lagras direkt vid utsläppskällan, som IEA (2008) estimerar till mellan 210 och 630 kronor per ton koldioxid. I denna jämförelse bör dock tilläggas att beständigheten⁴ för CCS är högre än den är vid lagring i skog.

För det tredje finns en relativt stor kapacitet att öka nettoupptaget av koldioxid i skog och mark. Enligt Cannell (2003) ligger den realistiska potentialen för nettoupptag av koldioxid i dagsläget mellan 3 700 och 7 400 Mton per år. Lenton (2010) redovisar liknande siffror för dagens potential, men menar att potentialen, med en del nya åtgärder⁵, till 2050 kan uppgå till mellan 14 000 och 22 000 Mton koldioxid per år och att det till 2100 finns en potential på mellan 22 000 och 51 800 Mton koldioxid per år. Inga kostnader anges dock för hur dessa potentialer kan uppnås.

¹ Förädling av plantor, kvävegödsling och användande av snabbväxande arter. Kvävegödsling kan dock orsaka ökad försurning, om inte kvävet fullt ut tas upp av markens organiska material och av träden, samt övergödda sjöar, vattendrag och hav. Försurning och övergödning kan även ge negativa effekter på biologisk mångfald.

² Baseras på 68 tidigare studier om kostnaden för att binda kol. Resultaten baseras på forskning i 30 olika länder där flertalet studier är genomförda i USA. Medelvärde för samtliga 68 studier uppgick till 666 kronor per ton kol.

³ Kostnaden motsvarar mellan 37 och 92 kronor per ton kol, vilket är en relativt låg kostnadsskattning i jämförelse med de nivåer som skattats i de studier som ingår i metaregressionsanalysen. Behovsanpassad gödsling är en intensivodlingsåtgärd som har stor potential att öka tillväxten, men osäkerheten kring åtgärdens miljökonsekvenser är stor. I analysen beaktas inte eventuella negativa effekter på andra miljömål.

⁴ Se beständighet under rubriken Mätosäkerheter.

⁵ Såsom lagring av träkol eller avskiljning av koldioxid från förbränning av biomassa för att lagra denna i till exempel berggrunden, så kallad BECCS.

MÄTOSÄKERHETER

Ett betydande praktiskt problem med att inkludera skogsbruk och annan markanvändning i internationella överenskommelser är svårigheter att mäta upptag och utsläpp av växthusgaser i världens skogar med hög noggrannhet. Det existerar system för att bestämma arealer av skog med fjärranalys, men konvertering av arealer till volym biomassa och beräkning av mängd kol är behäftade med stora felkällor (Fagan och deFries, 2009 och Waggoner, 2009).

Ett relaterat problem är det som brukar benämnas *läckage*. Om till exempel ett område på ett eller annat sätt skyddas från avskogning, men detta endast innebär att avskogningen flyttas till ett annat område kallas detta ett läckage. Om till exempel tillräckligt stora arealer skyddas från avverkning kan globala priser på virke stiga så mycket att utvinning av virke blir lönsamt på tidigare ej lönsamma områden och att avverkningen därmed flyttar.

Beständighet är ytterligare en fråga som diskuteras i samband med skogens potentiella förmåga att minska koldioxidhalten. Problemet består i risken att framtida kolförråd minskar, ett temporalt läckage⁶. Analogt till detta temporala läckage diskuteras värdet⁷ i att temporärt lagra koldioxid i biologiska kolpooler som skog (se Levasseur m.fl., 2012). Det praktiska problemet blir därmed att hitta det faktiska värdet i kronor och ören av att fördröja utsläpp av koldioxid genom att lagra dem temporärt, se Herzog m.fl. (2003).

HUR BEHANDLAS LULUCF I KLIMATKONVENTIONEN OCH KYOTOPROTOKOLLET?

LULUCF inom klimatkonventionen

Klimatkonventionen utgör ett icke-bindande ramverk för det internationella klimatarbetet. I klimatkonventionen delas utsläpp och upptag av växthusgaser upp i olika sektorer beroende på utsläppens och upptagens ursprung. Medan övriga sektorer under klimatkonventionen redovisar utsläpp när och var de sker (till exempel vid användning av ett specifikt bränsle i en specifik process) redovisar skogsbruk och annan markanvändning både utsläpp och upptag, till och från så kallade kolpooler. Till exempel är nettot för förändring av kolpoolen *levande biomassa* skillnaden mellan tillväxt och avgång (genom avverkning och naturlig avgång). Dessa kolpooler kan vara mycket stora vilket betyder att små relativa fel i beräkningen av *storleken* av en sådan kolpool kan resultera i stora relativa fel i beräkningen av *förändringen* av kolpoolen.

För närvarande har 194 länder anslutit sig till Klimatkonventionen. De länder som benämns Annex-1-länder i Klimatkonventionen redovisar sina utsläpp och upptag av växthusgaser för skogsbruk och annan markanvändning på årlig basis. Det finns möjlighet att använda olika metoder för att beräkna utsläpp och upptag från markanvändningssektorn, vilket innebär att det finns flexibilitet för de Annex-1-länder som inte kommit lika långt vad gäller statistiskt underlag. Detta innebär att det existerar inform-

⁶ Om tillväxten i skogen är större än avgången ökar kolförrådet och vi får ett nettoupptag. Om framtida avgång överstiger tillväxten minskar kolförrådet och vi får ett nettoutsläpp. På lång sikt antas att en jämviktsbalans mellan utsläpp och upptag kommer inträda i markanvändningen.

⁷ Några exempel är: värdet av att undvika att i förtid skrota realkapital, tidsvärdet av pengar (ekonomisk diskontering), och att teknisk utveckling kan göra framtida alternativ till fossila bränslen billigare.

ation kring utsläpp och upptag av växthusgaser för Annex 1-länderna, men osäkerheten i de rapporterade värdena är betydande.

LULUCF inom Kyotoprotokollet

Under Kyotoprotokollet bokförs utsläpp och upptag för skogsbruk och annan markanvändning i så kallade aktiviteter. Bokföringsreglerna för skogsbruk och annan markanvändning justerades mellan Kyotoprotokollets första och andra åtagandeperiod. De viktigaste förändringarna var att aktiviteten skogsbruk blev obligatorisk, att innehållet av kol i träprodukter⁸ inkluderades i bokföringen av aktiviteten skogsbruk samt att en mekanism för att hantera naturliga störningar inkluderades, såsom bränder, stormar och insektsangrepp. Aktiviteten skogsbruk bokförs i Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod relativt en referensnivå, det vill säga skillnaden mellan faktiskt upptag av koldioxid och en på förhand fastställd referensnivå. Det land vars skogsbruk genererar ett större upptag än denna referensnivå bokför ett *nettoupptag* medan landet bokför ett *nettoutsläpp* om upptaget är lägre än referensnivån. Det maximala nettoupptag som kan bokföras för aktiviteten skogsbruk är begränsad till ett tak på 3,5 procent av landets totala utsläpp 1990. Om däremot upptaget blir mindre än referensnivån kommer detta nettoutsläpp bokföras fullt ut.

1.2 LULUCF inom Europeiska unionens 2030-ramverk

Europeiska rådet och parlamentet har uttryckt att alla sektorer ska bidra till kostnads-effektiva utsläppsreduktioner i EU:s klimatpolitik till 2030. Kommissionen betonar vikten av att vidare utreda hur LULUCF skulle kunna inkluderas i 2030-ramverket⁹, och inget färdigt förslag har presenterats.

TRE ALTERNATIV FÖR HUR LULUCF KAN HANTERAS I 2030-RAMVERKET

Tre alternativ för hur LULUCF kan integreras i 2030-ramverket omnämns av kommissionen¹⁰:

1. Behålla nuvarande struktur. Detta innebär att LULUCF fortsätter behandlas som en egen pelare, med egen sektorsstrategi för att bidra till minskad klimatpåverkan, helt separerad från övriga sektors utsläppsmål.
2. LULUCF integreras med sektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem (ESD-sektorn). Det innebär att LULUCF blir en del av medlemsländernas ansvar för att minska det ansvarsfördelade utsläppsmålet för ESD-sektorn.
3. LULUCF slås ihop med jordbrukets utsläpp av övriga växthusgaser i en ny separat pelare (AFOLU).

Den stora nackdelen med att behålla nuvarande struktur (alternativ 1) är att utsläpp från jordbruk respektive skogsbruk och annan markanvändning även fortsättningsvis kommer att adresseras med olika styrmedel, trots att alla dessa utsläpp härrör från

⁸ Träprodukter definieras av IPCC som all biomassa som tas tillvara vid avverkning. Virket förädlas till produkter och det kol som bundits i den växande skogen vidarelagras i träprodukterna under olika lång tid beroende på produktens livslängd.

⁹ Se sid 47 i kommissionens konsekvensanalys.

¹⁰ Se kommissionens konsekvensanalys sid 112.

samma markanvändningsaktiviteter. Synergier och trade-offs av olika markanvändningsbeslut synliggörs inte om de olika typerna av utsläpp från markanvändningssektorn hålls isär. Eftersom, för närvarande, endast växthusgasutsläppen från jordbruket ingår i målsättningen för den ESD-sektorn, kan exempelvis ett beslut om att förändra markanvändningen från betesmark till odling av energigrödor vara fördelaktigt för ett medlemslands måluppfyllelse genom att metanutsläppen från djurhållningen minskar. Samtidigt ökar dock utsläppen från marken i samband med att den ställs om från betesmark till åkermark, vilket bör vägas in i beslutet om markanvändning, och inte behandlas helt separat.

Alternativ 2 skulle öka flexibiliteten för respektive medlemsland att uppnå målen för den ESD-sektorn, och underlätta en integrerad syn på markanvändningssektorn genom att nettoeffekterna på utsläpp och upptag i hela markanvändningssektorn av respektive beslut är det som påverkar ett medlemslands måluppfyllelse. Utmaningen med alternativ 2 är att integrera de relativt stora årliga kolflödesvariationerna som karakteriserar LULUCF-sektorn med de linjärt minskande årliga utsläppstaken som gäller för den ESD-sektorn. Dessutom, eftersom de kostnadseffektiva potentialerna för ökat nettoupptag skiljer sig mellan olika geografiska områden, kan det innebära en mer komplex bördefördelning mellan medlemsländerna om LULUCF ska inkluderas i målsättningen för ESD-sektorn.

Alternativ 3 skulle, liksom alternativ 2, underlätta för en integrerad markanvändningspolitik. En fördel jämfört med alternativ 2 skulle, enligt kommissionen, vara att det skulle vara enklare att utforma målsättningar för AFOLU-sektorn som kan ta hänsyn till markanvändningssektorns specifika förutsättningar, som långa tidscykler, naturlig variation etc. Om nationella mål sätts upp också för AFOLU-sektorn är den stora nackdelen jämfört med alternativ 2 att flexibiliteten för medlemsländerna att nå målen i den icke-handlande respektive i AFOLU-sektorn blir lägre, och därmed påverkas kostnadseffektiviteten i måluppfyllelsen negativt.

KOMMISSIONENS SCENARIER FÖR UPPTAG OCH UTSLÄPP I LULUCF-SEKTORN

LULUCF utgör för närvarande en källa för nettoupptag (kolsänka) på EU-nivå. I kommissionens analys förväntas dock sänkans storlek att minska i referensscenariot fram till 2030, delvis på grund av den europeiska skogens åldersfördelning men även på grund av ökad efterfrågan av timmer och framförallt bioenergi.

I scenarier som inkluderar ett mål för förnybar energi ökar efterfrågan på bioenergi kraftigare än i referensscenariot. De negativa effekter ökad efterfrågan får på kolsänkan motverkas till viss del genom antagandet om att efterfrågan i första hand tillgodoses genom att åkermark tas i anspråk för att odla fleråriga energigrödor, och inte genom import eller ökad avskogning.¹¹ Fleråriga grödor som inte skördas varje år har en mer positiv effekt på upptaget av kol i marken jämfört med andra grödor som normalt odlas på åkermarken. Detta skulle, enligt kommissionens analys, innebära en cirka tio procentig ökning av åkermark för bioenergiproduktion. Detta kommer att påverka andra politikområden, framförallt genom att tillgänglig åkermark för odling av andra grödor minskar. Alternativkostnaden för en utökad åkermarksandel för bioenergiproduktion analyseras inte vidare av kommissionen. Effekter på kolsänkan av ett mål för

¹¹ Se kommissionens konsekvensanalys sid 61.

förnybar energi kan bli större än vad kommissionens analys visar, om den ökade efterfrågan på bioenergi tillgodoses på andra sätt än genom ökad odling av fleråriga grödor på åkermarken. Ingen analys görs heller angående hur andra miljömål kan påverkas om en så stor andel åkermark ställs om för alternativ produktion.

Kommissionen analyserar endast möjligheter att minska de negativa effekterna på kolsänkan i samband med ett ambitiöst förnybarhetsmål. I övrigt saknas en diskussion om vilka möjligheter som finns att öka nettoupptaget av koldioxid jämfört med referensscenariot i kommissionens analys. Eftersom LULUCF inte har integrerats i den övergripande analysen analyseras inte heller konsekvenser för ekonomin eller hur möjligheterna eller kostnaderna för att uppnå klimatmålen för övriga sektorer kan påverkas genom att LULUCF inkluderas i 2030-ramverket.

1.3 Konsekvenser för Sverige om LULUCF integreras med övriga ESD-sektorn

I en tidigare analys har Konjunkturinstitutet studerat vilken betydelse ett ökat nettoupptag av koldioxid i skogsbruket i Sverige skulle kunna ha för att uppnå ett givet nationellt utsläppsmål (Konjunkturinstitutet 2013). En förutsättning för den typen av analys är att LULUCF tillåts bidra till klimatmålet för den ESD-sektorn för 2030, det vill säga att LULUCF inkluderas i 2030-ramverket enligt alternativ 2 i avsnitt 1.2 ovan. Det förutsätter i sin tur att det finns en EU övergripande överenskommelse för hur flöden av koldioxid till och från skogen ska mätas, verifieras och bokföras.

För att analysera samhällsekonomiska konsekvenser länkades resultaten från en skogssektormodell till allmänjämviktsmodellen EMEC. Denna länkning är ett försök att på ett förenklat sätt kombinera biologiska och ekonomiska modeller.

MÖJLIGA ÅTGÄRDER FÖR ATT ÖKA NETTOUPPTAGET

Ett ökat nettoupptag kan exempelvis erhållas genom skydd av produktiv skogsmark. Det kan göras exempelvis genom ökad avsättning av skog till naturreservat, vilket då samtidigt skulle kunna bidra till de svenska miljömålen levande skogar, myllrande våtmarker och ett rikt växt och djurliv. Ett annat sätt att öka nettoupptaget är att öka skogens tillväxt. På det sättet kan en positiv effekt erhållas både genom ökad kolinlagring i den växande skogen samt en substitutionsnytta, genom att avverkad skog används till att producera bioenergi, som substituerar fossil energi eller andra produkter med höga utsläpp). Det finns många möjligheter att med förbättrad tillämpning av traditionell skogsskötsel öka produktionen av värdefullt virke jämfört med dagsläget. Det kan exempelvis handla om att välja produktiva trädslag och att röja och gallra mer effektivt. Man kan också använda traditionell skogsgödsling på fler marker där den är tillåten och lönsam. Möjligheter finns också att kraftigt öka tillväxten av skog genom så kallad intensivodling. Det kan exempelvis innefatta intensivgödsling och storskalig odling av mer produktiva trädslag, framförallt contortatall i Norrland. Potentialen för ökad tillväxt genom sådana åtgärder är stor, men osäkerheten kring framförallt miljö-

konsekvenser är betydande.¹² Beskogning av åkermark är en ytterligare åtgärd som kan ge betydande bidrag till ett ökat nettoupptag av koldioxid, men det kan också ge negativa effekter på andra miljömål beroende på var och vilket trädslag som planteras.

TVÅ SCENARIER FÖR SKOGSSEKTORNS UTVECKLING

I analysen studeras två scenarier för skogssektorns utveckling. Scenarierna, som baseras på två av de scenarier av framtida avverkning och koldioxidupptag som redovisas i Naturvårdsverket (2012), är:

1. **Basscenariot** beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande skogsskötsel, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en sannolik förändring av klimatet.
2. **Alternativscenariot** ("Miljö+Produktion") syftar till att belysa utvecklingen förutsatt att miljöambitionerna är höjda till en nivå som bedöms leda till att uppfylla de övergripande miljökvalitetsmålen, framför allt *levande skogar*. Detta innebär ökade skogsarealer med formellt skydd eller frivillig avsättning. Samtidigt kombineras de ökade miljöambitionerna med effekter av en ökad virkesproduktion givet rimliga, men höga, investeringsnivåer i skogsbruket. Detta innebär att åtgärder som normalt anses gynna produktionen av virke tillämpas i större utsträckning än i nuläget.¹³

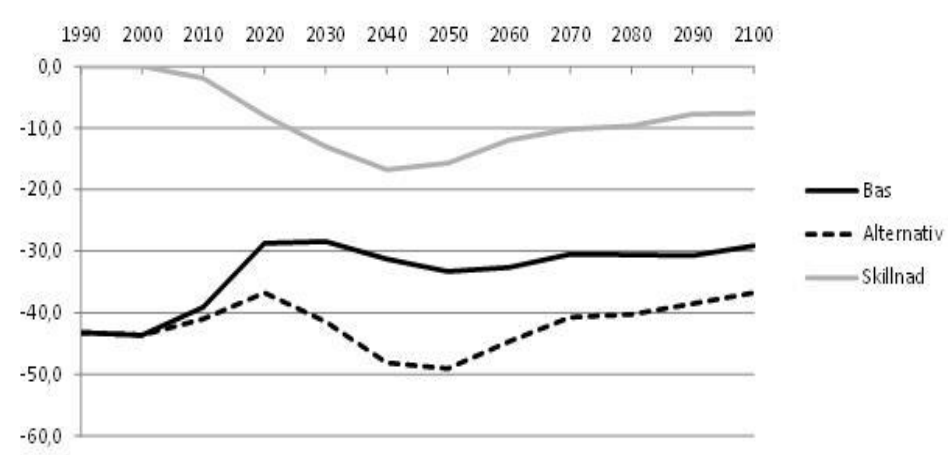
Scenarierna resulterar i olika flöden av utsläpp och upptag av koldioxid från skogsbruket. I figur 1 visas hur de årliga nettoupptagen av koldioxid i skog och mark förväntas utvecklas i de olika scenarierna. Hur stor del av dessa flöden som får bokföras har stor betydelse. I analysen antas att skogssektorns nettoupptag av koldioxid bokförs relativt en referensnivå (det vill säga basscenariot), vilket överensstämmer med hur LULUCF bokförs under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod. Det är alltså *skillnaden* mellan det realiserade nettoupptaget och basscenariots nettoupptag som utgör den mängd som de årligt *bokförda* upptagen är baserade på.¹⁴ Skillnaden mellan basscenariots och alternativscenariots nettoupptag visas tillsammans med de andra scenarierna i figur 1 nedan.

¹² Se Brännlund m.fl. (2009) för en samhällsekonomisk bedömning av intensivodling av skog. Analysen visar att intensivodling av skog på skogsmark med låga naturvärden potentiellt kan vara samhällsekonomiskt lönsamt. Men osäkerheten är stor och resultaten beror på vilka värden som åsätts koldioxid samt andra externa effekter.

¹³ Naturvårdsverkets åtgärdsförslag för skogsbruk och annan markanvändning i Färdplan 2050 utgörs av valda delar av detta scenario. Vissa av åtgärderna för en ökad produktion som SLU inkluderat i detta scenario bedöms av Naturvårdsverket ge betydande negativa effekter på andra miljömål. Därför kan detta scenario ses som en optimistisk nivå för ökat nettoupptag av koldioxid i skogsbruket.

¹⁴ Att det är skillnaden mellan faktiskt och prognosticerat nettoupptag säkerställer additionalitet av upptag i skogsbruk och annan markanvändning. En mindre mängd utsläpp från övrig markanvändning ingår också i bokföringen av LULUCF, men dessa är, för Sveriges del, av så liten betydelse att vi bortser från dem.

Figur 1 Scenarier för årliga nettoupptag av koldioxid i skog och mark
Miljoner ton CO₂



Av figur 1 framgår att skillnaden mellan alternativscenariot och basscenariot förändras över tiden. I början av perioden är skillnaden liten, men växer fram till 2040 för att avta mot slutet av perioden. Att använda sig av de höga talen 2050 vore att överdriva skogsbrukets långsiktiga nettoupptag av koldioxid. I beräkningarna nedan används i stället medelvärdet över perioden 2020–2100 som en uppskattning av en rimlig långsiktig nivå. Detta långsiktiga medelvärde av skillnaden mellan alternativscenariot och basscenariot är ca 10 miljoner ton CO₂.

HUR NETTOUPPTAGET SKULLE KUNNA BIDRA TILL KLIMATMÅL – ETT EXEMPEL

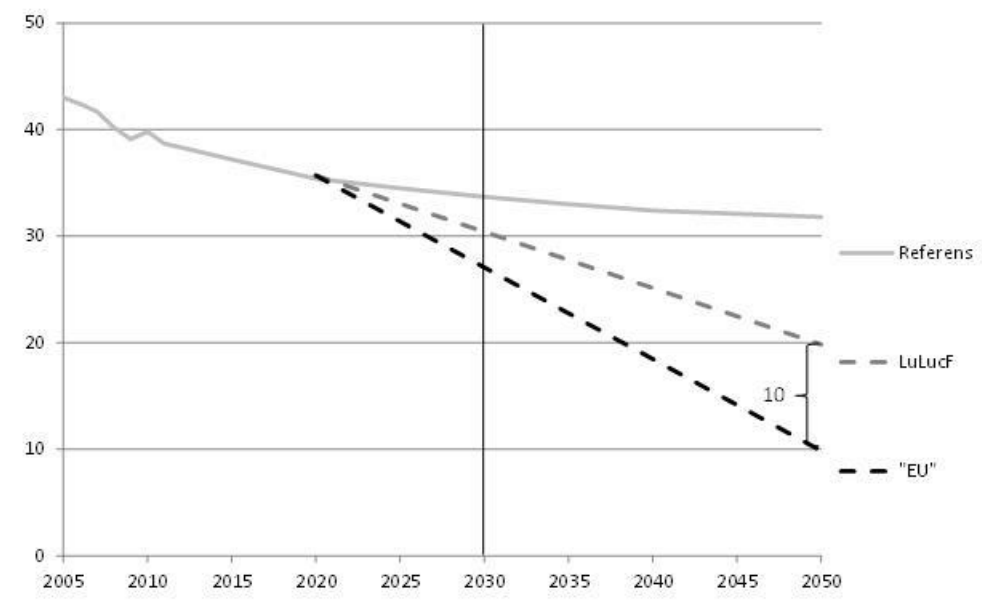
För att få en uppfattning om hur mycket skogsbruk och annan markanvändning skulle kunna bidra till den inhemska klimatpolitiken analyserar vi ett hypotetiskt fall. I figur 2 illustreras en utsläppsbana för de svenska utsläppen inom ESD-sektorn som uppfyller en 80 procentig reduktion år 2050 jämfört med 1990.¹⁵ Eftersom vi inte vet vilken bördefördelning som kommer gälla för Sverige 2030 och 2050 antar vi i detta fall en linjär utsläppsbana mellan EU:s övergripande mål för inhemska reduktioner 2050 och det svenska målet för inhemska reduktioner 2020. Denna utsläppsbana utgjorde grunden för våra tidigare analyser. Bidraget från skogens nettoupptag beräknas sedan som om ESD-sektorn hade fått ökad tilldelning med 10 miljoner ton år 2050, det vill säga det uppskattade långsiktiga bidraget från skogen. Utgångsläget 2020 för ESD-sektorn antas vara opåverkad, vilket innebär att år 2020 antas inget bidrag ske från skogens ökade nettoupptag till det svenska klimatmålet.¹⁶

¹⁵ Detta motsvarar EU:s övergripande målsättning om 80 % inhemska utsläppsreduktioner till 2050. Då vi inte vet vilken bördefördelning som kommer gälla för Sverige till 2030 eller 2050, illustreras en tänkt utsläppsbana som en rät linje mellan EU:s övergripande mål för inhemska reduktion 2050 (-80%) och målet för inhemska reduktioner år 2020 (-27% inhemska reduktion). Enligt denna bana blir utsläppsmålet år 2030 -45 % jämfört med 1990.

¹⁶ Observera att inkludera LULUCF i ESD-sektorn skulle kunna påverka bördefördelningen av det Europeiska klimatmålet. Då Sverige har en relativt stor potential för att med ytterligare åtgärder öka nettoupptaget inom skogsbruket i jämförelse med andra medlemsländer kan det påverka bördefördelningen, särskilt om dessa åtgärder bedöms vara mer kostnadseffektiva än åtgärder i övriga sektorer. Viktigt att poängtera är att den studerade målnivån i denna analys ligger nära den, av Naturvårdsverket bedömda, nivå som kan utgöra det maximala krav som kan ställas på Sverige utifrån en bördefördelning på EU-nivå (-40 % jämfört med 2005). Ett skärpt svenskt klimatmål skulle för denna analys innebära att skillnaden mellan referensscenariot och "EU-scenariot" blir större, men den mängd som LULUCF skulle kunna bidra med påverkas inte av nivån på bördefördelningen.

Figur 2 Utsläpp av växthusgaser i ESD-sektorn, alternativ för bidrag från skogsbruk och markanvändning

Miljoner ton CO₂e



Anm. Referensscenariot till 2050 visar en utveckling av ekonomin, energianvändningen och utsläppen vid givna regler. Det referensscenario som användes i denna analys baserades på de, vid den tidpunkten, senast gällande prognoserna för ekonomin, energianvändningen samt utsläppen. Referensbanan för utsläpp motsvarar den bana som användes i Naturvårdsverkets färdplansanalys.

Källor: Naturvårdsverket och Konjunkturinstitutet.

De streckade linjerna beskriver utsläppsbanor för ESD-sektorn på vägen mot 2050, med bidrag (LULUCF) alternativt inget bidrag ("EU") från skogsbruk och annan markanvändning. Eftersom bidraget från skogsbruk och annan markanvändning är ett medelvärde över perioden 2020–2100 kan värdet av det eventuella bidraget 2050 anses vara bestående på lång sikt. När skogsbruk och annan markanvändning tillåts bidra till svenska utsläppsreduktioner, antas det enligt detta exempel motsvara en minskning av ESD-sektorns utsläppskrav år 2030 med ca 3 miljoner ton koldioxid, jämfört med ett utsläppsmål år 2030 utan bidrag från skog och annan markanvändning.¹⁷ Detta kan ses som ett relativt lågt räknat exempel för hur mycket skogsbruk och annan markanvändning skulle kunna bidra till svenska mål 2030, eftersom det understiger det beräknade årliga medelvärdet på 10 miljoner ton koldioxid. Samtidigt kan detta anses vara en mer realistisk nivå om de bokföringsregler som gäller under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod skulle gälla även i EU-ramverket till 2030. Enligt de rådande bokföringsreglerna under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod finns nämligen en begränsningsregel i form av ett tak för hur stort årligt nettoupptag som får bokföras från skogsbruket. Taket uppgår till 3,5 procent av basårsutsläppen. För Sveriges del utgör begränsningen ett bokfört årligt upptag av maximalt ca 2,5 miljoner ton koldi-

¹⁷ Utsläppsgapet (skillnaden mellan utsläppen i referensscenariot och utsläppen vid målnivån) för ESD-sektorn år 2030 utgjorde i Konjunkturinstitutet (2013) ca 7 Mton CO₂. Utsläppsgapet påverkas både av vilken bördedistribution som kommer gälla 2030 samt av förändringar i referensbanan. Ett nytt referensscenario för utsläpp har tagits fram av Naturvårdsverket 2014, vilket innebär att utsläppsgapet vid en målnivå kring -45% jämfört med 1990, hamnar på ca 5 Mton istället för ca 7 Mton enligt det föregående referensscenariot. En minskning av ESD-sektorns utsläppskrav med ca 3 Mton utgör, enligt den nya referensbanan, ca 60% av den totala utsläppsminskning som krävs vid en målnivå på -45% år 2030.

oxid.¹⁸ I vårt exempel är medelvärdet av det årliga bidraget från LULUCF mellan åren 2020-2030 ca 1,5 miljoner ton, vilket är betydligt lägre än den rådande maximala begränsningen för årliga nettoupptag inom Kyotoprotokollet.¹⁹

LÄNKNING SKOGSSEKTORMODELL OCH EMEC-MODELL

Skogsbruk och annan markanvändning kan underlätta anpassningen för den övriga ekonomin. Det krävs dock åtgärder som riktas till förändringar i skogsbruket för att uppnå de ökade nettoupptagen. Dessa åtgärder påverkar skogsbrukets produktion och har även en effekt på samhället som helhet. För att modellera förändringen i skogsbrukets produktion används informationen angående förändrad avverkning för scenarierna i Naturvårdsverket (2012) vilka antas påverka produktionen i skogsbruket i motsvarande grad.

De kostnader som de ändrade produktionsmönstren innebär kommer sprida sig till övriga delar av ekonomin i olika grad beroende på branschernas ömsesidiga beroenden. Hur åtgärder inom skogsbruket påverkar andra delar av ekonomin kan inte illustreras av partiella modeller utan det krävs en allmänjämviktsmodell. Genom att ta uppgifterna om förändringar i avverkningsvolymerna som givna kan en koppling mellan en skogssektormodell och en allmänjämviktsmodell över svensk ekonomi (EMEC), skapas.

Vårt alternativa scenario (Miljö+Produktion) för skogssektorn innebär en kombination av miljö- och produktionsåtgärder. Miljöåtgärderna i scenariot innebär, enligt Naturvårdsverket (2012), ökade avsättningar till reservat samt frivilliga avsättningar. Det innebär i sin tur, allt annat lika, att den totala skogsarealen blir mindre produktiv eftersom delar av skogsarealen undantas från produktion. I EMEC-modellen justeras skogsbrukets kapitalproduktivitet så mycket att produktionsvärdet minskar lika mycket som avverkningen antas minska genom dessa miljöåtgärder, det vill säga 5 procent. Gällande produktionsåtgärderna antas att skogsägare behöver stimulans för att utföra de förändringar i skogsskötseln som innebär högre investeringsnivåer i skogsbruket och som genererar en ökad avverkning med 5 procent. Denna stimulans modelleras i EMEC genom att subventionera branschen skogsbruk så att produktionen ökar med 5 procent. Detta innebär att avverkningen minskar med 5 procent genom antagandet om ökad produktion och ökar ungefär lika mycket genom miljöåtgärder. Kombinationen av miljö- och produktionsåtgärder innebär därmed att avverkningen i skogen minskar marginellt till 2030.

STRUKTURUMVANDLING OCH MAKROEKONOMISKA EFFEKTER

De åtgärder som behövs för att öka skogens upptag av koldioxid påverkar inte bara skogsbruket utan får återverkningar på resten av ekonomin. Tabell 1 visar de procentuella förändringarna i produktionen för olika branscher, jämfört med situationen utan åtgärder. Resultaten visar att förutom skogsbruket påverkas även massa- och pappersindustrin av åtgärderna för att öka kolinlagringen. Trävaruindustrin, som utgör en del av den sammansatta branschen övrig industri, påverkas även den relativt mycket eftersom skogsråvaran används som insatsvara i denna bransch. Resultaten påvisar

¹⁸ Se Naturvårdsverket (2012). Underlagsrapport LULUCF till Naturvårdsverkets färdplan 2050.

¹⁹ Detta är ett räkneexempel, och för närvarande finns ingen möjlighet att "banka" nettoupptag genom att outnyttjad tillgodoräkning av nettoupptag från ett år kan sparas för utnyttjande ett senare år.

också de starka kopplingar som finns mellan skogsbruk, i form av skogsavfall, och fjärrvärmeverk. Övriga delar av näringslivet påverkas endast marginellt av förändringar i skogsbruket.

Tabell 1 Produktionsvärde i några näringslivsbranscher

Procentuell förändring jämfört med en situation utan åtgärder 2030

Skogsbruk	-0,9
Massa- och pappersindustrin	-0,4
Övrig industri	-0,3
Jordbruk	-0,2
Fjärrvärmeverk	-0,1

Åtgärderna som krävs för att förändra upptaget av koldioxid från skog och annan markanvändning ger inte enbart strukturella effekter på ekonomin utan har även viss inverkan på makroekonomin. Tabell 2 visar att åtgärder för att öka nettoinlagringen av koldioxid i skogen genom avsättningar eller genom subventioner för att öka produktionen påverkar BNP något negativt.

Tabell 1 Makroekonomiska indikatorer

Procentuell förändring jämfört med utan åtgärder 2030

Privat konsumtion	-0,17
Offentlig konsumtion	0,00
Investeringar	0,02
Export	-0,12
Import	-0,08
BNP, baspris	-0,11

En stringent analys av skogsbrukets potentiella bidrag till koldioxidminskningen kräver en dynamisk skogssektormodell som kan fånga dels den biologiska dynamiken i skogen, dels de viktigaste sambanden inom skogssektorn samt även en länkning av skogssektorn till en allmänjämviktsmodell, se Furtenback (2011). I en sådan modell skulle en jämförande samhällsekonomisk intäkts- och kostnadsanalys vara möjlig över de olika scenariernas ekonomiska livstid. EMEC, som är en statisk modell utan biologisk modellering av skogen, uppfyller inte dessa krav, men kan ändå utgöra ett komplement till intäkts- och kostnadsanalyser gjorda i partiella modeller då potentiella allmänjämviktseffekter och strukturomvandlingar kan fångas upp.

SAMHÄLLSEKONOMISKA VÄRDET AV ETT ÖKAT NETTOUPPTAG

Den samhällsekonomiska kostnaden av åtgärder för att öka nettoupptaget som redovisas i tidigare avsnitt är relativt liten (cirka 0,1 procent av BNP). Denna kostnad är lägre än det uppskattade värdet som bidraget av det ökade nettoupptaget skapar. Bidraget värderas enligt vad en motsvarande utsläppsminskning i ESD-sektorn hade kostat. Den samhällsekonomiska kostnaden av att minska motsvarande mängd i den övriga ESD-sektorn genom en höjning av koldioxidskatten uppgår till ca 1 procent av

BNP.²⁰ Resultatet av vårt exempel indikerar att skogsbruket på ett kostnadseffektivt sätt skulle kunna bidra till utsläppsreduktioner i ESD-sektorn i Sverige, givet att ett ökat nettoupptag skulle få tillgodoräknas på det sätt vi antagit. I vårt exempel bortses från eventuella kostnader av andra externa effekter, vilka skulle uppstå om exempelvis ett ökat nettoupptag skulle ske på bekostnad av andra miljömål. Det är då viktigt att poängtera att den årliga mängden ökat nettoupptag som antas kunna ge bidrag mellan år 2020 och 2030 i vårt exempel (i genomsnitt ca 1,5 miljoner ton) är betydligt lägre än den beräknade genomsnittliga långsiktiga nivån på 10 miljoner ton koldioxid, som är den naturvetenskapligt bedömda potentialen av en kombination av möjliga miljö- och tillväxtåtgärder. Det genomsnittliga årliga bidraget i vårt exempel är dessutom lägre än den rådande maximala begränsningen för bokföring av årliga nettoupptag inom Kyoto-protokollet.

1.4 Referenser

- Brännlund, R., O. Carlén, T. Lundgren och P.O. Marklund (2009), "Samhällsekonomiska konsekvenser av intensivodling. Faktaunderlag till MINT-utredningen. Rapport, SLU.
- Cannell, M.G.R (2003), "Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK", *Biomass and Bioenergy*, 24(2): 97–116
- Europeiska kommissionen (2014), Impact Assessment, Accompanying the Communication A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030.
http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/docs/swd_2014_xxx_en.pdf
- Fagan, M. och R. DeFries. (2009). "Measurement and monitoring of the world's forests: A review and summary of remote sensing technical capability, 2009–2015", *Resources for the future*, Washington, DC.
- Furtenback, Ö (2011), "Dynamic CGE-Model with Heterogeneous Forest Biomass: Applications to Climate Policy", CERE Working Paper 2011:10, Umeå Universitet.
- Herzog H, K Caldeira, och J Reilly (2003), "An issue of permanence: Assessing the Effectiveness of Temporary Carbon Storage", *Climatic Change*, 59: 293–310.
- IEA (2006), *CO₂ Capture & Storage*, IEA Energy Technology Essentials.
- Konjunkturinstitutet (2013), "Från vision till verklighet – en samhällsekonomisk analys av Färdplan 2050", Specialstudie 34.
- United Nations Framework Convention On Climate Change, UNFCCC (2012) Doha amendment of the Kyoto-protocol to the united nations framework convention of climate change.
- Lenton T M (2010), "The potential for land-based biological CO₂ removal to lower future atmospheric CO₂ concentration", *Carbon Management*, 1(1), 145–160
- Levasseur, A., P. Lesage, M. Margni, M. Brandao och R. Samson (2012) "Assessing temporary carbon sequestration and storage projects through land use, land use change and forestry: comparison of dynamic life cycle assessment with ton year approaches." *Climatic Change*, 3-4: 759-776.
- Lundmark, R. och J. Johansson (2013) "Nationalekonomisk probleminventering och beskrivning av skogliga koldioxidkrediter – underlagsrapport".
- Naturvårdsverket (2012), Delrapport LULUCF. Underlagsrapport till Naturvårdsverkets arbete med en svensk färdplan för låga utsläpp av växthusgaser.
- Richards K R och Stokes C (2004), "A review of forest carbon sequestration cost studies: a dozen years of research", *Climatic Change*, 63(1), Springer
- Skogsstatistisk årsbok (2011), Skogsstyrelsen.
<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker>

²⁰ Se Konjunkturinstitutet (2013).

Van Kooten, G. C., S. Laaksonen-Craig, Y. Wang (2009), "A meta-regression analysis of forest carbon offset costs. *Canadian Journal of Forest Research*, 39: 2153-2167.

Waggoner P (2009), "Forest inventories: Discrepancies and uncertainties.", *Resources for the future*, Disc. Pap. 09-29, Washington, DC.