



Biodrivmedel och kolförråden

1 Inledning

Sverige har som mål att minska växthusgasutsläppen från inrikestransporter¹ med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med år 2010. Målet får dock inte nås på ett sätt som medför att utsläppen av växthusgaser ökar utanför Sveriges gränser.²

För att nå transportsektorsmålet finns ett antal styrmedel på plats. Ett av dessa styrmedel är det så kallade Bränslebytet som syftar till att minska växthusgasutsläppen från fossila drivmedel genom inblandning av biodrivmedel. Den planerade styrningen innebär en kraftigt ökad biodrivmedelsanvändning. För att nå transportsektorns utsläppsmål görs bedömningen att biodrivmedelsanvändningen behöver uppgå till 50–60 TWh år 2030, beroende på politikutformning (Konjunkturinstitutet 2019).

En ökad användning av biodrivmedel är dock inte okomplicerat ur klimatsynpunkt. Grundämnet kol cirkulerar naturligt mellan förnybara kolförråd och atmosfären. När biomassa används som biodrivmedel påverkas den naturliga kolcykeln. Vid förbränning av biodrivmedel sker utsläpp till atmosfären som i princip är lika stora som de utsläpp som sker vid förbränning av fossila drivmedel. Skillnaden mellan biodrivmedel och fossila drivmedel är att återväxande biomassa binder koldioxid. Vad som händer med upptaget av koldioxid i växande biomassa vid en ökad användning av biodrivmedel är osäkert, i vissa situationer kan upptaget minska i andra situationer kan upptaget öka.

I denna specialstudie beskrivs biodrivmedlens klimategenskaper. Här beskrivs även ett globalt samhällsekonomiskt effektivt sätt att hantera biogena koldioxidutsläpp och upptag av koldioxid, samt den framväxande lagstiftningen som är avsedd att hantera detta.

Genomgången tyder på att det finns en risk för att biodrivmedlen har sämre klimategenskaper än förväntat. Anledningen till det är att det finns en risk för att råvaran till biodrivmedlen kommer från en sektor där kolförrådets samhällsekonomiska värde³ inte beaktas fullt ut. Vidare har lagstiftningen att hantera utsläpp från indirekt förändrad markanvändning som till sin natur är svåra att reglera. Hur stora dessa utsläpp är är svårt att avgöra eftersom skattningarna varierar kraftigt mellan olika studier. Det kan dock konstateras att dessa utsläpp potentiellt är höga i förhållande till biodrivmedlens beräknade livscykelutsläpp. Samtidigt förefaller den kommande lagstiftningen inte innebära någon betydande begränsning av användningen av biodrivmedel med risk för indirekta markanvändningsutsläpp.

Eftersom endast fossila utsläpp räknas i transportsektorn kan ett bränslebyte bidra till att nå det klimatpolitiska målet för transportsektorn, men det medför samtidigt att utsläppen flyttas till världens samlade markanvändningssektorer som är betydligt mer svårreglerade. Detta innebär i praktiken att Bränslebytet riskerar att leda till att det

¹ Exklusive flyg.

² Sverige har som långsiktigt klimatmål att senast 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp (Prop. 2016: 146). Till detta mål hör två etappmål för den svenska ESR-sektorn för 2040 respektive 2030 samt det nämnda målet för transportsektorn. Etappmålen får inte för nås på ett sätt som medför att utsläppen av växthusgaser i stället ökar utanför Sveriges gränser.

³ Med samhällsekonomiska värde avses här den globala värderingen.

svenska transportsektorsmålet nås på bekostnad av att utsläppen från sämre reglerade sektorer ökar, i och utanför Sveriges gränser, och att de klimatvinster som styrmedlet är tänkt att generera kan urholkas.

2 Biobränslens klimategenskaper

För att förstå hur en ökad användning av biodrivmedel kan påverka mängden koldioxid i atmosfären behöver vi känna till biodrivmedlens klimategenskaper. Biobaserade bränslen, liksom fossila bränslen, innehåller kol som vid förbränning ger upphov till koldioxidutsläpp. Tabell 1 sammanfattar de koldioxidutsläpp som sker vid förbränning av fossila och biobaserade drivmedel.

Tabell 1 Utsläpp av koldioxid vid mobil förbränning: vägtrafik

Kg/MWh

	Koldioxid
Bensin	259
Diesel	259
Etanol (E100)	256
HVO	259
FAME	272
Biogas	202
Naturgas	205

Anm. I rapporten redovisas ej utsläpp för HVO. I stället antas samma emissionsfaktor som för diesel, dvs 259 kg/MWh. Detta eftersom framställningen av HVO resulterar i ett kolväte som är identiskt med diesel.

Källa: SMED (2010).

Som framgår av tabellen är utsläppen som sker vid förbränning av fossila drivmedel och biodrivmedel likvärdiga. Det som skiljer de två drivmedelstyperna åt är att återväxten av biomassa binder koldioxid. Bindningstiden varierar mellan olika bioråvaror. Det tar exempelvis tre till fem år innan energiskog kan betraktas som koldioxidneutralt, medan det kan ta upp till 100 år för annan skog. Detta innebär att effekten av biobränsleanvändningen på mängden koldioxid i atmosfären påverkas av vilken bioråvara som används, åtminstone på kort och medellång sikt.

En förutsättning för att kolcykeln ska slutas är dock att markanvändningen förblir oförändrad, det vill säga att samma gröda eller träd återplanteras. Om markanvändningen förändras påverkas mängden koldioxid i atmosfären. Markanvändningsförändringarna kan vara både direkta och indirekta. Direkt förändrad markanvändning (DLUC, Direct Land-Use Change) uppstår om en given markyta skiftar användningsområde, exempelvis om skogs- och betesmark omvandlas till jordbruksmark för produktion av biodrivmedel. När detta sker kommer kol som tidigare lagrats i vegetation och jord att frigöras, samtidigt som den pågående kolbindningsprocessen avbryts. Indirekt förändrad markanvändning (ILUC, Indirect Land-Use Change) uppstår om odlingen av biodrivmedelsråvara leder till att markanvändningen ändras i ett annat område. Exempelvis om mark som tidigare använts till produktion av livsmedel och foder ställs om till produktion av biomassa för biobränsle, samtidigt som livsmedels- och foderproduktionen flyttas till nya områden. Värt att notera är att förändrad

markanvändning kan öka eller minska kolförrådet per ytenhet, beroende på om förändringen innebär att en mer eller mindre kolintensiv biomassa ersätter den tidigare biomassan (exempelvis om jordbruk ersätter skog eller vice versa).

För att jämföra de utsläpp som sker vid användning av fossila drivmedel och biodrivmedel görs ofta en livscykelanalys. I en livscykelanalys beräknas de utsläpp som sker under hela produktionsprocessen från utvinning eller odling av råvaror till utsläpp från bearbetning, transport och användning av bränsle (på sidan 11 följer en närmare beskrivning av den beräkning som används i lagstiftningen).

I Tabell 2 sammanfattas de genomsnittliga livscykelberäknade utsläppen för olika biokomponenter⁴ som användes i Sverige under 2017, samt den utsläppsminskning som användningen av biokomponenterna innebär i förhållande till om dess fossila motsvarighet istället hade använts⁵.

Tabell 2 Genomsnittliga livscykelutsläpp och utsläppsminskningar för olika biokomponenter under 2017.

	Livscykelutsläpp (g CO₂e/MJ)	Utsläppsminskning (%)
Etanol	32,7	60,9
HVO	11,4	86,4
FAME	34,2	59,1
Biogas	12,8	84,6
Biobensin	13	84,5

Källa: Energimyndigheten (2018).

Som tabellen ovan visar hade etanol och FAME högre livscykelutsläpp än HVO, biobensin och biogas under 2017. Samtliga biodrivmedel hade lägre livscykelutsläpp än den fossila motsvarigheten, i storleksordningen 59–86 procent lägre.

Det är dock viktigt att notera att i beräkningen av livscykelutsläppen ovan antas att de utsläpp som sker vid förbränning av biodrivmedel är lika med noll (trots att dessa utsläpp i princip är lika stora som de utsläpp som sker vid förbränning av fossila drivmedel, Tabell 1). Detta innebär att biodrivmedlen antas vara klimatneutrala, det vill säga att de utsläpp som sker vid förbränning av biomassa uppvägs av upptaget av återväxande biomassa. Detta antagande är dock ifrågasatt både på grund av att livscykelberäkningen inte tar hänsyn till utsläpp från indirekt förändrad markanvändning (Searchinger m.fl. 2008) och för att beräkningen inte tar hänsyn till längden på biomassans kolcykel (McKechnie m.fl. 2011). Dessa icke-inkluderade utsläpp kan potentiellt vara stora.

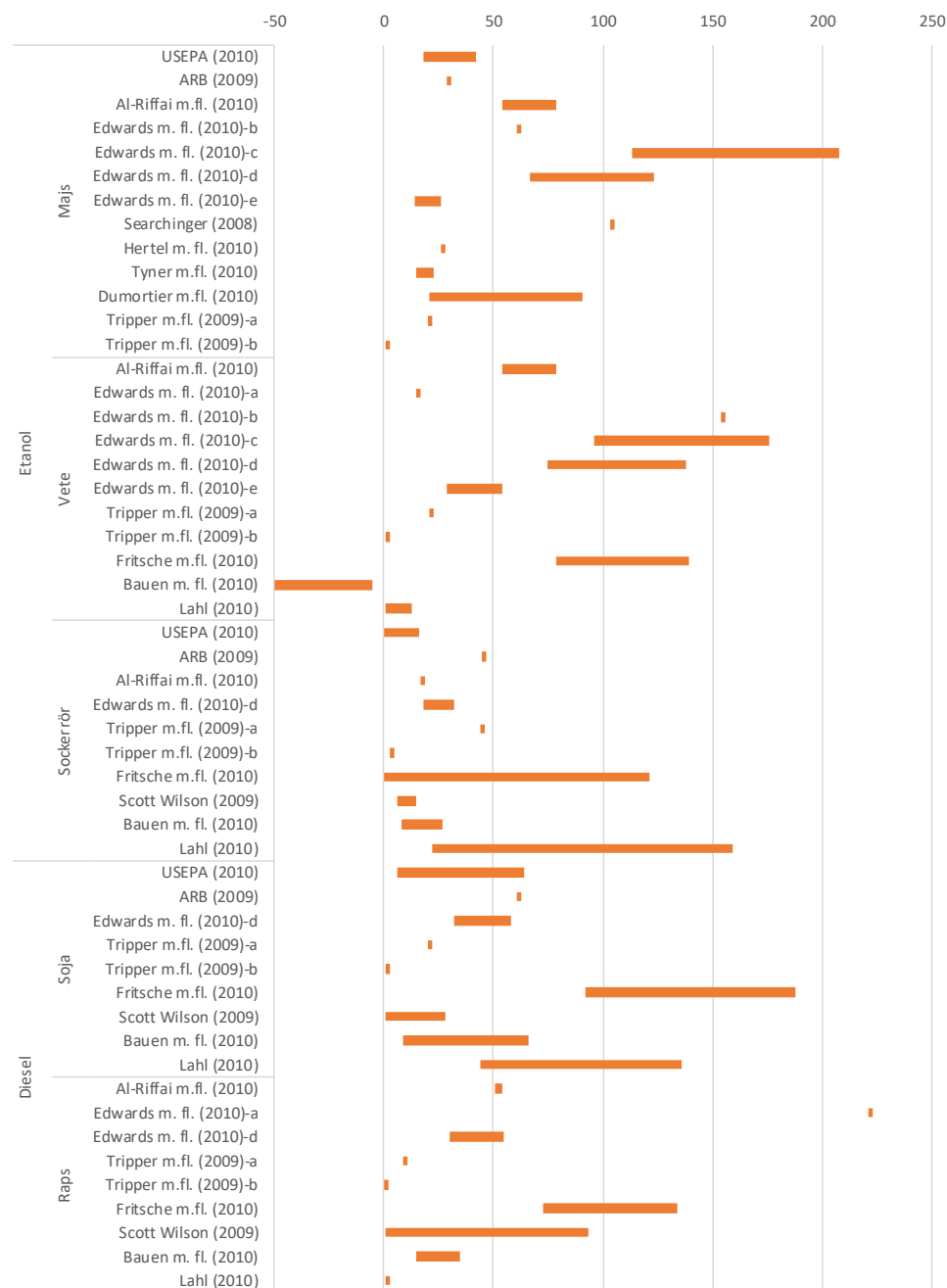
⁴ En biokomponent är en komponent i biodrivmedel som består av biomassa. Exempelvis används etanol som komponent i både bensin miljöklass 1 och E85.

⁵ Utsläppen till den fossila motsvarigheten till biokomponenter är i enlighet med förnybartdirektivet fastställt till 83,8 g CO₂e/MJ.

Ahlgren och Börjesson (2011) gör en sammanställning av litteraturen kring de markanvändningsutsläpp som uppstår med anledning av biodrivmedelsanvändning. Resultaten från studierna sammanfattas i Figur 1.

Figur 1 Sammanställning av resultat från studier som beräknar utsläpp från förändrad markanvändning kopplat till användningen av biobränsle.

g CO₂e/MJ



Anm. Edwards m.fl. (2010) använder olika typer jämviktsmodeller (indikerade a-e). Tripper m.fl. (2009) a och b använder sig av marginalvärden respektive medelvärden. För mer information se Ahlgren och Börjesson (2011). Modellerna gör ingen åtskillnad på direkt och indirekt förändrad markanvändning.

Källa: Ahlgren och Börjesson (2011).

Figuren ovan visar exempelvis ses att Searchinger m.fl. (2008) beräknar att utsläppen orsakade av förändrad markanvändning motsvarar 104 g CO_{2e} per MJ majsetanol. Vissa studier redovisar exakta värden medan andra studier anger intervall. Alla studier utom en visar positiva utsläpp.

Baserat på sammanställningen kan det konstateras att det finns en stor spridning i skattningarna av markanvändningsutsläppen mellan och inom de olika studierna.⁶ Anledningen till den stora spridningen är bland annat att studierna använder olika typer av modeller (så som exempelvis allmänna jämviktsmodeller och partiella jämviktsmodeller), samt att antagandena om elasticiteter, mängden biprodukter, skördenivåer, vilken typ av mark som konverteras och så vidare varierar mellan studierna.⁷ Spridningen i skattningarna pekar på hur svårt det är att fastställa storleken på de utsläpp som uppstår med anledning av indirekt förändrad markanvändning.

Trots den stora spridningen är det viktigt att notera att de skattade utsläppen från indirekt förändrad markanvändning potentiellt är stora i förhållande till de rapporterade livscykelutsläppen (där de indirekta markanvändningseffekterna alltså inte ingår). De rapporterade livscykelutsläppen för etanol under 2017 var 32,7 g CO_{2e}/MJ. Den största delen av denna etanol var producerad av vete och majs. Vete- och majsetanol har enligt sammanställningen av Ahlgren och Börjesson (2011) skattade växthusgasutsläpp från förändrad markanvändning som ligger i intervallet -53 och 208 g CO_{2e}/MJ. På motsvarande sätt var de rapporterade livscykelutsläppen för FAME under 2017 34,2 g CO_{2e}/MJ. Denna FAME var nästan uteslutande producerad av raps, samtidigt som de skattade markanvändningsutsläppen från majsbaserad diesel ligger i intervallet 1–223 g CO_{2e}/MJ. Sammanfattningsvis kan det konstateras att de faktiska utsläpp som biodrivmedelsanvändningen orsakar kan vara betydligt högre än de livscykelutsläpp som redovisas, men befintliga studier kan inte ge ett entydigt svar på hur stora utsläppen faktiskt är.

Vidare tar livscykelberäkningen inte hänsyn till att kolcykelns längd varierar mellan olika bioråvaror, där exempelvis den årliga skörden av jordbruksgrödor kan innebära utsläpp motsvarar upptaget inom ett kort tidsspänn medan avverkning av skog kan innebära att det tar ett århundrade innan kolförrådet har förnyats. McKechnie m.fl. (2011) studerar effekten av att ersätta fossil energi med skogsbaserad bioenergi på utsläpp av växthusgaser. Författarna använder sig av en modell där de integrerar en traditionell livscykelanalys med en analys av hur en ökad användning av bioenergi påverkar det skogliga kolförrådet. Modellen tillämpas på ett hypotetiskt scenario i Ontario, Kanada, där bensin ersätts med E85 som är baserad på bioråvara som antingen kommer från skogsavverkning eller avverkningsrester. Livscykelanalysen visar att de livscykelberäknande utsläppen är betydligt lägre för biodrivmedel än för fossila drivmedel.⁸ Däremot leder det ökade uttaget av biomassa till att det skogliga kolförrådet minskar. Effekten av uttaget på kolförrådet är som störst de första åren, och med tiden medför det kontinuerliga uttaget att den skogliga kolsänkan stabiliseras på en ny, lägre nivå.

⁶ Det finns även andra översiktsstudier som sammanställer resultaten av studier rörande markanvändningsutsläpp. IPCC (2019) konstaterar att de indirekta markanvändningsutsläppen varierar mellan olika drivmedel och anger intervallet -75 och 55 g CO_{2e}/MJ. Det är dock oklart hur de har kommit fram till detta intervall eftersom bakomliggande referenser (som exempelvis Ahlgren och Di Luca 2014) redovisar utsläpp väl utanför intervallet.

⁷ Skattningarna beror även på hur många år som kolförlusterna fördelas på. De redovisade studierna använder olika tidsperspektiv, mellan 20–30 år.

⁸ Under antagande att biodrivmedel är direkt klimatneutrala.

Sammantaget finner författarna att när etanol som produceras från avverkningsrester ersätter fossil bensin (E85) sker en ökning av växthusgasutsläppen under de första 74 åren, därefter leder drivmedelssubstitutionen till minskade växthusgasutsläpp. Om etanolen istället produceras av träd kommer bränslebytet leda till ökade växthusgasutsläpp över hela den studerade hundraårsperioden.

Huruvida indirekta markanvändningsutsläpp och effekten av biodrivmedelsanvändningen på det skogliga kolförrådet bör ingå i livscykelanalyser eller ej diskuteras inte i denna rapport. Rapporten fokuserar istället på hur utsläpp av biogen koldioxid och upptag av koldioxid kan regleras på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt samt hur detta kommer att hanteras i praktiken genom den framväxande lagstiftningen.

3 En samhällsekonomiskt effektiv hantering av biogena koldioxidutsläpp och upptag av koldioxid

Som beskrivits ovan innebär förbränning av biodrivmedel utsläpp av koldioxid till atmosfären, samtidigt som växande biomassa binder koldioxid. En samhällsekonomiskt effektiv politik beaktar båda dessa klimataspekter. För att förstå hur en samhällsekonomiskt effektiv reglering av upptag och utsläpp av koldioxid kan se ut görs nedan några nedslag i den teoretiska litteraturen.

Lundgren m.fl. (2008) tar fram ett teoretiskt ramverk för att undersöka välfärdseffekten av en övergång från fossilt bränsle till biobränsle och vad detta har för implikationer för en samhällsekonomiskt effektiv styrning. Vad gäller hanteringen av koldioxid finner de att en effektiv lösning är att beskatta produktionsaktiviteter som påverkar koncentrationen av koldioxid i atmosfären, oavsett om utsläppen är fossila eller biogena, och samtidigt subventionera upptaget av koldioxid i växande biomassa. Politik som ensidigt beskattar fossil koldioxid medför att biobränsle blir relativt sett mer attraktivt och med en ökad biodrivmedelsanvändning flyttas kol från biosfären till atmosfären. Genom relativprisförändringen kommer mer biodrivmedel än vad som är samhällsekonomiskt optimalt att användas. Ett sätt att kompensera för detta är att även beskatta biogena utsläpp, vilket leder till att balansen mellan biogena och fossila bränslen upprätthålls. Men att endast beskatta fossila bränslen och biobränslen sätter inget värde på den koldioxid som lagras, vilket innebär att det uppstår en obalans mellan biogena utsläpp och upptaget av koldioxid.⁹

I ett efterföljande paper använder Eriksson m.fl. (2018) en så kallad integrated assessment model för att undersöka konsekvenserna av att endast beakta fossila och inte biogena utsläpp, samt att inte ta hänsyn till upptag av koldioxid i växande skoglig biomassa. De finner att i båda fallen leder det ofullständiga beaktandet av skoglig koldioxid till lägre samhällsnytta, högre utsläpp och högre koldioxidpriser. Anledningen till det är en ineffektiv fördelning av skogliga resurser; bioenergianvändningen blir för hög och nivåerna på beskogningen liksom undviken avskogning blir för låga. De

⁹ I modellen som presenteras av Lundgren m.fl. kan biobränsle baseras på både jordbruksråvara och skoglig råvara. Analysen görs på "världsnivå" i den meningen att den inte beaktar handelsflöden. I modellen är koldioxid den enda växthusgasen.

finner även att välfärdsförlusten blir högre om politiken inte beaktar utsläpp från skoglig biomassa jämfört med om den inte beaktar koldioxidupptaget.

I modellerna ovan beskattas de produktionsaktiviteter som orsakar utsläppen. Beskattningen av biogena utsläpp kan dock utformas på olika sätt beroende på var i kolcykeln utsläppen mäts. Lintunen och Uusivuori (2016) studerar vad som är en samhällsekonomiskt effektiv reglering av skoglig koldioxid med utgångspunkt i två olika bokföringsprinciper: den rådande bokföringsprincipen (som är framtagen av IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) där utsläpp och upptag mäts som förändringar i kolförrådet, samt ett alternativt bokföringssätt som följer det faktiska fysiska flödet (PCO, physical carbon oxidation) vilket innebär att alla utsläpp och upptag knyts till de handlingar som orsakar dem. De finner, precis som i studierna ovan, att den optimala, generella regleringsprincipen består i att beskatta utsläpp av koldioxid och subventionera upptag av detsamma. Däremot skiljer sig tidpunkten för beskattningen åt mellan de två bokföringsprinciperna. Emedan en beskattning i linje med PCO-systemet sker vid användningen av bränsle som är baserat på rundvirke, sker beskattningen av rundvirkesutsläpp i enlighet med IPCC-systemet vid förändringen av det skogliga kolförrådet, det vill säga vid avverkningsstillfället.

I studierna ovan härleds en samhällsekonomiskt effektiv politik med hjälp av modeller som inte beaktar handelsflöden och utsläppsläckage till andra länder. Som vi beskrivit tidigare kan en ökad biodrivmedelsanvändning medföra ökade utsläpp i länder som varken producerar eller konsumerar drivmedlet i fråga genom indirekt förändrad markanvändning¹⁰. Detta är en effekt som går via prismekanismen. För att illustrera mekanismen kan vi tänka oss en situation där ökad efterfrågan på majsbaserad etanol medför ökade priser på både majs och andra grödor vars odlingsarealer minskar till följd av att mer mark används för majsodling. Högre priser leder i sin tur till att bönder världen över omvandlar mer skogs- och betesmark till jordbruksmark, vilket innebär ökade utsläpp av växthusgaser. Det effektivast sättet att hantera utsläpp är att beskatta dem där de uppstår och inte beakta effekter som går genom prismekanismen. Det grundläggande problemet med utsläpp från indirekt förändrad markanvändning är att de kan uppstå på en marknad som är oreglerad. Om så är fallet kan det finnas anledning för de länder som konsumerar biodrivmedel att försöka motverka potentiellt negativa effekter som uppstår genom prismekanismen. Att utforma en policy som beaktar utsläpp från indirekt förändrad markanvändning är dock ingen enkel uppgift.

Gawel och Ludwig (2011) identifierar tre övergripande ansatser att närma sig problematiken med utsläpp från indirekt förändrad markanvändning: den effektrelaterade ansatsen, produkttillskrivningsansatsen och den generella styrningsansatsen.

Utgångspunkten i den *effektrelaterade ansatsen* är att beakta utsläpp från indirekt förändrad markanvändning där de uppstår. Detta kan exempelvis göras genom att skapa internationella avtal för att skydda särskilt kolrika områden, liksom internationella avtal som sätter begränsningar på utsläpp från ländernas markanvändningssektorer. Metoderna kan även bestå av att skapa bilaterala avtal som syftar till att skydda och bevara

¹⁰ Indirekt förändrad markanvändning kan även uppstå i det konsumerande och producerande landet.

skog, biodiversitet och kolförråd, eller att skapa ett certifieringssystem för alla typer av biomassa.

Produkttillskrivningsansatsen syftar till att internalisera utsläppen från indirekt förändrad markanvändning för varje bioenergiprodukt. Med utgångspunkt i denna ansats beräknas de indirekta markanvändningsutsläppen för varje bioenergiprodukt, antingen med hjälp av sofistikerade modellbaserade metoder eller baserat på mer schematiska beräkningar. Beräkningarna kan sedan användas i livscykelberäkningar som ligger till grund för biodrivmedelsstandarder eller för att skapa bonusar för biodrivmedel med låg risk för utsläpp från indirekt förändrad markanvändning.

Den *generella styrningsansatsen* rör biobränslepolitik och utsläpp från indirekt förändrad markanvändning på ett mer generellt plan och syftar till att minska trycket på markanvändningen genom att minska efterfrågan på biomassa från vissa jordbruks- och/eller skogsbruksprodukter. Detta kan exempelvis åstadkommas genom att sänka målen, eller att införa tillfälliga förbud, för vissa eller alla produktionsvägar för biodrivmedel.

Av de metoder som beskrivs ovan kan ett globalt avtal leda till en samhällsekonomiskt kostnadseffektiv lösning om det innebär att en koalition av länder fastställer ett gemensamt mål för kolförråden och sedan fördelar ansvaret mellan länderna. Att nå verksamma och bindande avtal är dock generellt sett förenat med svårigheter eftersom länder har incitament att stå utanför sådana avtal och åka snålskjuts på andra länders ansträngningar. För en mer utförlig diskussion om svårigheten och möjligheten att nå bindande avtal se Konjunkturinstitutet (2015). Vilken av ovanstående metoder som kan utgöra en näst bästa lösning i avsaknad av ett verksamt globalt avtal är en fråga som, utifrån olika utgångspunkter, är omdebatterad i den vetenskapliga litteraturen.

Zilbermann m.fl. (2010) uppmärksammar att om utsläpp från indirekt förändrad markanvändning beaktas genom att de inkluderas i livscykelanalyser uppstår en rad problem. De pekar bland annat på att det finns en stor osäkerhet förknippat med skattningarna av utsläppen, vilket gör dem svåra att inkludera i en livscykelberäkning. Dessutom, menar författarna, att om utsläpp från indirekt förändrad markanvändning inkluderas i beräkningarna skulle en konsekvent politik även behöva beakta andra utsläpp som uppstår via prisförändringar, vilket skulle öka kostnaden av biodrivmedelspolitiken. Författarna förespråkar därför politik som istället fokuserar på att minska de snedvridande incitamenten från biodrivmedelspolitiken och politik som syftar till att minska avskogningen där den inträffar, exempelvis genom att stödja strategier för att bevara tropisk skog och bevara biodiversitet.

Gawel och Ludwig (2011) utvärderar de tre ansatserna ovan utifrån ett antal kriterier såsom bland annat verkan, praktisk genomförbarhet, tydlighet, rättvisa, tillgänglighet, och transparens. Deras slutsats är att av de metoder som står till buds är det bästa på kort sikt att minska trycket på bioenergi-relaterade markanvändningsförändringar genom att minska efterfrågan på biodrivmedel eftersom det har den högsta nivån av praktisk genomförbarhet, tillgänglighet och verkan.

Det kan dock noteras att även effekten av stöd till bevarandet av tropisk regnskog (som förespråkas av Zilbermann m.fl. 2010) är förknippat med stor osäkerhet. Vidare behöver inte politik som innebär generellt sänkta biodrivmedelskvoter, eller tillfälliga förbud för vissa produktionsvägar (som förespråkas av Gawel och Ludwig 2011), vara

mer träffsäker än politik som beaktar uppskattade utsläpp från indirekt förändrad markanvändning för olika produktionsvägar.

4 Den faktiska styrningen av biogena koldioxidutsläpp och upptag av koldioxid

I detta avsnitt beskrivs de styrmedel som används för att hantera koldioxid vid produktion och konsumtion av de biodrivmedel som används i Sverige. Regleringen av biogena koldioxidutsläpp och upptag av koldioxid kan sägas bestå av tre delar: reglering av kolförråden, drivmedelsbeskattning och inblandningskravet. Eftersom varken drivmedelsskatten eller inblandningskravet direkt syftar till att reglera biogena utsläpp fokuserar vi här på regleringen av kolförrådet.¹¹

För att ett biobränsle ska få användas i syfte att uppfylla reduktionsplikten, eller för att kunna få skattenedsättningar, måste det uppfylla vissa hållbarhetskriterier. Hållbarhetskriterierna i den svenska lagstiftningen SFS (2010:598) baseras på EU:s förnybartdirektiv (Dir 2009/28/EG). Förnybartdirektivet har nyligen omarbetats (Dir (EU) 2018/2001) och för närvarande har Energimyndigheten, Energimarknadsinspektionen och Naturvårdsverket i uppdrag att utreda hur det omarbetade direktivet kan implementeras i svensk lagstiftning (Infrastrukturdepartementet 2019). För att analysen ska bli framåtblickande följer här en beskrivning av det omarbetade direktivet.

I det omarbetade direktivet, artikel 29 (hållbarhetskriterier och kriterier för minskade växthusgasutsläpp), anges bland annat att jordbruksbaserade biodrivmedel inte får produceras från råvaror som kommer från mark med stort värde för den biologiska mångfalden¹² eller mark med stora kollager. Vad beträffar mark med stora kollager får markanvändningen för vissa marktyper¹³ inte ha ändrat status sedan 2008.

För skogsbaserade biodrivmedel ställs ett antal kriterier upp för att minimera risken för ohållbar produktion.¹⁴ Vidare måste biodrivmedel från skoglig biomassa uppfylla vissa krav gällande markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk. Dessa krav innebär att landet¹⁵ där skogsbiomassan har sitt ursprung ska:

- i) vara part i Parisavtalet,

¹¹ Koldioxidskatten på låginblandade drivmedel är endast baserad på det fossila, och inte det biogena, kolinnehållet i bränsleblandningen (Miljö- och energidepartementet 2017) och beräkningen av växthusgasutsläpp som ligger till grund för inblandningskravet inkluderar inte några utsläpp som inte redan är reglerade genom hållbarhetskriterierna.

¹² Detta innebär exempelvis att råvarorna inte får komma från mark som sedan 2008 och därefter utgjorts av naturskog, eller skogar med stor biologisk mångfald och artrikedom.

¹³ Exempelvis våtmarker och kontinuerligt skogsklädda områden.

¹⁴ Exempelvis måste det finnas system som säkerställer att skogsförnyring sker på skördade arealer och att skörden upprätthåller och förbättrar skogens produktionskapacitet på sikt.

¹⁵ Eller den regionala organisationen för ekonomisk integration.

- ii) ha lagt fram ett nationellt fastställt bidrag (NDC)¹⁶ för UNFCCC¹⁷ som omfattar utsläpp från jordbruk, skogsbruk och markanvändning som innebär att den förändringen i kollager som sker i samband med att biomassan skördas tillgodoräknas landets åtagande i enlighet med landets NDC, eller
- iii) ha lagstiftning för att bevara och stärka kollager och kolsänkor och det finns belägg för att utsläpp från LULUCF-sektorn inte överstiger upptaget.¹⁸

Kriterierna för minskade växthusgasutsläpp anger hur mycket växthusgasutsläppen måste minska genom användningen av biodrivmedel.¹⁹ Minskningen av växthusgaser beräknas som²⁰:

$$\text{Utsläppsminskning} = (E_F - E_B)/E_F$$

där E_B är totala utsläpp från biodrivmedlet och E_F totala utsläpp från den fossila motsvarigheten. E_B beräknas som:

$$E_B = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

där e_{ec} är utsläpp från utvinning eller odling av råvaror, e_l är på år fördelade utsläpp från förändringar i kollager till följd av förändrad markanvändning, e_p är utsläpp från bearbetning, e_{td} är utsläpp från transport och distribution, e_u är utsläpp från bränsle som används, vilken antas vara noll för bibränsle, e_{sca} är utsläppsminskningar genom beständig inlagring i kol i marken genom förbättrade jordbruksmetoder, e_{ccs} är utsläppsminskningar genom avskiljning av koldioxid och geologisk lagring, och e_{ccr} är utsläppsminskningar genom avskiljning och ersättning av koldioxid.

4.1 Vad kan regleringen innebära i praktiken?

Som framgår ovan regleras kolförråden olika beroende på om råvaran till bibränslet är jordbruksbaserad biomassa eller skoglig biomassa.

För biodrivmedel som baseras på jordbruksbaserad biomassa är vissa typer av markanvändningsförändringar förbjudna medan andra markanvändningsförändringar inkluderas i växthusgasberäkningen. I tillämpningen av de nuvarande markkriterierna betyder

¹⁶ NDC (Nationally Determined Contribution). Enligt Parisavtalet ska varje land lägga fast ett nationellt åtagande som anger landets avsedda frivilliga ansträngningar för att minska de nationella utsläppen av växthusgaser och anpassning till klimatförändringen.

¹⁷ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) är en global konvention om åtgärder för att förhindra klimatförändringar. Till denna konvention hör Parisavtalet.

¹⁸ Om dessa villkor inte är uppfyllda för landet i fråga kan biodrivmedlet från det landet ändå få användas för att uppfylla kraven om det finns ett förvaltningssystem som säkerställer att kollager och kolsänkor i skogen bibehålls eller förbättras på lång sikt.

¹⁹ Hur stor växthusgasminskningen måste vara beror på när produktionsanläggningen togs i bruk. Exempelvis ska minskningen vara minst 50 procent för biodrivmedel som produceras i anläggningar som var i drift i oktober 2015 eller tidigare och minst 65 procent för biodrivmedel som produceras i anläggningar där driften inleddes från 1 januari 2021.

²⁰ I tillämpningen kan beräkningen antingen göras genom att använda ett i lagen angivet normalvärde (givet att markanvändningseffekten är noll), genom att använda sig av ett faktiskt värde beräknat enligt ovanstående formel, eller genom att använda en kombination av faktiska värden och disaggregerade normalvärden.

detta exempelvis att marken som bioråvaran kommer ifrån inte får ha ändrats från kontinuerligt beskogad mark till åkermark. Däremot får marken ha ändrat status från att ha varit lågproduktiv skogsmark till åkermark, men då måste kollagerförändringen till följd av markanvändningsförändringen beaktas i växthusgasberäkningen (Energimyndigheten 2012).

För biodrivmedel som är baserade på skoglig biomassa regleras kolförråden genom att ursprungslandet måste uppfylla vissa krav gällande sektorn för jordbruk, skogsbruk och markanvändning. En vägledning för hur det ska kunna bevisas att dessa kriterier är uppfyllda kommer att presenteras av Kommissionen senast i januari 2021.

Vad gäller biodrivmedel som är baserad på skoglig råvara från EU begränsas markanvändningsutsläppen i enlighet med ländernas åtagande i LULUCF-förordningen (Förordning (EU) 2018/841). Förenklat uttryckt kan det sägas att grundprincipen är att varje medlemsstat förbinder sig till att inte minska nettoupptaget i LULUCF-sektorn²¹ i förhållande till en referensnivå. Referensnivån blir därmed helt avgörande för vad åtagandet innebär. Vad gäller bokföringskategorin Brukad skogsmark ska referensnivån fastställas av medlemsstaterna och baseras på ett antal kriterier som finns angivna i förordningen, samt bygga på kontinuerlig hållbar skogsbrukspraxis såsom den dokumenterats under perioden 2000–2009. Referensnivån ska inte beakta effekten av befintlig och framtida politik, som exempelvis ökad efterfrågan på trä på grund av ökad efterfrågan på bioenergi (Nabuurs m.fl. 2018).

Eftersom arbetet med att fastställa medlemsstaternas referensnivåer pågår i skrivande stund är det svårt att avgöra vad åtagandet innebär. Nabuurs m.fl. (2018) studerar vad LULUCF-förordningen har för implikationer för det levande skogliga kolförrådet inom EU. Eftersom fastställandet av den skogliga referensnivån både är omdebatterad och avgörande för vad åtagandet innebär använder sig författarna av tre olika scenarier på den skogliga referensnivån. För att simulera effekten av de olika referensscenarierna använder författarna sig av en skogsresursmodell för europeiska skogar. Resultaten tyder på att kolförrådet för levande skoglig biomassa minskar under hela perioden mellan 2020 och 2050 under alla tre scenarierna. Det är dock värt att notera att kolförrådet fortfarande kunde ha blivit ännu mindre utan åtagandet. Detta pekar på en inneboende svårighet att veta vad kravet faktiskt innebär.

Vad gäller skogsråvara med ursprung utanför EU förefaller det vara minst lika svårt att avgöra om, och hur, LULUCF-sektorn är reglerad. Fyson och Jeffery (2019) undersöker hur sektorn behandlas i 167 nationellt fastlagda bidrag. De finner att metoderna för att inkludera LULUCF-sektorn i bidragen varierar mellan länderna. Vissa har övergripande mål för samtliga sektorer, andra har separata mål för LULUCF-sektorn och ytterligare andra länder listar styrmedel och åtgärder i LULUCF-sektorn. Genomgången tyder på att LULUCF-sektorn är inkluderad i 121 av de nationella bidragen och av dessa är det endast 11 stycken som anger mål som kan kvantifieras.

²¹ Sektorn för markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk, LULUCF från engelskans Land Use, Land-Use Change and Forestry.

Utsläpp från indirekt förändrad markanvändning begränsas inte genom hållbarhetskriterierna som ligger till grund för vilka biodrivmedel som får användas för att uppfylla reduktionsplikten.

Försök att minska risken för utsläpp på grund av indirekt förändrad markanvändning görs däremot på andra ställen i EU-lagstiftningen. Genom artikel 26 i det omarbetade förnybartdirektivet sätts en gräns för hur stor andel biodrivmedel, flytande biobränslen samt biomassabränslen för transport som framställs ur livsmedels- och fodergrödor som får användas för att uppnå det nationella förnybarhetsmålet²² och målet om andelen förnybar energi i transportsektorn²³. För måluppfyllelsen ställs dessutom krav på att andelen biodrivmedel som framställs ur livsmedels- och fodergrödor med hög risk för indirekt ändrad markanvändning, och för vilka en betydande utvidgning av produktionsområdet till mark med stora kollager observerats, inte får överstiga en viss gräns. En gräns som gradvis ska sänkas till noll fram till 2030.²⁴

Det är i sammanhanget viktigt att notera att det är tillåtet att använda mer biodrivmedel från livsmedels- och fodergrödor än gränserna, dock kan inte den överskjutande delen åberopas vid avräkning mot nationens åtagande gentemot EU. Energimyndigheten konstaterar att ”*[m]ed en ambitiös reduktionsplikt är det sannolikt till och med nödvändigt att överträffa gränserna*” (Energimyndigheten 2019a s 33). Energimyndigheten noterar vidare att frågan om huruvida reduktionsplikten är tillräcklig för att säkerställa målen för förnybar energi i transportsektorn är något som behöver utredas vidare när det omarbetade förnybartdirektivet implementeras i den nationella lagstiftningen.

5 Diskussion

Den svenska klimatpolitiken lägger stor vikt vid att öka användningen av biodrivmedel. Biodrivmedelsanvändningen är dock inte okomplicerad ur klimatsynpunkt. Förbränning av biodrivmedel ger upphov till utsläpp samtidigt som återväxande biomassa binder koldioxid. En samhällsekonomiskt effektiv politik beaktar båda dessa klimat-aspekter.

Baserat på genomgången av den faktiska politiken kan det konstateras att det finns en rad regleringar som syftar till att begränsa risken för negativa effekter av biodrivmedelsanvändningen. Styrningen bygger till stor del på kringliggande lagstiftning som är under uppbyggnad och vi kan därmed inte dra några skarpa slutsatser om lagstiftningens funktion. Vi kan dock se att det finns en risk för att den inte skapar en heltäckande reglering av kolförråden i skog och mark.

²² Medlemsstaterna ska gemensamt säkerställa att andelen energi från förnybara källor i unionens slutliga energianvändning är minst 32 procent. Medlemsländerna ska fastställa nationella bidrag för att gemensamt bidra till det övergripande unionsmålet.

²³ Medlemsländerna ska fastställa en skyldighet för bränsleleverantörer som säkerställer att andelen förnybar energi av den slutliga energianvändningen i transportsektorn är minst 14 procent senast 2030.

²⁴ Såvida dessa inte är certifierade som biodrivmedel med låg risk för ILUC. I en delegerad förordning, Europeiska kommissionen (2019), fastställs vad som anses vara betydande utvidgning och vad som anses vara utvidgning till mark med stora kollager, samt vilka värden som ska tillämpas för olika bränsleråvaror. Enligt detta beräkningssätt utgör palmolja en högriskråvara.

Vad gäller skogsbaserade biodrivmedel skulle kravet på att ursprungslandet ska ha ett åtagande i markanvändningssektorn kunna innebära att råvaran kommer från en sektor där det finns en bindande restriktion på nettoutsläppen²⁵. Om det finns en bindande restriktion så innebär det att om en aktör ökar sitt uttag av biomassa så måste antingen någon annan aktör minska sitt uttag eller så måste upptaget öka. På så sätt skulle en ökad användning av skogsbaserade biodrivmedel inte öka nettoutsläppen från markanvändningssektorn. En gräns för nettoutsläppen på nationsnivå skulle i förlängningen även kunna innebära att nationen implementerar styrmedel som medför att aktörerna möter priser på utsläpp och upptag av koldioxid som motsvarar samhällets värdering av detsamma, antingen genom skatter och subventioner (i likhet med de som beskrivits i den teoretiska genomgången ovan) eller med hjälp av andra styrmedel. Som vi har sett i tidigare avsnitt är det dock svårt att avgöra vad åtagandena i markanvändningssektorn i praktiken innebär. Det är exempelvis fullt möjligt att åtagandet inte utgör någon bindande restriktion på nettoutsläppen, vilket innebär att utsläppen kan öka vid en ökad biodrivmedelsanvändning. Så länge länderna inte behöver vidta några åtgärder för att uppnå åtagandet så är åtagandet i praktiken verkningslöst. Lagstiftningen innehåller krav på bevarande av biologisk mångfald och kriterier för att minska risken för ohållbar produktion. Inga av dessa styrmedel syftar direkt till att ge incitament för en ökad lagerhållning av kol. Det är i sammanhanget viktigt att påminna sig om att en politik som inte beaktar både utsläpp och upptag av koldioxid leder till högre utsläpp och lägre samhällsnytta än om vad som vore samhällsekonomiskt effektivt (Eriksson m.fl. 2018).

För jordbruksbaserade drivmedel finns ett antal styrmedel som skapar incitament för lagerhållning av kol, såsom förbud mot vissa markanvändningsförändringar, samt genom att i växthusgasberäkningen premiera ökad kolinlagring genom förbättrade jordbruksmetoder och inkludera utsläpp från tillåtna markanvändningsförändringar. Den största utmaningen när det gäller jordbruksbaserade biodrivmedel är att reglera dess potentiella effekt på utsläpp från indirekt förändrad markanvändning. Inom EU:s omarbetade förnybartdirektiv hanteras indirekta markanvändningseffekter främst genom en gräns för hur stor andel biodrivmedel²⁶ som är baserade på livsmedels- och fodergrödor som får användas för att uppnå det nationella förnybarhetsmålet och målet om andel förnybar energi i transportsektorn. Dessa gränser minskar troligen inte risken för indirekta markanvändningseffekter eftersom det är fullt tillåtet att använda mer livsmedels- och fodergrödor biodrivmedel än vad gränserna föreskriver. Detta innebär att utsläpp från indirekt förändrad markanvändning endast beaktas i begränsad omfattning. Som vi beskrivit ovan pekar studier på att de utsläpp som uppstår med anledning av indirekt förändrad markanvändning potentiellt är mycket höga även om finns en betydande osäkerhet i skattningarna. Eftersom utsläpp från indirekt förändrad markanvändning till sin natur är svårreglerade förespråkar Gawel och Ludwig (2011) en styrning som minskar trycket på markanvändningen genom att sänka målen för bioenergianvändningen. Sveriges mål kan sägas gå stick i stäv med detta.

När en bilist tankar fossilt drivmedel i Sverige kommer de koldioxidutsläpp som sker vid förbränningen att räknas som utsläpp i den svenska transportsektorn. Om samme bilist istället tankar biodrivmedel kommer de koldioxidutsläpp som sker bokföras i

²⁵ Eller nettoupptaget.

²⁶ Samt flytande biobränslen och biomassabränslen.

markanvändningssektorn, eller mer precist i något lands markanvändningssektor. Bakgrunden till det står att finna i IPCC:s bokföringsregler. Dessa regler är i sin tur grundade på insikten att när biobränsle används för energiändamål, måste utsläppen bokföras som antingen energiutsläpp eller markanvändningsutsläpp, annars uppstår en dubbelräkning. IPCC har valt ett system där utsläppen bokförs i markanvändningssektorn (Searchinger m.fl. 2009, Naturvårdsverket 2018). Detta innebär att samtidigt som ett bränslebyte leder till minskade fossila utsläpp i transportsektorn, så ökar trycket på en sektor som är betydligt mer svårreglerad. Detta innebär i praktiken att Bränslebytet riskerar att leda till att transportsektorsmålet nås på bekostnad av att utsläppen från sämre reglerade sektorer, i och utanför Sveriges gränser, ökar och att de klimatvinster som styrmedlet är tänkt att generera urholkas.

Vi kan avslutningsvis konstatera att det är viktigt att en ökad biodrivmedelsanvändning går hand i hand med en politik som skapar rätt incitament i sektorn för markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk. Det kan även finnas anledning för drivmedelspolitiken att beakta konsekvenserna av ofullständiga incitament i den globala markanvändningssektorn. Det skulle behövas en djupare analys av om, och hur, drivmedelspolitiken på bästa sätt kan beakta värdet av kolförråden.

Referenser

- Ahlgren, S. och L. Di Lucia (2014), "Indirect land use changes of biofuel production – A review of modelling efforts and policy developments in the European Union". *Biotechnology for Biofuels*, vol 7(35).
- Ahlgren, S och P Börjesson (2011), "Indirekt förändrad markanvändning och biodrivmedel – en kunskapsöversikt", LUTFD2 / TFEM-11/3064--SE + (1-53), vol. 73, Lunds universitet. Avdelningen för miljö- och energisystem.
- Dir 2009/28/EG, Europaparlamentets och Rådets direktiv 2009/28/EG av den 23 april 2009 om främjande av användning av energi från förnybara energikällor.
- Dir (EU) 2018/2001, Europaparlamentets och rådets direktiv 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användning av energi från förnybara energikällor (ombearbetning).
- Edwards R, D Mulligan och Marelli L (2010), "Indirect Land Use Change from increased biofuels demand. Comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstocks". JRC Scientific and Technical Reports EUR 24485 EN.
- Energimyndigheten (2012), "Vägledning till regelverket om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen", version 3.0, ER 2012:27.
- Energimyndigheten (2018), "Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen", ER 2018:17.
- Energimyndigheten (2019), "Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten. Reduktionspliktens utveckling 2021–2030".
- Eriksson, M, R Brännlund och T Lundgren (2018), "Pricing forest carbon: Implications for asymmetry in climate policy", *Journal of Forest Economics*, vol 32, s 84-93.
- EU (2003), "Direktiv 2003/96/EG – en omstrukturering av EU:s system för beskattning av energiproduktioner och elektricitet"
- Europeiska kommissionen (2019), Kommissionens delegerade förordning (EU) av den 13.3.2019.

- Fyson, C och L Jeffery (2018),” Examining treatment of the LULUCF sector in the NDC:s”, Geophysical Research Abstracts, Vol 20, EGU2018-16542, EGU General Assembly.
- Förordning (EU) 2018/841, Europaparlamentets och Rådets förordning 2018/841 av den 30 maj 2018.
- Gawel, E och G Ludwig (2011),” The iLUC dilemma: How to deal with indirect land use changes when governing energy crops?”, *Land Use Policy*, vol 28, s 846-856.
- Infrastrukturdepartementet (2019), ”Uppdrag ska bidra till genomförandet av EU-direktiv om främjande av användning av förnyelsebar energi”, <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2019/05/uppdrag-ska-bidra-till-genomforandet-av-eu-direktiv-om-framjande-av-anvandning-av-fornyelsebar-energi/>.
- IPCC (2019), “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 ecosystems”, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Konjunkturinstitutet (2015), “Miljö, Ekonomi och Politik”.
- Konjunkturinstitutet (2019), “Miljö, Ekonomi och Politik – transportsektorns klimatmål”.
- Lintunen, J och J Uusivuori (2016),” On the economics of forests and climate change: Deriving optimal policies”, *Journal of Forest Economics*, vol 24, s 130-156
- Lundgren, T, P-O Marklund, R Brännlund och B Kriström (2008),” The Economics of Biofuels”, *International Review of Environmental and Resource Economics*, vol 2, 237-280.
- McKechnie, J, S Colombo, J Chen, W Mabee och H. MacLean (2011), “Forest bioenergy or forest carbon? Assessing trade-offs in greenhouse gas mitigation with wood-based fuels.” *Environmental Science and Technology*, Vol 45(2), s 789–795.
- Miljö- och energidepartementet (2017), ”Reduktionsplikt för minskning av växthusgasutsläpp från bensin och dieselbränsle”. Promemoria.
- Naturvårdsverket (2018), “Fördjupad analys av svensk klimatstatistik 2018”, Rapport 6848.
- Nabuurs, G-J, E Arets och M-J Schelhaas (2018),” Understanding the implications of the EU-LULUCF regulation for the wood supply from EU forests to EU”, *Carbon Balance and Management*, 13:18.
- Prop. 2016/17: 146, “Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige”.
- Searchinger, T, R Heimlich, RA Houghton, F Dong , A Elobeid, J Fabiosa, S Tokgoz , D Hayes, T-H Yu (2008),”Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change”, *Science*, vol 319, s1238-1240.
- Searchinger, T, S Hamburg, J Melillo, W Chameides, P Havlik, D Kammen, G Likens, R Lubowski, M Obersteiner, M Oppenheimer, P Robertson, W. H Schlesinger och D Tilman (2009), ”Fixing a Critical Climate Accounting Error”, *Science*, vol 326, s 527-528.
- SFS (2010:598), *Lag om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen*.
- SMED (2010), ”Uppdatering av klimatrelaterade emissionsfaktorer”, rapport nr. 92.
- Zilberman, D, G Hochman och D Rajagopal (2010),” Indirect Land Use Change: A Second-best Solution to a First-class Problem”, *AgBioForum*, vol, 13, nr. 4, s 382-390.