

# Värdet av kolsänkor i den europeiska klimatpolitiken

*Flera internationella studier pekar på avsevärda kostnadsbesparingar för att nå utsläppsmålen för koldioxid om kolsänka, dvs upptag av kol i mark och växtlighet, inkluderar som åtgärd. Ett vanligt argument mot att göra detta är den osäkerhet som är förknippad med att mäta förändringar i kollagren. Vi beräknar värdet av kolsänka som klimatpolitisk åtgärd givet sådan osäkerhet. Resultaten visar att värdet närmar sig noll om utsläppsmålen ska nås med hög säkerhet. Vid riskneutralitet kan inkludering av kolsänkor dock innebära att kostnaderna för EU:s mål om 20 procents minskning av utsläppen till 2020 halveras. Sverige hör till de länder som kan göra stora kostnadsbesparingar.*

Växande skogar minskar växthuseffekten genom att de binder koldioxid i både träd och mark. De utgör alltså en sk kolsänka. Förlusterna av kolsänka i skog, till följd av bl a avskogning, motsvarar 15–20 procent av de globala utsläppen av växthusgaser, vilket är mer än de globala utsläppen från transportsektorn (Murray m fl 2009). Bevarade och ökade kolsänkor i skog och mark är därför potentiellt viktiga åtgärder för att begränsa framtida klimatförändringar. Flera studier pekar också på att skogsbruksrelaterade åtgärder kan ersätta 10–50 procent av utsläppsminskningarna vid en kostnadseffektiv klimatpolitik (Lubowski 2006; Murray m fl 2009; Michetti och Rosa 2011). Då minskas nettotillförseln av koldioxid till atmosfären, dels genom att utsläppen från framför allt fossila bränslen minskas, dels genom att skog- och skogsmark tar upp koldioxid från atmosfären. Enligt Lubowski m fl (2006) kan kostnaderna reduceras med ca 30 procent för givna utsläppsreduktioner i USA om ökad kolsänka inkluderar som en åtgärd. Michetti och Rosa (2011) pekar på motsvarande kostnadsbesparingar för EU:s klimatmål om minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen med 20 procent till 2020.

Trots hög potential och förhållandevis låga kostnader har bevarande av kolsänkor bara delvis införlivats i internationella klimatavtal. En partiell lösning, *Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation* (REDD), har utvecklats, vilken möjliggör stöd till bevarande av skog i utvecklingsländer. Dessutom kan alla länder, i enlighet med Kyotoprotokollet, avräkna en del av sina kolsänkor mot sitt nationella åtagande. Vid FN:s 17:e klimatmöte i Durban (COP17) enades man om ett system för avräkning av kolsänkor för den andra åtagandeperioden inom Kyotoprotokollet, dvs för 2013 till 2020, vilket innebär ökade möjligheter att avräkna åtgärder inom landanvändning och skogsbruk (LULUCF) mot nationella åtaganden. Vissa län-

## **ING-MARIE GREN, KATARINA ELOFSSON OCH MATTIAS LUNDBLAD**

*Ing-Marie Gren* är professor vid Institutionen för ekonomi, SLU, Uppsala och forskar främst om miljöpolitiska åtgärder och styrmedel under osäkerhet samt värdering av ekosystemtjänster. [ing-marie.gren@slu.se](mailto:ing-marie.gren@slu.se)

*Katarina Elofsson* är docent vid Institutionen för ekonomi, SLU, Uppsala och forskar om förvaltning av miljö och naturresurser med fokus på kostnadseffektivitet och samarbete mellan beslutsfattare. [katarina.elifsson@slu.se](mailto:katarina.elifsson@slu.se)

*Mattias Lundblad* är utredare vid Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala och forskar om frågor kring markanvändning och skog. Han ansvarar för den svenska rapporteringen av kolsänkor gentemot internationella organ. [mattias.lundblad@slu.se](mailto:mattias.lundblad@slu.se)

Vi är tacksamma för värdefulla synpunkter och kommentarer på texten från Niclas Berggren och för finansiellt stöd från Energimyndigheten.

der har gått ännu längre. Ett exempel utgörs av Nya Zeeland som har infört en marknad för kolsänka i skogar.

Motståndet mot införande av kolsänkor i den europeiska klimatpolitiken har hittills varit betydande, bl a från EU-kommissionens sida. Det främsta skälet är svårigheten att bedöma omfattningen av och förändringar i kolförrådet. Dessa faktorer bestäms till stor del av nederbörd, temperatur och markbördighet, vilket innebär en betydande variation i tid och rum. Denna osäkerhet om kolsänkornas storlek och effekt på kort och lång sikt, samt svårigheterna att utforma ändamålsenliga incitamentsstrukturer har framförts av EU-kommissionen som skäl för att inte introducera styrmedel för kolsänkor. Det främsta syftet med denna artikel är att beräkna kolsänkans värde under osäkerhet om dess effekt. Beräkningar görs dels för ett scenario med nuvarande europeisk klimatpolitik, som kombinerar en EU-omfattande marknad för utsläppsrätter, vilken omfattar ca 12 000 anläggningar inom industri- och energiproduktion, med nationella åtaganden för icke-handlande sektorer,<sup>1</sup> dels för ett scenario där samtliga sektorer tillåts delta i utsläppshandeln.

Trots den relativt stora betydelsen av osäkerhet i klimatpolitiken har inte denna typ av osäkerhet analyserats i någon ekonomisk studie förutom av Gren m fl (2012). Ett steg i riktning mot en sådan analys tas i Kim och McCarl (2009) som presenterar beräkningar av säkerhetsekvivalenter<sup>2</sup> för olika åtgärder som ökar sänkan i amerikanskt jord- och skogsbruk, dock utan att koppla dessa beräkningar till åtgärdernas kostnad. Litteraturen har i stället fokuserat på analyser av osäkerhet om sambandet mellan utsläpp och förändrad koncentration av växthusgaser i atmosfären, samt mellan koncentration och den påföljande ekonomiska skadan (Golub m fl 2011).

Generellt påverkar osäkerhet kring skadornas omfattning uppskattningar av optimal global klimatpolitik, medan osäkerhet kring enskilda länders och regioners utsläppsreduktioner är av betydelse för tilliten länder emellan i samband med de internationella förhandlingarna. Ett tänkbart skäl för politiker att begränsa sänkornas roll i klimatpolitiken kan då vara att en alltför stor andel kolsänka skulle kunna få landets utsläppsminskningar att framstå som mindre trovärdiga. Med tanke på de potentiellt stora kostnadsbesparingar som ett inkluderande av sänkor kan innebära, menar vi emellertid att det finns skäl att mer konkret undersöka vad olika krav om säkerhet i måluppfyllelse innebär för sänkornas roll i en kostnadseffektiv klimatpolitik.

## 1. Tillgången på kolsänkor inom EU

Kolförråden i skog och mark förändras genom tillväxt av skog, som ger upphov till en kolsänka, och via biologisk nedbrytning av växtdelar som åstadkommer kolkälla, dvs en tillförsel av kol till atmosfären. Om man summerar kolsänkor och kolkällor får man nettosänkan, dvs nettoupptaget av

<sup>1</sup> Den icke-handlande sektorn omfattar bl a transportsektorn, bostäder och lokaler.

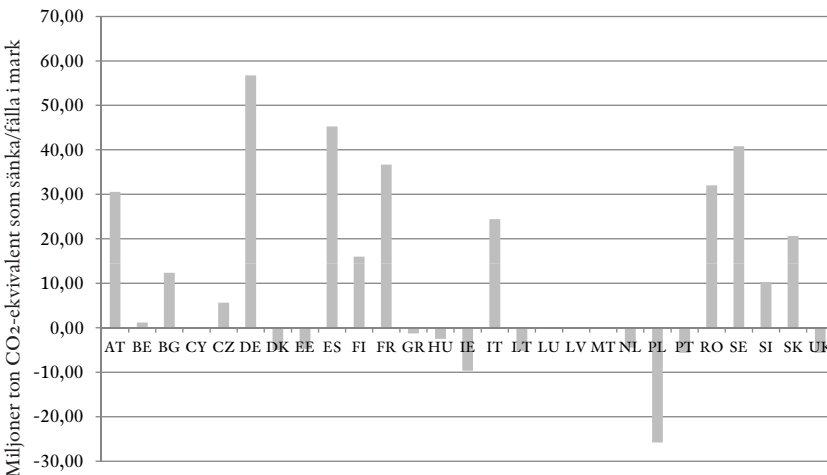
<sup>2</sup> Säkerhetsekvivalenten är den säkra utsläppsminskning som har ett lika stor värde för beslutsfattaren som en åtgärd där effekten på utsläppen är osäker.

kol i skog och mark. Janssens m fl (2005) visar att skog utgör den främsta kolsänkan, medan åkermark och torvmark är de största kolkällorna. Permanenta betesmarker kan också utgöra en kolsänka. Den beräknade totala kolsänkan inom EU i skogsmark under ett år uppgår till ca 517 miljoner ton CO<sub>2</sub>, vilket motsvarar ca 13 procent av de beräknade totala utsläppen från fossilt bränsle år 2020 (Gren m fl 2012). Denna andel kan jämföras med EU:s mål om att minska de samlade utsläppen med 20 procent senast 2020. Inkluderas även betesmark ökar kolsänkan med ca 90 miljoner ton CO<sub>2</sub>. Emellertid uppgår kolkällan i åker- och torvmark till ca 210 respektive 140 miljoner ton, vilket innebär en total nettosänka på ca 257 miljoner ton, vilket dock fortfarande utgör drygt 6 procent av de beräknade totala utsläppen från fossilt bränsle 2020.

Variationen mellan enskilda länder är dock stor, både med avseende på sänka/källa per arealenhet och arealer av olika markslag. Kolsänkan i skogsmark varierar t ex mellan ca 0,4 och 12 ton CO<sub>2</sub>/ha och kolkällan på åkermark mellan 0,2 och 2,4 ton CO<sub>2</sub>/ha. Skillnaderna bestäms av en rad olika faktorer som påverkar markbördigheten, såsom klimat, markskötsel och hydrologiska förhållanden. Det innebär också att nettosänkan från skog, åker samt betes- och torvmark varierar kraftigt mellan EU-länderna – se figur 1.

Det positiva nettot är störst i Tyskland, Spanien och Sverige. I Tyskland förklaras det av en relativt hög sänka per arealenhet skog och betesmark och i Spanien av relativt låga emissioner från åker och torvmark. Sveriges stora arealer skog i förhållande till åkermark ger ett positivt netto. Det omfattande negativa nettot i Polen beror på en stor andel åkermark med hög emissionsintensitet.

Kolförråden kan växa genom ökad kolsänka och/eller minskad kolkälla. Detta kan i princip ske genom ändrad markskötsel och konvertering av mark från åker och torvmark till skog (se t ex van Kooten m fl 2004). Ökad



Figur 1  
Nettosänka i EU-länder, miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, år 2006

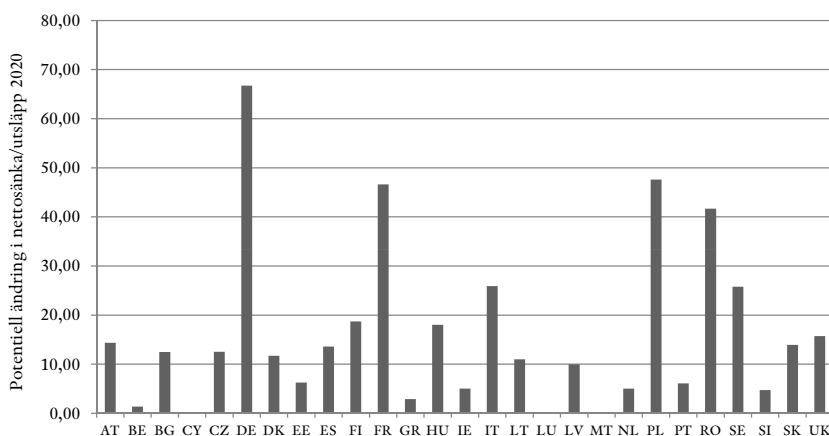
Källa: Gren och Elofsson (2012, s 15, figur 2).

kolsänka genom ändrad skogsskötsel uppnås genom en längre rotationsperiod, vilket medför en längre tillväxtperiod och därmed ökad kolinlagring. Minskad utdikning och plöjning är exempel på åtgärder för minskad avgång från torv- och åkermark. Kaipanen m fl (2004) beräknar att kolsänkan kan öka med mellan 20 och 100 procent vid en ökad rotationsperiod på 20 år, beroende på trädslag och region. Resultat från Weiske (2007) pekar på att utsläppen från torv- och åkermark kan minska med ca 30 procent vid ändrad markskötsel. Effekterna av markkonvertering utgörs i princip av skillnaden i kolupptag mellan den nya och gamla markanvändningen.

Potentialen för ökat upptag av kol från atmosfären genom ökade kolsänkor och minskade kolkällor synes vara betydande inom EU. Effekterna av de olika åtgärderna är dock beroende av varandra och den optimala kombinationen bestäms också av deras kostnader. Om vi gör ett förenklat antagande om att maximalt 20 procent av åkermarken kan konverteras på kort sikt, och utnyttjar resultat från ovan nämnda studier om effekter av åtgärder för ändrad markskötsel, kan den positiva nettoeffekten uppgå till ca 437 miljon ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, vilket motsvarar 11 procent av de prognostiserade utsläppen för 2020. För vissa länder, t ex Tyskland, Frankrike och Polen, är dock potentialen betydligt högre – se figur 2.

Osäkerhet i effekter av olika åtgärder mäts som varians i kolsänka/kolkälla för varje typ av markanvändning och land (Janssens m fl 2005). I allmänhet är variationskoefficienten (standardavvikelse dividerat med medelvärde) lägre för kolsänka i skog än för kolkälla på åkermark. Variationskoefficienten är relativt stabil runt 0,4 för kolsänka i skog för de flesta länder, medan den varierar mellan ca 0,3 (Sverige och Österrike) och 2,3 (Spanien) för åkermark. Variationskoefficienten för all kolsänka inom EU bestäms av den kostnadseffektiva fördelningen av markanvändning för kolsänka i de olika länderna. Om hela potentialen utnyttjas blir variationskoefficienten i den totala kolsänkan ca 0,10. Variationskoefficienten kan användas som utgångspunkt

Figur 2  
Potentiell förändring  
i nettosänka från  
2006 som andel av  
prognostiserade  
utsläpp 2020



Källa: Gren och Elofsson (2012, s 17, figur 4).

för att bedöma relationen mellan risk och förväntade utsläppsminskningar, vilket är relativt vanligt inom finansiell ekonomi. Ju lägre variationskoefficient, desto lägre är risken för att avvika från mål om utsläppsminskningar. De största bidragsgivarna till den totala risken i utsläppsminskningar är länder med förhållandevis mycket skogsareal och risk i kolsänkan. Tyskland, Frankrike, Rumänien och Sverige svarar tillsammans för ca 70 procent av den totala risken om alla möjligheter att öka nettosänkan utnyttjas.

## 2. Beräkning av kolsänkans värde

Kolsänkans värde inom klimatpolitiken beräknas som skillnaden i kostnader för att uppnå EU:s mål om reduktion av CO<sub>2</sub> med och utan kolsänkan. Detta värde beräknas både för ett scenario med existerande utsläppshandel inom EU (ETS) och nationella allokeringsplaner (NAP) och för ett hypotetiskt scenario där alla sektorer tillåts handla. Nuvarande handelssystem omfattar ca 40 procent av de totala CO<sub>2</sub>-utsläppen inom EU, vilket är det enda instrument som bidrar till en kostnadseffektiv fördelning av åtgärder på EU-nivå. Därutöver har samtliga länder nationella mål för minskade utsläpp inom icke-handlande sektorer. Enligt EU:s beslut 2009 ska detta paket tillsammans med direktiv för lagring och infångning av kol reducera utsläppen med 20 procent jämfört med 1990 års nivå. Beroende på andra länders agerande kan ambitionsnivån höjas till 30 procent.

Osäkerhet om kolsänkan innebär att dessa mål om specifika reduktioner inklusive kolsänka endast kan uppnås med en viss sannolikhet. Beslutsproblemet formuleras då som minimering av kostnader under en sannolikhetsrestriktion, där en given minskning av nettoutsläppen ska uppnås med en viss sannolikhet (se t ex Taha 1976). Metoden har en omfattande användning inom industriell ekonomi och miljöekonomi, där den främst tillämpas på vattenfrågor, men har inte använts för analys av klimatpolitiska frågeställningar med undantag för Gren m fl (2012).

En sannolikhetsrestriktion kan uttryckas i konkreta termer som att den förväntade utsläppsminskningen plus ett risktillägg ska vara mindre än det utsläppsmål man vill uppnå. Risktillägget innebär att beslutsfattaren kräver en säkerhetsmarginal som medför att de förväntade utsläppen måste vara lägre än det uppsatta utsläppsmålet. Risktilläggets storlek bestäms av beslutsfattarens subjektivt valda krav på säkerhet och kolsänkans variationskoefficient. Beroende på beslutsfattarens inställning till risk kan han eller hon exempelvis kräva att det uppsatta utsläppsmålet nås med 50, 80 eller 95 procents sannolikhet. Femtio procents sannolikhet innebär att beslutsfattaren är riskneutral (vid en normal sannolikhetsfördelning). Värdet av sänkan bestäms då endast av förväntade effekter och kostnader för olika åtgärder. Nittiofem procents sannolikhet, som ju är ett krav som ofta ställs på statistiska analyser för att de ska anses trovärdiga, innebär att beslutsfattaren kräver mycket hög säkerhet i måluppfyllelse. Ju större variationskoefficient i kolsänkan och ju högre krav på sannolikhet desto högre blir alltså risktilläg-

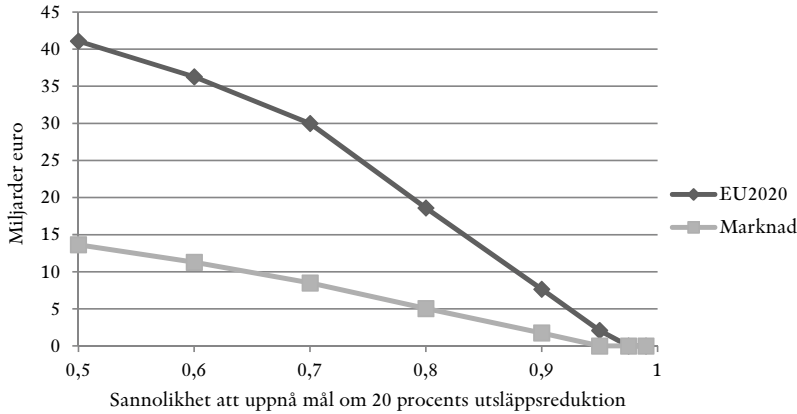
get. Ett högre risktillägg innebär att det blir dyrare att uppnå en viss reduktion. Värdet av kolsänkan reduceras då i motsvarande grad.

Det finns en omfattande litteratur om beräkningar av kostnader för att uppnå mål om maximala utsläpp av CO<sub>2</sub> via åtgärder som minskar fossilbränsleanvändning och/eller ökar användningen av förnybar energi (se översikten i Böhringer m fl 2009). I denna studie används en relativt enkel numerisk modell där kostnader för reducerade utsläpp beräknas som effekter på konsumentöverskott från minskad användning av fossilt bränsle (kol, eldningsolja, naturgas, bensin, diesel) i samtliga EU-länder. Konsumentöverskottet är ett mått på nettovärdet av fossilbränslen för de olika sektorer som konsumerar dessa bränslen. När det gäller bränslen som används i produktionen reflekterar det fossilbränslenas bidrag till vinsten i respektive sektor. Ett minskat konsumentöverskott speglar därmed minskade vinster och minskad nytta för hushållen. Förändringen i konsumentöverskott beräknas utifrån efterfrågan på de olika bränsleslagen av handlande och icke-handlande sektorer i EU och av hushållen (se Gren m fl 2012 för en närmare beskrivning). Kostnader för ökad kollagring genom konvertering av åkermark till snabbväxande skog beräknas utifrån markanvändningens alternativkostnad och mäter därmed minskad lönsamhet till följd av att marken inte används på det mest lönsamma sättet. Minskad avkastning från skog- och jordbruk utgör kostnader för längre rotationsperiod och ändrad skötsel av jordbruksmark (Kaipainen m fl 2004; Weiske 2007).

Vi har inte kunnat finna några konkreta mål vad gäller osäkerhet och sannolikheter för att uppnå EU-målen. Beräknade värden av kolsänkan presenteras därför för olika sannolikheter att uppnå en minskning på 20 procent av 1990 års utsläpp och med antagande om att samma säkerhet i måluppfyllelse krävs både för systemet med utsläppshandel och för de nationella åtagandena för icke-handlande sektorer givet EU:s utsläppsmål för år 2020. Beräknade värden av kolsänkan presenteras för de två ovan nämnda scenarierna – se figur 3.

Den totala kostnaden för att uppnå EU:s utsläppsmål för år 2020 utan kolsänka uppgår till 98 miljarder euro, vilket motsvarar 0,9 procent av EU:s samlade BNP för år 2006. Jämviktspriset på utsläppsrätter är 42 euro/ton CO<sub>2</sub>. Liknande kostnader och jämviktspriser har erhållits i flera andra studier (se översikt i Böhringer m fl 2009). Den totala kostnaden sjunker när samtliga sektorer tillåts handla på utsläppsmarknaden och uppgår då till 67 miljarder euro och jämviktspriset till 55 euro/ton. Dessa resultat överensstämmer också med flera övriga studier.

När kolsänkan ingår som en åtgärd reduceras kostnaden betydligt under de båda institutionella formerna, i absoluta termer mer under scenariot ”EU 2020”, dvs med en begränsad utsläppshandel. Värdet kan då som mest uppgå till ca 41 miljarder euro, vilket sker när osäkerhet i kolsänkan inte beaktas. Motsvarande värde när alla sektorer kan handla på en marknad är ca 14 miljarder euro. Det innebär en kostnadsbesparing på ca 20 procent, vilket också är en siffra som har erhållits av Michetti och Rosa (2011). Emel-

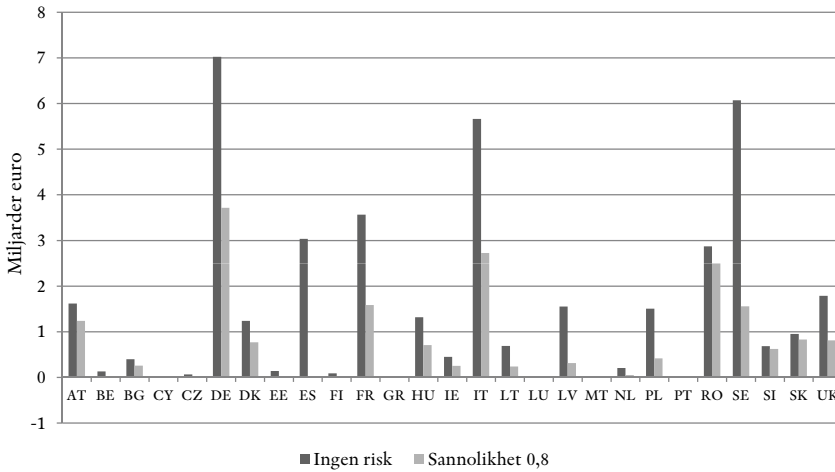


Figur 3

Värdet av kolsänka för att uppnå 20 procents CO<sub>2</sub>-reduktion med olika sannolikheter

*Ann:* Kalkylerna utgår från scenarier med nuvarande kombinerade handelssystem med nationella åtaganden ("EU 2020") och en EU-marknad med alla sektorer ("Marknad").

*Källa:* Gren och Elofsson (2012, s 23, figur 5).



Figur 4

Värdet av kolsänka för olika länder under EU:s mål för 2020

*Ann:* Staplarna till vänster anger värdet då beslutsfattaren är riskneutral, staplarna till höger värdet då målen ska uppnås med 80 procents sannolikhet. I båda fallen är målet en minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen med 20 procent under nuvarande system med handelssystem och nationella åtaganden (EU2020).

*Källa:* Gren och Elofsson (2012, s 25, figur 6).

lertid sjunker värdet betydligt vid ökade krav på sannolikhet för att uppnå målet om minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp med 20 procent och är noll vid en sannolikhet på 0,95.

Värdet av kolsänkan fördelas ojämnt mellan länderna under de båda institutionella formerna och för olika sannolikheter. I figur 4 presenteras fördelningen av kolsänkans värde mellan länderna för att uppnå EU:s klimatmål för 2020 i två fall, ett där osäkerhet i sänkan inte beaktas och ett där den subjektivt valda sannolikheten för att nå målen är 0,8.



Under EU:s utsläppsmål för 2020, och givet omfattningen på det nuvarande systemet för utsläppshandel, har varje land frihet att utnyttja kolsänkan för att uppnå det nationella åtagandet och/eller för att öka antalet utsläppsrätter för de sektorer som deltar i utsläppshandeln. Effekten på marknadspriset på utsläppsrätter beror på hur länderna väljer att tillgodoräkna sig nettosänkan. Vid höga marginalkostnader för utsläppsminskningar i icke-handlande sektorer utnyttjas kolsänkan i första hand till att minska kostnaderna för att uppnå de nationella åtagandena. De största kostnadsbesparingarna görs i de flesta länder genom att sänkorna ersätter åtgärder i de icke-handlande sektorerna. De handlande sektorerna åtnjuter också en viss lättnad i kostnaderna genom en ökad tilldelning av utsläppsrätter. Utan risk eller riskaversion medför kolsänkan en minskning av marknadspriset från 42 till 35 euro per ton, eftersom kolsänkan är en förhållandevis billig åtgärd vilken ersätter andra, dyrare åtgärder. Vid beaktande av risk och med ett sannolikhetskrav på 0,8 stiger dock priset från 35 till 40 euro/ton. Vi kan också se i figur 4 att värdet kan sjunka betydligt för enskilda länder. För Spanien elimineras det, vilket beror på relativt höga kostnader för kolsänka genom risktillägget jämfört med minskad användning av fossilt bränsle.

### 3. Diskussion och slutsatser

Resultaten i denna artikel pekar på att både förespråkare för och motståndare till införande av åtgärder för kolsänkor och kolkällor i EU:s klimatpolitik kan ha rätt; skillnader i ståndpunkt kan förklaras av olika attityder till och bedömningar av risker förknippade med att uppnå reduktionsmålen. När dessa risker inte beaktas är värdet avsevärt genom att kolsänkan kan halvera kostnaderna för att uppnå EUs mål för år 2020 under ett system med både handlande och icke-handlande sektorer. Värdet av kolsänkan blir lägre om alla sektorer tillåts handla, eftersom de totala kostnaderna utan sänkan då blir lägre. Vid hög aversion mot risker att inte uppnå reduktionsmålen medför kolsänkan ett kostsamt risktillägg och värdet kan då elimineras. Osäkerhet om storleken på sänkan, och därmed risktillägget, kan dock reduceras i takt med att ny kunskap tillkommer och data förbättras. Det ska också tilläggas att reduktion av utsläpp genom minskad användning av fossilt bränsle inte är helt riskfritt; det finns osäkerheter förknippade med mätning av förbrukning och konvertering till koldioxid. Gren m fl (2012) har dock visat att den typen av risk är relativt låg jämfört med osäkerheten i kolsänkan.

Som påpekats i inledningen är motståndet mot att införliva kolsänkor och minskade kolkällor i EU:s klimatstrategi starkt. Det fanns en möjlighet att göra detta i samband med införandet av EU:s klimatpolitik för 2020 som godkändes i december 2008. Beslutet sköts dock på framtiden och det dröjde till mars 2012 innan EU-kommissionen slutligen presenterade ett konkret förslag (COM 2012 93 final). Detta innebär en harmonisering av



bokföringen av kolsänkor och kolkällor bland EU:s 27 medlemsländer, där det blir obligatoriskt att inkludera sänkor och källor i skog och jordbruk samt från betesdrift. Genom att inkludera jordbruksaktiviteter går EU längre än vad som krävs genom överenskommelsen om bokföringsregler under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod som antogs vid klimatmötet i Durban 2011, där Kyotoprotokollet stipulerar att det är frivilligt att bokföra dessa aktiviteter.

Förutom harmonisering av bokföringen överväger EU-kommissionen i huvudsak tre olika sätt att inkludera kolsänkor och kolkällor i den gemensamma klimatpolitiken (COM 2012 94 final): 1) inom EU:s handel med utsläppsrätter, 2) för de icke-handlande sektorerna eller 3) genom införandet av ett nytt och separat mål och åtagande och kolsänkor/-källor. Oron är dock stor bland många grupper i EU för att för stora möjligheter att föra över åtgärder inom energisektorn till åtgärder för att öka kolsänkan skulle kunna underminera de nuvarande nationella ansträngningarna att minska utsläppen. Resultaten i denna artikel indikerar att det finns anledning till sådan oro; billigare alternativ såsom kolsänka reducerar kraven på dyrare åtgärder. Det finns också en risk för oönskad intensifiering av aktiviteter inom jord- och skogsbruket, t ex genom mer intensiv skogsgödsling eller mer intensiva föryngringsmetoder i skogen. Om kolsänkor och kolkällor hanteras separat, utan möjligheter att skifta sådana åtgärder mot åtgärder för att minska fossilbränsleanvändningen, försvagas å andra sidan möjligheterna att utveckla en kostnadseffektiv klimatpolitik. Behovet av en kostnadseffektiv politik ökar med all sannolikhet i takt med de aviserade framtida utsläppsminskningarna och det finns då goda skäl att fördjupa analysen kring sänkornas möjliga roll. Ett tänkbart alternativ är då att inkludera kolsänkorna i systemet för utsläppshandel, samtidigt som man minskar det totala antalet utsläppsrätter.

Flera andra aspekter på sänkornas roll i EU:s klimatpolitik skulle vara värdefulla att analysera närmare utifrån ett ekonomiskt perspektiv. En av dessa är att kolförrådet i växande skog har en begränsad potential eftersom mängden stående biomassa per hektar inte kan öka i all oändlighet. Mark som i dag saknar annan användning och jordbruksmark kan konverteras till skog och därmed kan kolförrådet på den marken öka, men så småningom kommer kolförråden att nå upp till ett maxtak också på den marken. Åtgärder för ökad sänka kan därför bara bidra till EU:s utsläppsmål under en begränsad tid (jfr t ex Lee m fl 2005), även om denna tid kan vara förhållandevis lång om man även inkluderar nyanläggning av skog. Emellertid kan styrmedel för bevarande av kolförråden tänkas vara aktuella även när förråden nått sitt maxtak.

Sänkornas roll över tid måste också ställas i relation till utvecklingen av alternativa energikällor. Även om sänkor bara är kostnadseffektiva i ett kortare perspektiv, kan detta ha betydelse för hur snabbt de alternativa energikällornas andel i energiproduktionen behöver öka. I detta sammanhang finns också behov av analys av för- och nackdelar med att knyta åtgärder

för ökade sänkor till EU:s handelssystem. Faktorer som kan påverka denna avvägning är t ex det totala antalet utsläppsrätter, utvecklingen av alternativ energiteknik och eventuella sidoeffekter av den ändrade förvaltningen av skogs- och åkermark på andra miljömål.

## REFERENSER

- Böhringer, C, T Rutherford och R Tol (2009), "The EU/20/20/2020 Targets: An Overview of the EMF22 Assessment", *Energy Economics*, vol 31, s 268–273.
- COM (2012) 93 final, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0093:FIN:EN:PDF> (2012-11-15).
- COM (2012) 94 final, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0094:FIN:EN:PDF> (2012-11-15).
- Golub, A, D Narita och M Schmidt (2011), "Uncertainty in Integrated Assessment Models of Climate Change: Alternative Analytical Approaches", Working Paper 2011.02, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.
- Gren, I-M, M Carlsson, K Elofsson och M Munnich (2012), "Stochastic Carbon Sinks for Combating Carbon Dioxide Emissions in the EU", *Energy Economics*, vol 34, s 1523–1531.
- Gren, I-M och K Elofsson (2012), "Value of Land Use for Carbon Sequestration: An Application to EU Climate Policy", Working Paper 2012.4, Institutionen för Ekonomi, SLU, Uppsala.
- Janssens, I M J (2005), "The Carbon Budget of Terrestrial Ecosystems at Country-Scale – A European Case Study", *Biogeosciences*, vol 2, s 15–26.
- Kaipainen, T, J Liski, A Pussinen och A Karjalainen (2004), "Managing Carbon Sinks by Changing Rotation Length in European Forests", *Environmental Science and Policy*, vol 7, s 205–219.
- Kim, M K och B A McCarl (2009), "Uncertainty Discounting for Land-Based Carbon Sequestration", *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol 41, s 1–11.
- van Kooten, C, A Eagle, L Manley och T Smolak (2004), "How Costly Are Carbon Offsets? A Meta-Analysis of Carbon Forest Sinks", *Environmental Science and Policy*, vol 7, s 239–251.
- Lee, H-C, B A McCarl och D Gillig (2005), "The Dynamic Competitiveness of U.S. Agricultural and Forest Carbon Sequestration", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, vol 53, s 343–357.
- Lubowski, R, A Plantinga och R Stavins (2006), "Land-Use Change and Carbon Sinks: Econometric Estimation of the Carbon Sequestration Supply Function", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 51, s 135–152.
- Michetti, M och R N Rosa (2011), "Afforestation and Timber Management Compliance Strategies in Climate Policy: A Computable General Equilibrium Analysis", *Nota di Lavoro* 04.2011, Sustainable Development Series, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.
- Murray, B, R Lubowski och B Sohngen (2009), "Including International Forest Carbon Incentives in Climate Policy: Understanding the Economics", rapport, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions at Duke University, Raleigh, NC.
- Taha, H A (1976), *Operations Research: An Introduction*, Macmillan, New York.
- Weiske A (2007), "Potential for Carbon Sequestration in European Agriculture", MEACAP WP3 D10, Institute for European Environmental Policy, London.