

Växthusgasernas samhälleliga kostnad:
Vilket kalkylvärde skall användas?

Inledning

SIKA (Statens Institut för Kommunikationsforskning) har som uppdrag att under 2007 och 2008 göra en översyn (med arbetsnamnet ASEK 4) av de principer och värden som bör användas vid tillämpning av samhällsekonomisk analys i transportsektorn. Resultatet av denna översyn finns redovisat i en rapport publicerad våren 2008 (http://www.sika-institute.se/Doclib/2008/PM/pm_2008_3.pdf).

ASEK-rapporten behandlar dels principer för CBA (Cost Benefit Analysis) och hur CBA bör användas för projektutvärdering i transportsektorn, dels konkreta kalkylvärden som bör användas. Ett av de områden som behandlas i ASEK är ”växthusgaser” och hur dessa ska hanteras i samhällsekonomiska kalkyler. Effekterna av utsläpp av växthusgaser är mångfacetterade och kan åtminstone på lång sikt vara betydande. Av detta skäl är det rimligt att, inte minst i olika samhällsekonomiska projektutvärderingar, försöka värdesätta den förändring av växthusgaser som ett projekt medför. Det är två stora

problem förknippade med en sådan värdesättning. Det första problemet är att uppskatta ett specifikt projekts effekt på utsläppen av växthusgaser. Det andra är att värdesätta denna förändring av utsläpp. I ASEK-rapporten är det framförallt värderingen som diskuteras.

Syftet med denna rapport är att ur ett vetenskapligt perspektiv granska den värderingsprincip av utsläpp av växthusgaser som ansätts i ASEK, men även det konkreta värdet som föreslås. Dessutom görs en jämförelse mellan ASEK-rekommendationerna och de rekommendationer som fastställts i Storbritannien (DEFRA) och av Europeiska samordningsprojekt (HEATCO).

Värdering av växthusgaser i ASEK

Det kalkylvärde ASEK rekommenderar är 1,50 SEK/kgCO₂. Den första fråga som ställs i denna genomgång är vilken värderingsprincip som tillämpats. Den andra frågan är om det värde som föreslås korresponderar mot den valda värderingsprincipen. Givet svaret på dessa frågor ställs frågan om den värderingsprincip som använts har en vetenskaplig förankring, och därmed även om det värde som föreslås är rimligt utifrån vetenskapliga principer.

Enligt senaste ASEK-rapporten bör ett kalkylvärde för emissioner visa den marginella skadekostnad som 1 kg ytterligare utsläpp beräknas åstadkomma (sid 135 i ASEK-rapporten). Men man säger vidare att: "När det gäller koldioxid gör den genuina osäkerheten om många av klimatförändringarnas långsiktiga effekter, och att det saknas priser på många av de nyttor som kommer att påverkas, att sådana skadekostnadsberäkningar inte är möjliga att använda" (sid 135 i ASEK-rapporten). Man säger vidare att beräkningarna även måste inne-

hålla etiska överväganden kring hur vi ska värdera skador hundratals år framåt i tiden i förhållande till skador närmare i tiden. Slutligen landar man (ASEK) i slutsatsen att i stället för en skadekostnadsansats måste någon alternativ värderingsansats väljas. Den alternativa värderingsansats man till sist landar i kan sägas vara en "icke-princip", dock baserat på framförallt ett skuggprisresonemang. Med "skuggpris" menar man vilket pris på koldioxid som skulle krävas för att uppnå ett visst reduktionsmål. Fram till och med ASEK 2 baserades värderingen av koldioxid på den aktuella koldioxidskatten. Det betyder att fram till 1997 värderades koldioxid till 0,25 SEK/kgCO₂, men höjdes till 0,38 SEK/kgCO₂ som en följd av högre koldioxidskatt. I ASEK 2 ändrades principen, och i och med det ändrades även värdet. Den princip som nu antogs var att värdet skulle spegla "skuggpriset" för att uppnå det då gällande nationella målet för utsläppsreduktioner i transportsektorn. Givet denna nya princip fastslogs värdet till

1,50 SEK/kgCO₂¹. I nästa översyn (ASEK 3, 2001) ändrades vare sig princip eller värde. Dock påpekades att underlaget för värderingen var osäkert och att det av detta skäl kunde vara lämpligt med ”känslighetsanalyser”.

I ASEK 4 görs en översyn av tidigare princip och värde. Den huvudanledning som anförs för detta är att de bakomliggande motiven, eller de antaganden som gjordes, inte längre är aktuella. Värderingen byggde på att 1,50 SEK/kgCO₂ är vad som krävs för att transportsektorns utsläpp år 2010 inte överstiger sektorns utsläpp 1990. Detta mål kommer, enligt ASEK 4, inte att nås. Enligt nyare beräkningar innebär måluppfyllelse ett skuggpris på mellan 2,00 och 2,70 SEK/kgCO₂.

I översynen i ASEK 4 ges en genomgång av olika möjliga värderingsprinciper:

- Skuggpris via fastställda politiska mål
- Extern E:s metod
- Pris på utsläppsrätter
- Skuggpris via koldioxidskatt
- Skadekostnad

Man (ASEK) landar slutligen i slutsatsen att inget av alternativen erbjuder (för tillfället) någon lämplig ansats för att beräkna ett nytt kalkylvärde på koldioxid. Av detta och andra skäl väljer man att låta värdet interimistiskt ligga kvar på

1 Givet denna princip fick man fram värdet 150 öre genom att anta en priselasticitet för bensin som är lika med -0,8, samt genom att anta en viss utsläppsnivå år 2010 givet ett prognossenario.

1,50 SEK/kgCO₂. Huvudskälet man anger är att man bör avvakta tills beslut om ett nytt klimatmål fattats, vilket därmed kan användas för att beräkna ett nytt ”skuggpris”. Man kan tolka detta som att tidigare princip ligger fast, d v s att koldioxid skall värderas via fastställda politiska mål. Som skäl anger man även att ”150 öre förefaller kunna vara rimligt åter- speglade regeringen och riksdagens ambitioner vad gäller klimatåtgärder inom transportområdet”. Med andra ord tycks man vilja behålla principen om att det är skuggpriset inom just transportsektorn som skall användas. Ett ytterligare skäl som anges är IPCC’s beräkningar av det globala skuggpriset för att uppnå en reduktion som motsvarar det så kallade +2-gradersmålet. Enligt IPCC’s genomgång krävs ett globalt pris på koldioxid motsvarande 0,35-0,70 SEK/ kgCO₂ för att nå tvågradersmålet. Detta tolkas dock i ASEK-rapporten som att priset på koldioxid måste höjas i alla länder med 0,35-0,70 SEK/kgCO₂, vilket då för Sveriges del skulle innebära ett pris i intervallet 1,30-1,70 SEK/kgCO₂. Denna tolkning av IPCC-resultaten är dock felaktig. Det globala pris som anges i IPCC-rapporten skall tolkas precis som det sägs, d v s att det krävs ett globalt pris på 0,35-0,70 SEK/ kgCO₂, inte en höjning av priset med detta belopp.

I nästa avsnitt kommer jag att utifrån vedertagen ekonomisk teori redogöra för den värderingsprincip

som bör ligga till grund för de värden som används i projektutvärderingar. I avsnittet därefter ställs frågan om den värdering som föreslås i ASEK följer denna princip, och om inte vad det implicerar angående det konkreta värde som föreslås.

Värdering av växthusgaser i teorin

Frågan hur man ska värdera koldioxid är en fråga som rönt stort intresse de senaste åren. Detta av (minst) två skäl. För det första behövs någon form av värdering för att kunna bestämma ambitionsnivån i klimatpolitiken, och för det andra behövs en värdering för att användas i projektkalkyler (ifall man nu inte lyckats prissätta växthusgaserna korrekt). Det första skälet, ambitionsnivån i klimatpolitiken, innebär inte bara en skattning av kostnaden till följd av den globala uppvärmningen orsakad av utsläpp av växthusgaser, utan även en skattning av kostnaderna för att minska utsläppen (reduktionskostnad). Det andra skälet, projektkalkylering, innebär i princip att vi endast behöver skadekostnad givet en utsläppsbana, vilken som helst. Värdering på grund av det första skälet brukar benämnas ”Cost-Benefit”-ansatsen (CBA), och innebär att man försöker hitta den samhälleligt optimala utsläppsbanan över tid och därmed det skuggpris som korresponderar mot denna bana.

Den andra ansatsen brukar benämnas ”marginal cost approach” (Clarkson & Deyes, 2002), eller ”social cost of carbon approach”, SCC (Price m fl, 2007, Stern, 2007). På svenska brukar den kallas för ”skadekostnadsmetoden”. Skuggpriset enligt SCC-ansatsen är inte nödvändigtvis detsamma som skuggpriset i CBA-ansatsen. Frågan blir alltså vilket skuggpris man skall välja.

SKUGGPRISET I NYTTO-KOSTNADSANALYS

En nytto-kostnadsanalys innebär som sagt att man försöker hitta den samhälleligt optimala utsläppsbanan över tiden. Med ”samhälleligt” menas här att samtliga ”intäkter” och ”kostnader” förknippade med utsläpp beaktas, även sådana som inte är prissatta på marknader. Det betyder att man vid en given tidpunkt, försöker hitta den utsläppsnivå där den marginella reduktionskostnaden är lika med den marginella skadekostnaden (se figur 1). Notera att skadan av ett ton utsläpp av koldioxid

i en viss tidpunkt inte bara beror på koncentrationshalten i atmosfären den specifika perioden, utan även av koncentrationshalten (och därmed utsläppen) över hela livstiden för det specifika utsläppet (100 år). Exempelvis betyder detta att det skuggpris som beräknats (SPC i figur 1) överensstämmer med den verkliga samhällsekonomiska kostnaden endast om utsläppsbanan idag och i framtiden följer den optimala banan. Anta exempelvis att den framtida utsläppsbanan (z^{BAU}) ligger över den optimala. Det betyder att skuggpriset underskattar den faktiska samhällsliga skadekostnaden av utsläpp (eftersom högre utsläpp i framtiden innebär högre koncentrationsnivåer, och därmed större skada, SCC i figur 1).

Det här betyder att nytto-kostnadsanalysen är nödvändig för att bestämma vilket ”pris” som bör sättas på växthusgaser för att vi skall nå en optimal stabiliseringsnivå. Men resonemanget ovan visar också tydligt att det skuggpris som är resultatet från optimeringen (SPC) inte nödvändigtvis mäter den faktiska skadan av en utsläppsförändring (eftersom vi kanske inte är på den optimala banan). Därmed är det inte givet att det skuggpris som följer från nytto-kostnadsanalysen är den värdering som ska användas i en projektkalkyl. Anledningen är att nuvarande bana kan vara under eller över den optimala banan, vilket leder till en överskattning eller underskattning

av marginalkostnaden för ytterligare utsläpp.

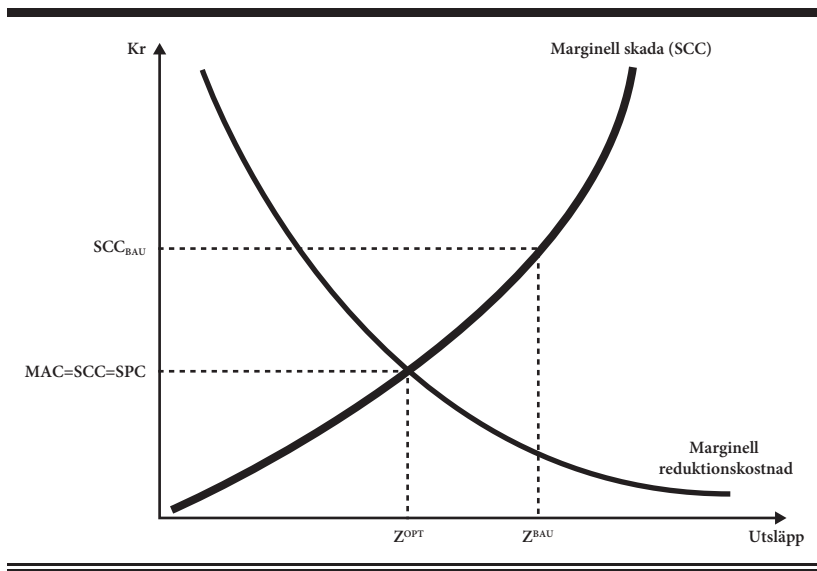
MARGINAL(SKADE)KOSTNADER (SOCIAL COST OF CARBON)

Ett alternativ till skuggpriset från nytto-kostnadsanalysen är att beräkna skadekostnaden (SCC, social cost of carbon) givet en viss utsläppsbana. Det innebär att man försöker beräkna skillnaden i framtida skada orsakad av en marginell förändring av en given referensbana för utsläppen. Säg att vi har tagit fram en trolig bana för utsläppen de närmaste 100 åren, vilket i sin tur innebär att vi kan beräkna koncentrationshalten i atmosfären i varje tidpunkt och den skada som följer av detta. Säg nu exempelvis att vi minskar utsläppen i en period. Det betyder att utsläppsbanan är densamma förutom i just den perioden. Dock kommer utsläppsminskningen i den perioden att påverka koncentrationshalten de närmaste 100 åren, och därmed skadan de närmaste 100 åren. Vi kan då skatta värdet av denna utsläppsminskning genom att i varje period beräkna skillnaden mellan den ursprungliga skadan och skadan efter reduktionen. Summerar vi över 100 år får vi det sammanlagda värdet av den marginella utsläppsminskningen. Det värde summeringen resulterar i är vad som brukar kallas ”social cost of carbon”. Uppenbart är att vi måste summera skadekostnader över tid, vilket ger upphov till ”diskonteringsproblematiken”, d v s hur vi ska föra

tillbaka framtida värden till nuvärd- den. Problematiken är dock inte unik för denna metod, utan existerar även för en CBA, men även för andra metoder i syfte att fastställa ett värde för utsläpp av växthusgaser. Även SIKAs nuvarande ansats innebär såväl en implicit värdering av skadekost- nad, som val av diskonteringsränta, detta är inget som undviks genom att inte vilja befatta sig med problema- tiken. Jämför man det värde man får med det värde som följer av CBA- ansatsen inser man att ”referens- scenariet” är centralt. Ett referens- scenario över det optimala innebär ett SCC som är högre än SPC, och vice versa. Det bör även noteras att SCC kommer att vara lägre i ett scenario med ambitiös klimatpolitik

än i ett BAU-scenario med relativt slapp klimatpolitik. Anledningen är att i ett klimatambitiöst scenario kommer den framtida koncentra- tionshalten att vara relativt låg. En utsläppsökning idag kommer visserligen att öka framtida concen- tration och skada, men från en relativt låg nivå, vilket resulterar i en relativt låg skadekostnad.

SCC-ansatsen kan illustreras med hjälp av figur 1. I figur 1 antar vi att ”referensbanan” (Z^{BAU}) ligger över den optimala banan. Det innebär att SCC kommer att vara högre än SPC. Endast om ”referensbanan” samman- faller med den optimala banan är det likgiltigt vilken av ansatserna vi väljer.



Figur 1. Skuggpris med CBA ansats respektive skadekostnadsansats.

VILKET VÄRDE SKALL ANVÄNDAS?

Sett ur ett strikt välfärdsperspektiv är de principer som diskuterats ovan de enda möjliga principerna. Den egentliga intressanta frågan är snarare hur de skall, eller om de kan, tillämpas i praktiken. Vidare kan man dra slutsatsen att CBA-ansatsen och SCC-ansatsen har samma utgångspunkter, men att SCC-ansatsen är generellare i den meningen att man kan beräkna ett värde under olika antaganden kring framtida scenarier, vilket gör att den lämpar sig väl som princip för att beräkna värden tillämpliga i projektkalkyler. Vi har också sett att om vi är längs den optimala banan vad gäller utsläpp så ger dessa båda ansatser samma värde.

Vilket värde man skall använda om skuggprisprincipen används blir därmed delvis en fråga vilket utsläppsscenario, och därmed stabiliseringsscenario, man utgår ifrån.

I ASEK 4 skriver man att ”Ett kalkylvärde för emissioner bör visa den marginella skadekostnad som 1 kg ytterligare utsläpp beräknas åstadkomma.” (sid 135). Vidare skriver man ”Detta [skadekostnad] är den teoretiskt riktiga metoden – att beräkna koldioxidvärdet utifrån koldioxidens skadeverkningar.” (sid 139).

Med andra ord tycks det stå klart att man förordar SCC-ansatsen. Dock säger man inget under vilket scenario man skall utvärdera SCC, vilket som visats ovan kan vara av stor betydelse.

I ASEK-rapporten sägs vidare att även om SCC är den teoretiskt

korrekta ansatsen så är den inte möjlig att tillämpa då man menar att det inte är möjligt att beräkna ett värde på skadekostnaden. Ett antal skäl till detta räknas upp. Exempelvis säger man att många av de nyttor som är förknippade med klimatförändringar inte är prissatta, och att beräkningarna kräver etiska ställningstaganden (val av diskonteringsränta). Av bl a detta skäl förordar man istället i ASEK att det tidigare värdet behålls, och att detta är rimligt då det korresponderar någorlunda mot transportsektorns utsläppsmål.

Om vi använder skadekostnadsansatsen, vilken tycks vara den teoretiskt rätta enligt ASEK, så innebär det förmodligen en betydligt lägre värdering av koldioxid i projektkalkylerna, än det skuggpris som korresponderar mot måluppfyllelse i transportsektorn. Måluppfyllelse i transportsektorn implicerar enligt ASEK-rapporten ett skuggpris på åtminstone 1,50 SEK/kgCO₂. Samtidigt har vi en generell koldioxidskatt på cirka 1,00 SEK/kgCO₂. Låt oss till att börja med anta att den generella koldioxidskatten är ”optimal”, i den meningen att den korresponderar mot den punkt där den marginella reduktionskostnaden är lika med den marginella skadekostnaden. Eftersom skuggpriset för transportmålet ligger högre kommer fler och dyrare åtgärder att vidtas, vilket i slutändan innebär att hela utsläppsbanan, och därmed skadebanan, förändras (minskar). Med andra ord innebär ett skuggpris enligt

transportsektorsmålet att de framtida skadorna kommer att minska, vilket i sin tur innebär lägre skadekostnad på marginalen. Det betyder att om vi använder skadekostnaden i projektkalkyler så ska det vara lägre än 1,50 SEK, ja även lägre än 1 SEK (se figur 1) beroende på att det eventuellt genomförs för mycket åtgärder totalt sett. Det beror på hur politiken för reduktioner påverkas inom andra sektorer. Ett skuggpris enligt transportmålet reflekterar med andra ord inte den marginella skadekostnaden, utan snarare marginalkostnaden för att uppnå det specifika målet i transportsektorn. Mer allmänt kan man säga att om vi använder skadekostnaden (SCC) som skuggpris och utgår från ett scenario där koncentrationsnivån stabiliseras på en låg nivå så blir SCC lågt. Att använda skadekostnaden som värderingsinstrument är alltså inte helt problemfritt eftersom det beror på vilken referensbana vi har. I exemplet ovan såg vi att om transportsektorsmålet är referensbanan så implicerar det ett relativt lågt värde på SCC.

Värdering av växthusgaser i praktiken

Som diskuterats är klimatproblemet globalt. Det betyder att om den värdering som skall användas i svenska projektkalkyler skall baseras på marginell skadekostnad, så kan man inte använda det skuggpris som motsvarar måluppfyllelse i det egna landet eller i en specifik sektor, om inte detta nationella, eller sektoriella, mål överensstämmer med en global referensbana som implicerar just denna skadekostnad. Det betyder att värdet 1,50 SEK/kgCO₂ är ett korrekt värde endast i det fall den globala referensbanan är sådan att en marginell utsläppsökning i Sverige ger upphov till en skada på 1,50 SEK. Med andra ord, den relevanta frågan, givet att det är marginell skadekostnad som skall användas som värderingsmetod, är om 1,50 SEK/kgCO₂ är ett relevant värde och korresponderar mot en någorlunda relevant utsläppsbana. Nedan görs en någorlunda systematisk genomgång och analys av de beräkningar av den marginella skadekostnaden som finns. Genomgången är inte helt

fullständig, men torde ge en tämligen rättvisande bild.

Det finns numer ett stort antal studier där man försökt uppskatta den marginella skadekostnaden, eller SCC. Det är förstås ingen enkel uppgift att göra sådana uppskattningar, icke desto mindre kan man idag hitta mer än 50 studier². Uppskattningarna av SCC vilar i de flesta studier på en så kallad ”integrated assessment model” (IAM), d v s någon form av modell som beskriver effekterna på natur, miljö och livsbetingelser till följd av förändrade utsläpp av växthusgaser, och värdet av detta. En IAM bygger på tre centrala antaganden; (1) antagande om ett referensscenari som beskriver en viss framtida utveckling av utsläpp, tillväxt m m; (2) antagande om kopplingen mellan ekonomi och ekologi, inklusive eventuella anpassningar till förändrat klimat; (3) antaganden om hur fysiska effekter skall värderas, inklusive hur vi ska beräkna framtida

² Se Clarkson & Deyes (2002) och Tol (2005, 2008) för en översikt.

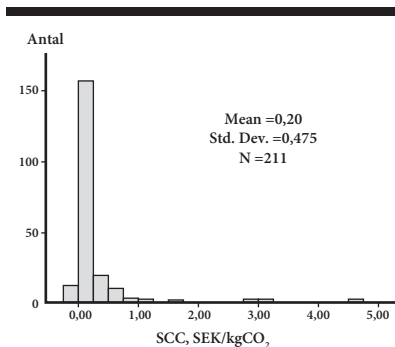
nyttor och onyttor (diskonteringsränta). En bra inblick i hur en IAM kan byggas upp och användas finns i Hope (2006) (PAGE-modellen), och Nordhaus & Boyer (2000), Nordhaus (2007b) (RICE och DICE-modellen). Vad gäller IAM finns det ett antal olika modeller som har använts och som har relativt olika egenskaper (se exempelvis Tol & Fankhauser, 1998 för en jämförelse mellan olika typer av modeller). De skiljer sig åt bl a vad gäller kopplingarna till naturvetenskap, kopplingarna mellan ekologi och ekonomi, rumslig upplösning och sektoriell upplösning. Vidare skiljer de sig ofta åt vad gäller referensscenario och val av diskonteringsränta. I den så kallade Sternrapporten (Stern, 2007) används den så kallade PAGE-modellen (Hope, 2006). Det finns ett antal andra modeller, exempelvis RICE (Nordhaus & Yang, 1996), DICE (Nordhaus & Boyer, 2000), och FUND (Tol, 1999). En vanlig kritik mot de flesta av dessa modeller är att icke-marknadspris-satta effekter till stor del negligeras, eller i vart fall underskattas kraftigt (Stern, 2007, Sterner & Persson, 2008). En annan kritik som nyligen poängterats är att det i många av modellerna (bl a DICE) antas perfekt substitution mellan varor där naturen är en helt avgörande produktionsfaktor och andra varor i en ekonomi. Sterner & Persson (2008), exempelvis, hävdar att ett varmare klimat kommer att innebära relativprisförändringar. Exempelvis menar

man att jordbruksvaror kommer att bli relativt dyrare, vilket normalt inte beaktas i exempelvis DICE. Om det är så att ökad uppvärmning leder till relativprisförändringar så måste det förstås beaktas. I fallet med dyrare jordbruksprodukter blir slutsatsen att skadekostnaden ökar, jämfört med det fall då det inte sker några relativprisförändringar, vilket illustreras i Sterner & Persson (2008).

Det finns ett antal sammanställningar och analyser av de beräkningar som gjorts (Clarkson & Deyes, 2002, Downing m fl, 2005, Watkiss, 2005, Tol, 2005, Tol, 2008.). I Downing m fl (2005) och Tol (2008) är fokus på osäkerheten i beräkningarna. En slutsats som kan dras från samtliga dessa genomgångar är att det är en betydande spridning i beräkningsresultaten. I Tol (2008), som är den senaste genomgången, spänner intervallet mellan -0,01 och 4,58 SEK/kgCO₂, med ett medelvärde på 0,20 SEK/kgCO₂³. Resultaten i Tol (2008) bygger på 211 olika beräkningar som är baserade på 47 olika studier. Värt att notera från dessa 211 beräkningar är att endast 4 uppvisar ett värde som är minst lika högt som ASEK-värdet på 1,50 SEK/kgCO₂.

3 Dessa värden är omräknade från US\$/tonC. 1 ton C är cirka 3,67 ton CO₂ och en dollarkurs på 7 har använts. De 211 beräkningarna kommer från 47 olika studier. I de flesta studierna redovisas ett flertal värden, ett "huvudvärde" samt värden som oftast är en form av känslighetsanalyser. Om man endast beaktar "huvudvärdet" blir spridningen och medelvärdet betydligt lägre.

I Figur 2 redovisas medelvärde och spridning från samtliga av de 211 studierna, och i figur 3 ingår endast de studier som är ”forskargranskade” (peer reviewed)⁴.



Figur 2. Marginell skadekostnad. Frekvensdiagram konstruerat från 211 beräkningar. Tre beräkningar har ett värde över 1,50 SEK/kgCO₂.

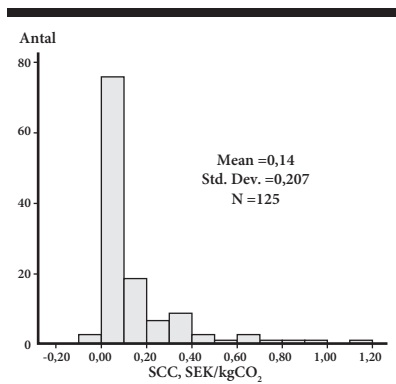
Källa: Egen konstruktion med data från Tol (2008).

Som framgår av figur 2 är fördelningen skev i så måtto att det finns ett fåtal beräkningar där värdet är mycket högt, relativt merparten av skattningarna. Dock kan man konstatera att det värde som föreslås i ASEK-rapporten, 1,50 SEK, skulle utgöra ett extremvärde i detta sammanhang.

I figur 3, där endast ”forskargranskade” studier ingår, ser vi att ingen av beräkningarna kommer upp i den svenska värderingen på 1,50 SEK/kg. En jämförelse med figur 2 visar dels att medelvärde (och median) faller kraftigt, och att det högsta värdet nu är måttliga 1,13 SEK/kg.

4 De värden som redovisas här utgår helt från det datamaterial och de referenser som finns redovisade i appendix (tabell A1) i Tol (2008).

I tabell 1 redovisas deskriptiv statistik, dels för samtliga skattningar, dels uppdelat på tre delperioder med avseende på studiens genomförande. Den första delperioden avser studier gjorda före 1996, den andra avser perioden 1996-2001, medan den tredje är studier efter 2001.



Figur 3. Marginell skadekostnad. Frekvensdiagram konstruerat från 125 beräkningar som härstammar från ”forskargranskade” studier.

Källa: Egen konstruktion med data från Tol (2008).

Som framgår av tabell 1 finns det en tendens till nedåtgående trend. Vidare framgår att det bland de senare studierna finns ett extremvärde (4,58), vilket drar upp medelvärde och standardavvikelse för denna delperiod. Ser man till medianvärdet blir trenden tydligare (extremvärden får inte samma betydelse). I den sista kolumnen redovisas medelvärde m m om vi utesluter extremvärdet. Vi ser i den sista kolumnen att medelvärdet faller relativt mycket om vi utesluter extremvärdet. Skillnaderna i värde mellan de olika studierna kan, som redan diskuterats,

härledas till många olika faktorer: (1) när studien är gjord, (2) vilken IAM som använts och vilka antaganden som gjorts vad gäller (a) val av referensscenario, (b) dynamiska

naturvetenskapliga återkopplingar och anpassningar till förändrat klimat, (c) val av diskonteringsränta. I Tol (2008) genomförs en metaanalys där ett antal hypoteser kopplade till

Tabell 1. Deskriptiv statistik för uppskattning av skadekostnad. Samtliga studier, samt uppdelat på olika tidsperioder. SEK/ kgCO₂. Källa: Egna beräkningar från data hämtade i Tol (2008).

	SCC < 1996	SCC 1996 - 2001	SCC > 2001	SCC > 2001*
Medelvärde	0,27	0,20	0,18	0,15
Median	0,04	0,09	0,05	0,05
Standardavvikelse	0,70	0,28	0,52	0,33
Min - max	0,00 - 3,18	0,00 - 1,53	-0,01 - 4,58	-0,01 - 2,86
Antal obs	21	73	117	116

* "extremvärdet" 4,58 är uteslutet.

dess faktorerna prövas. En hypotes som prövas är om de skattningar av marginalkostnaden som gjorts under senare år uppvisar ett högre värde än tidigare skattningar. En annan är om uppskattningarna skiljer sig åt beroende på om studien är en så kallad "forskargranskad" (peer reviewed) rapport eller inte. Vidare testas statistiskt formellt om de värden som redovisas i Stern (2007) är extremvärden eller inte. Resultaten från de test som presenteras i Tol (2008) visar att det finns en nedåtgående trend över tiden i skattningarna, vilket också framgår i tabell 1. Detta är överraskande i så måtto att i IPCC's senaste rapport hävdas motsatsen, d v s att nyare uppskattningar visar på ett betydligt högre värde än gamla. (Schneider m fl 2007). Vidare kan man från Tol's

analys dra slutsatserna att den värdering som presenteras i Stern (2007) är ett statistiskt extremvärde⁵, samt att de skattningar som är "forskargranskade" i genomsnitt får ett lägre värde på marginalkostnaden än de skattningar som inte är forskargranskade.

Som ett komplement till analysen i Tol (2008) görs här en enkel regressions- eller korrelationsanalys av de 211 skattningarna som diskuterats

5 Även om många av slutsatserna i Sternrapporten har fått ett starkt stöd så har den inte passerat utan kritik. Inte minst de antaganden som görs kring diskontering av framtida intäkter och kostnader har lett till en livlig diskussion (se Weitzman, 2007 och Nordhaus, 2007a). I Sternrapporten används PAGE-modellen (Hope, 2006), vilket enligt Yohe & Tol (2006) är en brist, dels för att endast en IAM används, dels att det i PAGE-modellen antas att sårbarheten för klimatförändringar är oberoende av utvecklingsnivån. Det senare trots att det finns belägg för ett sådant samband (se Yohe & Tol, 2002).

ovan. Regressionsmodellen som ansätts är:

$$SCC_i = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot D_{i,96-01} + \alpha_2 \cdot D_{i,2001} + \alpha_3 \cdot REF_i + \alpha_4 \cdot R + \alpha_5 \cdot R^2, \quad i = 1, \dots, 211$$

$$SCC = \text{SEK/kgCO}_2.$$

$D_{i,96-01} = 1$, om studien är gjord mellan åren 1996-2001, 0 annars.

$D_{i,2001} = 1$, om studien är efter 2001, 0 annars.

$REF = 1$ om studien är forskargranskad, 0 annars,

R = diskonteringsränta (kontinuerlig variabel).

R^2 = diskonteringsränta i kvadrat.

$\alpha_0 - \alpha_5$ = parametrar som skall skattas.

Positiva värden på α_1 och α_2 implicerar att senare års studier ger ett högre värde, medan det omvända gäller om α_1 och α_2 är negativa. Vad gäller α_3 förväntas ett negativt tecken, vilket skulle stödja resultatet i Tol (2008) att forskargranskade studier tenderar att ge ett lägre värde. Vidare förväntas att α_4 är negativ, d v s, desto högre diskonteringsränta, desto lägre skadekostnad. Jag har här inkluderat en ”kvadratisk term” för diskonterings-

räntan. Ett negativt värde på såväl α_4 som α_5 skulle därmed implicera att skadekostnaden är en avtagande funktion av diskonteringsräntan. Resultaten från regressionsanalysen presenteras i tabell 2.

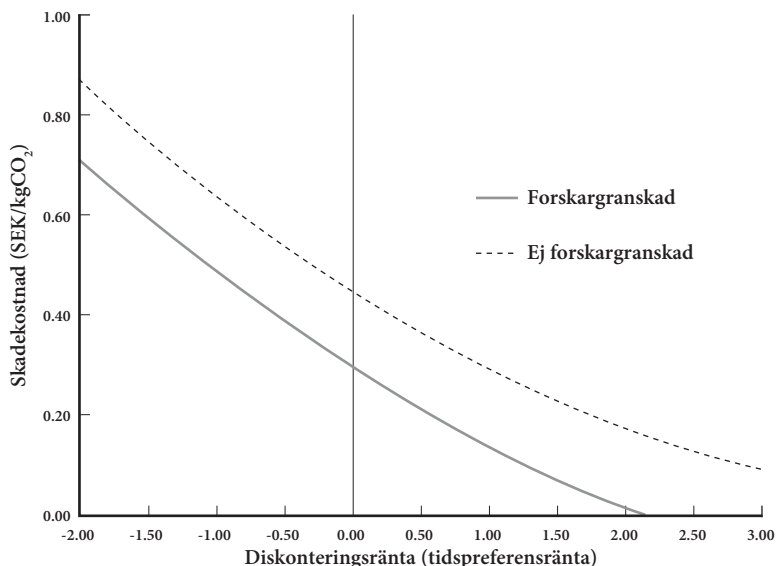
Från tabell 2 framgår det att de flesta av de skattade parametrarna är statistiskt signifikanta (från noll) på minst 10-procentsnivån. Konstanten (0,64) skall tolkas som uppskattad skadekostnad i det fall studien är från tiden före 1996, ej forskargranskad och där diskonteringsräntan är lika med noll. Resultaten visar tydligt att vi kan förkasta hypotesen att studier av senare datum har ett högre värde. Resultaten stödjer snarare motsatsen. Vidare visar resultaten att en forskargranskad rapport har signifikant lägre värde än en icke forskargranskad studie (cirka 16 öre/kg). Mest signifikant påverkan på skadekostnad har den diskonteringsränta som använts. Vi ser att det är ett mycket starkt icke-linjärt samband mellan skadekostnad och diskonteringsränta. Skadekostnaden minskar med diskonteringsräntan, men med avtagande takt.

Tabell 2. Regressionsmodell för marginell skadekostnad. Beroende variabel är marginell skadekostnad.

	Skattning	t-värde	Signifikans
α_0 (konstant)	0,64	5,03	<0,01
α_1 (96-01)	-0,21	-1,78	0,08
α_2 (>01)	-0,19	-1,58	0,12
α_3 (REF)	-0,16	-2,02	0,05
α_4 (R)	-0,17	-5,64	<0,01
α_5 (R2)	0,02	3,49	<0,01
R2	0,45		
NOBS	184		

En illustration av sambandet mellan skadekostnad och diskonteringsränta ges i figur 4, där den heldragna kurvan är betingad på att studien är

forskargranskad, medan den streckade är betingad på icke forskargranskade studier.



Figur 4. Samband mellan skadekostnad (SCC) och diskonteringsränta (tidspreferensränta). Den heldragna kurvan är sambandet som följer från forskargranskade studier, och den streckade kurvan följer från ej forskargranskade studier.

Källa: Egen konstruktion från regressionen i tabell 2.

Sambandet är plottat i ränteintervallet -2 – 3 %. Detta reflekterar i stort det ränteintervall man hittar i det studier som ligger till grund för kurvorna. I Sternrapporten är tidspreferensräntan satt till nära noll, vilket borde implicera en skadekostnad på cirka 50 öre per kg (den streckade kurvan). Sternrapportens värde ligger dock högre än så, drygt 60 öre. Detta kan i sin tur jämföras med genomsnittsvärdet för en

forskargranskad studie, cirka 30 öre per kg. Sett ur detta perspektiv kan man säga att Sternrapportens värde är ett extremvärde, även om det är långt ifrån det värde som ASEK-rapporten föreslår som kalkylvärde i Sverige.

I en CBA är det normalt att diskonteringsräntan är konstant. Under senare tid har det dock argumenterats för att diskonteringsräntan bör falla över tiden, d v s ju längre fram i tiden desto lägre diskonteringsränta

(se Weitzman, 1998, 2001). I Guo m fl (2005) genomförs en analys av effekten på SCC av olika antaganden gällande diskonteringsräntans tidsprofil. Som väntat finner man att skadekostnaden (SCC) ökar med fallande diskonteringsränta, men att kostnaden inte i något av scenarierna överstiger 0,30 SEK/kgCO₂ (£70/tC).

Sammanfattningsvis finner man vid en genomgång av den litteratur som finns, vad gäller hur utsläppsförändringar skall värderas i projektkalkyler, att skadekostnadsansatsen i princip är den korrekta ansatsen. Som diskuterats är den dock förknippad med ett antal praktiska problem. Inte minst frågan om referensscenario är viktig. Icke desto mindre görs det försök att tillämpa ansatsen även i praktiken. Längst i detta avseende får man nog säga att Storbritannien kommit, där man explicit säger att en skuggprisansats skall användas konsistent vid projektkalkylering oberoende av vilken typ av projekt det gäller (Price, m fl, 2007). På DEFRA's hemsida (DEFRA är Storbritanniens "naturvårdsverk") finns en handbok som i fyra steg i detalj beskriver hur utsläppsförändringar skall kalkyleras (<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/research/carboncost/step1.htm>). I Steg 1 specificeras och kvantifieras de olika utsläppen, och konverteras till CO₂-ekvivalenter med hjälp av en tabell. I Steg 2 beräknas ett "schema" av kalkylvärden för CO₂-ekvivalenter. För projekt som exempelvis påbörjas

2007 skall kalkylvärdet £25,5 per ton CO₂-ekvivalenter (cirka 0,30 SEK/tonCO₂e) användas. Detta värde skall sedan räknas upp för varje år, vilket görs i en tabell. En första uppräknings sker med 2 % per år, vilket ska beakta inflation. Dessutom görs ytterligare en uppräknings för att beakta att skadekostnaden ökar med tiden. Även denna uppräknings är 2 % per år. I det tredje steget multipliceras utsläppsförändringen från steg 1 för varje år med motsvarande kalkylvärde för varje år från steg 2. I det fjärde steget sätts de erhållna värdena in i projektets nytto-kostnadskalkyl. Om man jämför detta tillvägagångssätt med det svenska så ligger den största skillnaden i det skuggpris som ansätts, och att DEFRA har en explicit uppräkningsfaktor.⁶

6 Försök har gjorts, och görs, för att inom EU (och Norge) "harmonisera" dels själva CBA-metodiken, men även de kalkylvärden som bör användas i projektkalkyler för infrastrukturinvesteringar. I HEATCO (2008) (Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) rekommenderar CO₂-värden som ligger mycket nära de värden som DEFRA anger (HEATCO baserar värdena på Watkiss, 2005). Även i Maibach m fl (2007), som är en EU-handbok för värdering av externa effekter från transportsektorn, rekommenderas värden som ligger nära DEFRA's värden; cirka 0,25 SEK/tonCO₂e år 2010, för att sedan gradvis öka till cirka 0,85 SEK/tonCO₂e år 2050.

Sammanfattning

ASEK-rapportens rekommendation att skadekostnadsansatsen är den mest rimliga ansatsen vid projektkalkyler har ett starkt stöd i den vetenskapliga litteraturen. Dock är det mycket svårt att se på vilket sätt det faktiskt föreslagna kalkylvärdet korresponderar mot denna ansats. Det värde som föreslås är 1,50 SEK/kgCO₂. Att man valt just detta värde tycks mest bero på att man inte har något annat och att det någorlunda korresponderar mot det utsläppsmål som finns för transportsektorn. Men att först bejaka en princip som alla tycks vara ganska eniga om för att sedan använda en helt annan princip i praktiken antyder en viss brist på förståelse för vad skadekostnadsprincipen faktiskt innebär, men även på ett visst kunskapsgap vad gäller den empiriska litteraturen inom området. ASEK-rapporten förmedlar en bild av att det råder fullständig osäkerhet och okunskap vad gäller skadekostnader. Detta är en bild som inte är sann. Den sanna bilden är att det finns ett stort antal studier genomförda, såväl

teoretiska som empiriska, och att resultaten från dessa studier dessutom faktiskt tillämpas i praktiken. Inte minst är detta sant i Storbritannien där det finns en stark vilja att integrera forskningen på området med den praktiska verkligheten. Även i de Europeiska samarbetsprojekt som syftar till att harmonisera kalkyler och kalkylvärden rekommenderas värden som relativt väl korresponderar mot den vetenskapliga litteraturen. Trots detta har man i ASEK valt en helt annan ansats och därmed ett starkt avvikande värde.

ASEK-rapporten har rätt i så måtto att det finns stora osäkerheter om skadekostnadens storlek. Osäkerheten är dock inte en följd av att det saknas uppskattningar, utan snarare en följd av brister och svagheter i de modeller som utgör grunden i dessa uppskattningar, vilket till största delen beror på en kunskapsbrist om fundamentala samband av såväl ekologisk/naturvetenskaplig som ekonomisk karaktär. Detta är dock inget unikt för klimatproblemet och

bör rimligen inte få till effekt att vi mer eller mindre på en höft väljer ett värde, ett värde som i bästa fall kan härledas till en princip som vi vet är felaktig.

Det värde som man valt i ASEK-rapporten, 1,50 SEK/kgCO₂, visar sig i denna genomgång, vara mycket högt jämfört med de uppskattningar som gjorts och med de värden som rekommenderas av bl a DEFRA och HEATCO. I en genomgång av den vetenskapliga litteraturen erhåller man ett medelvärde på mellan 0,14 - 0,20 SEK/kg. Med andra ord är avvikelserna betydande. Nu kan man hävda en försiktighetsprincip eftersom osäkerhetsfaktorn bör beaktas. Utifrån de 211 beräkningar jag redovisat här, finner man att det mest extrema värdet är 4,58 SEK/kg, och att av de 211 skattningarna är det endast detta värde plus två till som är högre än det svenska kalkylvärdet. Tillämpar man ett mer strikt vetenskapligt perspektiv och endast beaktar de studier som är "forskargranskade" (vilket är den princip IPCC följer) blir den mest extrema beräkningen betydligt lägre, 1,13 SEK/kg, vilket skall kontrasteras mot det svenska värdet på 1,50 SEK/kg. Med andra ord beaktar det svenska kalkylvärdet mer än väl de osäkerheter som finns i de vetenskapliga studier som finns tillgängliga. Vidare sägs det i ASEK-rapporten att valet av diskonteringsränta är en av de största osäkerhetsfaktorerna, och att det inte finns någon konsensus om vilken ränta som skall användas, vil-

ket i slutändan blir till ett argument för att välja värdet 1,50 SEK. Som visats i analysen ovan är skadestånden till viss del avhängiga valet av diskonteringsränta, men långt ifrån helt avgörande. Även om vi skulle anta en nollränta, eller till och med en något negativ tidspreferensränta, (d v s nytta i framtiden är värd mer än nytta idag) så skulle vi, inom ramen för de studier som finns, inte nödvändigtvis komma upp i det svenska kalkylvärdet. Vad gäller konsensus kring valet av ränta så kan man nog säga att det finns en konsensus kring den renodlade tidspreferensräntan i så måtto att den är låg, men positiv (i Sternrapporten sätts den renodlade "tidspreferensräntan" till 0,1 %. Att den sätts till ett värde större än noll motiveras av att det finns en risk att jorden går under, oberoende av klimatproblemet).

Som diskuterats så används skadeståndsmetoden i Storbritannien vid projektkalkylering. Man har där tagit fram en "manual" där det i detalj beskrivs hur utsläppsförändringar skall hanteras i projektkalkyler. Det värde som ansatt i Storbritannien är tidsberoende, och för ett projekt som påbörjades 2007 skall £25,5 per ton CO₂-ekvivalenter (cirka 0,30 SEK/tonCO₂e) användas. Detta värde skall räknas upp årligen med 2 % realt p g a av ökade skadestånder. Det betyder att det kalkylvärde som skall användas för den utsläppsförändring som sker om 40 år p g a projektet är cirka 0,65 SEK/kg.

De slutsatser som kan dras utifrån den genomgång som gjorts här kan sammanfattas i följande punkter:

- Skadekostnadsprincipen är en rimlig princip för värdering av växthusgaser i projektkalkyler.
- Samma kalkylvärde bör användas konsistent i alla projektkalkyler i alla sektorer.
- Användning av skuggpriser som är beräknade utifrån nationella eller sektoriella mål kan förstås användas, men reflekterar nödvändigtvis inte värdet av den skada som en utsläppsförändring ger upphov till, och därmed reflekterar inte projektets nytto-kostnadskalkyl faktiska välfärdseffekter.
- ASEK-rapporten slår fast att skadekostnadsprincipen är den principiellt riktiga. Dock följs inte den principen i valet av kalkylvärde, eller när det valda kalkylvärdet skall motiveras.
- ASEK-rapportens värde, 1,50 SEK/kgCO₂, är ett extremvärde vid en jämförelse med de värden som finns i den vetenskapliga litteraturen.
- Tillämpas en strikt vetenskaplig princip bör skadekostnadsvärdet sättas till 0,14 SEK/kg, och i en känslighetsanalys bör intervallet, 0,0 – 1,13 SEK/kg väljas.

Slutligen kan man fråga sig om det ändå inte är bra med ett högt kalkylvärde i Sverige eftersom det innebär att investeringar som minskar utsläppen av CO₂ blir relativt sett lönsamma? I grunden är det förstås bra att det investeras i projekt som leder till minskade utsläpp och därmed minskad klimatpåverkan. Problemet är att det kan bli en mycket ineffektiv, eller felaktig, resursallokering i fall vi i Sverige avviker kraftigt från omvärlden. Detta även om det skulle vara så att det svenska skuggpriset bättre överensstämmer med den faktiska skadekostnaden. Det är precis samma problematik som om vi inom Sverige skulle tillämpa olika kalkylvärden för olika sektorer eller olika projekt. Resurser skulle inte allokeras till de projekt där de gör störst nytta. En felaktig resursallokering leder i förlängningen till att mer resurser behövs för att uppnå givna mål, d v s vi har ett resursslöseri. I förlängningen försvåras därmed även förutsättningarna för en hållbar utveckling.

Referenser

Clarkson, R. and K. Deyes (2002), *Estimating the Social Cost of Carbon Emissions, The Public Enquiry Unit - HM Treasury, London, Working Paper 140.*

Downing, T.E., D. Anthoff, R. Butterfield, M. Ceronsky, M.J. Grubb, J. Guo, C.J. Hepburn, C.W. Hope, A. Hunt, A. Li, A. Markandya, S. Moss, A. Nyong, R.S.J. Tol, and P. Watkiss (2005), *Social Cost of Carbon: A Closer Look at Uncertainty, Department of Environment, Food and Rural Affairs, London.*

Guo, J., Hepburn, C. J., Tol, R. S. J., and Anthoff, D. (2005). *Discounting and the social cost of carbon: a closer look at uncertainty. Environmental Science & Policy, 9, 205-216.*

HEATCO (2005). *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Specific Support Action. PRIORITY SSP 3.2: The development of tools, indicators and operational parameters for assessing sustainable transport and energy systems performance (economic, environmental and social). Deliverable 5, Proposal for Harmonised Guidelines.*

Hope, C.W. (2006). *The Marginal Impact of CO₂ from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern, Integrated Assessment Journal, 6, (1), 19-56.*

Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B. H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B. and Bak, M. (2007). *Handbook on estimation of external cost in the transport sector Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT). Delft, CE, 2007 Publication number: 07.4288.52 CE-publications are available from www.ce.nl. Commissioned by: European Commission DG TREN.*

Nordhaus, W. (2007a). *A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change. Journal of Economic Literature, 45, 686-702.*

Nordhaus, W. (2007b). *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy. Mimeo.*

Nordhaus, W. and Boyer, J. (2000). *Warming the World: Economic Modeling of Global Warming. MIT Press, Cambridge, Mass.*

Pearce, D. (2003). *The Social Cost of Carbon and its Policy Implications. Oxford Review of Economic Policy, 19, 362-384.*

Price, R., S. Thornton, and Nelson, S. (2007). *The social cost of carbon and the shadow price of carbon: What they are, and how to use them in economic appraisal in the UK. Department for Environment and Rural Affairs (DEFRA), December 2007, www.defra.gov.uk.*

- Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadya, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez, and F. Yamin (2007). *Assessing Key Vulnerability and the Risk from Climate Change*, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability -- Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 779-810.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change – The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Stern, T. and Persson, U. M. (2008). *An Even Sterner Review: Introducing Relative Prices into the Discounting Debate*. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2, 61-76.
- Tol, R.S.J. (1999), "The Marginal Costs of Greenhouse Gas Emissions", *Energy Journal*, 20, 61-81.
- Tol, R.S.J. (2005). *The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties*, *Energy Policy*, 33, 2064-2074.
- Tol, R. S. J. (2008). *The Social Cost of Carbon: Trends, Outliers and Catastrophes*. *Economics, The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 2, 1-24.
- Tol, R. S. J. and Fankhauser, S. (1998). *On the representation of impact in integrated assessment models of climate change*. *Environmental Modeling & Assessment*, 3, 63-74.
- Watkiss, P. (2005). *The Social Cost of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for using SCC estimates in policy assessment*. AEA Technology, November 2005.
- Weitzman, M. (1998). *Why the far distant future should be discounted at its lowest possible rate*, *Journal of Environmental Economics and Management*, 36, 201–208.
- Weitzman, M. (2001). *Gamma discounting*, *American Economic Review*, 91, 261–271.
- Weitzman, M. (2007). *A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change*. *Journal of Economic Literature*, 45, 703-724.
- Yohe, G.W. and Tol, R. S. J. (2002). *Indicators for social and Economic Coping Capacity – Moving Towards a Working Definition of Adaptive Capacity*. *Global Environmental Change*, 12, 25-40.
- Yohe, G. W. and Tol, R. S. J. (2006). *A Review of the Stern Review*. *World Economics*, 7, 233-250.

RUNAR BRÄNNLUND, UMEÅ UNIVERSITETET

Runar Brännlund är professor i nationalekonomi vid Umeå universitet och var ledamot i Regeringens Vetenskapliga Råd i Klimatfrågan. Han bedriver forskning som bland annat rör nationalekonomiska och miljömässiga effekter av miljöskatter och andra miljöpolitiska styrmedel. Han har medverkat i ett flertal offentliga utredningar inom området och är ledamot i Banverkets styrelse.

