

TIMBRO

Rätt pris på koldioxid

Jacob Lundberg

TIMBRO • November 2014

Om författaren

JACOB LUNDBERG är doktorand i nationalekonomi vid Uppsala universitet.
Han har en kandidatexamen från Oxford och en masterexamen från Cambridge.

Tack till Maria Eriksson, Elisabeth Häggquist och Hannes Malmberg
för värdefulla kommentarer. Eventuella fel är författarens egna.

© Författaren och Timbro 2014

ISBN: 978-91-87709-24-1

www.timbro.se

info@timbro.se

Innehåll

Sammanfattning · 4

Inledning · 5

Koldioxidens samhällskostnad · 6

Koldioxidskatter i Sverige · 10

Jämförelse · 11

Teori · 13

Moraliska aspekter · 17

Rättvisa och kompensation · 19

Diskontering · 21

Marknadsmislyckanden · 23

Slutsatser · 24

Referenser · 25

Sammanfattning

Klimatförändringar riskerar att i framtiden orsaka stora samhällskostnader. Utan klimatpolitiska åtgärder kommer marknadsmisslyckanden att uppstå och leda till för stora utsläpp av växthusgaser. Det finns därför behov av en vetenskapligt grundad klimatpolitik där de som släpper ut växthusgaser betalar för kostnaderna kopplade till utsläppet.

För att åtgärda detta marknadsmisslyckande bör en koldioxidskatt (liksom skatter på andra växthusgaser) införas som motsvarar den skada ett ton koldioxid orsakar på marginalen. Då blir utfallet samhälls-ekonomiskt optimalt. Samma effekt kan uppnås med utsläppshandel. Det viktiga är att alla utsläpp möter samma kostnad, oavsett land eller sektor.

Utifrån den forskning som finns om koldioxidens samhällskostnad är det svårt att motivera en skatt som överstiger 300–400 kronor per ton koldioxid. Ett genomsnitt av 300 studier ger exempelvis en genomsnittlig kostnad på 350 kronor per ton. Av dessa 300 studier har äldre och ej vetenskapligt granskade studier en högre kostnad i genomsnitt. USA:s regering använder värdet 280 kronor per ton i sina analyser. Australien införde en koldioxidskatt på 140 kronor per ton på rekommendation av en utredning som hade gått igenom forskningen.

Sveriges koldioxidskatt är 1080 kronor per ton. Detta är alltså minst tre gånger högre än mittfåran i forskningen om koldioxidens samhällskostnad. Koldioxidskatten bör sänkas till en nivå som har bättre stöd i forskningen. Samtidigt bör de nedsättningar av koldioxidskatten som finns för vissa branscher avskaffas.

I beräkningarna av koldioxidens samhällskostnad bör skador som uppstår i framtiden få ett lägre värde (så kallad diskontering) eftersom det är så alla andra investeringar utvärderas. Man bör inte ta hänsyn till rättvisa och andra etiska aspekter när samhällskostnaden (och därmed den optimala skatten) beräknas. Koldioxidskatten bör bara användas för att uppnå samhällsekonomisk effektivitet. De som drabbas av klimatförändringarna kan kompenseras genom betalningar mellan länder eller generationer (till exempel genom att nivån på statsskulden regleras).

Rekommendationerna kan sammanfattas så här: Beskatta utsläpp och inget annat än utsläpp, beskatta utsläppen enhetligt och beskatta utsläppen i nivå med skadan som orsakas.

Inledning

Den globala uppvärmningen är med rätta en av de stora politiska frågorna. Mekanismen bakom den har diskuterats i flera decennier och är nu allmänt känd:

Mänskliga (antropogena) utsläpp av växthusgaser leder till att solvärme i högre grad stannar på jordytan i stället för att reflekteras tillbaka ut i rymden. De växthusgaser som bidrar mest till den antropogena klimatförändringen är koldioxid, metan och dikväveoxid. Dessa utsläpp förstärker den naturliga växthuseffekten vilket får temperaturen att stiga och ökar risken för extrema väderhändelser. Till följd förväntas havsnivån stiga och nederbörden förändras vilket kan medföra lägre produktivitet i jordbruket. Mellan 1880 och 2012 steg jordens medeltemperatur med cirka 0,85 grader. Mängden koldioxid i atmosfären har också ökat med 40 procent sedan förindustriell tid.¹

I Sverige steg intresset för klimatfrågan betydligt i samband med att FN:s klimatpanel (IPCC) släppte en rapport 2007. Inom naturvetenskapen råder numera konsensus om att människan bidrar till växthuseffekten. Tyvärr finns politiker och debattörer som av ideologiska skäl förnekar att människan bidrar till global uppvärmning.

Inom samhällsvetenskapen – särskilt nationalekonomin – finns en stor och växande mängd litteratur om hur miljöproblem i allmänhet och klimatiförändringen i synnerhet bör hanteras. Nationalekonomer rekommenderar i regel en skatt på växthusgasutsläpp (eller utsläppshandel) som det billigaste sättet att sänka utsläppen. Skatten bör motsvara den kostnad som koldioxidutsläpp medför.

I klimatpolitiken måste svåra avvägningar göras mellan kostnaderna för global uppvärmning och kostnaderna för utsläppsminskningar. Inom nationalekonomin finns en välutvecklad analysapparat för att göra denna avvägning, liksom teorier om hur man bör tänka kring rättvisa och etiska aspekter av omfördelning mellan generationer.

Många nationalekonomiska studier undersöker vilken skada växthusgasutsläpp – främst koldioxidutsläpp – orsakar på marginalen. Även om variationen är stor tillåter dessa studier oss att säga ungefär vilka värden en optimal koldioxidskatt bör ha.

Denna rapport tar sin utgångspunkt i mittfåran i den naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga forskningen. Rapporten jämför de beräkningar av koldioxidens samhällskostnad som gjorts med den svenska koldioxidskatten.

¹ IPCC (2013).

Koldioxidens samhällskostnad

Under de senaste två decennierna har en stor mängd vetenskaplig litteratur om koldioxidens samhällskostnader växt fram inom nationalekonomin. Dessa studier tar sin utgångspunkt i de climatekonomiska modeller som finns. De mesta kända klimatmodellerna är Rice, Page och Fund. Dessa modeller kopplar koldioxidutsläpp till temperaturökningar och kostnader för mänskligheten genom sämre ekonomi och hälsa med mera. Fundmodellen, exempelvis, omfattar kostnader gällande jordbruk, skogsbruk, vattenresurser, energikonsumtion, havsnivåhöjning, biologisk mångfald, diarré, smittsamma sjukdomar, hjärt- och kärlsjukdomar och stormar.² Det finns förstås aspekter som klimatmodellerna missar men man kan ändå rimligtvis hävda att de uppräknade effekterna är de viktigaste.

För att beräkna koldioxidens marginalkostnad – uttryckt i amerikanska dollar per ton³ – gör forskarna antaganden om bland annat hur snabbt skadorna ökar när mer koldioxid släpps ut (oftast antas att skadan ökar med kvadraten på temperaturökningen) och hur hög diskonteringsräntan är. Nedan görs en genomgång av litteraturen om koldioxidens marginalkostnad.

På grund av att vissa effekter kan saknas i modellerna och på grund av den stora osäkerhet som råder kan det finnas anledning att lägga sig något över de värden som citeras här. Poängen är inte de exakta nivåerna utan att visa ungefär i vilken region typiska koldioxidkostnadsuppskattningar ligger, för att sedan kunna jämföra med den svenska koldioxidskatten.

Några inledande kommentarer om samhällskostnadsberäkningarna:

- Siffrorna är uttryckta i olika penningvärden och är alltså inte justerade för inflation. Ej heller är de justerade för det faktum att koldioxidkostnaden bör stiga över tid. Nordhaus uppskattningar gäller exempelvis för 2015 men är uttryckta i 2005 års penningvärde. Detta är sannolikt av mindre betydelse eftersom det inte är de exakta värdena som är intressanta.
- Studierna varierar i de antaganden som görs. Exempelvis inkluderas studier som har en låg diskonteringsränta eller som använder rättvisevägning.
- Koldioxidkostnaden uttrycks vanligtvis i dollar per ton koldioxid. Här har detta konverterats till kronor med växelkursen 7,20. Förvisso kan dollarkursen fluktuera men givet att marknaden är effektiv är dagens växelkurs den bästa gissningen av framtidens växelkurs.

² Anthoff & Tol (2013).

³ I litteraturen uttrycks kostnaden ibland per ton kol ("social cost of carbon"). Denna kan räknas om till kostnad per ton koldioxid genom att divideras med 3,664, eftersom kolatomen utgör 1 / 3,664 av massan i koldioxidmolekylen.

- Det kan också noteras att koldioxidskatter och priser på utsläppsrätter bör momsbeläggas. Om man ska ha en så enhetlig moms som möjligt bör alla kostnader i produktionen vara momsbelagda. Det spelar ingen roll om det är kostnader som finns inbakade i priset – exempelvis arbetskostnader – eller om det är miljökostnader som staten har internaliserat genom en skatt. Alla koldioxidkostnader i denna rapport är exklusive moms.

Nobelpristippade William Nordhaus är en av de mest kända climatekonomerna. Hans senaste uppskattning av koldioxidkostnaden är 12 dollar (90 kr) per ton. En sådan skatt skulle leda till en uppvärmning på 2,5 grader och implicerar alltså att 2-gradersmålet inte är ekonomiskt försvarbart. Ett alternativt sätt att räkna fram en koldioxidkostnad är att ta 2-gradersmålet som givet och räkna ut vilken skattenivå som behövs för att uppnå det. Nordhaus slutsats är att en skatt på 34 dollar (250 kr) räcker för att hålla temperaturökningen under 2 grader.⁴

Richard Tol är en annan inflytelserik climatekonom som lagt ned stor möda på att sammanställa litteraturen om koldioxidens marginalkostnad. Hans senaste sammanställning⁵ omfattar 311 uppskattningar. Genomsnittet av alla dessa är 48 dollar (350 kr) per ton. Variationen är dock stor. Några studier rapporterar till och med en negativ koldioxidkostnad, vilket innebär att nettoeffekten av global uppvärmning skulle vara positiv och att växthusgasutsläpp därför bör subventioneras. I Sverige har Brännlund med flera (2010) använt sig av en av Tols tidigare forskningsgenomgångar. De valde då värdet 200 kronor per ton.

Den största källan till variation är valet av diskonteringsränta. De studier som likt Stern valt att sätta den rena diskonteringen till noll⁶ finner en samhällskostnad på 75 dollar (540 kr) per ton, medan de som sätter denna parameter till 1 procent per år i snitt landar på 23 dollar (170 kr) och de som väljer 3 procent 5 dollar (40 kr). Genomsnittet för alla studier dras alltså upp av de studier som valt en mycket låg diskonteringsränta.

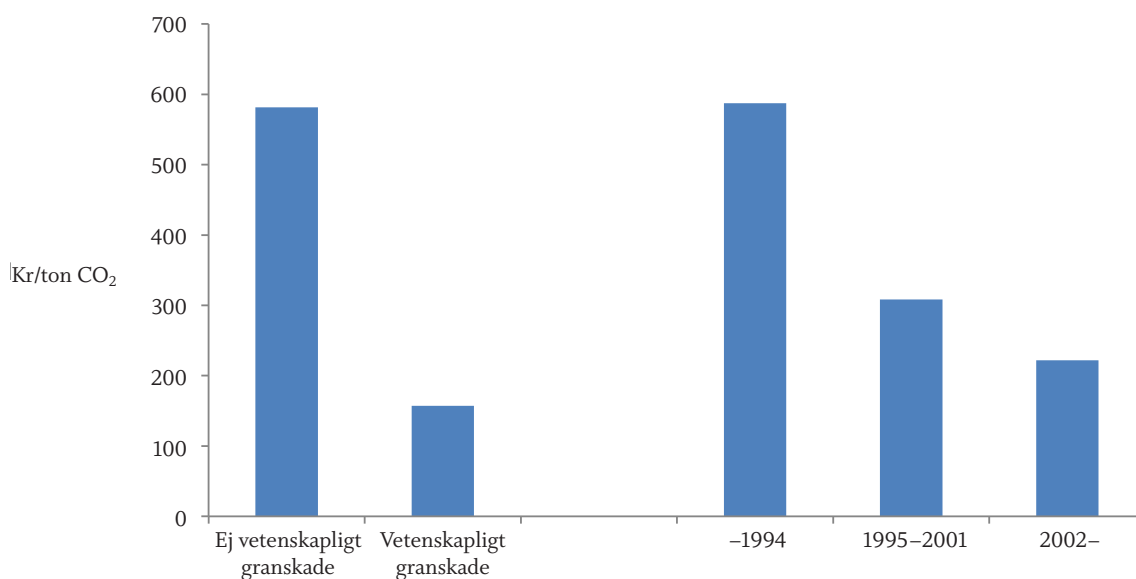
Tol konstaterar också att de studier som inte publicerats i en vetenskapligt granskad tidskrift (den så kallade grå litteraturen) har betydligt högre estimat än de studier som genomgått vetenskaplig granskning ("peer review"). De granskade studierna har ett snitt på 22 dollar (160 kr) medan snittet för den grå litteraturen nästan är fyra gånger högre. Senare studier har också i regel lägre uppskattningar. De som publicerats sedan 2002 snittar 31 dollar (220 kr), vilket är mer än 60 procent lägre än de studier som publicerades före 1995. Detta illustreras i figur 1.

⁴ Nordhaus (2011).

⁵ Tol (2011).

⁶ Den del av diskonteringen som reflekterar faktumet att vi är rikare i framtiden och därför har lägre marginalnytta av pengar kvarstår dock. Se vidare fotnot 19.

Figur 1. Genomsnittlig uppskattning av koldioxidens samhällskostnad i olika studier efter studiernas publiceringsår och efter huruvida de genomgått vetenskaplig granskning (peer review) eller ej. Källa: Tol (2011).



Sterns (2007) huvuduppskattning av koldioxidkostnaden är 85 dollar (610 kr) per ton. Som diskuteras i avsnittet om diskontering har Stern kritiserats av tunga experter inom området för att använda en mycket lägre diskonteringsränta än vad stater använder vid alla andra beslut. Därför är Sterns siffra betydligt högre än resten av litteraturen. Tol (2008) konstaterar att Sterns siffra är ett avvikande värde ("outlier") i litteraturen eftersom dess uppskattning är bland den översta tiondelen när studierna rankas från lägst till högst CO₂-kostnad. När Stern jämförs med bara de studier som publicerats i en vetenskaplig tidskrift hamnar ungefär 97 procent under hans koldioxidkostnad.

När Nordhaus (2007) kalibrerade sin egen modell med samma parametrar som Stern fick han en siffra som var nästan exakt samma som Sterns. När diskonteringsräntan däremot sätts till normala nivåer faller koldioxidkostnaden till en tiondel och sticker inte längre ut bland de övriga uppskattningarna i forskningen. Det är alltså den låga diskonteringsräntan som är helt avgörande för Sterns höga koldioxidkostnad.

En studie där de svenska forskarna John Hassler och Per Krusell är medförfattare härleder en enkel formel för koldioxidkostnaden. Deras bästa gissning av koldioxidens marginalkostnad är 16 dollar (110 kr) per ton. Författarna noterar att osäkerhet om koldioxidens skadeverkningar inte i sig påverkar storleken på den optimala koldioxidskatten i deras modell.⁷

Några studier försöker ta hänsyn till den stora osäkerhet som finns i vår kunskap om klimatet och risken för så kallade brytpunkter ("tip-

ping points”), det vill säga abrupta och självförstärkande klimatförändringar. Ett sådant paper är Cai med flera (2013) som i ett exempel (med normala värden på parametrar) finner en koldioxidkostnad på 18 dollar (130 kr) med en brytpunkt och 23 dollar (170 kr) med en serie brytpunkter.

I IPCC:s senaste rapport beräknas den globala koldioxidskatt som skulle behövas för att hålla koldioxidhalten i atmosfären runt 450 ppm (miljondelar). Den skattesatsen är cirka 55 dollar (400 kr) per ton år 2020 och ökande därefter. Nivån 450 ppm år 2100 är vad IPCC anser är nödvändigt för att förhindra att uppvärmningen över förindustriell nivå blir större än två grader.⁸

I USA har en arbetsgrupp med representanter från flera federala myndigheter arbetat fram en rekommendation för den nivå på koldioxidens samhällskostnad som ska användas i ”cost–benefit”-analyser och beslutsfattande. Det har man gjort genom att sammanställa uppskattningar från de olika klimatmodeller som finns. Dess huvudrekommendation är 39 dollar (280 kr) per ton.⁹

Australiens motsvarighet till Sternrapporten är Garnautrapporten. Landets nytilträdde Laborregering gav 2007 Ross Garnaut i uppdrag att ge en vetenskaplig grund till en koldioxidskatt. Den första rapporten presenterades 2008 och en uppdatering gjordes 2011. Efter att ha beaktat forskningen och andra länders uppskattning av koldioxidkostnaden rekommenderade Garnaut en skatt i spannet 20–30 australiensiska dollar (120–180 kr) per ton.¹⁰ En skatt infördes 2012 men avskaffades 2014 av den nya liberala regeringen. Vid avskaffandet uppgick skatten till 24,15 australiensiska dollar (140 kr).

Efter denna litteraturgenomgång kan det konstateras att osäkerheten kring den optimala koldioxidskatten är stor, men att det är svårt att finna vetenskapligt stöd för en koldioxidskatt som är högre än 300–400 kronor per ton.

⁸ IPCC (2014), kapitel 6, sid 47.

⁹ EPA (2013).

¹⁰ Garnaut (2011), sid 72.

Koldioxidskatter i Sverige

Sveriges koldioxidskatt är 1 080 kronor per ton.¹¹ Sverige var bland de första länderna som införde en koldioxidskatt 1991. Sedan dess har skatten gradvis höjts från den ursprungliga nivån på 250 kronor per ton.

Koldioxidskatten på bensin tas ut med 2,50 kronor per liter, vilket motsvarar utsläppsmängden; dessutom utgår en energiskatt på 3,13 kronor per liter. Industri som inte ingår i EU:s utsläppshandel samt jordbruket och skogsbruket har en 70-procentig rabatt på koldioxidskatten, som för dessa sektorer alltså är 324 kronor per ton. Vissa särskilt koldioxidintensiva företag får dessutom en extra nedsättning till 80 kronor per ton. Denna nedsättning avskaffas dock 2015.¹²

Elkraftverk, flyg inom EU samt bland annat stål- och pappersindustri omfattas av EU:s handel med utsläppsrätter i stället för koldioxidskatten. Utsläppshandeln infördes 2005. Under de första åren pendlade koldioxidpriset kring 20 euro per ton men efter den ekonomiska krisen minskade efterfrågan på utsläppsrätter och sedan 2012 har priset hållit sig kring cirka 5 euro (45 kr) per ton.

I Sverige finns också indirekta koldioxidpriser i de cost-benefit-analyser som staten gör som beslutsunderlag till framförallt infrastrukturprojekt. Dessa priser fastställs av statens Asek-arbetsgrupp. Arbetsgruppen konstaterar: ”Att beräkna koldioxidvärdet utifrån koldioxidens skadeverkningar är den teoretiskt riktiga metoden för värdering.”¹³ Trots detta gör den bara några få selektiva nedslag i litteraturen innan den kommer till slutsatsen att osäkerheten är för stor för att någon koldioxidkostnad ska kunna fastställas. Arbetsgruppen rekommenderar i stället att koldioxidskattens nivå används som koldioxidkostnad.

¹¹ Finansdepartementet (2013).

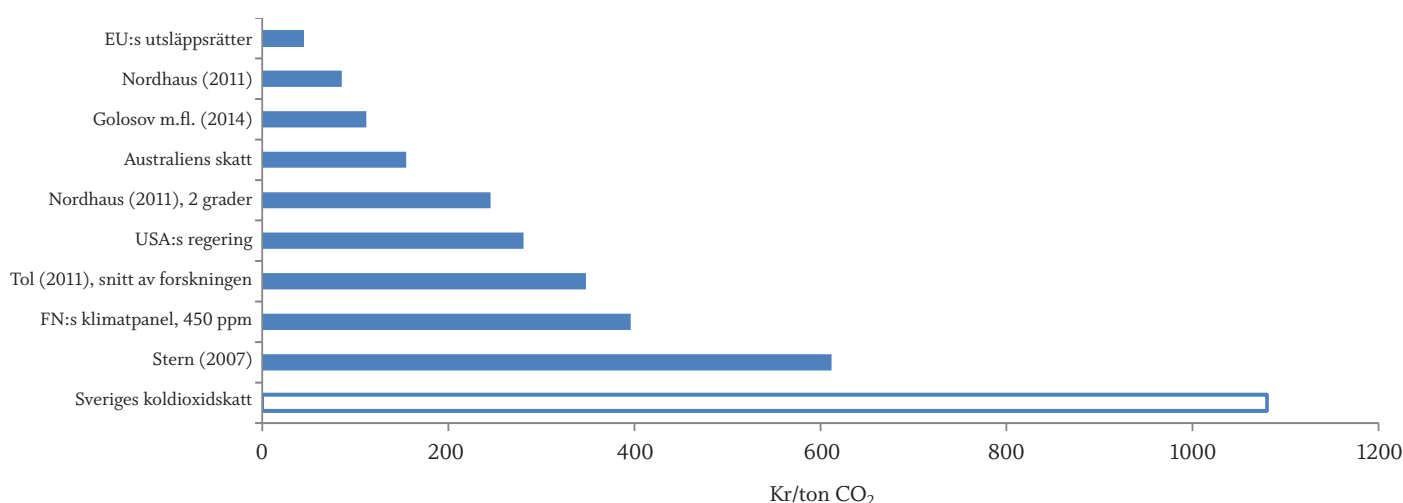
¹² Ibid.

¹³ Trafikverket (2014), kapitel 12, sid 5.

Jämförelse

I figur 2 sammanställs några av beräkningarna av koldioxidens samhällskostnad som citerades ovan. Om man bortser från Sternrapporten – vilket man bör, eftersom dess slutsatser är extrema i jämförelse med resten av litteraturen på grund av en för låg diskonteringsränta – är det svårt att vetenskapligt försvara en koldioxidskatt som är högre än 300–400 kronor per ton (detta motsvarar cirka 1 kr för en liter bensin). Dagens svenska koldioxidskatt är alltså sannolikt minst tre gånger högre än vad som är optimalt.

Figur 2. Koldioxidkostnaden enligt olika studier och i olika länder. Se beskrivningar i texten.



Ekonomisk teori rekommenderar starkt en enhetlig skatt på utsläpp. Därför är det olyckligt att vissa sektorer betalar full koldioxidskatt på 1 080 kronor medan andra får en 70-procentig nedsättning till 324 kronor. Forskningsgenomgången tyder på att det bästa sättet att göra skatten enhetlig vore att sänka skatten på alla utsläpp till 324 kronor, snarare än höja till 1 080 kronor. Idealiskt bör koldioxidskatten dessutom kopplas ihop med EU:s utsläppshandel. Det är ineffektivt med två parallella system för koldioxidprissättning med olika koldioxidpriser.

I nuläget är priset på utsläppsrätter lågt. Man bör notera att poängen med utsläppshandel är att priset ska få variera. Ett lågt pris betyder inte i sig att det är något fel med handelssystemet. Att priset har varit så lågt de senaste åren beror på att efterfrågan sjönk på grund av den ekonomiska krisen. Att koldioxidpriset ligger under vad de flesta studier uppskattar koldioxidkostnaden till kan dock betyda att utsläppsmålen bör bli något mer ambitiösa.

Vi har också sett att koldioxidpriset i svenska cost-benefit-analyser är mycket högre än vad som är vetenskapligt försvarbart. Detta kan få till följd att exempelvis vägprojekt som är samhällsekonomiskt lönsamma ser ut att vara olönsamma för att fel koldioxidpris används.

Trafikanalys (2011) uppger att bensindrivna personbilar bär sina egna kostnader (utsläpp, olyckor och slitage på infrastruktur) och att dieseldrivna personbilar är underbeskattade. Om man räknar med en koldioxidkostnad som ligger mer i linje med mittfåran i forskningen blir dock slutsatsen att bilismen är överbeskattad, oavsett om drivmedlet är bensin eller diesel.

Teori

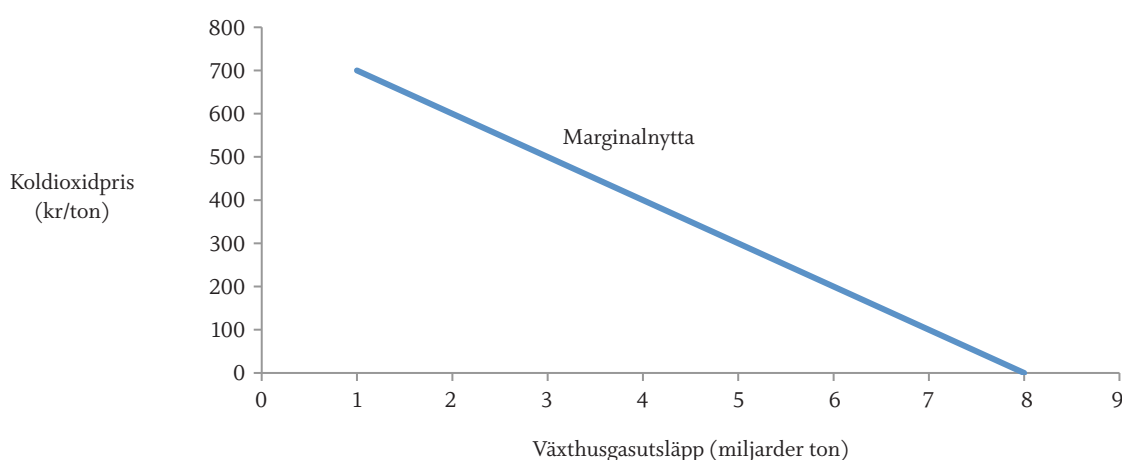
I nationalekonomisk terminologi är global uppvärmning en negativ externalitet. Om den fria marknaden får råda betalar inte de som släpper ut växthusgaser kostnaden som detta orsakar. Därför kommer utsläppen av växthusgaser att bli ineffektivt höga.

Lösningen på detta marknadsmisslyckande är att införa en skatt på koldioxidutsläpp – en pigouviansk skatt (efter Cambridgeekonomen Arthur Pigou).¹⁴ För att vara samhällsekonomiskt optimal ska skatten på ett ton koldioxid vara lika stor som skadan detta ton orsakar på marginalen. Det handlar alltså inte om hur mycket skada koldioxiden orsakar i genomsnitt, utan hur mycket skada ett extra utsläppt ton orsakar.

En vanlig missuppfattning är att principen om pigouvianska skatter innebär att miljöskatterna ska höjas. Principen innebär bara att det ska finnas miljöskatter. Om en skatt redan finns och är högre än vad den externa kostnaden motiverar innebär Pigouprincipen att skatten bör sänkas. Existensen av ett marknadsmisslyckande är inte ett *carte blanche* att införa hur höga skatter som helst.

Teorin om pigouvianska skatter illustreras oftast i ett diagram som liknar ett vanligt utbuds- och efterfrågediagram. I figur 3 illustreras det som motsvarar efterfrågan, det vill säga marginalnyttan av koldioxidutsläpp för utsläpparen. Till vänster på kurvan är de utsläpp som har högst nytta. Hit hör exempelvis statschefers flygresor, som skulle äga rum även om priset på koldioxid var mycket högt. Marginalnyttan av ytterligare koldioxidutsläpp är avtagande. I detta fiktiva exempel har den minskat till noll när utsläppen är 8 miljarder ton. Om det är gratis att släppa ut koldioxid skulle alltså 8 miljarder ton släppas ut. Denna nivå kallas ”business-as-usual” och indikerar hur stora utsläppen skulle vara om inga politiska åtgärder vidtogs.

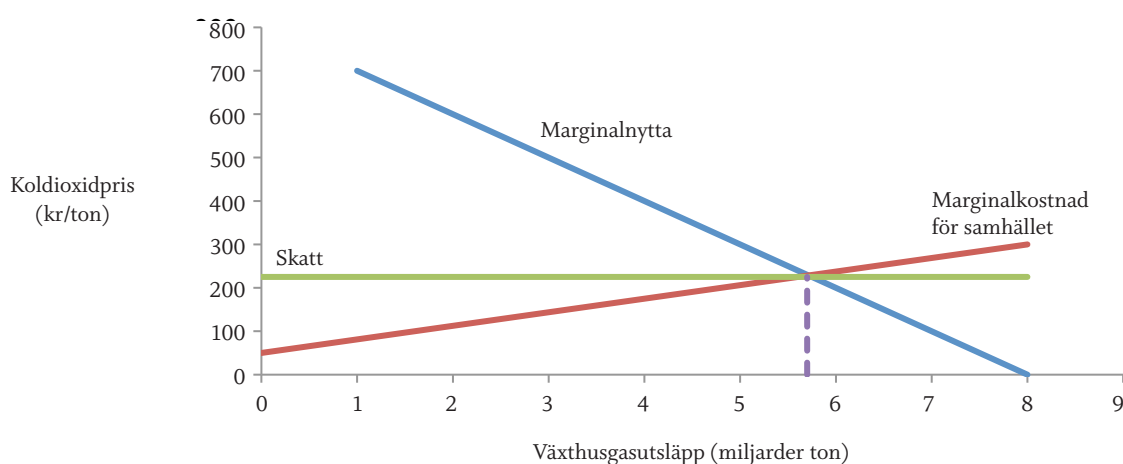
Figur 3. Marginalnytta av koldioxidutsläpp (schematiskt).



¹⁴ Den teori som beskrivs här går att finna i en vanlig lärobok i nationalekonomi. För en mer formell redogörelse, se Baumol (1972).

Denna nivå är inte samhällsekonomiskt optimal eftersom koldioxiden orsakar skador för samhället som utsläpparen inte betalar. I figur 4 visas även den marginella samhällskostnaden av koldioxidutsläpp. Vanligtvis antas att marginalkostnaden är ökande. När utsläppen är låga orsakar varje extra ton koldioxid ganska liten skada men den marginella skadan ökar när utsläppen blir större. Om utsläppen är 8 miljarder ton är marginalkostnaden 300 kronor i vårt exempel. Detta är inte samhällsekonomiskt effektivt eftersom det sista tonnet koldioxid har ett mycket litet värde för utsläpparen men orsakar skada för 300 kronor. Det är ett marknadsmisslyckande.

Figur 4. Marginalnytta och marginalkostnad för samhället av koldioxidutsläpp, samt pigouviansk skatt (schematiskt).



Vi ser att marginalnytte- och marginalkostnadskurvorna skär varandra ungefär vid 6 miljarder ton. Detta är den samhällsekonomiskt optimala nivån. Om utsläppen var högre än så skulle marginalkostnaden vara större än marginalnyttan och samhället skulle tjäna på att minska utsläppen. Om utsläppen var mindre än 6 miljarder ton skulle däremot marginalnyttan vara större än kostnaden. Ett extra ton skulle alltså göra mer nytta än skada för samhället. Marginalnyttan måste alltså vara lika med marginalkostnaden.

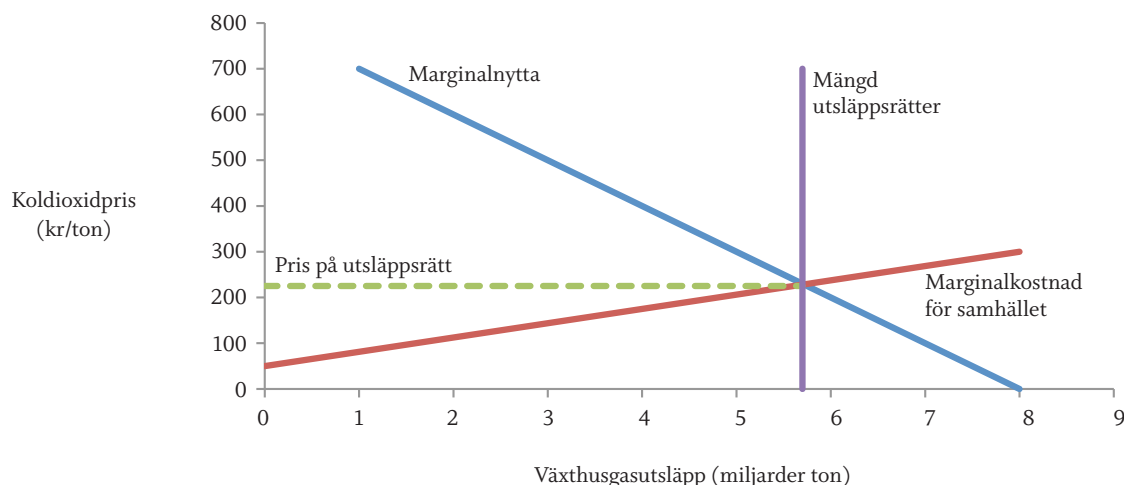
Den samhällsekonomiskt optimala nivån av utsläpp kan uppnås genom att man inför en skatt på drygt 200 kronor per ton. Detta motsvarar den skada som 1 ton koldioxid orsakar om utsläppen är 6 miljarder ton. Med denna skatt blir utsläpparen medveten om den skada hen orsakar och släpper bara ut om nyttan överstiger skadan för samhället.

I stället för en skatt kan staten auktionera ut utsläppsrätter (se figur 5). Detta skulle få samma effekter som en koldioxidskatt med enda skillnaden att staten bestämmer hur mycket som ska få släppas ut i stället för vad det ska kosta. I detta fall skulle staten ge ut 6 miljarder utsläppsrätter. De som värderar koldioxidutsläpp högst skulle köpa ut-

släppsrätterna och priset skulle blir 200 kronor eftersom det är marginalnyttan för utsläpparen av att släppa ut 1 ton koldioxid när de totala utsläppen är 6 miljarder ton.

Utfallet skulle bli precis detsamma som i fallet med en skatt: Den optimala mängden utsläpp uppnås och koldioxiden får ett pris som gör att utsläpparen betalar för den skada hen orsakar.

Figur 5. Marginalnyttan och marginalkostnad för samhället av koldioxidutsläpp, samt mängden utsläppsrätter (schematiskt).



Om staten vet hur marginalnytte- och marginalkostnadskurvorna ser ut spelar det alltså ingen roll om man väljer en skatt eller handel med utsläppsrätter. Om det finns en osäkerhet om hur kurvorna ser ut kan det dock finnas anledning att föredra det ena före det andra.¹⁵

Oavsett om man väljer skatt eller utsläppshandel kommer politikerna att behöva prissätta koldioxiden, direkt genom att välja skattnivån eller indirekt genom att välja mängden utsläpp. Huvuddelen av forskningen och denna rapport väljer att fokusera på fallet där staten sätter priset på koldioxid, men detta kan alltså i princip översättas till en mängd koldioxid.

Utgångspunkten för denna rapport är att Sverige bör se till att den som släpper ut koldioxid inom landet bör betala marginalkostnaden för detta. Då har Sverige tagit sitt ansvar. Det går att hitta skäl för en lägre koldioxidskatt än så. Det kan vara rena egoistiska skäl – alltså att koldioxidskatten bara bör reflektera skador som drabbar Sverige och inte andra länder. Det kan också vara ekonomiska skäl. Man kan hävda att en

¹⁵ Staten kanske vet att marginalkostnaden ökar snabbt efter en viss punkt på grund av självförstärkande processer i klimatet. Då är handel med utsläppsrätter att föredra eftersom man då kan vara säker på att utsläppen inte kommer att passera den punkten. Priset på koldioxid blir däremot mer oförutsägbart. Om staten å andra sidan vet att marginalkostnaden för koldioxid är ganska konstant är en skatt en bättre lösning. Man vet då att skatten är ungefär lika med marginalkostnaden, medan utsläppens nivå inte är lika viktig och blir mer oförutsägbart (Weitzman 1974).

svensk koldioxidskatt främst leder till att produktion flyttar utomlands, eller att oljepriserna redan är för höga (alltså större än produktionskostnaden) eftersom oljemarknaden är monopoliserad. Antagandet i denna rapport är ändå att de koldioxidutsläpp som sker i Sverige bör möta sina kostnader.

Moraliska aspekter

Någon kan hävda att det är omoraliskt att skada någon annan genom att bidra till den globala uppvärmningen och att koldioxidutsläpp bör förbjudas. Det är detsamma som att säga att koldioxidskatten bör vara oändlig. Inga utsläpp skulle tillåtas, oavsett nytta. Om en ambulanshelikopter kan rädda ett barn efter en trafikolycka skulle det inte tillåtas om det innebar några som helst koldioxidutsläpp. Idén om att förbjuda koldioxidutsläpp är alltså uppenbart absurd. Förbud är inte en proportionell åtgärd när det handlar om sådana indirekta risker som klimatförändringen medför. En avvägning måste göras mellan den globala uppvärmningens kostnader å ena sidan och fördelarna med att använda fossila bränslen å andra sidan. Det betyder en koldioxidskatt som inte är noll och inte oändlig, utan någonstans mittemellan.

Ibland hör man också att vi kanske inte bör förbjuda utsläpp, men sänka utsläppen ”så mycket som möjligt”. Vad är ”så mycket som möjligt”? Det finns en uppsjö av åtgärder som kan vidtas, från att effektivisera kolkraftverk till att skrota alla ambulanshelikoptrar. För att avgöra vilka som är värda att vidta och vilka som inte är det behövs en koldioxidskatt (eller handel med utsläppsrätter). Då genomförs utsläppsminskningen på billigast möjliga sätt. För varje detaljreglering som skulle minska utsläppen är det bättre att höja koldioxidskatten.

I cost-benefit-analysens natur ligger att alla kostnader uttrycks i pengar. Det gäller även försämrad hälsa och dödsfall. I svenska cost-benefit-analyser sätts värdet på ett statistiskt liv till 23 739 000 kronor.¹⁶ Det är förståeligt att alla inte känner sig bekväma med detta, men för att beslut ska kunna fattas måste dödsfall kunna värderas. Det är viktigt att poängtera att detta endast gäller statistiska liv. Ingen förespråkar att cost-benefit-analyser ska användas när det handlar om identifierbara personer.

Som privatpersoner fattar vi dagligen beslut där vi väger in risker. Är vi beredda att betala 5 000 extra för att ha en airbag i baksätet på bilen? På samma sätt måste staten resonera när den bestämmer exempelvis vilka infrastrukturinvesteringar som ska göras eller hur luftföroreningar ska regleras.

Det är viktigt att notera att påverkan på andra människors liv, hälsa och egendom endast är indirekt. Det är anledningen till att vi inte förbjuder koldioxidutsläpp helt, trots att vi inte tillåter att man utsätter andra för direkt risk för skada. Den globala uppvärmningen påverkar sannolikheten för exempelvis dödsfall på ett komplext sätt. För vissa minskar sannolikheten medan den ökar för andra. Nettot blir dock fler dödsfall och därför uppstår en negativ externalitet. Det vore dock orimligt att förbjuda alla aktiviteter som indirekt riskerar att öka sannolikheten för dödsfall. Ett exempel är luftföroreningar från trafiken.

¹⁶ Trafikverket (2014), kapitel 9.

Enligt vissa beräkningar dör tusentals människor i Sverige varje år som en följd av dålig luftkvalitet, men politikerna väljer ändå inte att förbjuda fordonstrafik eftersom konsekvenserna av detta skulle bli värre för samhället.

En liberal kan känna sig obekväm med att staten ska rätta till det marknadsmisslyckande som klimatförändringen innebär. Men växthusgasutsläpp innebär en kränkning av andra människors rätt till sin egendom (genom exempelvis skador på fastigheter på grund av extrema väderhändelser) – och potentiellt liv och hälsa.

I frånvaron av direkt statligt ingripande kan man tänka sig att alla offer för klimatförändringarna gick samman i en grupptalan och stämde utsläpparna av växthusgaser. Dessa skulle då behöva kompensera offren för den globala uppvärmningen och på så sätt skulle externaliteten internaliseras.

Ett mer praktiskt sätt att hantera problemet, givet att det sträcker sig över flera generationer och involverar miljarder människor, är att staten beskattar koldioxidutsläpp och sedan kompenserar de drabbade. Förvisso kan det vara svårt att identifiera de drabbade så ett sätt kan vara att kompensationen sprids ut på alla människor genom lägre skatter. Det enda som behövs för samhällsekonomisk effektivitet är också att utsläppen beskattas. Vad som sedan sker med pengarna är en rättvisefråga.

Rättvisa och compensation

Läsaren kanske har noterat att rättviseaspekten helt saknas i teori-avsnittet. Det är avsiktligt och beror på välfärdsekonomens andra fundamentala teorem, som säger att man kan separera ekonomisk effektivitet och rättvisa. Pigouviansk skatt handlar bara om att uppnå det samhällsekonomiskt optimala utfallet – att göra kakan så stor som möjligt. Hur kakan sedan fördelas är en rättvisefråga. Med ”kakan” menas de totala resurserna i världen: i princip BNP justerad för hälso- och miljöeffekter.

Fördelningen av kakan kan ändras genom betalningar mellan individer, länder eller till och med generationer, så kallade klumpsummeöverföringar.¹⁷ En rimlig utgångspunkt kan vara att intäkterna från koldioxidskatten används för att kompensera dem som drabbas av klimatförändringarna. Detta skulle kunna ske indirekt genom de stater eller regioner som de drabbade bor i.

Man kan dock hävda att en sådan compensation för framtida utsläpp inte är tillräcklig. Exempelvis har i-länderna en större historisk skuld. Detta är däremot inte ett argument för att utsläppsminskningarna ska vara större i de rika länderna. Utsläppsminskningar bör göras där de är billigast. Detta påverkas inte av historiska utsläpp eller rättviseuppfattningar. Det följer av välfärdsekonomens andra teorem.

Ett relaterat resonemang menar att de fattigas nytta bör väga tyngre i beräkningarna än de gör i standardanalysen, där en krona i skada har samma vikt oavsett om den drabbar rik eller fattig. Detta kallas rättvisevägning (”equity weighting”). Det finns flera problem med rättvisevägning.

Nordhaus (2011) noterar att om rättvisevägning ska användas bör det användas konsekvent, det vill säga både mellan länder och mellan generationer. Om fattiga länder ska få större vikt relativt rika länder bör relativt fattiga generationer, det vill säga vi som lever i dag, få större vikt relativt framtida rika generationer. Rättvisevägning mellan länder tenderar att leda till en högre optimal koldioxidskatt, medan rättvisevägning av generationer sänker den optimala nivån på skatten. I Nordhaus modell är den optimala koldioxidskatten med rättvisevägning lägre än den utan rättvisevägning.

Det största problemet med rättvisevägning är inte märkliga konsekvenser utan att rättvisevägning inte är förenligt med välfärdsekonomens andra teorem och därför inte uppnår samhällsekonomisk effektivitet. Detta konstaterar också Anthoff och Tol (2010): Det glo-

¹⁷ Egentligen är det inte rena klumpsummeöverföringar eftersom överföringarna måste finansieras med skatter i det betalande landet. Dessa skatter medför kostnader i form av snedvridande effekter på ekonomin. Denna aspekt är dock sannolikt av mindre betydelse i sammanhanget. Dessutom medför betalningarna motsvarande minskning av snedvridningar i mottagarlandet om de används för att sänka skatterna där.

balt optimala scenariot, där alla länder samarbetar för att maximera världens välfärd, involverar inte rättvisevägning.

Anthoff och Tol visar att rättvisevägning kan vara optimalt om det av någon anledning inte går att göra kompenseringar mellan länder. Det finns exempelvis goda argument för att detta skulle vara politiskt besvärligt. Utsläppsminskningar är dock också politiskt besvärliga – förmodligen ännu besvärligare än betalningar till fattiga länder. Internationellt bistånd har pågått i över ett halvsekel – betydligt längre än det mer sentida fenomenet att väljarna bryr sig om globala miljöproblem. I Australien ledde införandet av en koldioxidskatt till en politisk backlash, medan bistånd alltså betalas ut.

Argumenten för att i-länderna av rättviseskäl bör införa en högre koldioxidskatt än vad sedvanlig cost-benefit-analys indikerar – och därmed sänka utsläppen mer – är alltså tunna. Det billigaste sättet att minska utsläppen är att införa en global, enhetlig koldioxidskatt. Kostnadsbördan för utsläppsminskningarna kan sedan fördelas genom att länder gör klumpsummeöverföringar mellan varandra.

Principen att klumpsummeöverföringar bör användas för att uppnå rättvisa gäller även mellan generationer. Om diskontering görs med marknadsräntor kommer ”investeringar” i utsläppsminskningar bara att ske om det inte finns någon annan investering som ger högre avkastning. Därmed uppnås ekonomisk effektivitet – kakan blir så stor som möjligt. Kakan kan sedan fördelas mellan generationer genom klumpsummeöverföringar. Ett enkelt sätt är att justera storleken på statsskulden. Om man vill omfördela resurser till framtida generationer går det även att bygga upp statliga fonder av norsk modell. Man kan också tänka sig ökade investeringar i infrastruktur och forskning, om dessa bedöms vara samhällsekonomiskt försvarbara.

Observera att detta resonemang också gäller om man vill fördela från framtida till nuvarande generationer. Att vi kommer att vara rikare i framtiden är inte ett argument mot utsläppsminskningar. Om de nu levande vill berika sig på framtida generationers bekostnad är det mest effektivt att göra detta genom att öka statsskulder och plundra pensionsfonder. Att utsläppsminskningar sker i den mån de är optimala, varken mer eller mindre, ligger i alla generationers intresse.

Diskontering

Det mest omstridda ämnet inom klimatförändringens ekonomi är diskontering. Diskonteringen betyder att kostnader värderas lägre i samhällskostnadskalkylen ju längre in i framtiden de ligger. Diskonteringen används alltid i samhällsekonomska cost-benefit-analyser. Anledningen till att pengar i framtiden är värda mindre än pengar i dag är att pengar i dag kan investeras till en ränta. Om räntan är 10 procent är 100 kronor som investeras i dag värda 110 kronor nästa år, när pengarna ska användas. Enligt samma logik motsvarar en kostnad på 100 kronor nästa år bara 90 kronor i dag.

Den omtalade Sternrapporten, döpt efter utredaren Nicholas Stern (2007) och beställd av den brittiska regeringen, använde en mycket låg diskonteringsränta (1,4 procent). Detta är mycket lägre än i den övriga forskningslitteraturen om global uppvärmning och är en huvudförklaring till att Stern kom fram till så mycket högre koldioxidkostnader än de flesta andra forskare.¹⁸

Expertkritiken mot Sternrapporten och dess diskonteringsränta har varit omfattande. William Nordhaus skriver om Sternrapporten: ”Rapporten bör läsas primärt som ett dokument som är politiskt till sin natur och som har opinionsbildning som sitt syfte.”¹⁹

Med ett räkneexempel visar Nordhaus vilka absurda konsekvenser den låga diskonteringsräntan får. Han tänker sig en liten defekt i klimatet som skulle sänka inkomsterna med 0,1 procent varje år från år 2200 och framåt. Eftersom inkomsterna kommer att vara högre i framtiden motsvarar det en inkomstsänkning från 130 000 dollar till 129 870 dollar per person.

Hur mycket skulle vi vara beredda att betala av vår inkomst i år (10 000 dollar i världen i snitt) för att undvika denna händelse om 200 år? I princip ingenting, säger sunt förnuft och konventionell cost-benefit-analys. Om man väljer samma diskonteringsränta som Stern blir resultatet helt annorlunda. Då skulle vi vara beredda att ge upp 56 procent av vår inkomst och alltså gå från 10 000 dollar till 4 400 dollar under ett år för att avvärja risken för denna lilla defekt.²⁰

Cambridgeprofessorn och hållbarhetsexperten Partha Dasgupta är också kritisk till de parametervärden som används i Sternrapporten. Han skriver:

¹⁸ Stern utgår från Ramseyekvationen: $r = \rho + \theta g$, där r är diskonteringsräntan, ρ är den rena diskonteringen av framtiden, θ är relativ riskaversion (en parameter som mäter hur mycket nytta av pengar minskar när vi får mer pengar) och g är årlig inkomstillväxt. Stern satte $\rho = 0,1\%$ (för att reflektera risken för att en stor katastrof inträffar så att alla utsläppsminskningar är meningslösa), $\theta = 1$ och $g = 1,3\%$. Detta ger $r = 1,4\%$. Debatten handlar om de låga värdena på ρ och, i något mindre utsträckning, θ . Termen θg implicerar inte något normativt ställningstagande om omfördelning från rika till fattiga utan är bara ett konstaterande att räntan är högre om tillväxten är högre. Detta är alltså skilt från diskussionen om rättvisevägning.

¹⁹ Nordhaus (2007), sid 688.

²⁰ Ibid, sid 696.

Anta att samhällets avkastning på investeringar är 4 procent. Det är lätt att visa att den nuvarande befolkningen i en sådan teoretisk ekonomi borde spara hela 97,5 procent av sin produktion för framtiden! ... Att acceptera det vore att hävda att den nuvarande generationen i den teoretiska ekonomin bokstavligen borde svälta sig själv så att framtida generationer kan få ständigt ökande konsumtionsnivåer.²¹

Man kan diskutera i vilken mån diskontering är moraliskt och lämpligt. Valet av diskonteringsränta är i grunden en etisk fråga.²² Det som dock är ofrånkomligt är att stater redan nu diskonterar framtida kostnader när de fattar beslut. Världens resurser är begränsade och problemen i behov av lösningar många – att forska om cancer, utrota polio, minska dödligheten i trafiken genom att bygga mitträcken och att bekämpa miljöproblem som förorening och övergödning. Beräkningarna av den globala uppvärmningens samhällskostnader kan ses som ett sätt att göra avvägningen mellan utsläppsminskningar och satsningar på att lösa de andra problemen.

Eftersom exempelvis Trafikverket diskonterar framtida nytta och kostnader (med 3,5 procent²³) när de avgör om det är samhällsekonomiskt lönsamt att bygga om en väg till 2+1-standard måste också klimatförändringens kostnader diskonteras. Annars blir jämförelsen inte rättvis och politikerna fattar inte det beslut som maximerar samhällets välfärd.

Att hushåll och stater lägger mindre vikt vid framtida händelser än det som händer i dag reflekteras i exempelvis avkastningen på börsen, statsskuldräntorna och diskonteringsräntan i cost-benefit-analyser. Genom att fatta investeringsbeslut sätter politiker och den privata sektorn ett implicit pris på framtiden. Det vore inkonsekvent att använda en annan diskonteringsränta (annat pris på framtida konsumtion) i klimatsammanhang.

Om vi som samhälle beslutar oss för att (som Stern vill) ha en mycket låg diskonteringsränta skulle det få effekter på statsskulder, pensionssystem och investeringar i forskning och infrastruktur. Sparandet som andel av nationalinkomsten skulle behöva bli mycket högre (97,5 procent enligt Dasgupta). En sådan förändring av diskonteringsräntan bör föregås av en samhällsdebatt och inte smygas in i värderingen av koldioxidutsläpp.

²¹ Dasgupta (2006), sid 7.

²² Detta har de socialdemokratiska riksdagsledamöterna Sommestad & Karlsson (2013) insett.

²³ Trafikverket (2014), kapitel 3.

Marknadsmisslyckanden

Ibland påstås att misslyckanden på marknaden gör att en enhetlig koldioxidskatt inte är det billigaste sättet att sänka utsläppen. Ett exempel är när EU förbjöd glödlampor med motiveringen att konsumenterna inte var rationella nog att inse att de borde gå över till mer energisnåla lampor – trots att koldioxidkostnaden är inbakad i elpriset.

Det är dock viktigt att inse att bara för att det finns ett marknadsmisslyckande – global uppvärmning – betyder det inte att det finns andra marknadsmisslyckanden – exempelvis att ny teknik inte tas i anspråk i optimal utsträckning – och därmed ett frikort för ytterligare statliga ingripanden. Att vi lever i en marknadsekonomi är numera accepterat över hela den politiska skalan. Staten bör i normalfallet lämna marknaden oreglerad och bara ingripa om det finns skäl att göra det.

Företag anses i allmänhet veta bäst hur de kan minska sina kostnader. Det finns inga regler som styr antalet anställda i hemelektronikbutiker (för att företagen inte är kapabla att själva kapa onödiga personal-kostnader) eller lokalkostnaderna för banker (för att dessa skulle vara irrationellt stora). När det gäller energi och miljö, däremot, hävdas det att företagen inte minskar sina egna kostnader, trots att det vore i deras intresse att göra det. Därför har stater infört en mängd regleringar av energieffektivitet och liknande.

Det finns dock ingenting som säger att företag skulle vara mer benägna att släppa ut ineffektivt mycket koldioxid (givet en korrekt koldioxidskatt) än de skulle vara att använda ineffektivt mycket personal eller ineffektivt stora lokaler. I allmänhet utgår staten ifrån att företagen själva minimerar sina kostnader bäst. Samma resonemang kan förstås tillämpas på privatpersoner.

Man bör därför vara skeptisk till påståenden om att det finns stora lönsamma energieffektiviseringar att göra. Varför skulle politikerna ha tillgång till mer information än företagen? När politikerna detaljreglerar finns också den överhängande risken att de inte gör det för att rätta till ett marknadsmisslyckande utan för att gynna ett särintresse eller tillfredsställa en opinion som exempelvis gillar vindkraft.

En tung bevisbörda ligger på den som vill införa detaljregleringar av klimatskäl. Med största sannolikhet är en enhetlig koldioxidskatt ett effektivare sätt att uppnå den utsläppsminskning man är ute efter.

Vissa akademiker har föreslagit statliga satsningar på forskning inom miljöteknik.²⁴ Anledningen skulle vara att ett företags forskningsinvesteringar spiller över till andra företag och därmed ger positiva effekter som de inte tar med i sin kalkyl. Därför skulle investeringar i ny miljöteknik bli ineffektivt låga. Denna typ av intervention kan vara lämpligare än direkta subventioner eftersom den rimligtvis inte har lika stor risk att kapas av ett särintresse.

24 Acemoglu m fl (2012), Lomborg (2007).

Slutsatser

Klimatförändringen hanteras bäst med en koldioxidskatt eller handel med utsläppsrätter. Priset på koldioxid bör vara i linje med den skada ett ton koldioxid tros orsaka globalt. Målet med koldioxidskatten bör vara att åstadkomma samhällsekonomisk effektivitet. När koldioxidutsläpparna betalar sina kostnader görs bara utsläpp om nyttan för samhället överstiger kostnaden. Då uppnås samhällsekonomisk effektivitet – kakan blir så stor som möjligt. Fördelningen av kakan kan sedan ändras genom klumpsummeöverföringar mellan länder eller generationer.

När koldioxidkostnaden beräknas bör kostnader i framtiden diskonteras. Detta beror på att det är så staten utvärderar alla andra investeringar med kostnader och nyttor i framtiden. Att inte diskontera klimatkostnader vore inkonsekvent.

De flesta beräkningar av koldioxidens samhällskostnad ligger mellan 100 och 300 kronor per ton. Inom detta spann ligger också de bedömningar som gjorts av de amerikanska och australiensiska regeringarna. Det är svårt att finna vetenskapligt stöd för en koldioxidskatt som är högre än 300–400 kronor per ton. Sveriges koldioxidskatt på 1 080 kronor per ton är alltså sannolikt minst tre gånger för hög.

Denna rapport har också konstaterat att politikerna bör vara försiktiga med särskilda regleringar och skatter. En enhetlig koldioxidskatt är i regel det effektivaste sättet att minska utsläppen. Det finns goda skäl att tro att politikerna inte besitter tillräcklig information för att kunna detaljreglera. Dessutom gör sig politikerna sårbara för lobbying, vilket innebär att utfallet ofta är långt ifrån det samhällsekonomiskt optimala.

Rekommendationerna kan alltså sammanfattas så här: Beskatta utsläpp och inget annat än utsläpp, beskatta utsläppen enhetligt och beskatta utsläppen i nivå med skadan som orsakas.

Sammanfattningsvis visar denna rapport att svensk klimatpolitik på viktiga punkter avviker från dessa rekommendationer. Politiken är utformad för att tillfredsställa särintressen snarare än för att minska utsläppen på effektivast möjliga sätt. En sådan stor utmaning som den globala uppvärmningen kräver att politikerna tar till sig av den vetenskap som finns – både den naturvetenskapliga forskningen och den kunskap som finns inom nationalekonomin om hur problemet kan hanteras på ett sätt som maximerar samhällets välfärd.

Referenser

- Acemoglu, Daron, Aghion, Philippe, Bursztyn, Leonardo & Hemous, David (2012), The environment and directed technical change. *American economic review*, 102(1):131–166.
- Anthoff, David & Tol, Richard S. J. (2010), On international equity weights and national decision making on climate change. *Journal of environmental economics and management*, 60(1):14–20.
- Anthoff, David & Tol, Richard S. J. (2013), The climate framework for uncertainty, negotiation and distribution (FUND), technical description, version 3.7, <<http://www.fund-model.org/Fund-3-7-Scientific-Documentation.pdf>>.
- Baumol, William J. (1972), On taxation and the control of externalities. *American economic review*, 62(3):307–322.
- Brännlund, Runar, Nilsson, Isabelle & Söderholm, Patrik (2010), Samhällsekonomska värden av olika miljöeffekter vid ett ökat utnyttjande av biogas. Bilaga 2 till *Förslag till en sektorsövergripande biogasstrategi* (ER2010:23). Eskilstuna: Energimyndigheten, <http://pure.ltu.se/portal/files/4985517/Bilaga_2_till_ER2010_23.pdf>.
- Cai, Yongyang, Judd, Kenneth L. & Lontzek, Thomas S. (2013), The social cost of stochastic and irreversible climate change. *NBER Working Paper 18704*. Cambridge: The National Bureau of Economic Research.
- Dasgupta, Partha (2006), Comments on the Stern review's economics of climate change, <<http://www.econ.cam.ac.uk/people/emeritus/pd10000/publications/sterno7.pdf>>.
- EPA (2013), *Fact sheet : social cost of carbon*, <<http://www.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/scc-fact-sheet.pdf>>.
- Finansdepartementet (2013), *Beräkningskonventioner 2014*, <<http://www.regeringen.se/content/1/c6/22/54/82/2127b027.pdf>>.
- Garnaut, Ross (2011), *The Garnaut review 2011 : Australia in the global response to climate change*. Melbourne: Cambridge University Press, <<http://www.garnautreview.org.au/update-2011/garnaut-review-2011/garnaut-review-2011.pdf>>.
- Golosov, Mikhail, Hassler, John, Krusell, Per & Tsyvinski, Aleh (2014), Optimal Taxes on Fossil Fuel in General Equilibrium. *Econometrica*, 82(1):41–88.
- IPCC (2013), Summary for Policymakers. *Climate change 2013 : the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf>.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, <<http://mitigation2014.org>>.
- Lomborg, Bjørn (2007), *Cool it : the skeptical environmentalist's guide to global warming*. New York: Random House.
- Nordhaus, William (2007), A review of the Stern review on the economics of climate change. *Journal of economic perspectives*, 45(3):686–702.
- Nordhaus, William (2011), Estimates of the social cost of carbon : background and results from the RICE-2011 model. *Cowles Foundation Discussion Paper 1826*, <<https://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d18a/d1826.pdf>>.
- Sommestad, Lena & Karlsson, Sara (2013), Den samhällsekonomska diskonteringsräntan. *Motion 2013/14:Fi301*, <http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Forslag/Motioner/Den-samhallsekonomska-diskont_H102Fi301>.

Stern, Nicholas (2007), *The economics of climate change : the Stern review*. Cambridge: Cambridge University Press.

Tol, Richard (2008), The social cost of carbon : trends, outliers and catastrophes. *Economics : the open-access, open-assessment e-journal* 2, <<http://dspace.cigilibrary.org/jspui/bitstream/123456789/28253/1/The%20Social%20Cost%20of%20Carbon%20-Trends%20Outliers%20and%20Catastrophes.pdf?1>>.

Tol, Richard (2011), The social cost of carbon. *Annual Review of Resource Economics*, 3:419–443.

Trafikanalys (2011), *Internalisering av trafikens externa effekter – nya beräkningar för väg och järnväg*, PM 2011:6, <http://trafa.se/PageDocuments/Internalisering_av_trafikens_externa_effekter_-_nya_berakningar_foer_vaeg_och_jaernvaeg.pdf>.

Trafikverket (2014), Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: Asek 5.1, <<http://www.trafikverket.se/Foretag/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/>>.

Weitzman, Martin L. (1974), Prices vs. quantities. *Review of Economic Studies*, 41(4):477–491.