

Växthuseffekten – vad bör Sverige göra?

Energi- och koldioxidskatterna innebär att Sverige nu har en ambitiös klimatpolitik, så kostsamma ytterligare insatser, tex på biobränsleområdet, bör kunna vänta. Sverige bör verka för en internationell harmonisering av denna beskattning och ge bistånd till bl a skogsplantering i u-länder. Till dessa slutsatser kommer Lars Hultkrantz i denna genomgång av ekonomiska och politiska aspekter på problemet med växthusgaserna.

Av alla de miljöproblem som världen står inför framstår hotet om en betydande uppvärmning av jordens klimat till följd av ökade halter växthusgaser i atmosfären som det största och besvärligaste. FNs miljökonferens i Rio de Janeiro i juni innebar att ett internationellt erkännande vanns för frågans allvar. Sverige har redan vidtagit vissa åtgärder. Men vad kan vi och bör vi egentligen göra? I denna artikel ger jag en bakgrund och diskuterar några specifika problem och möjligheter för den svenska klimatpolitiken.

Växthuseffekten

Människan håller på att rubba den balans som ger de ytterst speciella temperaturförhållanden som gör just vår planet beboelig. En avgörande roll för detta spelar växthuseffekten av den vattenånga som finns i luften. Den kortvågiga instrålningen från solen har lättare att slippa genom ångan än den mer långvågiga återstrålningen från jorden. Utan den vär-

meinstängning som ångan åstadkommer skulle genomsnittstemperaturen vid jordytan vara -18 grader istället för de mer behagliga +15 grader som vi har. Nu ökar emellertid atmosfärens innehåll av andra gaser som också ger en sådan drivhuseffekt, särskilt koldioxid,¹ snabbt.

Denna process blir inte lätt att hejda. Växthusgaserna kommer inte från utsläpp från någon särskild industribransch utan är först och främst restprodukter från den moderna ekonomins "blodomlopp": energi- och trafiksystemen. Reningsteknologin befinner sig än så länge på science fiction-stadiet och rening tycks hur som helst komma att bli mycket dyrt eftersom det skulle absorbera en stor mängd

¹ Drivhusgaserna är koldioxid, metan, lustgas (dikväveoxid) och freoner (klor-fluor-karboner). Knappt hälften av den omedelbara uppvärmningseffekten från det nuvarande atmosfärrinnehållet av sådana gaser kommer från koldioxid. På grund av den långa uppehållstiden i atmosfären svarar emellertid koldioxiden för fyra femtedelar av den långsiktiga uppvärmningseffekten (Nordhaus [1991, s 921]). När jag fortsattningvis talar om koldioxidhalten menar jag "koldioxidekvivalenter", således med hänsynstagande även till övriga växthusgaser.

*Docent LARS HULTKRANTZ är
tf professor i nationalekonomi med
inriktning mot turism och rekreation
vid Umeå universitet.*

energi.² Bara att försöka bibehålla utsläppen på nuvarande nivå ter sig därför som en mycket stor uppgift. Jorden har en ung befolkning som med demografisk nödvändighet kommer att fördubblas (plus/minus några miljarder) under nästa sekel. Av många skäl önskar vi att dess genomsnittliga levnadsstandard snabbt skall närma sig den nivå som de rika länderna idag har. En någorlunda gynnsam utveckling av världsekonomin leder emellertid, om inget särskilt görs för att hejda utsläppen, till en kraftig acceleration av de årliga utsläppen av växthusgaser.³

Trots att en betydande mängd kol har ackumulerats i atmosfären under den industriella epoken är det därför inte så mycket den hittillsvarande utvecklingen som den framtida som väcker oro. Idag cirkulerar 1,5 procent av jordens kolförråd i atmosfären. Vi har emellertid 20,5 procent av kolförrådet i reserverna av fossila bränslen. På något sekels sikt kan vi därför genom eldning mångdubbla atmosfärens koldioxidhalt. Allt kol som eldas stannar dock inte i atmosfären. Processerna för nedblandning i världshaven (som idag innehåller 74 procent av den totala kolmängden) sätter eventuellt en övre gräns för luftens koldioxidhalt vid sex gånger den förindustriella nivån. Detta tak kan, om inget görs, tänkas bli nått om cirka 250 år (Cline [1991a]).

Hittills har atmosfärens innehåll av koldioxid ökat med en fjärdedel. Utan motåtgärder kommer nivån att vara fördubblad i jämförelse med den förindustriella nivån om knappt 40 år.⁴ Eftersom uppvärmningen av världshaven medför en tidsfördröjning på två decennier kommer klimateffekten av denna fördubbling att få fullt genomslag i mitten av nästa sekel.

Klimateffekterna av denna utveckling är osäkra. Osäkerheten gäller inte den direkta drivhuseffekten utan de indirekta effekter som denna ger upphov till, tex klimatpåverkan av förändrad molnighet och snotäckning. Ett försök att ge "vetenskapens" bästa nuvarande ståndpunkt i

denna fråga har genomförts i FNs regi i en expertpanel (IPCC 1990);⁵ ett arbete som inbegripit närmare 500 forskare under ledning av professor Bert Bolin vid Stockholms universitet. Panelen uppskattar som centralvärde att en fördubbling av koldioxidhalten innebär en temperaturökning på 2,5 grader. Osäkerhetsintervallet anges till 1,5–4,5 grader.⁶ På längre sikt skulle detta innebära att medeltemperaturen höjs med 10 grader (Cline [1991a]).⁷

² Koldioxid kan avskiljas ur rökgasen på kemisk väg eller genom nedkylning under tryck. Koldioxid kan sedan i fast form sänkas i hav. Kummel & Schussler [1991] beräknar att energitågningen minskar energiutbytet med 38 procent. Dudek & LeBlanc [1990] uppskattar kostnaden till 60 USD/ton koldioxid (220 USD/ton kol).

³ Årsutsläppet blir fyra gånger större än nu år 2100 enligt ett scenario för världsekonomin som forutsätter god ekonomisk tillväxt (2,6 procents årlig BNP-tillväxt), förhållandevis långsam befolkningsökning (10 miljarder år 2100) och att inga "klimatpolitiska" åtgärder vidtas (EPA [1989]).

⁴ Detta är IPCCs [1990] bedömning. Lindzen [1992] hänvisar till en senare tysk studie som beräknar ett långsammare förlopp.

⁵ För en framstående dissidents uppfattning, se Lindzen [1992].

⁶ Att centralvärdet är lägre än medelvärdet avspeglar bl a insikten att den hittillsvarande ökningen av medeltemperaturen varit lagre än vad den "borde" ha varit med hansyn till den höjda halten av växthusgaser (0,45 grader istället för 0,8 grader).

⁷ Detta gäller vid en sexdubbling av koldioxidhalten. Verkningsarna av en klimatändring beror inte i första hand på medeltemperaturökningen i sig utan på hur de extrema klimatutfallen förändras, tex längre torrperioder. Medeltemperaturökningen ger emellertid ett mått på "störningsgraden".

Skadekostnaden

Hur allvarlig är en sådan utveckling? Ett sätt att bedöma detta är att relatera dessa temperaturökningar till den historiska temperaturvariationen. Ett möjligt referensvärde är jordens nuvarande medeltemperatur plus två grader, vilket ger den högsta medeltemperatur som människo-varelser har upplevt. En grad över inträffade senast för åttatusen år sedan. För att hitta fem grader över den nuvarande temperaturen får man söka sig flera tiotals miljoner år bakåt i tiden (Pearce [1991]).

Människan är emellertid anpassningsbar och har med nuvarande tekniska och ekonomiska nivå unika förutsättningar att möta stora utmaningar från naturförhållandena, särskilt när anpassningstiden är lång. Historiska jämförelser är därför inte särskilt relevanta, utan bedömningen av allvaret i klimatförändringar måste göras genom analys av de effekter som kan tänkas uppstå.

En gradvis klimatuppvärmning leder antagligen till kollaps för många enskilda arter och ekologiska system men behöver inte bli så kännbar för människan och hennes livsmiljö. Människan är redan anpassad till en betydande geografisk temperaturvariation. I det ekonomiska systemet är det främst jordbruket som drabbas, men inte ens där är effekten entydig. Höjd koldioxidhalt i sig ökar jordbrukets produktivitet och jordbruket i kallare områden kan eventuellt komma att gynnas av uppvärmningen.

De ekonomiska analyser som har gjorts visar därför förhållandevis låga kostnader. Nordhaus [1991a] skattar skadekostnaden av en fördubblad koldioxidhalt genom att dekomponera USAs BNP i olika delar med avseende på klimatkänslighet. Denna analys ger en skattad kostnad på 0,25 procent av BNP. Nordhaus erkänner att denna metod utesluter "mjuka" välfärdskomponenter och anger därför kostnaden till under 1 procent av BNP, "säkert" under 2 procent. Ayres & Walter

[1991] hamnar i närheten av 2 procent efter vissa ändringar i och tillägg till Nordhaus kalkyl. Cline [1991b, 1992] gör en mer omfattande granskning av kostnaderna i USA av uppvärmning. Medan Nordhaus metod är nedbrytning "uppifrån" försöker Cline bygga upp en totalkostnad "nedifrån" och värderar betydligt fler komponenter, inklusive effekter på hälsa, rekreation etc.⁸ För fördubblingsfallet blir hans skadekostnad ungefär 1 procent av BNP. Han värderar även ett mer långsiktigt alternativ (år 2250) och når en skadekostnad på 6 procent av BNP.

Ur dessa kostnadsuppskattningar kan man härleda ett "kolvärde", dvs värdet av en åtgärd som minskar utsläpp av koldioxid motsvarande ett ton kol. Med Nordhaus nedre skadekostnad blir detta kolvärde 3,2 USD/ton. Med enprocentsnivån blir skadekostnaden 12,7 USD/ton (Nordhaus [1991b, s 65]). Detta kan jämföras med den nya svenska koldioxidavgiften som motsvarar 49 USD/ton (kol) för industrin och 196 USD/ton (kol) för hushåll.⁹ För att motivera den lägsta svenska avgiftsnivån krävs alltså att skadekostnaden bedöms vara minst fyra gånger större än vad Cline beräknar. Ingen vet om detta är fel, men klart är att den svenska avgiftsnivån innebär en ambitiös klimatpolitik.

De ekonomiska konsekvenserna kommer att bli skilda för olika länder. Ett viktigt skäl är att jordbruket drabbas i vissa regioner men eventuellt gynnas i andra. Ett annat skäl är att vissa länder är särskilt känsliga för en höjd havsvattennivå. Det senare är dock något som förväntas inträffa först "bortom" en fördubbling av koldioxidhalten, eftersom glaciärerna i Antarktis troligen kommer att växa vid en mindre temperaturökning.

Rose [1992] försöker sig på att rang-

⁸ Att resultatet är behaftat med stor osäkerhet behöver kanske inte understrykas.

⁹ Efter kursen 1 USD = 6 SEK.

ordna de ekonomiska konsekvenserna i några grupper av länder. Indonesien får "mycket höga kostnader", USA "höga", EG och Kina "över genomsnittet", centrala Afrika "under genomsnittet" och Canada "låga kostnader". Förmodligen borde Norden hamna i samma kategori som Canada. Jordbrukets betydelse är liten, men dess produktion och lönsamhet kan förväntas öka, även om bl a behovet av bekämpningsmedel ökar (Hasund [1991] och Umaerus [1991]). Skogsbruket påverkas positivt av ökad koldioxidhalt i luften men negativt av temperaturförhöjning (Linder [1991]). Mildare vintrar innebär lägre uppvärmningskostnader och lägre krav på byggnader. Samtidigt torde behovet av luftkonditionering endast öka måttligt. Över huvud taget innebär en temperaturökning hos oss flera positiva effekter som balanserar de negativa effekterna, varför den totala kostnaden kan förväntas bli lägre än i många andra områden.

Den svenska ekonomin är emellertid inte isolerad. Lägre skördar i världen får konsekvenser för våra livsmedelspriser. Ekonomisk olycka i fattiga länder, eller i södra Europa, leder till folkomflyttningar, ökar kraven på bistånd från mindre drabbade länder och försvårar en utveckling mot en fredligare värld. En kanske ännu mer bekymrande invändning är att vi inte kan bortse från risken att bedömningarna av klimatförändringarna inte bara är felaktiga när det gäller nivån utan, framförallt, förbiser faktorer som kan ge tvära kast. En sådan möjlighet är tex att vissa havsströmmar vänder p g a förändringar i temperaturdifferenser, något som skulle kunna få särskilt dramatiska konsekvenser för oss.

Åtgärder mot växthuseffekten

Utsläppen av koldioxid härrör huvudsakligen från energi- och trafiksystemen och, till cirka en fjärdedel, från avskogningen av tropiska skogar. Aktiviteten i energi-

och trafiksystemen beror av den ekonomiska aktiviteten i stort, dvs av befolkningens storlek och av inkomster per capita. Energieffektiviteten, dvs energiåtgången per inkomstenhet, påverkas av en rad faktorer. Länder som (västra) Tyskland och Japan har en dubbelt så hög energieffektivitet som USA. OSS-staterna, östra Europa och många länder i tredje världen har mycket låg energieffektivitet.

De fossila bränslena är fixerade under geologiska tidsperioder. Genom användningen av dem hamnar det tidigare bundna kolet i atmosfären. Där kommer det att ingå i ett komplicerat kretslopp mellan olika kolpooler. Uppehållstiden i atmosfären är cirka tre år, i vegetation cirka ett år för blad och gräs, cirka trettio år för ved. I förnan (de förmultnande växtresterna) finns kolen något år, i den underliggande mineraljorden cirka 300 år. Kol som löses, diffunderas in eller på annat sätt hamnar i havsvatten uppehåller sig där i genomsnitt 400 – 500 år, upp till tusen år (Gustafsson [1989]).

Atmosfärens innehåll av koldioxid kan därför begränsas inte endast genom minskning av tillflödet från fossilt bundet kol. Man kan även försöka öka den mängd kol som binds i de andra kolpoolerna, dvs deponera kolet i "kolsänkor". Sådant åtgärder ger dock ingen slutgiltig lösning på problemet. Sänkornas kapacitet är begränsad. Vidare sker ett ömsesidigt utbyte mellan atmosfären och de olika kolsänkorna, vilket innebär att en del av det bundna kolet ändå spiller över till atmosfärisk form.

Världshaven är den viktigaste kolsänkan. Nedblandningsprocesserna har dock betydelse först på flera sekels sikt. Det finns flera idéer kring hur de skulle kunna påskyndas. En teoretisk möjlighet med låga kostnader är gödsling av världshaven, särskilt vid Antarktis. Utgångspunkten är att plankton tillväxten begränsas av förekomsten av järn. En ökad planktonbildning leder till att bundet kol sedimen-

teras på havsbotten. Järngödsling skulle i teorin under ett århundrade årligen kunna absorbera två tredjedelar av den nuvarande årliga nettoökningen av atmosfärens kolinnehåll (Sedjo [1991], EPA [1989]).

Åtgärder för att öka virkesförråden (beskogning mm) kan tänkas bidra till ökad absorption under tjugo till hundra år. Trots att detta tidsperspektiv är kortare än det vi måste anlägga på växthusproblemet som helhet är det ur andra aspekter mycket långt. Det är fullt tillräckligt för att vara intressant som möjlighet att vinna tid i väntan på tekniska lösningar som till rimlig kostnad kan minska energi- och transportsystemens koldioxidutsläpp.

Kostnad för åtgärder

Frågan är hur långt det är rimligt att gå i ambitionen att minska koldioxidutsläppen. Åtgärdskostnaderna skall ställas mot värdet, dvs mot skadekostnaderna vid temperaturökning. Vissa åtgärder kan motiveras helt på andra grunder eller ha en försumbar kostnad. Sådana alternativ (*no-regret options*) kan finnas tex på grund av ofullkomligheter i de politiska beslutssystemen. Några viktiga exempel är den betydande subventioneringen av kolproduktion i USA och i flera västeuropeiska länder samt subventionering av olja i åtskilliga u-länder. Shah & Larsen [1992] uppskattar att enbart borttagande av sådana subventioner skulle minska världens utsläpp av koldioxid med åtta procent. Andra exempel är avsaknad av trängsel- och utsläppsavgifter för "säkra" miljöskador från användning av fossila bränslen av andra skäl än klimatpåverkan (Viscusi [1992]), brister i det ekonomiska systemet i fd planekonomier osv. Andra åtgärder har mycket höga kostnader. En övre nivå ges av kostnaderna (inklusive miljökostnaderna) för icke-fossilbränslebaserade tekniker, tex kärnkraft och solceller.

Åtgärderna för att motverka växthuseffekten är framtidsinriktade investeringar. Påverkan på klimatet nås först efter en viss tid. Det är osäkert om och hur mycket olika åtgärder verkligen får effekt. Även om effekterna kunde säkerställas är det oklart hur angelägna dessa åtgärder är. Det innebär att det inte bara är på skadesidan det finns inslag av irreversibilitet, dvs oåterkalleliga skador som inte går att "reparera" i efterhand (tex utslagning av arter). Samma problem finns även på kostnadssidan; nedlagda kostnader i åtgärder som "inte behövdes" är för alltid förlorade.

Problemets investeringskaraktär gör att den effektiva åtgärdsnivån i hög grad beror av alternativkostnaden för kapital, dvs räntesatsen. Nordhaus utgår i ett alternativ från skadenivån en procent av BNP och en räntesats lika med ekonomins tillväxttakt plus en procentenhet. I detta fall är åtgärder ekonomiskt motiverade upp till en reduktion av utsläppsnivån med elva procent. Av detta kommer nästan inget från åtgärder på skogsområdet, nio procentenheter från avveckling av CFC-gaserna och endast två procentenheter från åtgärder för att reducera koldioxidutsläppen. I ett alternativ med det övre värdet för skadekostnaden (två procent av BNP) och dessutom en något lägre ränta (lika med tillväxttakten), innebär en effektiv politik att halten av växthusgaser (i koldioxidekvivalenter) minskas med en tredjedel. I detta fall utnyttjas den övervägande delen av de möjligheter som finns att påverka beskowningen.

Cline [1991b, 1992] redovisar liknande beräkningar med utgångspunkt från sina uppskattningar av skadekostnaderna. Den högre skadekostnaden i det långa tidsperspektivet (sex procent av BNP på 250 års sikt) motiverar i Clines analys en reduktion av utsläppen med 50 procent. För att komma till denna slutsats måste han emellertid anta en låg realränta (1,5 procent). Clines argument på denna

punkt kritiseras av Pearce [1991, s 23–26] som finner det svårt att finna stöd för antaganden om realräntan under, som lägst, 2,5 procent.

Den bild dessa studier ger är därför att även om kostnaderna för vissa åtgärder är låga så blir marginalkostnaden för att minska utsläppen rätt snart hög i förhållande till den, naturligtvis mycket osäkert, uppskattade skadekostnaden. Detta gör det, enligt min uppfattning, särskilt angeläget att utnyttja möjligheterna att vinna tid med hjälp av sänkor. På denna punkt är Nordhaus analys missvisande.

Hejdad avskogning

De tropiska regnskogarna innehåller drygt hälften av världens skogsbundna kolförråd. Med nuvarande avverkningstakt kommer detta att vara tömt på drygt 70 år.

Det är i sig knappast förvånande att de tropiska länderna genomgår en avskogning liknande den som har genomförts i de tempererade länderna. Avskogningen är emellertid ändå till stor del en misshushållning, orsakad av marknads- och, i synnerhet, politikmisslyckanden. Från virkessynpunkt kännetecknas regnskogarna av förhållandevis höga avverkningskostnader (om anläggningskostnader för vägar m m inkluderas). Marken passar sällan bra för konvertering till åker då den har låg produktivitet.

Samtidigt är alternativkostnaden, dvs värdet av skogen om den ej avverkas, högre än vad som gäller i plantageskogsbruk och i skogar i tempererade länder, eftersom regnskogarna ger en större produktion av andra "tjänster" än virke. Dessa nyttigheter är sällan prissatta, men kan ändå representera ett betydande värde och spelar ofta en stor roll i lokalbefolkningens ekonomi. Ett exempel är den omfattande "småskaliga" gummitappningen i Amazonas som genererar betydande inkomster. En annan inkomstkälla av vikt är naturbaserad turism. Regnsko-

garna innehåller hälften av jordens levande arter och utgör därför en betydande "genbank" för bl a livsmedels- och läkemedelsindustrin.

Panayotou [1992] gör en samhällsekonomisk kostnads-intäktsanalys för avverkning av ett "typiskt" regnskogsområde. Han finner att värdet av virkesinkomster/alternativt markutnyttjande är ungefär lika högt som summan av värdet av andra produkter än virke, turism och rekreation, jord- och vattenskydd, samt biologisk mångfald. Om även kollagringen förs in i kalkylen tappar vågskålen därför över på bevarandesidan. Med Nordhaus lägre skadekostnadsuppskattning blir enbart värdet av kollagringen större än avverkningsinkomsten.

Skälet till att regnskogarna ändå avverkas i så stor utsträckning är naturligtvis delvis att flera av intäktsposterna i denna kalkyl är globala kollektiva nyttigheter och således inte ingår i den nationella ekonomiska bedömningen. En annan viktig orsak är nationalisering av skog och missriktade utvecklingsprogram som har möjliggjort fritt, ofta subventionerat, tillträde till skogsresurserna (Repetto m fl [1988]).

Åtgärder för att hejda avskogningen av de tropiska regnskogarna,¹⁰ t ex genom en mer rättvisande prissättning, framstår därför som en väsentlig *no-regret option* i klimatpolitiken. Sådana åtgärder kräver både förändringar i den nationella skogs- och utvecklingspolitiken i dessa länder och ekonomiskt bistånd från rika länder, bl a som ersättning för de globalt kollektiva nyttigheter som erhålls vid bevarande, vilket är en väg som Riomötet anvisade.

Anläggning av ny skog

En ökning av virkesförråden i världen kan ske på två sätt, dels genom ökad tillväxt

¹⁰ Se Reis & Margulis [1991] för en diskussion av sådana åtgärder i Brasilien.

på den befintliga skogsarealen, dels genom anläggning av skog på mark som idag inte utnyttjas. Markbehovet för ett program med skogsplanteringar som under trettio år förmår förhindra att atmosfärens koldioxidhalt ökar är 465 Mha (Sedjo [1989]). Detta är ungefär dubbelt så mycket som den potentiella tillgången på "ledig" mark som är lämplig för skogsplantering i de tropiska delarna av Asien och Afrika (Houghton mfl [1987], Grainger [1988]). Det finns emellertid även andra möjligheter. Trädplantering på jordbruksmark, som fortsatt utnyttjas för jordbruk, s k agroforestry, har en stor potential i tredje världen.¹¹ En annan möjlighet är att bedriva plantageskogsbruk på befintlig skogsmark som oftast har mycket låg virkesproduktion.

Även i tempererade länder och regioner finns möjligheter att öka skogstillväxten bla genom igenväxning av tidigare åkermark. Norra halvklotet har stora nationaliserade skogsområden, tex i Canada och i delar av USA, med sämre återväxt än på privatägda marker. Särskilt Canada har problem eftersom de bolag som fått "leasa" tidsbegränsade avverkningsrätter har haft bristfälliga incitament att genomföra skogsinvesteringar.

Enligt Nordhaus kalkyl krävs en hög skadestånd för att motivera beskningsåtgärder. Beräkningen grundas emellertid på bruttokostnaderna (främst i USA) för återväxtåtgärder. Den relevanta kostnaden är istället nettot efter avdrag för nuvärdet av de framtida virkesinkomsterna.¹² Man kan observera att även i Sverige, med extremt långa omloppstider, kan nuvärdet av förnygring (ibland) vara positivt. Nordhaus överskattning av den faktiska kostnaden är därför troligen betydande.¹³

Världens klimat – en kollektiv nyttighet

Åtgärder för att motverka växthuseffekten är en "äkta" kollektiv nyttighet som

tillfaller hela världen. Snålskjutsåkarproblemet framträder därför här i en mer renodlad form än i de flesta andra miljöproblem. Växthusproblemetets lösning ställer högre krav på förmågan till internationell samverkan än vad världens länder nu tycks kunna prestera.

Som bekant har USA och Japan varit kallsinniga. De mer pådrivande EG-länderna misslyckades själva att komma överens om en gemensam koldioxidavgift. För att få ett verksamt program räcker det emellertid inte att de rika OECD-länderna enas. Dessa länder svarar om några decennier för endast en tredjedel av koldioxidutsläppen från energi- och trafiksystemen. Ett avtal som täcker två tredjedelar av de nuvarande koldioxidutsläppen från energi- och trafiksystemen måste innefatta även östra Europa och OSS-staterna. Ett avtal med denna ambitionsnivå som inkluderar utsläppen från avskogning måste även omfattas av Brasilien och Kina. Om avtalet istället siktar till att kontrollera utbudet av fossila bränslen kommer ännu fler länder in i bilden. USA, OSS och Kina svarar för två tredjedelar av kolreserverna. Tre fjärdedelar av oljereserverna finns i OPEC-länderna. Tre fjärdedelar av naturgastillgångarna finns i OPEC-länderna och OSS-staterna.¹⁴

Problemet är inte främst att ett enskilt

¹¹ Poängen med detta sambruk ligger i att träden binder jord, gynnsamt påverkar mikroklimatet osv, vilket innebär att de två markanvändningarna inte är konkurrerande.

¹² Om man önskar en "evig" kolbindning skall detta netto multipliceras med en upprepningsfaktor enligt "Faustmanns formel", se Ohlin [1921, 1988].

¹³ De bedömningar som finns visar förvänsvärt låga bruttokostnader per ton absorberat kol (4 – 7 USD/ton kol) för trädplanteringar i tropikerna, se Hodas [1991]. Dessa bedömningar är dock ofullständiga och osäkra.

¹⁴ Samtliga uppgifter från Barret [1991].

lands åtgärder, även om det rör sig om t ex USA eller Brasilien, är blygsamma i det globala sammanhanget. Det är istället att det finns en stor risk att andra länders reaktion kommer att reducera dessa åtgärders effekt. Om en grupp av länder reducerar utsläppen minskar marginalnyttan för andra länder av egna åtgärder för att minska sina utsläpp. En minskning av efterfrågan på fossila bränslen i en grupp av länder leder till ett prisfall på dessa, vilket tenderar att öka efterfrågan i andra länder. En begränsning av utvinningen av fossila bränslen i en region ökar lönsamheten av utvinning i andra regioner.

Risken för småskjutsåkande förstärks av att fördelarna och kostnaderna för klimatpolitiska åtgärder är ojämnt fördelade. För länder med betydande tillgångar på fossila bränslen, t ex OPEC-länderna och Kina, ter sig kostnaderna mycket höga. Kverndokk [1992] räknar t ex med att en kostnadseffektivt fördelad nedskärning av koldioxidutsläppen med en femtedel till år 2020 kostar världen i genomsnitt tre procent av BNP, men Kina skulle förlora 16 procent av BNP. För att få med Kina krävs därför förmodligen mycket stora kompensande betalningar. Ett kostnadseffektivt program förutsätter således att skattebetalarna i Nordamerika och Västeuropa skall åta sig att finansiera en betydande del av Kinas (och andra u-länders) ekonomiska tillväxt.

Det finns förmodligen ändå på sikt anledning till viss optimism. Växthusfrågan är en bland många andra frågor i det internationella samarbetet som handel, kreditgivning, bistånd, samarbete i miljöfrågor, säkerhetsfrågor etc. Fördelar på andra områden kan göra länder beredda att avstå från ett tydligt småskjutsåkande i denna fråga.

Incitamenten för småskjutsåkande kan minskas genom de pådrivande ländernas taktiska agerande samt med lämplig utformning av de överenskommelser som görs och av de styrinstrument som införs.

Man kan tänka sig två helt olika taktiker av de "ivriga" länderna. Den första innebär att dessa går i förväg med egna "osjälviska" insatser på hög nivå. Genom "exemples makt", "gruppträck" osv förmas därmed även övriga länder att ställa upp på ett liknande sätt.

Man kan emellertid argumentera för ett motsatt beteende. Detta innebär att potentiella "smitare" får veta att de pådrivande ländernas insatser är villkorade av övriga länders åtgärder. Det innebär att de pådrivande länderna måste vara beredda att i viss mån skada sig själva, dvs de måste, om betydelsefulla länder försöker komma undan sin del, avstå från att försöka kompensera detta. De potentiella småskjutsåkarna skall ges en positiv multiplikator; till den direkta effekten av deras egna åtgärder adderas den indirekta effekten av att de pådrivande länderna genomför sina villkorade program.

Internationella styrinstrument

Den klimatkonvention som undertecknades i Rio är i ett längre tidsperspektiv otillräcklig. Kraven på internationella överenskommelser i växthusfrågan är flera. De bör vara *verksamma*, i den meningen att de förmår de länder som deltar i överenskommelsen att göra mer än vad de ändå skulle ha gjort. De bör vidare vara *breda*, dvs omfattas av en stor grupp av länder. Dessa två krav står delvis i motsatsställning; det är lättare att få bred anslutning till ett avtal som inte fordrar mycket mer långtgående åtgärder än vad de enskilda länderna ändå skulle ha vidtagit. I den konvention som nu finns är det bredden som har prioriterats.

Det är vidare önskvärt att de åtgärder som vidtas är ekonomiskt *effektiva*. För det första bör åtgärdskostnaderna (marginalkostnaden) stå i ett rimligt förhållande till (det marginella) värdet av de effekter (reducerad skadestånd) som de ger. För det andra bör åtgärderna vara "kostnadseffektiva", vilket innebär att margi-

nalkostnaden för olika åtgärder bör vara lika hög. Om det senare inte gäller är det möjligt att genom ändrad sammansättning av åtgärder (länder i vilka åtgärderna genomförs) erhålla större effekt till given kostnad eller samma effekt till lägre kostnad.

Slutligen bör ett internationellt avtal vara *rättvist*. Eftersom ingen enskild stat kan tvingas skriva under en överenskommelse, måste varje land uppfatta att det självt har något att vinna på detta. Möjligen kan man dock tänka sig att vissa länder som faktiskt förlorar på att ansluta sig till detta (Sverige?) ändå gör det därför att de trots allt uppfattar lösningen som rättvis.

En överenskommelse kan bygga på endera (eller en kombination) av tre metoder för att fördela "åtgärdsmängden" mellan olika länder. Den första innebär att länderna åtar sig att göra vissa bestämda neddragningar av sina utsläpp av växthusgaser. Den överenskommelse som träffades i Rio om en "stabilisering" av utsläppen kan ses som ett första steg, även om denna inte preciserar nivå och tidpunkt för detta. Ett andra steg som har diskuterats är att åtminstone industriländerna bör förbinda sig att genomföra en tjugoprocentig neddragning från 1987 (eller 1990) års nivå till år 2005, 2010 eller någon annan lämplig tidpunkt.

En lösning baserad på sådana enkla regler är inte problemfri. Fördelningen av den totala kostnaden blir lätt orättvis, om den inte, eller på ett alltför grovt sätt, tar hänsyn till ländernas olika utgångsläge. Men lösningen blir knappast heller kostnadseffektiv. Ett skäl till detta kan vara att den ställer betydligt högre krav på fattiga länder som med hög framtida tillväxt kommer att ha ett större "behov" av ökade utsläpp än rika länder. Marginalkostnaden för rening blir därför betydligt större i dessa länder än i de rika länderna.

Från svensk synpunkt är en fokusering vid enkla utsläppsåtaganden olycklig. Flera tongivande europeiska länder, som

tex Tyskland, har anledning att lyfta fram sådana mål. Dessa länder kan genom övergång från kol till naturgas reducera sina koldioxidutsläpp till måttlig kostnad. Andra länder, tex Sverige, tvingas till åtgärder med flerdubbelt högre marginalkostnad. En kärnkraftsavveckling höjer denna kostnad betydligt. Av svårbegriplig anledning har Sverige ändå aktivt verkat för en nivåinriktad linje.¹⁵

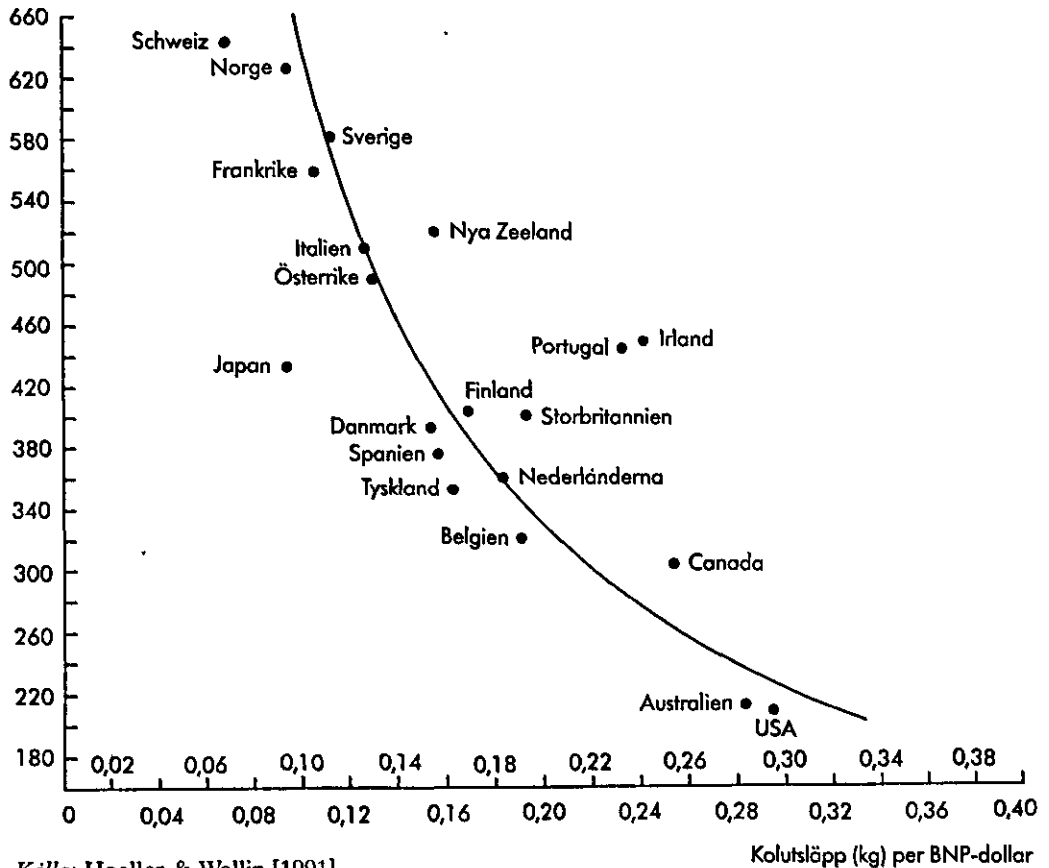
En andra väg man kan ta är att införa en likartad beskattning av koldioxidutsläpp. Detta kan åstadkommas genom samordning av nationella skatter eller genom införande av en internationell skatt som betalas av de enskilda länderna till en gemensam fond. Den främsta principiella fördelen med sådana lösningar är att skatten skapar incitament för kostnadseffektiva lösningar, mellan länder eller åtminstone inom de enskilda länderna. Att skattemedlet är verksamt framgår av *Figur 1*. Som denna figur visar verkar det finnas ett tydligt samband mellan energibeskattningsnivå och utsläppsintensiteten (utsläpp per enhet BNP) i länderna inom OECD.

Även skattemetoden ger upphov till flera problem. En fråga är hur en koldioxidskatt skall avgränsas från andra skatter. Som vi ser i *Figur 1* har många länder redan betydande energiskatter. Införandet av en särskild koldioxidskatt kan därför i praktiken bli en fråga om endast en ändrad benämning på skatten. Även en internationell skatt kan manipuleras inom vida ramar eftersom de enskilda länderna kan ändra sina övriga skatter; genom lämpliga anpassningar av skatter på komplementvaror och substitutvaror kan den tilltänkta relativprisökningen på fossila bränslen neutraliseras och det enskilda landet minimera sina kostnader.

¹⁵ På svenskt initiativ gjordes i november 1990 ett gemensamt uttalande av EG och EFTA till förmån för målet att stabilisera de enskilda ländernas koldioxidutsläpp år 2000 på 1990 års nivå.

Figur 1 Energipriser (per ton koldioxidkol vid förbränning) och utsläppstal (kg koldioxidkol per BNP-dollar), 1988.

Medelpris för fossila bränslen per ton utsläpp



Källa: Hoeller & Wallin [1991].

Vare sig nationella eller internationella skatter löser således småskjutsåkarproblemet. Det är knappast troligt att självständiga stater går med på att frånhända sig mer betydande skatteinkomster till en övernationell fond. Å andra sidan kan "harmoniserade" nationella skatter inte användas för att lösa de rättviseproblem som finns.

"Harmonisering" av energibeskattningen i olika länder framstår emellertid enligt min bedömning som det mest realistiska målet att sträva efter i det fortsatta klimatpolitiska arbetet. Detta mål inne-

bär en betoning vid likhet i ansträngning istället för likhet i resultat och tar därför i viss mån hänsyn till ländernas olika förutsättningar. Framsteg förutsätter i alla händelser att småskjutsåkarproblemet bemästras, varför förekomsten av detta problem inte särskilt talar mot just denna lösning. Rättviseproblemet bör lösas med särskilda biståndsinsatser.

En tredje lösning är överlåtbara "ransoneringskuponger", utsläppsrätter. Denna är på flera sätt tilltalande. Den innebär att en fördelning av utsläppskvoter görs mellan olika länder. Genom att dessa kan

handlas mellan olika länder skapas incitament för kostnadseffektiva omfördelningar av utsläppen. Samtidigt kan man genom fördelningen av kvoterna göra lösningen rättvis (om man nu "bara" kunde enas om vad detta skulle innebära).

För att få handel med sådana utsläppsrätter krävs emellertid att aktörerna har tilltro till deras värdebeständighet, dvs till att det internationella avtal som de grundas på efterlevs. Detta trovärdighetsproblem är stort nog redan när det gäller utsläppskvoter i ett enskilt land, här förefaller det överväldigande. Om den initiala fördelningen av kvoter inte är "objektivt" rättvis (vilket borde betyda en andel per person) vägar man knappast lita på att fattiga länder skall hålla avtalet, om den är rättvis kan man inte vara säker på att rika länder kommer att göra det.

Bör Sverige satsa på biobränslen?

En huvudlinje i den svenska "koldioxidpolitiken" är att satsa på biobränslen. Biobränsleanvändning har setts som Sveriges möjlighet att komma till rätta med koldioxidutsläppen utan drastiska åtgärder på användningssidan. Det har även setts som en möjlig utväg ur den konflikt mellan miljömål som en avveckling av kärnkraftsproduktionen innebär.

Biobränsle ges efter skattereformen en stor skattefördel i jämförelse med fossila bränslen vid fristående värmeproduktion (energi- och koldioxidskatt), något mindre fördel vid värmeproduktion i kraftvärmeverk (koldioxidskatt),¹⁶ men ingen fördel vid elproduktion (bortsett från svavelavgiften). Med detta blev biobränsle, närmare bestämt avverkningsrester (grenar, toppar och klana träd), vid nuvarande prisrelationer ett konkurrenskraftigt alternativ vid nyinvesteringar i värmeproduktion.¹⁷ Riksdagens beslut i våras förbättrade konkurrensförhållandet vid leveranser till hushåll och försämrade det vid leveranser till industri.

Om inga större prisförändringar inträffar kan man därför förvänta att skogsbränslena kommer att öka sin marknadsandel i värmeproduktionen. Någon dramatisk ökning från den nuvarande nivån på cirka 60 TWh är emellertid inte att vänta eftersom kostnadsskillnaderna mellan olika alternativ inte är så stora och många investeringar har lång livslängd.

Därutöver har flera riktade åtgärder genomförts. Användningen av skogsbränsle gynnas genom avreglering (avskaffande av Träfiberlagen). Produktion av snabbväxande träslag (Salix) på åkermark subventioneras som en del i den jordbrukspolitiska reformen. Betydande medel har avsatts för bl a uppförande av demonstrationsanläggningar för biobränslebaserad elproduktion.

Något hållbart klimatpolitiskt skäl för att ge extra subventioner till energiskog finns dock knappast idag. Det marginella sortimentet på marknaden för biobränsle är avverkningsrester. En betydande ökning av användningen (ca 30 TWh) kan ske vid en marginalkostnad som ligger under energiskogsfliens produktionskostnad. Den främsta effekten av en subventionering av energiskog är därför att denna ersätter skogsbränsle. Från kolbalanssynpunkt är det svårt att se någon fördel med detta.¹⁸

Dessa åtgärder kan ses som förberedelse för en kommande mer betydande expansion av biobränsleanvändningen.

¹⁶ Denna del tillkom 1 juli 1991.

¹⁷ Kostnadskalkyler för liten och medelstor skala finns i Kallner [1991] och för stor skala i Johansson & Lindblom [1991].

¹⁸ Effekten kan vara negativ. Tillvaratagande av avverkningsrester ger upphov till vissa reduktioner av kolförråd (kollagret i multnande träddelar, eventuella tillväxtförluster i skogen pga bortforslingen av näringsämnen). Å andra sidan tränger energiskogen undan ett (betydande) kolförråd i de fall igenväxt med vanlig skog är en alternativ markanvändning. Se Hultkrantz [1992a].

Förutsättningen för detta är att kärnkraften avvecklas så att ett stort behov av bränsle för kraftproduktion uppstår. Om man inför en (betydande) skattedifferentiering mellan biobränsle och andra bränslen även vid elproduktion, skulle detta sammantaget kunna leda till en betydande ökning av efterfrågan på biobränsle.

Tvärtemot en vanlig föreställning är tillgången till biobränsle inget hinder för en snabb ersättning av kärnkraften med biobränslebaserad kraft. Det främsta skälet till detta är att den uthålliga avverkningsnivån i svensk skog ligger femtio procent över dagens (och 1980-talets) nivå. Totalt finns vid dagens bränslepris därför en årlig bränslepotential på 100–120 TWh (Hultkrantz [1992a]), vilket är mer än dubbelt så mycket som ersättningsbehovet vid en kärnkraftsavveckling.¹⁹

Bortsett från att en snabb avveckling av kärnkraften är mycket kostsam (oavsett vad kärnkraften ersätts med) innebär inte detta att det finns en utväg ur avvecklingens koldioxidilemma. Det låga virkesuttaget ger en nettoökning av virkesförrådet som absorberar ungefär hälften av koldioxidutsläppen från energi- och trafiksystemen i Sverige (Eriksson [1991], Hultkrantz [1991]). Svenska träd är "designade" för mycket långa omloppstider så deras tillväxttakt mattas endast långsamt med tilltagande ålder. Av detta skäl är en fortsatt absorption av denna storleksordning möjlig under ytterligare åtminstone ett halvt sekel (Hultkrantz [1992a], slutsatser byggda på avverkningsberäkningar vid Institutionen för skogstaxering, SLU, Umeå). Eftersom skogsindustrins kapacitet snarare minskar än ökar,²⁰ är det endast en kraftig ökning av brännvedsefterfrågan, framdriven av kärnkraftsavveckling, som påtagligt kan ändra detta under den närmaste framtiden.

Bedömningen av skogsbränsle från kolbalanssynpunkt beror av vilka sortiment som utnyttjas och vilka volymer, och priser, det handlar om. Ett tillvaratagande

av grenar och toppar m m som ger låg sår-intäkt har liten effekt på avverkningsintensiteten och leder därför endast till en mindre reduktion av den bundna kolmängden.²¹ En omfattande ökning av användningen av skogsbränsle måste emellertid rimligen påverka avverkningsaktiviteten, och därför, i ett "medellångt" perspektiv, reducera virkesförrådet.

Detta innebär att kärnkraftsproduktionen i en viss mening kan sägas skapa sin egen ersättning. Ju längre tid produktionen upprätthålls, desto större volym biobränsle (virke) kommer att finnas när avvecklingen sker. En fortsatt drift förhindrar koldioxidutsläpp från annan kraftproduktion och/eller ger en ökad biologisk

¹⁹ Med utgångspunkt från Bergmans [1989] kalkyler och med antagandet att kraft från biobränsle skulle ha samma kostnad som kraft från gas kan ersättningsbehovet uppskattas till cirka 45 TWh biobränsle.

²⁰ Kolbalansaspekten leder inte till slutsatsen att de svenska avverkningarna bör hållas på en så låg nivå som möjligt. Alternativet till skogsindustriell produktion baserad på svensk råvara är produktion med råvaror som kommer från avverkning i något annat land. Eftersom växthusproblemet är globalt spelar det ingen roll var avverkningen sker. För närvarande håller en stor del av den svenska användningen av rensorterad granmassaved på att försvinna och den enda större utbyggnad som har projekterats (Mönsterås) har lagts på is. Avverkningspotentialen tillåter omkring femton nya stora massafabriker.

²¹ Förutom effekten på avverkningsintensiteten erhålls en engångseffekt genom reduktion av kolförrådet i kvarlamnade multnande träd-delar. Eldning av avverkningsrester ger mindre koldioxidutsläpp än oljeeldning först när denna engångseffekt klingat av. Efter tjugo år är utsläppsrelationen 66 procent, efter hundra år 13 procent (Eriksson & Hallsby [1992]). Darutöver kan även effekter uppkomma genom påverkan på tillväxten.

kollagring under den period det är fråga om.²²

Det finns goda förutsättningar för att en successivt ökad användning av biobränslen från skogen skall komma att utgöra ett viktigt inslag i det ambitiösa åtgärdsprogram som den nuvarande energi- och miljöbeskattningen driver fram. Enligt min uppfattning bör man emellertid tills vidare låta det stanna därvid.

Bistånd till skogsprojekt

Både kostnadseffektivitet och rättvisa talar för att ett globalt aktionsprogram i växthusfrågan bör inbegripa resursöverföringar mellan olika länder. Erfarenheterna av biståndsverksamheten talar dock starkt emot att detta sker *in blanco*. För svensk del är det naturligt att se på möjligheterna att bidra till omvandlingen av energisystemen i länderna på andra sidan Östersjön. Jag vill emellertid här även peka på våra särskilda förutsättningar att bidra på "absorptionssidan".

Etableringar av skogsplantager i tredje världen, både i tropiska och i tempererade områden, är inte endast klimatpolitiskt önskvärda, utan har ofta andra gynnsamma effekter. Skogsplantering och *agroforestry* kan öka och säkerställa jordbrukets utveckling (hydrologiska effekter, skydd mot erosion, påverkan på mikroklimat m m), ge tillgång till bränsle och virke osv.

Sverige har ett omfattande skogskunande. Svenska skogsföretag har särskilt genom Aracruzprojektet i Brasilien unik erfarenhet av kommersiellt inriktade skogsprojekt i u-länder. Den svenska biståndsverksamheten har under åren byggt en betydande erfarenhetsbank från skogsprojekt, i bl a Etiopien, Sahel, Vietnam och Laos. Den hittillsvarande verksamheten visar, trots många svårigheter, att det är möjligt att uppnå väsentliga resultat. Förutsättningen är naturligtvis att resurser kan ställas till förfogande. Om Sverige i klimatpolitiken generellt sett har kom-

parativa nackdelar när det gäller ytterligare egna åtgärder för att reducera koldioxidutsläppen står det å andra sidan klart att vi har komparativa fördelar i praktiskt bistånd till beskogningsprojekt i tredje världen. Om svenska biståndsinsatser på skogsområdet bidrar till en bred erfarenhets- och kunskapsuppbyggnad som kan användas utanför de enskilda projekt som Sverige engagerar sig i kan klimateffekten av detta bli stor i förhållande till effekten av inhemska åtgärder.

Slutord

Sammanfattningsvis har jag här konstaterat att Sverige genom den nya beskattningen har en ambitiös klimatpolitik. Ytterligare kostsamma åtgärder bör därför kunna vänta. Detta gäller särskilt insatser för att stimulera produktion och användning av biobränsle, t ex genom jordbrukspolitiken, utöver den betydande kostnadsfördel som beskattningen nu ger. Sverige bör inrikta sina internationella ansträngningar på att få stöd för en internationell harmonisering av koldioxidbeskattningen, där vår beskattning är en god förebild. Vi bör vidare engagera oss mer aktivt i bistånd till skogsprojekt i u-länder och till omvandlingen av energisystemen i östra Europa.

Referenser

- Ayres, R U & Walter, A, [1991], "The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement". *Environmental and Resource Economics*, vol 1, s 237–270.
- Barret, S, [1991], "An Analysis of Alternative Instruments for Negotiating a Global Warming Treaty". Manuskript cirkulerat inom OECDs miljödirektorat.
- Bergman, L, [1989], *Tillväxt och miljö – en*

²² Denna effekt skall vägas mot kärnkraftens riskkostnad, se Kallstrand [1992]. Argument för behovet av en allsidig analys av den svenska energiomvandlingens miljökostnader finns i Hultkrantz [1992b] och Sterner [1992].

- studie av målkonflikter. Bilaga 9 till LU90. Allmänna Förlaget, Stockholm.
- Cline, W, [1991a], "Scientific Basis for the Greenhouse Effect". *Economic Journal*, vol 101, s 904-919.
- Cline, W, [1991b], "Estimating the Benefits of Greenhouse Warming Abatement". Manuskript cirkulerat i OECDs miljödirektorat.
- Cline, W, [1992], *Global Warming: The Economic Stakes*. Policy Analysis in International Economics 36, Institute for International Economics, Washington.
- Dudec, D & Leblanc, A, [1990], "Offsetting New CO₂ Emissions: A Rational First Greenhouse Policy Step". *Contemporary Policy Issues*, vol 8, s 29 - 42.
- EPA, [1989], "Policy Options for Stabilizing Global Climate". Draft report to the Congress. United States Environmental Protection Agency. Office of Policy, Planning, and Evaluation.
- Eriksson, H, [1991], "Sources and Sinks of Carbon Dioxide in Sweden". *Ambio*, vol 20, s 146 - 150.
- Eriksson, H & Hallsby, G, [1992], "Biomass Fuels - Effects on the Carbon Dioxide Budget". Arbetsrapport. Institutionen för skoglig marklära, SLU, Uppsala.
- Grainger, A, [1988], "Estimating Areas of Degraded Tropical Lands Requiring Replenishment of Forest Cover". *International Tree Crops Journal*, vol 5, s 1-2.
- Gustafsson, K, [1989], "Kolflöden i Sverige som påverkar atmosfärens koldioxidinnehåll". Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, IVL.
- Hasund, K P, [1991], "Förändras lönsamheten i jordbruket?". I Lestander, T (red), *Växthuseffekten - inverkan på jord- och skogsbruk*. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 400, Uppsala.
- Hodas, D, [1991], "The Externalities of Global Warming". I Hohmeyer, O & Ottinger, R L (red), *External Environmental Costs of Electrical Power. Analysis and Internalization*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hoeller, P & Wallin, M, [1991], "Energy Prices, Taxes and Carbon dioxide Emissions". *OECD Economic Studies*, nr 17, Autumn.
- Houghton, R, m fl, [1987], "The Flux of Carbon from Terrestrial Ecosystems to the Atmosphere in 1980 due to Changes in Land Use: Geographic Distribution of the Global Flux". *Tellus*, vol 39B, s 122-139.
- Hultkrantz, L, [1991], "Guld och gröna skogar. Miljömodifierade nationalräkenskaper för skogen". Bilaga 3, Miljöräkenskapsutredningen, SOU 1991:38.
- Hultkrantz, L, [1992a], *Växthuseffekten - slutsatser för jordbruks-, energi- och skattepolitiken*. Rapport till ESO, Ds 1992:15. Stockholm.
- Hultkrantz, L, [1992b], "Energikonsumtionens sociala kostnad. En förstudie" Bilaga till Biobränslekommissionens slutbetänkande, SOU 1992:91.
- IPCC [1990], *IPCC Working Group I Report: Scientific Assessment of Climate Change*. WMO/UNEP, Geneve.
- Johansson, R & Lindblom, A, [1991], "Trädbänsle till Nässjö KKV". Vattenfall.
- Kallner, P, [1991], "Systemstudie, träpulvervärme 30 kW - 3 MW". Institutionen för termisk energiteknologi, KTH, Stockholm.
- Kummel, R & Schussler, U, [1991], "Valuation of Environmental Cost by Heat Emissions from Pollution Control". I Hohmeyer, O & Ottinger, R L (red), *External Environmental Costs of Electric Power*. Springer-Verlag, Berlin.
- Kverndokk, S, [1992], "Global CO₂ Agreements: A Cost Efficient Approach". Stencil. Nationalekonomiska institutionen, Oslo universitet.
- Källstrand, Å, [1992], "Försäkringspremier för svenska kärnkraftverk". C-uppsats i nationalekonomi, Umeå universitet.
- Linder, S, [1991], "Hur påverkas ekologiska processer och virkesproduktion av ökad koldioxidhalt och förhöjd temperatur?". I Lestander, T (red), *Växthuseffekten - inverkan på jord- och skogsbruk*. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 400, Uppsala.
- Lindzen, R S, [1992], "Global Warming: The Origin and Nature of Alleged Scientific Consensus". OPECs sekretariat, Wien.
- Nordhaus, W, [1991a], "To Slow or Not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect". *The Economic Journal*, vol 101, s 920-937.
- Nordhaus, W, [1991b], "Economic Approaches to Greenhouse Warming". I Dornbusch, R & Poterba, J M (red), *Global Warming: Economic Policy Responses*. MIT Press.
- Ohlin, B, [1921, 1988], "Till frågan om skogar-

- nas omloppstid". I Hultkrantz, L, Johansson, P-O & Lofgren, K-G (red), *Skogsekonomi*. SNS, Stockholm.
- Panayotou, T, [1992], "Protecting Tropical Forests". Uppsats presenterad vid The Annual Meeting of the American Economic Association, New Orleans.
- Pearce, D, [1991], "Internalizing Long Term Costs. Global Warming and Intergenerational Fairness". I Hanisch, T (red) *A Comprehensive Approach to Climate Change*. Center for International Climate and Energy Research, Oslo.
- Reis, E & Margulis, S, [1991], "Options for Slowing Amazon Jungle Clearing". I Dornbusch, R & Poterba, J M (red), *Global Warming: Economic Policy Responses*. MIT Press.
- Repetto, R, [1988], *The Forest for the Trees? Government Policies and the Misuse of Forest Resources*. World Resource Institute, Washington DC.
- Rose, A, [1992], "Equity Considerations". I *Combatting Global Warming. Study on a Global System of Tradable Carbon Emission Entitlements*. UN/UNCTAD, New York.
- Sedjo, R, [1989], "Forests: A Tool to Moderate Global Warming". *Environment*, vol 31, s 14 – 20.
- Sedjo, R, [1991], "Market Instruments and 'Sink Enhancement' in a Global Warming Context". Manuskript cirkulerat inom OECDs miljödirektorat.
- Shah, A & Larsen, B, [1992], "Global Warming, Carbon Taxes and Developing Countries". World Bank, Public Economics Division.
- Sterner, T, [1992], "Samhällsekonomiska aspekter på bioenergins konkurrenskraft". Bilaga till Biobränslekommissionens slutbetänkande, SOU 1992:91.
- Umaerus, V, [1991], "Kommer växtsjukdomar att bli vanligare?" I Lestander, T (red), *Växthuseffekten – inverkan på jord- och skogsbruk*. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 400, Uppsala.
- Viscusi, K, [1992], "Pricing Environmental Risks". Policy Study 112, Center for the Study of American Business, Washington University, St Louis.