

Klimatpolitik och ledarskap – *vilken roll kan ett litet land spela?*

Författare: Michael Hoel

*Rapport till
Expertgruppen för miljöstudier 2012:3*



REGERINGSKANSLIET

Finansdepartementet

Rapportserien kan köpas från Fritzes kundtjänst.

Beställningsadress:
Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Orderfax: 08-598 191 91
Ordertel: 08-598 191 90
E-post: order.fritzes@nj.se
Internet: www.fritzes.se

Tryckt av Elanders Sverige AB
Stockholm 2012

ISBN 978-91-38-23697-0

Förord

Om ett litet land ensamt bedriver en ambitiös klimatpolitik blir den direkta effekten på klimatutvecklingen i världen försumbar. Även för USA och EU gäller att effekten av stora utsläppsminskningar ger en obetydlig påverkan. Det är till och med så att Kyotoländerna sammantaget – inte ens om de fullkomligt eliminerar sina utsläpp – kan påverka klimatutvecklingen i någon avgörande utsträckning. Många små länder bedriver likväl en striktare klimatpolitik än vad de behöver enligt internationella avtal. Då orsaken härtill de facto inte kan vara de direkta effekterna av de frivilliga åtgärderna har i huvudsak två andra anledningar diskuterats. Dels att det finns en moralisk skyldighet att göra signifikanta insatser, dels att en ambitiös klimatpolitik på ett indirekt sätt kan minska andra länders utsläpp. Det finns dock exempel på indirekta effekter som verkar åt olika håll. Förståelsen av dessa indirekta mekanismer och orsaken till att ett litet land söker en ledarroll i den internationella klimatpolitiken är likafullt central för att kunna göra en bedömning av det samhällsekonomiska värdet av en sådan politik. Då Sverige hör till de små länder som bedriver en ambitiös miljöpolitik ansåg Expertgruppen för miljöstudier att det finns ett behov av en djupare analys på området. I november 2010 gavs uppdraget att utföra analysen till professor Michael Hoel vid Universitetet i Oslo.

Det är vår förhoppning att rapporten ska bidra till en klargörande debatt på detta område. Författaren svarar själv för innehåll, analys och de slutsatser som presenteras i rapporten.

Stockholm i februari 2012

Bengt Kriström

/ Mikael Åsell
Magnus Allgulin



Innehåll

Summary	9
1 Inledning.....	11
2 Optimal global klimatpolitik	19
2.1 Sammanfattning av kapitel 2	23
2.2 Bilaga till kapitel 2: Närmare om optimalt koldioxidpris	23
3 Klimatpolitik utan klimatavtal.....	27
3.1 Klimatpolitik enligt ekonomisk teori	27
3.2 Faktisk klimatpolitik i utvalda länder och regioner	28
3.3 Sammanfattning av kapitel 3	34
4 Varför ska och hur kan ett litet land bedriva en ambitiös klimatpolitik	35
4.1 Olika ambitionsnivåer.....	35
4.1.1 Låg ambitionsnivå.....	35
4.1.2 Medelhög ambitionsnivå	36
4.1.3 Hög ambitionsnivå	38
4.2 Olika utformningar av en ambitiös klimatpolitik.....	39
4.2.1 Maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen till en given kostnad för det land vi undersöker	39

4.2.2	Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik	42
4.2.3	Undantag för enskilda sektorer?	44
4.3	Sammanfattning av kapitel 4	45
5	Konsekvenser av en ambitiös klimatpolitik i ett litet land	49
5.1	Direkta effekter på klimatutvecklingen	49
5.2	Koldioxidläckage	54
5.2.1	Läckage via värderingen av utsläpp	54
5.2.2	Läckage via pris effekter på marknaden för fossila bränslen	56
5.2.3	Läckage via marknaderna för utsläppsintensiva konkurrensutsatta produkter	57
5.2.4	Läckage via interaktionen mellan verkningsmedel på olika nivåer	58
5.2.5	Empirisk litteratur om koldioxidläckage	59
5.3	Möjliga effekter på teknikutvecklingen	60
5.3.1	Klimatpolitik och teknikutveckling	61
5.3.2	Effekter av klimatpolitiken i ett land på teknik och utsläpp i andra länder	62
5.3.3	Teknikutveckling som strategi för att främja framtida klimatsamarbete	65
5.3.4	Klimatpolitik som näringspolitik	66
5.4	Betydelsen av att vara pådrivande och en förebild	67
5.4.1	Ömsesidighet	68
5.4.2	Public goods-spel	69
5.4.3	Mekanismer och förklaringar	71
5.4.4	Grupp beteende	75
5.4.5	Hjälper det att vara föregångsland?	76
5.5	Möjliga effekter på förhandlingar om ett klimatavtal	78
5.5.1	Klimatavtal och gratispassagerare	78
5.5.2	Ensidiga utsläppsminskningar och utfallet av klimatförhandlingar	80
5.6	Sammanfattning av kapitel 5	82
5.7	Bilaga om koldioxidläckage	85

6	Slutkommentarer.....	91
	Referenser	95



Summary

If a single small country is engaged in a more ambitious climate policy than the rest of the world, the direct effect on the climate is negligible. Yet, many small countries have self-imposed restrictions, stricter than international agreements provide for. Why would a small country pursue such a policy and what role is there for small countries to affect the international climate policy? These issues are discussed by the author Prof. Michael Hoel in this report. In essence, there can be two main reasons for a small country to “move ahead”: Indirect effects and a moral obligation. The report focuses on the former and the conclusion is that such effects are very uncertain. However, among the uncertain indirect effects, the most probable to occur is that an ambitious climate policy might affect the development of climate-friendly technology. This also leads to a policy recommendation. An ambitious climate policy in the form of a high overall emission price is what is traditionally seen as the least expensive route to “go first”. But if the policy is based on a hope to improve technology in a way that would affect emissions in other countries, it may be a better idea to turn the policy into a direction that has a higher precision and a higher probability of developing such a technology compared to a generally designed climate policy.



1 Inledning¹

Klimatproblemet är ett exempel på ett internationellt miljöproblem där utsläppen från varje enskilt litet land har en liten påverkan på miljön. Vid sådana miljöproblem har enligt ekonomisk standardteori ett litet land inga eller svaga incitament att minska utsläppen utöver det som krävs enligt ett eventuellt internationellt avtal. Trots detta har många små länder (däribland Norge och Sverige) en striktare klimatpolitik än vad de behöver enligt internationella avtal. Utredningen diskuterar varför så är fallet och även konsekvenserna av att små länder frivilligt påtar sig en strikt klimatpolitik.

I kapitel 2 diskuteras principerna för en bra klimatpolitik ur ett globalt perspektiv. Det går inte att ge ett absolut svar på hur ambitiös en sådan politik bör vara. Svaret på detta kommer att bero på en rad faktorer, bland annat hur man bedömer kostnaderna i samband med klimatförändringar, och hur man värderar framtiden i förhållande till nutiden (storleken på diskonteringsräntan). Åtminstone i Europa råder det ganska bred politisk enighet om att man bör försöka att undvika temperaturökningar på mer än 2–3 °C. Även med detta mål spricker analyserna ganska mycket, både med hänsyn till hur stora utsläppsminskningar som krävs för att uppnå ett sådant mål och inte minst med hänsyn till hur starka verkkningsmedel som behövs för att nå målet. Det råder bred enighet bland ekonomer om att det viktigaste verkkningsmedlet för att uppnå minskade utsläpp är att det sätts en prislapp på utsläpp, antingen i form av en koldioxidavgift eller ett pris på utsläppskvoter. I kapitlet hänvisas till studier som anger hur högt utsläppspriset bör vara för att undvika en temperaturökning över 2–3 °C. Uppskattningarna av ett optimalt utsläppspris för de närmaste åren

¹ Kjell Arne Brekke och Vivian A. Dyb har bidragit till delar av den här rapporten. Vidare har Björn Carlén, Cathrine Hagem, Lennart Hjalmarsson, Bengt Kriström och Astri Muren gett nyttiga kommentarer till ett tidigare utkast av rapporten. Jag är ensam ansvarig för innehållet i den slutliga versionen.

varierar från cirka 15 till cirka 35 euro per ton koldioxid, medan motsvarande uppskattning för 2050 ligger på 60 till 280 euro per ton koldioxid. Det finns argument för att utsläppspriset de närmaste åren borde vara betydligt högre än den nedersta delen av intervallet (dvs. 15 euro per ton koldioxid) och att en rimlig ökning av utsläppspriset borde vara i storleksordningen 2–3 procent per år.

Klimatproblemet är ett problem som behöver internationella avtal om det ska gå att uppnå ambitiösa klimatmål. Det finns emellertid flera orsaker till att det är svårt att uppnå bra klimatavtal. Kapitel 3 ser därför närmare på en situation utan något internationellt klimatavtal. Eftersom det inte finns något internationellt klimatavtal anger ekonomisk standardteori att alla länder kommer att uppträda i begränsat egenintresse. Med den utgångspunkten borde vi bara kunna förvänta oss en mycket blygsam utsläppsminskning, i synnerhet när det gäller små länder. Det visar sig emellertid att vissa länder, t.ex. Norge och Sverige, delstater, t.ex. Kalifornien, och grupper av länder, t.ex. EU, i verkligheten bedriver en långt mer ambitiös politik än vad standardteorin skulle tyda på. I de kommande kapitlen diskuteras därför närmare hur enskilda länder på det här sättet gör mer än vad som borde ligga i deras egenintresse, och vilka konsekvenser detta kan tänkas få.

I kapitel 4 diskuteras hur ett litet land kan bedriva en ambitiös klimatpolitik. I synnerhet studerar vi två typer av en ambitiös klimatpolitik för ett litet land. De kan lite oprecist beskrivas så här:

- i) Maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen till en given kostnad för landet.
- ii) Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik.

När det gäller i) beror ambitionsnivån självklart på hur stora kostnader landet är villigt att ta på sig. Oavsett hur stora de här kostnaderna är ger i) följande politiska rekommendationer, om det finns ett internationellt kvotpris: För en given total kostnad för ett litet land minskas de samlade utsläppen i världen mest om landet i fråga genomför endast de utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma till det internationella kvotpriset. Summan av de här åtgärderna i landet kommer att ge en bestämd kostnad för landet. Det som finns kvar av den samlade kostnad som landet är villigt att ta på sig används i utlandet för att minska utsläppen där genom köp av kvoter.

Rekommendationen ovan gäller om det finns en välfungerande internationell kvotmarknad så att ett lands köp av kvoter faktiskt minskar utsläppen i andra delar av världen. Utanför EU-systemet är det i dag i huvudsak CDM-mekanismen som ger möjlighet att köpa kvoter. Det finns emellertid ett antal svagheter i CDM-systemet. Det är därför inte helt uppenbart vilken tröskel för utsläppspris man ska använda för att bedöma hur mycket man kommer att minska de inhemska utsläppen med.

Utgångspunkt ii) ”Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik” kan vara en princip som är motiverad av moralisk art: ”Vi bör uppföra oss väl oavsett hur andra uppför sig.” Man kan också argumentera för en sådan princip som baseras på ”pådrivarroll” eller ”förebildseffekt”, något som diskuteras senare i utredningen.

I kapitlet argumenteras för att en konkret utformning av en princip av typen ”genomför landets del av en bra internationellt klimatpolitik” kan göras med utgångspunkt i det utsläppspris (avgift eller kvotpris) som krävs för att nå ett ambitiöst klimatmål. Att ”genomföra landets del av en bra internationell klimatpolitik” innebär att det är det här priset som bör gälla i alla beslut i landet. I så fall bestäms den samlade inhemska utsläppsminskningen genom att alla utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma enligt denna prisutveckling blir genomförda, medan åtgärder som inte är lönsamma enligt denna prisutveckling inte blir det. Om resten av världen följde samma princip skulle vi få ett totalresultat som var lika med det som definierades som en bra internationell klimatpolitik. Även om den enkla principen ovan kan verka förnuftig vid första ögonkastet är det inte helt oproblematiskt. I synnerhet kommer ett ensidigt genomförande av ”landets del av en bra internationell klimatpolitik” för ett litet land ge landet ett annat resultat i form av kostnader och näringsstruktur än om alla andra länder också hade följt samma princip.

Om ett litet land ensamt minskar sina utsläpp blir den direkta effekten på klimatutvecklingen i det närmaste noll. I kapitel 5 visas att effekten också är obetydlig även om t.ex. USA eller EU genomför betydande utsläppsminskningar. Det redogörs för effekterna av utsläppsminskningar för de länder som har antagit utsläppsbegränsningarna i Kyotoavtalet (Kyotoländerna), vilka i dag står för cirka 30 procent av de globala koldioxidutsläppen. Det antas att utsläppen i den här gruppen av länder ska minskas med 25 procent före 2025, med 80 procent före 2050 och med 98 procent

före 2100. Utsläppen i den här gruppen av länder ska minskas ytterligare och vara nära noll under 2200-talet. Även med sådana dramatiska utsläppsminskningar blir temperaturökningen bara 0,18 °C lägre under 2100 och 0,22 °C lägre 2200 än vad den skulle varit utan utsläppsminskningarna. Detta gäller under förutsättning att utsläppsminskningarna i de här länderna inte påverkar utsläppen i resten av världen.

Mot bakgrund av ovanstående undersöks i kapitel 5 de möjliga indirekta effekterna av en ambitiös klimatpolitik i ett litet land.

Den mest självklara och bäst dokumenterade indirekta effekten av ensidiga utsläppsminskningar är effekterna genom koldioxidläckage. Om ett land (eventuellt en grupp av länder) minskar sina utsläpp finns det olika mekanismer som kan leda till ökade utsläpp i andra länder. Det är detta som kallas koldioxidläckage. I kapitlet diskuteras flera mekanismer av marknadsmässig och politisk art som ger upphov till koldioxidläckage. Trots en omfattande litteratur om detta ämne finns det ingen konsensus om hur kvantitativt viktigt koldioxidläckage är. De flesta bidragen i litteraturen ser på effekterna av att ett förhållandevis stort land (USA) eller en grupp av länder (EU, OECD, Annex 1) minskar sina utsläpp och beräknar hur mycket utsläppen ökar i resten av världen. Enligt de flesta beräkningarna kommer resten av världen öka sina utsläpp med 5–30 procent av utsläppsminskningarna i de länder som minskar sina utsläpp. Vår analys tyder på ett något högre koldioxidläckage i mindre länder.

En indirekt effekt av ensidiga utsläppsminskningar som möjligen kan vara viktig är att sådana minskningar kan ha betydelse för utvecklingen av ny klimatvänlig teknik. En strikt klimatpolitik i ett land kan leda till snabbare utveckling av klimatvänlig teknik i det landet. På grund av kunskapsöverföringar mellan länder kan detta ge en positiv utveckling av klimatvänlig teknik även i andra länder. Detta kan i sin tur minska utsläppen i andra länder, eftersom kostnaderna för utsläppsminskningar kommer att sjunka till följd av den nya tekniken.

Även om en sådan teknikeffekt kan förekomma är det svårt att veta hur stor den är. I en studie som tas upp i kapitlet drar man slutsatsen att den här effekten i vissa fall kan vara tillräckligt stor för att mer än väl uppväga den motsatta effekten genom koldioxidläckage. En viktig omständighet som inte fångas upp av empiriska studier av det här fenomenet är att effekten kan vara diskontinuerlig: med stor sannolikhet kommer teknikutvecklingen

i landet med sträng klimatpolitik ha en liten betydelse för utsläppen i andra länder. Med det är en positiv sannolikhet för att det i landet med sträng klimatpolitik kommer ett tekniskt genombrott som kan betyda ganska mycket för utsläppsutvecklingen i andra länder.

I den mesta ekonomiska litteraturen om klimatpolitik utgår man från att alla länder är rationella aktörer som handlar utifrån egenintresse. På senare tid finns det mycket litteratur som visar att den här förutsättningen i många situationer inte stämmer överens med enskilda människors beteende, och kanske inte heller ett lands. Detta diskuteras utförligt i kapitlet. I litteraturen om sociala preferenser finns det en bra dokumentation av att individer ofta gengäldar goda handlingar med goda och dåliga handlingar med dåliga. Emellertid är detaljerna om varför vi beter oss så fortfarande föremål för betydande diskussioner. Studier av individers beteende är en dålig grund för att dra stora slutsatser om länders beteende, därför är de underliggande mekanismerna viktiga. De olika förklaringarna har olika konsekvenser när det gäller effekten av ensidiga åtgärder från en spelare, inte minst om man talar om ett spel mellan nationer. Teorierna ger heller ingen antydning om hur starka effekterna av den här typen kan vara.

I kapitlet diskuteras också möjliga orsaker till att det är svårt att uppnå ett bra internationellt klimatavtal, och vilken betydelse det kan ha att ett eller flera länder oberoende av ett avtal bedriver en ensidig ambitiös klimatpolitik. Diskussionen leder fram till slutsatsen att ensidiga utsläppsminskningar från en liten grupp länder inte nödvändigtvis bidrar till att flera länder ansluter sig till ett internationellt klimatavtal. Tvärtom kan det bli det motsatta: När några länder väljer stora utsläppsminskningar oberoende av utfallet av klimatförhandlingarna kan det stärka incitamentet att vara gratispassagerare, och det kan bli svårare att uppnå ett samarbete mellan många länder. Man bör emellertid vara försiktig med att dra alltför stora slutsatser. Diskussionen baseras på en teori om samarbete som används mycket i litteraturen. Det finns dock även andra teorier. Man kan inte utesluta att vissa andra teorier kan ge andra resultat när det gäller följderna av att några länder minskar sina utsläpp oavsett vad andra länder gör.

Kapitlet ger också en kort diskussion om hur ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från ett land kan påverka *utfallet* av förhandlingarna, om ett klimatavtal skulle förhandlas fram. Slutsatsen är att ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från en grupp länder som regel påverkar utfallet av

klimatförhandlingar. Utfallet kommer typiskt att påverkas i en riktning som innebär att länderna som genomför ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar innan ett avtal är klart klarar sig sämre än de skulle gjort utan utsläppsminskningar. När det gäller effekten av ensidiga utsläppsminskningar på de framförhandlade samlade utsläppen är slutsatsen att man inte vet i vilken riktning de kommer att påverkas.

Kapitel 5 innehåller några avslutande kommentarer. Klimatpolitiken i ett litet land har försumbara direkta effekter på klimatutvecklingen. Detta faktum, i kombination med att det finns kostnader i samband med en klimatpolitik som är mer ambitiös än vad internationella avtal anger, väcker frågan om varför ett litet land skulle vilja bedriva en sådan ambitiös politik. Det finns två huvudorsaker till att ett litet land kan vilja bedriva en ambitiös politik trots kostnaderna och trots att klimateffekterna är nära noll:

- a) Man kan anse att en ensidig ambitiös klimatpolitik kan ha indirekta effekter så att den bidrar till att öka sannolikheten för att även andra länder efterhand kommer att bedriva en mer ambitiös klimatpolitik.
- b) Man kan anse att ett rikt land har en moralisk plikt att bedriva en ambitiös klimatpolitik, oavsett om andra länder gör det eller inte.

Som diskussionen ovan visar är de möjliga indirekta effekterna av en ensidig ambitiös klimatpolitik mycket osäkra. Den indirekta effekten genom utveckling av klimatvänlig teknik kanske är den minst osäkra, även om det är svårt att säga hur stor den är. Om man har stor tilltro till den indirekta effekten kan det ha betydelse för utformningen av klimatpolitiken. En ambitiös klimatpolitik i form av ett högt generellt utsläppspris är det som traditionellt uppfattas som den mest kostnadseffektiva utformningen av en ambitiös klimatpolitik. Men om en viktig orsak till att man bedriver en ambitiös klimatpolitik är ett hopp om teknikutveckling som påverkar utsläppen i andra länder kan det vara ett skäl att avvika från en allmänt utformad klimatpolitik i form av lika utsläppspris för alla. För att främja teknikutvecklingen kan det finnas skäl att vrida politiken i en riktning som ger större sannolikhet för utveckling av ny klimatvänlig teknik än vad en generellt utformad klimatpolitik gör.

Även om man har liten tro på att det finns indirekta effekter av den typ som diskuteras här ovan kan ett land vilja bedriva en ambitiös klimatpolitik av mer principiella orsaker, se punkt b) ovan. I så fall ligger det nära till hands att den ambitiösa politiken utformas på ett kostnadseffektivt sätt med ett utsläppspris som är lika för alla. Även om orsaken till att man bedriver en ambitiös klimatpolitik först och främst är av principiell art kan man hoppas och tro att det finns indirekta effekter, så att den ambitiösa politiken kan påverka utsläppen även i andra länder. I så fall kan detta vara en orsak att avvika från den generellt utformade och kostnadseffektiva politiken. Om man exempelvis tror att det finns en möjlig positiv indirekt effekt genom teknikutveckling finns det också i det här fallet skäl att vrida politiken i en riktning som ger större sannolikhet för utveckling av ny klimatvänlig teknik än vad en generellt utformad klimatpolitik gör.



2 Optimal global klimatpolitik

Det kan vara bra att börja med att diskutera optimal klimatpolitik i en perfekt värld där alla samarbetar. Här ska vi bara ge några huvuddrag, eftersom detta finns förklarat utförligt i på många ställen i litteraturen (Hoel et al., 2009, s. 38–48). En optimal klimatpolitik kännetecknas för det första av kostnadseffektivitet. Det betyder att oavsett vad klimatmålet är uppnås detta till så låga kostnader som möjligt. Det uppnås genom att marginalkostnaderna för att begränsa utsläppen är desamma oavsett land, källa och klimatgas. Med andra ord: det finns en gemensam tröskel för kostnader per ton minskade utsläpp för alla potentiellt utsläppsminskande åtgärder. Alla åtgärder vars kostnader underskrider denna tröskel bör genomföras, medan inga åtgärder vars kostnader överskrider tröskeln bör genomföras.

Utöver kostnadseffektivitet måste insatsen för att begränsa utsläppen stå i rimlig proportion till vinsten av åtgärderna. Om vi först bortser från de dynamiska aspekterna av klimatproblemet kan vi illustrera den avvägningen som följer. Kostnaderna för att minska utsläppen från x^0 till x är $C(x^0-x)$, som antas vara en stigande funktion. Marginalkostnaderna $C'(x^0-x)$ av att minska utsläppen är stigande: Ju mer utsläppen redan har minskats, desto mer kostar ytterligare minskningar. Den här marginalkostnadsfunktionen tecknas som den räta linjen C' i figur 2.1 där x^0 är utsläppen utan några utsläppsminskande åtgärder (kallas ofta BAU-utsläpp, dvs. business-as-usual). Efterhand som utsläppen x minskas blir det allt dyrare med ytterligare minskningar. Kurvan C' stiger därför när vi rör oss från höger till vänster.

Anta därefter att miljönackdelarna av utsläppen kan beräknas med samma värden som andra kostnader, och ges av en stigande funktion $M(x)$. Den marginella miljökostnaden $M'(x)$ uttrycker hur mycket miljökostnaden ökar för en enhet ökade utsläpp när utsläppet redan är x . Man brukar anta, både när det gäller klimat-

problemet och många andra miljöproblem, att den här marginalkostnaden är högre ju större utsläppen redan är. Det betyder att kurvan för $M'(x)$ är stigande, som i figur 2.1.

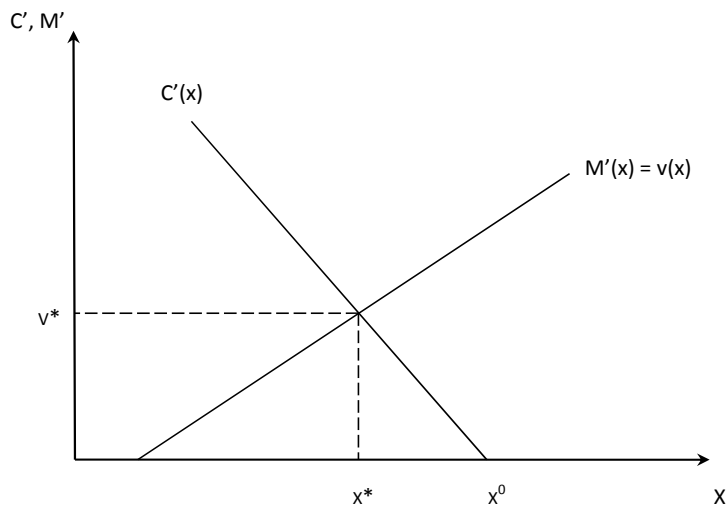
Ekonomisk standardanalys anger att optimala utsläpp sker vid den utsläppsnivå som minimerar summan av kostnaderna för att minska utsläppen och miljökostnaderna för utsläppen. Det är med andra ord de optimala utsläppen vid x -värdet som minimerar $C(x^0 - x) + M(x)$. En enkel beräkning ger att detta x -värde är givet där

$$(2.1) \quad C'(x^0 - x) = M'(x)$$

dvs. där marginalkostnaden för att minska utsläppen är densamma som den marginella miljökostnaden.

Den optimala lösningen illustreras i figur 2.1. Här är v^* marginalkostnaden av utsläppsminskningar (vid den optimala utsläppsnivån x^*). Variablerna x^* och v^* är beroende av funktionerna C och M som representerar teknik och preferenser.

Figur 2.1



Klimatförändringarna beror inte direkt på utsläppen, utan på ackumulerade utsläpp som påverkar mängden klimatgaser i atmosfären. Detta innebär att miljökostnaden för dagens utsläpp

utgörs av klimatkostnaderna för all framtid av dagens utsläpp. Som också framgår av bilagan till detta kapitel innebär detta att den marginella miljökostnaden som regel kommer att öka över tid, även om utsläppsnivån är konstant. Slutsatsen i bilagan är att priset på utsläpp v_t – där t står för tid – i ett optimalt förlopp kommer att öka med tiden med en årlig takt inom intervallet 1–6 procent. En siffra i nedre delen av intervallet är mer sannolik än i den övre delen.

Vad kan man säga om själva nivån på ett utsläppspris som ska stiga med 1–3 procent per år? Svaret på detta beror bland annat på vad man förutsätter när det gäller

- befolkningsutveckling
- generell produktivitetsökning
- utvecklingen av lågutsläppstekniker
- sambandet mellan drivhusgaser i atmosfären och klimatutvecklingen
- kostnader i samband med klimatförändringar
- gränsen för maximalt accepterad temperaturökning
- storleken på diskonteringsräntan

Det finns en rad utredningar som beräknar optimala utsläpp och tillhörande utsläppspris, se t.ex. Hoel et al. (2009) för en översikt. De olika utredningarna ger ganska spretiga resultat, på grund av olika förutsättningar när det gäller punkterna ovan. Här vill vi särskilt framhäva en sådan utredning, nämligen Nordhaus (2008). I den analysen förutsätts att kalkylräntan fram till 2100 i snitt är 4,1 procent. Om optimaliseringen kräver att den globala temperaturökningen inte ska överstiga 2 °C innebär en globalt optimal klimatpolitik att de globala utsläppen av koldioxid (utöver avskogning) kulminerar cirka 2035 och därefter avtar i en ökande takt, i snitt 5 procent per år resten av århundradet. Det tillhörande utsläppspriset börjar på cirka 16,5 dollar (cirka 12 euro) per ton koldioxid 2010 och stiger med cirka 3,2 procent per år resten av århundradet. Utgångsvärdet för 2010 verkar mycket lågt. Emellertid kommer en tillväxttakt på 3,2 procent per år ge ett utsläppspris 2050 på cirka 42 euro och 2100 på cirka 200 euro. Även de här siffrorna kan verka långa, och är avhängiga av en viktig förutsättning i Nordhaus analys: det antas att till en kostnad på cirka 200 euro per ton koldioxid kan man eliminera alla utsläpp av koldioxid. Vissa anser att det är alltför optimistiskt. Vissa har också argumenterat för att

Nordhaus förutsätter orealistiskt låga klimatkostnader²; med högre klimatkostnader skulle det optimala utsläppspriset i en nära framtid bli högre.

I Nordhaus analys är ökningen av utsläppspriset förhållandevis stor. Om kalkylräntan hade varit lägre än vad Nordhaus antar (4,1 procent) skulle ökningen av utsläppspriset också bli lägre. Det finns också andra skäl till att en förnuftig global klimatpolitik skulle innebära en lägre ökningstakt för utsläppspriset: för det första kan det vara svårt eller omöjligt politiskt att binda sig till ett snabbt stigande utsläppspris. Om privata aktörer tvivlar på att priset stiger så snabbt som politikerna säger kan de genomföra för få långsiktiga åtgärder. Detta skulle tyda på ett högre initialt pris och en långsammare ökningstakt. För det andra har vissa personer argumenterat för att det i synnerhet i en tidig fas av en helt ny teknik är viktigt med offentliga stödåtgärder (se bland annat Gerlagh et al., 2008). Om stödmekanismerna för teknikutveckling inte är perfekta kan detta avhjälpas med ett högre utsläppspris än vad som skulle ha varit optimalt om det fanns perfekta verkkningsmedel som riktade sig mot teknikutveckling. Även detta argument talar för ett högre initialt pris och en långsammare ökningstakt.

Vi har gett några argument för att det optimala initiala utsläppspriset kanske bör vara något högre än vad Nordhaus analys anger, samt att ökningen bör vara något lägre. Ett exempel på en sådan prisutveckling är ett pris på 50 euro per ton koldioxid 2015 och en ökning på 2 procent per år. Det ger ett pris på 100 euro 2050 och knappt 270 euro 2100. En sådan prisbana skulle alltså ligga över den som Nordhaus beräknar för hela det här århundradet. Med de förutsättningar som Nordhaus utgår ifrån skulle en bra global klimatpolitik baserat på ett sådant utsläppspris helt säkert garantera att den globala temperaturökningen inte överstiger 2 °C.³

I Hoel et al. (2000) har vi tittat på en rad andra studier utöver Nordhaus. Alla dessa ger analyser av optimal klimatpolitik som innebär att den globala temperaturökningen inte överstiger 2–3 grader. Uppskattningarna för ett optimalt v_t för de närmaste åren varierar från cirka 15 till cirka 35 euro per ton koldioxid, medan motsvarande uppskattning för 2050 ligger på 60 till 280 euro per ton koldioxid.

² Se bl.a. Hanemann (2008).

³ I den här analysen antas att ett sådant globalt utsläppspris införs redan 2010. Ju senare ett globalt utsläppspris av storleksordningen ovan införs, desto högre måste prisbanan ligga för att undgå temperaturökningar över en viss nivå.

2.1 Sammanfattning av kapitel 2

I kapitlet har vi diskuterat principerna för en bra klimatpolitik ur ett globalt perspektiv. Det går inte att ge ett absolut svar på hur ambitiös en sådan politik bör vara. Svaret på detta beror på en rad faktorer, bland annat hur man bedömer kostnaderna i samband med klimatförändringar, och hur man värderar framtiden i förhållande till nutiden (storleken på diskonteringsräntan). Åtminstone i Europa råder det ganska bred politisk enighet om att man bör försöka att undvika temperaturökningar på mer än 2–3 °C. Även med detta mål spricker analyserna ganska lätt, både med hänsyn till hur stora utsläppsminskningar som krävs för att uppnå ett sådant mål, och inte minst med hänsyn till hur starka verkkningsmedel som behövs för att nå målet. Det råder bred enighet bland ekonomer om att det viktigaste verkkningsmedlet för att uppnå minskade utsläpp är att det sätts en prislapp på utsläpp, antingen i form av en koldioxidavgift eller ett pris på utsläppskvoter. I kapitlet hänvisas till studier som anger hur högt utsläppspriset bör vara för att undvika en temperaturökning över 2–3 °C. Uppskattningarna av ett optimalt utsläppspris för de närmaste åren varierar från cirka 15 till cirka 35 euro per ton koldioxid, medan motsvarande uppskattning för 2050 ligger på 60 till 280 euro per ton koldioxid. Det finns argument för att det kan finnas goda grunder för att utsläppspriset de närmaste åren bör vara betydligt högre än den nedersta delen av intervallet (dvs. 15 euro per ton koldioxid) och att en rimlig ökning av utsläppspriset bör vara i storleksordningen 2–3 procent per år.

2.2 Bilaga till kapitel 2: Närmare om optimalt koldioxidpris

Anta att mängden koldioxid i atmosfären (utöver ”naturlig mängd”) vid en tidpunkt t är A_t . I enkla ekonomiska analyser antas ofta sambandet mellan utsläpp och behållning (x och A) ges av (2.2)

$$A_{t+1} = (1 - \delta)A_t + x_t$$

Här är δ en deprecieringsfaktor som anger hur koldioxid gradvis flyttas från atmosfären till andra koldioxidlager (i synnerhet havet).

I verkligheten är sambandet mellan x och A betydligt mer komplicerat än i ekvationen ovan, men den här ekvationen räcker för att förklara poängen i den här framställningen. Med vår förenkling kan δ anges till 0,5–1 procent, dvs. 0,5–1 procent av alla klimatgaser (utöver långsiktig jämvikt) ”försvinner” från atmosfären varje år.

Miljöskadan beror inte direkt på utsläppen, utan på mängden klimatgaser i atmosfären⁴. Vi låter därför M vara beroende av A i stället för x . Det visar sig då att den optimala förutsättningen i stället för (2.1) ges av

$$(2.3) \quad C'(x_0 - x_t) = v_t$$

Där

$$(2.4) \quad v_t = \sum_{z=0}^{\infty} (1+r)^{-z} (1-\delta)^z M'(A_{t+z})$$

Variabeln v_t anger miljöskostnaden för ett extra ton utsläpp och kallas på engelska för ”the social cost of carbon”. Ekvationen (2.4) har en enkel tolkning: Utsläpp av 1 ton koldioxid i atmosfären under period t ökar mängden koldioxid i atmosfären under år $t+z$ som $(1-\delta)^z$. Den marginella miljöskostnaden av detta för år $t+z$ är $M'(A_{t+z})$, så att marginalkostnaden för 1 ton utsläpp år t är lika med $(1-\delta)^z M'(A_{t+z})$ år $t+z$, eller $(1+r)^{-z} (1-\delta)^z M'(A_{t+z})$ när vi diskonterar ned till år t med diskonteringsräntan r (typiskt av storleksordningen 2–5 procent). Summan av de neddiskonterade marginalkostnaderna för alla framtida år ges av (2.4).

Det är ibland mer ändamålsenligt att använda kontinuerlig tid än diskreta tidsperioder som vi har gjort här ovan. Motsatsen till (2.4) i kontinuerlig tid är

$$(2.5) \quad v(t) = \int_0^{\infty} e^{-(r+\delta)z} M'(A(t+z)) dz$$

Detta ger följande ökningstakt för $v(t)$:

$$(2.6) \quad \frac{dv(t)}{v(t)} = r + \delta - \frac{M'(A(t))}{v(t)} < r + \delta \text{ för } M' > 0.$$

⁴ Miljöskadan beror på klimatförändringarna, som i sin tur på ett ganska komplicerat sätt beror på mängden klimatgaser i atmosfären. Vi förenklar detta genom att låta miljöskadan bero direkt på mängden klimatgaser i atmosfären.

Om M' hade varit en konstant skulle v_t också varit konstant, så som $M'/(r + \delta)$. Det finns emellertid två skäl till att M' ökar över tid. För det första kan det finnas skäl att tro att skadan som förorsakas av en given temperaturökning är värre ju högre temperaturen är från början. Man kan alltså anse att en ökning i jordens medeltemperatur från 2 till 2,5 grader förorsakar väsentligt mer skada än en temperaturökning från 1,5 till 2 grader. Eftersom atmosfärkoncentrationen av klimatgaser och temperaturen kommer att öka över tid (i varje fall de närmaste 50–100 åren) betyder detta att M' kommer att bli större ju större A är, något som gör att v_t ökar med t .

Det andra skälet till att M' ökar med tiden är att intäkten per invånare kan förväntas fortsätta att öka över tiden. Detta innebär att det relativa värdet av nytta som inte ökar i omfattning eller kvalitet över tid kommer att öka i förhållande till nytta som vi får mer av över tid.⁵ I synnerhet kommer ökade intäkter öka betalningsviljan för att undvika/begränsa klimatförändringarna. Om intäkterna ökar med 1–1,5 procent per år är det inte orimligt att anta att M' av det skälet kommer att öka med minst 1–1,5 procent per år.

Om M' ökar i en konstant takt mer per år kommer också v_t öka med samma konstanta takt. Resonemanget ovan anger därför att v_t kommer att öka med minst 1 procent per år. När det gäller en övre gräns för tillväxten i v_t följer det av uttrycket ovan att om $M'(A)$ inte avtar över tid kommer ökningen av v_t inte överstiga takten $r + \delta$.⁶ Med ovanstående siffror ger det en övre gräns för ökningen av v_t på 6 procent per år.

Vi kan avsluta med att det optimala globala priset på utsläpp v_t kommer att öka över tid med en årstakt inom intervallet 1–6 procent. En siffra i nedre delen av intervallet är mer sannolik än i den övre delen.

⁵ Se Hoel och Sterner (2007) för en mer detaljerad diskussion.

⁶ Om man inte bryr sig om mängden klimatgaser i atmosfären så länge de ligger under en fastställd övre gräns kommer ökningstakten för v_t bli $r + \delta$.



3 Klimatpolitik utan klimatavtal

Klimatproblemet är ett problem som behöver internationella avtal om det ska gå att uppnå tillräckliga utsläppsminskningar. Men det är svårt att få till stånd förpliktigande avtal som respekteras. Varje land, i varierande grad i förhållande till hur de kommer att drabbas av ett varmare och instabilt klimat, kan vara betjänta av att alla länder samarbetar om att minska klimatgasutsläppen. Men det kanske skulle vara ännu bättre om andra länder samarbetade om att minska sina utsläpp och att det egna landet inte gjorde någonting. Det här gratispassagerarproblemet kan göra det svårt att få till stånd bindande internationella avtal som omfattar många länder. Vi ska därför i det här kapitlet titta på vad teori och empiri säger om en klimatpolitik i avsaknad av ett internationellt klimatavtal (eller med ett avtal med begränsad omfattning och ambitionsnivå).

3.1 Klimatpolitik enligt ekonomisk teori

I kapitel 2 diskuterande vi egenskaperna för en optimal klimatpolitik ur ett globalt perspektiv. Huvudpoängen var att marginalkostnaderna för att minska utsläppen skulle vara lika för alla länder, och att den gemensamma marginalkostnaden vid varje tidpunkt skulle vara lika med värdet v_t av minskade klimatgasutsläpp. Vi antydde att för en förhållandevis ambitiös global klimatpolitik (temperaturökning inte mycket över 2 grader) skulle v_t under den närmaste framtiden kanske vara av storleksordningen 50 euro per ton koldioxid, och öka till cirka 100 euro per ton koldioxid 2050. I uträkningen av v_t ingick miljöskador under alla framtida år för hela världen.

Ekonomisk standardteori lägger som regel till grund att eftersom det inte finns något internationellt klimatavtal kommer alla länder uppträda i begränsat egenintresse (denna förutsättning

diskuteras närmare i avsnitt 5.4). Alla länder tar andra länders utsläpp som givna, och väljer egna utsläpp baserat på skadorna *på det egna landet* av dessa utsläpp. Medan v_t i kapitel 2 var summan av skadorna för *alla* länder tar alltså ett enskilt land bara hänsyn till den del av v_t som angår det egna landet. Det utgör naturligtvis bara en mycket liten del av v_t .

Anta att skadan för landet i är $\alpha_i v_t$, där $\sum_i \alpha_i = 1$. Enligt ovanstående teori skulle vi förvänta oss att landet i skulle välja sina utsläpp så att marginalkostnaden för utsläppsminskningen är lika med $\alpha_i v_t$. Med andra ord: alla utsläppsminskande åtgärder som kostar mindre än $\alpha_i v_t$ per ton koldioxid genomförs, medan inga åtgärder som kostar mer än $\alpha_i v_t$ blir genomförda.

Även om klimatskadorna kan variera kraftigt mellan olika länder kan en grov uppskattning vara att varje lands andel av totalskadan är lika med landets andel av världens BNP. EU:s andel av världens BNP är cirka 26 procent, vilket i sådana fall skulle ange att $\alpha_{EU} = 0,26$. Sveriges andel av världens BNP är cirka 0,7 procent, och då skulle $\alpha_{Sverige} = 0,007$. Om $v_{2011} = 50$ euro per ton koldioxid och $v_{2050} = 100$ euro per ton koldioxid skulle man alltså förvänta sig att EU bara inför utsläppsminskande åtgärder som kostar mindre än 13 euro per ton koldioxid, och fram emot 2050 gradvis inför åtgärder som kostar upp emot 26 euro per ton koldioxid. Motsvarande för Sverige (om vi bortser från att Sverige är bundet till EU:s gemensamma politik): Sverige skulle bara genomföra klimatåtgärder i dag som kostar mindre än 0,35 euro per ton koldioxid, och fram emot år 2050 åtgärder som kostar upp emot 0,7 euro per ton koldioxid.

I nästa avsnitt visar vi att i varje fall vissa länder och regioner har en väsentligt strängare klimatpolitik än teorin ovan skulle tyda på.

3.2 Faktisk klimatpolitik i utvalda länder och regioner

I det här avsnittet ska vi titta närmare på klimatpolitiken i vissa utvalda länder och regioner, närmare bestämt Norge, Sverige, EU och Kalifornien. Beskrivningarna i det här kapitlet baseras på följande källor:

<http://www.climatechange.ca.gov/>

http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm

<http://www.sweden.gov.se/sb/d/3188>
<http://www.klimakur2020.no/>
<http://no.wikipedia.org/wiki/Klimaforliket>
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressepenter/pressemeldinger/2008/Enighet-om-nasjonal-klimadugnad.html?id=496878>
Svensk klimatpolitik, SOU 2008:24
(www.sweden.gov.se/content/1/c6/09/96/94/8393cd02.pdf)

Norge

Kyotoavtalet (1990)

Klimatpolitiken i Norge styrs i dag först och främst av Kyotoavtalet och Klimaforliket. Kyotoavtalet begränsar Norges utsläpp av klimatgaser under perioden 2008 till 2012 till 101 procent av utsläppen 1990. För utsläpp över denna mängd måste vi köpa klimatkvoter från utlandet.

Klimaforliket (2008)

Genom Klimaforliket från 2008 fastställde Stortinget ytterligare mål för klimatpolitiken i Norge:

- Norge ska skärpa sin Kyotoförpliktelse med tio procentenheter.
- Norge ska fram till 2020 förbinda sig att minska de globala utsläppen av klimatgaser motsvarande 30 procent av Norges utsläpp 1990.
- Norge ska satsa på att bli koldioxidneutralt före 2030.
- Två tredjedelar av utsläppsminskningarna ska ske nationellt. Detta motsvarar att de norska klimatgasutsläppen ska minskas med 15 till 17 miljoner ton före 2020.

De här målen ska försöka nås genom följande verkkningsmedel:

- Statliga avgifter på fordonsdiesel och bensin ökas
- Forskningen på förnybar energi trappas upp kraftigt
- Det norska bidraget till att stoppa avskogningen i utvecklingsländerna ökas

- Norge ska återuppta förhandlingarna med Sverige om gröna certifikat
- Ökade anslag till Jernbanen
- Belöningsordningen för storstäder som satsar på kollektivtransport fördubblas
- Anslagen till ett demonstrationsprogram för utveckling av havsvindkraftverk och andra omogna energitekniker
- Den offentliga bilparken ska vara klimatneutral före 2020
- Vätgasbilar ska slippa vägtullar och ha gratis offentlig parkering
- Oljebränsle för uppvärmning av byggnader ska fasas ut genom stödordningar och lagförbud, och energiförbrukning ska minskas vid byggnation

Klimakur 2020 (2010) – lägger grunden för regeringens bedömning av klimatpolitiken 2011

Slutrapporten från Klimakur 2020 omfattar följande punkter:

- Bedöm det förväntade kvotpriset 2012, 2015 och 2020
- Gå igenom internationella mål och verktningsmedel i klimatpolitiken
- Bedöm behovet av nya eller ändrade verktningsmedel i klimatpolitiken

En utgångspunkt i Klimakur 2020 är att de norska klimatgasutsläppen ska minska med 15 till 17 miljoner ton före 2020 (som en del av målen i Klimaförliket – se ovan).

Fæhn (2010) har beräknat att marginalkostnaden för utsläppsminskningarna om Norges nationella mål uppnås på ett kostnadseffektivt sätt 2020 är 190 euro per ton koldioxid.

Norge har i dag en koldioxidavgift för de flesta sektorer som inte omfattas EU:s kvotsystem. Avgiften varierar från 191 kronor till 384 kronor (cirka 25–50 euro) per ton koldioxid (siffror för 2012). Dessutom betalar petroleumsektorn en avgift på 156–209 kronor (cirka 20–27 euro) per ton koldioxid (beroende på bränsletyp) i tillägg till kvotpriset (den här sektorn ingår i EU:s kvotsystem).

Sverige

Sverige har ambitionen att bli en förebild inom klimatarbete. Deras klimatpolitik har de senaste åren knutits allt närmare EU:s klimatpolitik och internationella samarbeten inom klimatarbetet.

Sverige omfattas, precis som Norge, av Kyotoprotokollet. Sverige beslutade emellertid 2002 om ett lägre utsläppsmål än det som Kyotoprotokollet ålägger dem. De svenska utsläppen ska i genomsnitt under åren 2008 till 2012 vara minst 4 procent lägre än utsläppen var 1990. Beslutet låg fast vid en ny genomgång av klimatpolitiken 2006. Dessutom tog den dåvarande regeringen beslut om att utsläppen i Sverige år 2020 ska vara 25 procent lägre än utsläppen 1990.

De övriga målen för den svenska klimatpolitiken till 2020 är som följer:

- Minst 50 procent av den svenska energin ska vara förnybar
- Utsläppen av drivhusgaser i Sverige för de sektorer som *inte* ingår i EU:s system för utsläppsrättigheter ska minska med 40 procent jämfört med 1990⁷
- Energieffektiviteten ska öka med 20 procent
- Minst 10 procent förnybar energi i transportsektorn

En femtedel av utsläppsminskningen har redan uppnåtts, men fyra femtedelar återstår. Verkningsmedel för att nå målet är bland annat:

- Ändrade skatter och skärpta ekonomiska verkningsmedel (här är energi- och koldioxidbeskattningen av fossilt bränsle bland de viktigaste)
- Genomförande av gemensamma EU-beslut
- Utsläppsminskningar genom gröna investeringar i utvecklingsländer eller insatser i andra EU-länder

Sveriges vision är att landet före 2050 ska ha en bärkraftig och resurseffektiv energiförsörjning utan nettoutsläpp av drivhusgaser i atmosfären.

Målet ska uppnås genom tre handlingsplaner som presenterats av regeringen:

- En fossiloberoende transportsektor

⁷ EU-länderna har enats om en utsläppsminskning på 20 procent till 2020 i sitt handels-system (mer om detta längre ned).

- Ökad energieffektivisering
- Ökad användning av förnybar energi

Sverige har en koldioxidavgift som i dag ligger på 1 050 svenska kronor (cirka 115 euro) per ton koldioxid för hushåll och tjänster, men bara 25 procent av denna för industrin utanför kvotsystemet.

EU

Kyotoprotokollet kräver att de 15 länder som ingick i EU vid den tid då Kyotoprotokollet undertecknades minskar sina samlade koldioxidutsläpp under perioden 2008–2012 till 8 procent under nivån 1990. Enligt uppföljning och prognoser av koldioxidutsläppen är EU på god väg att nå målet.

EU vill vara en ledande kraft inom klimatarbetet, och jobbar därför hårt för att minska klimatgasutsläppen. EU jobbar även med att utveckla strategier för att anpassa sig efter de oundvikliga följderna av klimatförändringarna. Som en följd av detta ingick EU-länderna 2007 *ett gemensamt avtal om att minska utsläppen till 20 procent under nivån för 1990 före 2020*. Det här är en minskning som är väsentligt större än det som Kyotoprotokollet ålägger de här länderna. EU-länderna har dessutom *erbjudit sig att minska sina samlade utsläpp till 30 procent under nivån för 1990, förutsatt att andra I- och U-länder tar sin del av ansvaret för att minska världens samlade utsläpp i ett ny bindande klimatavtal*. Det här avtalet ska i så fall ta form i början av 2013, när Kyotoprotokollets första avtalsperiod löper ut.

EU-länderna har bland annat tagit följande initiativ för att minska klimatgasutsläppen:

- Stadigt förbättrad energieffektivitet i hushållen
- Ge mandat till ökad användning av förnybar energi, t.ex. vind, solenergi, bioenergi osv.
- Stödja utvecklingen av CCS (Carbon Capture and Storage)
- Driftsättningen av det europeiska klimatförändringsprogrammet (ECCP) 2000

Dessutom kommer EU att utarbeta en omfattande anpassningsstrategi för EU som kommer att förbättra Europas motståndskraft mot klimatförändringar.

EU har länge varit en pådrivande kraft i internationella klimatförhandlingar. De har lett till FN-avtal inom klimatarbete – FN:s klimatkonvention UNFCCC 1992 och det tidigare nämnda Kyotoprotokollet 1997.

Priset på kvoterna i EU:s kvotsystem är i dag (den 10 januari 2012) cirka 7 euro per ton koldioxid, men har under stora delar av perioden 2008 till 2011 varit betydligt högre.

Kalifornien

Genom California Global Warming Solutions Act från 2006 beslutade guvernör Schwarzenegger och State Legislature att delstatens drivgasutsläpp 2020 ska ligga på samma nivå som 1990. Dessutom har man satt upp som mål att minska utsläppen till 80 procent under 1990 års nivå före 2050.

För att nå de här målen inrättade man 2005 en ledningsgrupp för att samordna klimatarbetet i alla statliga företag – California Environmental Protection Agency (CalEPA).

Climate Change Scoping Plan innehåller de viktigaste punkterna för hur delstaten ska nå sina utsläppsminskningsmål:

- ”*Cap-and-Trade Program*”: anger en strikt gräns för maximalt utsläpp
- *Transport*: minska klimatgasutsläppen från transport med 30 procent före 2016, minska koldioxidintensiva drivmedel med 10 procent före 2020, ändra byggnation/planering/utveckling i städerna genom att lägga fokus på klimatet i arbetet
- *Elektricitet och energi*: förbättra standarder för apparat-effektivitet, 33 procent förnybara enheter före 2020, ökad användning av effektiva ”combined heat and power”, ökad användning av solenergi, gröna byggnader, effektiv vattenförbrukning
- *Industri*: de 800 största utsläppskällorna i Kalifornien – däribland cement, revision av de största industrikällorna för att identifiera möjligheterna till minskning av klimatgasutsläpp hos dessa, reglering av raffinaderier
- *High Global Warming Potential Gases*: fånga in ”high global warming”-utsläppsgaser som redan är i bruk och minska de framtida effekterna genom läckageresistent utrustning, användningsrestriktioner och avgifter

- *Skogsindustri*: bevara skogsbruksareal och möjliga frivilliga minskningar i skogsbruksprojekt
- *Jordbruk*: mer effektiv utrustning, drivmedelsförbrukning och vattenförbrukning genom transport- och energimål, minska gödselkompostering, hantering av produktivitetseffekter av avel och husdjursbestånd
- *Hushållsavfall* och återvinning: minska metanutsläppen och sträva efter hög återvinningsgrad och noll restavfall

Sammanfattning av exemplen

Det ligger utanför ramen för denna rapport att beräkna kostnaderna för alla åtgärder som beskrivs här ovan. Men för många av åtgärderna är kostnaderna klart högre än en bråkdel av (max) 50 euro per ton koldioxid, som ”borde” vara den riktiga värderingen av koldioxidutsläpp enligt kapitel 3.1. Det står därför klart att enskilda länder är villiga att påta sig kostnader för att minska klimatgasutsläppen som långt överstiger det som skulle ligga i ländernas begränsade egenintressen.

3.3 Sammanfattning av kapitel 3

Det krävs internationella avtal om det ska gå att lösa klimatproblemet och uppnå ambitiösa klimatmål. Det finns emellertid flera orsaker till att det är svårt att uppnå bra klimatavtal. I det här kapitlet ser vi därför närmare på en situation utan något internationellt klimatavtal. Eftersom det inte finns något internationellt klimatavtal anger ekonomisk standardteori att alla länder kommer att uppträda i begränsat egenintresse. Med den utgångspunkten borde vi bara kunna förvänta oss en mycket blygsam utsläppsminskning, i synnerhet när det gäller små länder. Det visar sig emellertid att vissa länder, t.ex. Norge och Sverige, delstater, t.ex. Kalifornien, och grupper av länder, t.ex. EU, i verkligheten bedriver en långt mer ambitiös politik än vad standardteorin skulle tyda på. I de kommande kapitlen diskuteras därför närmare hur enskilda länder på det här sättet gör mer än vad som borde ligga i deras egenintresse, och vilka konsekvenser detta kan tänkas få.

4 Varför ska och hur kan ett litet land bedriva en ambitiös klimatpolitik

4.1 Olika ambitionsnivåer

Man kan tänka sig (minst) tre olika ambitionsnivåer för klimatpolitiken i ett litet land, nämligen att

- a) göra lite eller ingenting för att minska utsläppen av klimatgaser
- b) ansluta sig till och fullfölja ett befintligt internationellt klimatavtal till så låga kostnader som möjligt för landet.
- c) göra mer för att minska utsläppen än befintliga internationella klimatavtal anger.

4.1.1 Låg ambitionsnivå

Den längsta ambitionsnivån (a) är att göra lite eller ingenting, och heller inte ansluta sig till ett internationellt avtal om det finns (dvs. Kyotoavtalet). Det här kan verka långt från ambitionsnivån i länder som Norge och Sverige och en rad andra europeiska länder, men det är ändå den ambitionsnivån som de flesta länder ligger på i dag. Det är också en sådan utgångspunkt som ofta används i ekonomisk teori om koalitionsbildning: oftast antar man att länder uteslutande gör det som är bäst för landet, beroende på vad andra gör. Detta leder till det välkända gratispassagerarproblemet: för varje land kan det vara bättre att alla samarbetar om att minska utsläppen än att ingen gör något. Men det är ännu bättre för ett enskilt land att de andra länderna samarbetar om att minska sina utsläpp och att det

egna landet inte gör någonting. Om alla länder uppför sig så kommer ett typiskt resultat bli att bara en liten grupp länder samarbetar. Detta diskuteras närmare i avsnitt 5.5.

En möjlig invändning mot den här tankegången är att det är sällan länder öppet beskriver att de bedriver en politik som går ut på att vara gratispassagerare och överlåta samarbetet till andra. Men även om detta inte är en officiell grund för politiken i vissa länder ligger sannolikt mekanismer av typen ovan ofta bakom att ett land inte ansluter sig till avtalet, ofta under "föregivande" av att avtalet är särskilt ogynnsamt för landet, eller att landet bara vill ansluta sig om alla andra länder ansluter sig. Argument av den sistnämnda typen är välkända i de faktiska klimatförhandlingarna.

Även om vi inte kan utesluta att ambitionsnivå (a) ger en användbar beskrivning av ambitionerna i många länder passar den knappast för Norge, Sverige och en rad andra europeiska länder. I den vidare framställningen ska vi därför begränsa diskussionen till ambitionsnivåerna (b) och (c).

4.1.2 Medelhög ambitionsnivå

Hur ambitiös en politik av typen (b) är beror på hur bra det internationella avtalet är. Ett "optimalt" internationellt avtal är utformat så att om länderna ansluter sig till det och följer det men i övrigt gör det som är bäst för landet, så blir totalresultatet "optimalt". Exakt hur strikt ett sådant internationellt avtal bör vara diskuteras i kapitel 2. Oavsett hur strikt avtalet är kommer det att innefatta ett pris på utsläpp av klimatgaser. Det här priset kommer att vara ett kvotpris om avtalet är av Kyototypen, dvs. att länderna tilldelas kvoter som de kan handla med. Alternativt kan man tänka sig ett bra internationellt avtal som i stället för att fokusera direkt på utsläppskvoterna är ett avtal om användning av verkkningsmedel som länderna måste följa. I ett sådant avtal kan ett centralt verkkningsmedel vara en gemensam koldioxidavgift som alla länderna måste använda.

Vad innebär en ambitionsnivå av typen (b) för den konkreta utformningen av ett litet lands politik? Svaret beror på det internationella avtalets egenskaper. Om avtalet reglerar användningen av verkkningsmedel i de enskilda länderna direkt bestäms varje lands klimatpolitik direkt genom avtalet. Om avtalet är av Kyototypen kommer avtalet att innehålla ett kvotpris.

Kvotprisutvecklingen under åren framöver bestäms av hur det samlade kvottaket utvecklar sig, samt av den tekniska utvecklingen. Hur förutsägbar kvotprisutvecklingen blir beror på vad avtalet anger om hur det samlade kvottaket utvecklar sig. Om avtalet anger kvottaket ganska strikt kommer den framtida kvotprisutvecklingen att bli ganska osäker. Om man absolut inte tänker överstiga en bestämd mängd koldioxid i atmosfären kan det ändå vara förnuftigt att ha en ganska strikt utveckling av kvottaket i det internationella avtalet. Om man är något mer flexibel när det gäller den slutliga atmosfärkoncentrationen inom ett intervall (t.ex. 500–550 ppm CO₂-e) kan det vara förnuftigt att låta kvotutvecklingen bestämmas även utifrån en rimligt förutsägbar kvotprisutveckling.

Det bästa sättet ur ekonomisk synvinkel för ett litet land att anpassa sig efter ett internationellt avtal som ålägger landet en bestämd totalkvot och som medger handel med kvoter är enligt följande (se bland annat NOU 2000:1). Landet bör genomföra de och bara de utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma till det internationella kvotpriset. Om man låter alla privata aktörer stå utanför det internationella kvotpriset i alla sina beslut (däribland beslut om nyetableringar och nedläggningar) kommer marknaden i hög grad genomföra just de åtgärder som är samhällsmässigt lönsamma. Offentliga organ måste också fatta beslut som har konsekvenser för klimatgasutsläppen. Även för sådana beslut bör det internationella kvotpriset läggas till grund för att bedöma åtgärdernas lönsamhet.

I diskussionen ovan har vi utgått från att det inte finns några begränsningar för hur många kvoter varje land kan köpa på den internationella marknaden. I så fall kommer fördelningen av utsläppsminskande åtgärder inom landets gränser kontra köp av kvoter bestämmas av kvotpriset och kostnaderna för att minska de inhemska utsläppen. Om alla länder uppför sig på det sättet får vi en kostnadseffektiv fördelning av utsläppen mellan länderna, medan de samlade utsläppen bestäms av avtalet. I Kyotoavtalet finns det emellertid några formuleringar som kan tolkas som en begränsning av hur mycket kvoter ett land kan köpa i utlandet. Om en sådan begränsning är en bindande gräns för ett land måste det interna priset på utsläpp i det landet vara högre än det internationella kvotpriset. Det interna utsläppspriset i landet kan vara så högt att man uppfyller en sådan gräns på köp av internationella kvoter (genom ett högre internt pris genomförs fler utsläppsminskande åtgärder i landet, och därmed minskar behovet

av kvotköp). Ett enkelt sätt som ett land kan uppnå ett internt utsläppspris som är högre än det internationella kvotpriset är att införa en egen utsläppsavgift i tillägg till kvotplikten. I sina bedömningar av utsläppsminskande åtgärder kommer i så fall alla privata aktörer lägga till grund det samlade utsläppspriset, som är lika med summan av det internationella kvotpriset och den nationella avgiften (det är det system vi har idag för petroleumsektorn i Norge). Även för beslut som genomförs av offentliga organ i landet med gränser på kvotköp bör det interna priset (dvs. summan av kvotpris och avgift) läggas till grund.

4.1.3 Hög ambitionsnivå

Om vi har ett bra internationellt avtal finns det knappast något skäl för ett land att ha en ambitionsnivå över (b). Dagens Kyotoavtal har emellertid många svagheter:

- Det täcker bara cirka 30 procent av världens klimatgasutsläpp.
- Avtalet är kortsiktigt och ger inga signaler om vad vi kan vänta oss efter 2012.
- CDM-ordningen har en rad svagheter.

Mot bakgrund av ovanstående finns det i flera europeiska länder en betydande opinion som anser att en ambitionsnivå av typen (b) är alltför passivt. Samtidigt är det inte helt klart vad som går att uppnå med en högre ambitionsnivå. Vissa har argumenterat att "förebildseffekten" är viktig: genom att ett land gör mer än det behöver göra enligt ett internationellt avtal ökar chansen att även andra länder skärper sina klimatpolitiska mål. Ett annat argument har varit mer instrumentellt: en ambitiös klimatpolitik i ett land kan bidra till en teknikutveckling som på sikt ger lägre utsläpp även i andra länder. Ett tredje argument för en ambitiös klimatpolitik är av moralisk art: rika länder i Europa har en moralisk plikt att göra mer än Kyotoavtalet förpliktar länderna till. Vi återkommer till detta i kapitel 5. I resten av kapitlet ska vi diskutera på vilket sätt ett litet land kan ha en högre ambitionsnivå än (b) och vad det betyder för den konkreta klimatpolitiken i landet.

4.2 Olika utformningar av en ambitiös klimatpolitik

Vi ska nu se på två preciseringar av en ambitiös klimatpolitik för ett litet land ("hög ambitionsnivå"). De kan lite oprecist beskrivas så här:

- i. Maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen till en given kostnad för landet.
- ii. Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik.

När det gäller (i) beror ambitionsnivån självklart på hur stora kostnader landet är villigt att ta på sig. För att (i) ska vara mer ambitiöst än (b), dvs. "medelhög ambitionsnivå", måste kostnaderna vara högre än vad som följer av (b). Vi kommer i nästa avsnitt diskutera vad (i) innebär för utformningen av klimatpolitiken i ett litet land som Norge eller Sverige. När det gäller (ii) kommer den exakta utformningen att bero på vad man definierar som "bra internationell klimatpolitik". Detta diskuterades i kapitel 2 och nedan kommer vi att diskutera vad en sådan överordnad princip innebär för den konkreta klimatpolitiken i ett litet land. Vi ska i diskussionen nedan lägga grunden till ett Kyotoliknande avtal som bakgrund.

4.2.1 Maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen till en given kostnad för det land vi undersöker

Om ett land ska ta på sig kostnader utöver vad det skulle innebära att följa Kyotoavtalet verkar det rimligt (men inte självklart, vilket jag återkommer till) att vi ska försöka uppnå största möjliga samlade globala utsläppsminskningar till de kostnaderna. Vi ska först diskutera vad detta innebär för landets klimatpolitik och därefter se på varför en sådan politik i praktiken kan vara komplicerad.

Anta att det föreligger ett väldefinierat internationellt kvotpris. För en given totalkostnad för ett litet land minskas de samlade utsläppen i världen mest om landet i fråga genomför endast de utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma till det internationella kvotpriset. Summan av de här åtgärderna i landet kommer att ge en bestämd kostnad för landet. Det som återstår av den samlade kostnad som landet är villigt att ta på sig används i utlandet för att minska utsläppen där genom kvotköp (där

kvoterna "förbränns" så att de samlade utsläppen verkligen minskar).⁸ Klimatpolitiken i landet blir alltså densamma som under ambitionsnivå (b), med den skillnaden att landet i det mer ambitiösa fallet använder mer pengar på att minska utsläppen i utlandet.

Resonemanget ovan grundar sig på två antaganden:

- I. Det finns ett 1-till-1-samband mellan kvotköp i utlandet och faktiska utsläppsminskningar i utlandet.
- II. Inhemska åtgärder inom det landet vi undersöker har inga effekter på utländska utsläpp

Som vi strax ska visa kan de här förutsättningarna vara problematiska. Observera att de skiljer sig från ambitionsnivå (b). Under (b) bryr vi oss inte om vad våra handlingar innebär för de faktiska utsläppen i utlandet, vi bryr oss under (b) bara om att vi formellt sett håller oss till det internationella avtalet.

Det finns (minst) tre omständigheter som gör att I och II inte är uppfyllda:

- CDM är inte perfekt (innebär att I inte är uppfyllt)
- Koldioxidläckage (innebär att II inte är uppfyllt)
- Andra indirekta effekter av inhemska åtgärder (innebär att II inte är uppfyllt)

Ett klimatavtal där många länder inte har några förpliktelser överhuvudtaget är inte kostnadseffektivt. I Kyotoavtalet har man försökt att råda bot på detta genom den så kallade "clean development mechanism" (CDM). Poängen med detta är att man i i-länderna i stället för att minska sina egna utsläpp ska kunna betala u-länder för att de minskar sina utsläpp. Det sker genom att u-länderna kan utfärda CDM-kvoter i en omfattning som motsvarar de utsläppsminskningar som de åtar sig. I-länderna köper sådana CDM-kvoter som ger dem möjlighet att släppa ut mer än det som motsvarar deras initiala utsläppstak i förhållande till Kyotoavtalet.

I en idealisk värld skulle CDM-anordningen varit identisk med en situation då u-länderna tilldelades kvoter i en omfattning som är exakt lika med de utsläpp de skulle haft utan åtgärder, som de då skulle kunna sälja om de genomför egna åtgärder. I verkligheten

⁸ På samma sätt som i diskussionen ovan i samband med "medelhög ambitionsnivå" (b) kommer en bindande gräns för hur mycket ett land får göra av åtgärder hemma innebära ett internt pris på inhemska utsläpp som är högre än det internationella kvotpriset.

fungerar inte CDM-anordningen helt i enlighet med idealbilden. Man kan i synnerhet fråga sig hur stora utsläppsminskningarna som är knutna till CDM-kvoter verkligen är. Det finns två huvudproblem⁹: För det första kan åtgärder som ger grund för CDM-kvoter genomföras (omedelbart eller något längre fram) även om det inte hade funnits några CDM-kvoter knutna till åtgärden. För det andra kan åtgärden ha olika indirekta effekter genom marknaden som ger ökade utsläpp på andra ställen i ekonomin, som i alla fall delvis uppväger utsläppsminskningen som är kopplad till CDM-kvoterna. Oavsett hur bra certifieringssystem man än har för CDM-kvoterna är det nästan helt omöjligt att helt gardera sig mot de här två problemen. Ett land som köper CDM-kvoter kan emellertid kompensera för de svagheter genom det sätt som vi låter CDM-köp ingå i landets interna klimaträkenskaper. Om vi exempelvis antar att varannan CDM-kvot har noll effekt på klimatet, medan varannan kvot ger extra utsläppsminskningar som motsvarar kvoten, kan landet i sina räkenskaper räkna med 0,5 ton lägre utsläpp i utlandet när det köper en CDM-kvot för 1 ton.

Om bara ett begränsat antal länder ansluter sig till ett avtal (t.ex. dagens Kyotoavtal) uppstår problemet med så kallat koldioxidläckage: Åtgärder i ett land eller en grupp av länder för att minska koldioxidutsläppen kan leda till ökade koldioxidutsläpp i andra länder. Vi återkommer till detta mer utförligt i kapitel 5. Poängen här är att olika typer av åtgärder i ett land kan ge olika koldioxidläckage. Detta innebär att om man ska maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen för en given kostnad bör man i princip ta hänsyn till hur olika åtgärder i landet påverkar utsläppen i utlandet. Det säger sig själv att det här i praktiken kan vara mycket svårt eller omöjligt.

Sammanfattningsvis: ett klimatpolitiskt mål av typen (i) verkar i förstone ganska förnuftigt. Om man tar hänsyn till de komplikationer som diskuteras ovan rörande beräkningar av de samlade utsläppsminskningarna är det emellertid inte uppenbart vad en sådan överordnad princip innebär för den konkreta utformningen av klimatpolitiken för ett litet land som Norge eller Sverige.

⁹ För en närmare beskrivning hänvisas till bl.a. Hagem och Holtmark (2008).

4.2.2 Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik

Motivationen för en sådan princip kan vara av moralisk art: ”Vi bör uppföra oss väl oavsett hur andra uppför sig.” Man kan också argumentera för en sådan princip som baseras på ”pådrivarroll” eller ”förebildseffekt”, något som vi återkommer till i kapitel 5. Dock gäller följande: eftersom en princip av den här typen ska användas i utformningen av en konkret klimatpolitik måste man först definiera vad som menas med en bra internationell klimatpolitik. Här ska vi först fastslå att en bra internationell klimatpolitik kännetecknas av att den

- uppnår klimatmål till så låga kostnader som möjligt (kostnadseffektivitet)
- balanserar kostnaderna för åtgärder (nu och i en nära framtid) mot vinsten av klimatförändringar som undviks i en (avlägsen) framtid
- fördelar kostnader ”rättvist” mellan länder.

De första två punkterna diskuterade vi i kapitel 2. Den tredje punkten är inte okontroversiell, men de flesta är sannolikt överens om att i-länderna bör bära en större del av kostnaderna (i procent av BNP) än u-länderna. I kombination med kravet om kostnadseffektivitet (som bestämmer fördelningen av faktiska utsläppsminskningar mellan länder) innebär detta att de flesta i-länder, utöver att betala för sina egna utsläppsminskningar, också måste betala en del av de kostnader som u-länderna får till följd av sina utsläppsminskningar. Inom dagens avtalsregim betyder detta att i-länderna utöver egna utsläppsminskningar bör köpa CDM-kvoter. Hur mycket CDM-kvoter varje i-land bör köpa kan inte bestämmas av den överordnade princip som fastställs här, och kommer inte att diskuteras vidare. När det gäller frågan om hur mycket ett litet land bör begränsa sina egna utsläpp kan inte detta härledas direkt från principen om att ”göra vår del av en bra internationell klimatpolitik”, även om vi har definierat den internationella klimatpolitiken så detaljerat att vi vet vad de samlade utsläppen i världen bör ligga på. Orsaken till detta är att en kostnadseffektiv klimatpolitik typiskt ger olika procentuella minskningar i olika länder och landområden.

Med en väl preciserad definition av en bra internationell klimatpolitik kommer det emellertid följa en utveckling för

marginalkostnaden av utsläppsminskningar, dvs. ett pris på utsläpp (avgift eller kvotpris). Kravet på kostnadseffektivitet innebär att det är det här priset (eller mer exakt den här prisutvecklingen) som bör gälla i alla beslut i ett land som ”genomför sin del av en bra klimatpolitik”. Anta exempelvis att vi bestämmer att ett ”riktigt” utsläppspris är 50 ton koldioxid i dag och ökar (i realvärde) med två procent per år (se kapitel 2 för en närmare diskussion). Då bör alla landets hushåll och företag ha ett utsläppspris på den nivån, antingen i form av kvotpris eller avgift eller en kombination. Ett utsläppspris på den här nivån bör också ligga till grund för värderingen av ändringar i inhemska utsläpp i alla beslut som genomförs av offentliga organ. I så fall bestäms den samlade inhemska utsläppsminskningen genom att alla utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma enligt denna prisutveckling blir genomförda, medan åtgärder som inte är lönsamma enligt denna prisutveckling inte blir det. Om resten av världen följde samma princip skulle vi få ett totalresultat som var lika med det som definierades som en bra internationell klimatpolitik.

Principen om att ”göra sin del av en bra internationell klimatpolitik” kommer genom en precisering av vad som är en bra klimatpolitik ge ett utsläppspris som kan användas för att värdera inhemska utsläppsminskningar. Enskilda åtgärder i landet kan också påverka utsläpp i utlandet. Hur ska ändringar i utländska utsläpp värderas i landets beslut? Svaret på detta är inte uppenbart. Å ena sidan bidrar alla utsläpp lika mycket till klimatförändringarna, oavsett var utsläppen sker. Detta skulle tyda på att landet i sina beslut värderar ändringar i utsläpp i utlandet lika med inhemska utsläpp. Å andra sidan kan en sådan värdering innebära att man värderar utländska utsläpp högre än vad det verkligen kostar att minska de utländska utsläppen (via CDM eller andra kvoter). I så fall borde länder köpa upp ”obegränsat” med kvoter på den internationella marknaden. Om man i stället värderar alla ändringar i utländska utsläpp lika med det internationella kvotpriset (eventuellt ett ”justerat” kvotpris som tar hänsyn till att vissa kvoter inte ger faktiska utsläppsminskningar, jfr diskussionen i avsnitt 4.2.1), undviker vi en sådan paradox. Att värdera inhemska och utländska utsläpp strider mot principen om global kostnadseffektivitet. Men detta är en konsekvens av principen om att ett enda land genomför sin del av en bra internationell klimatpolitik, även om inte andra länder gör det. Om alla länder hade följt samma

princip skulle utsläppspriset vara lika i alla länder, och detta skulle också vara det internationella kvotpriset.

4.2.3 Undantag för enskilda sektorer?

Även om ett litet land som exempelvis Norge eller Sverige som huvudprincip inrättar klimatpolitiken så att landet ”gör sin del av en bra internationell klimatpolitik” kan man hävda att det bör göras undantag från den här huvudprincipen för vissa sektorer. Det finns i alla fall tre argument för detta:

- i) Principen ger ett annat resultat för landet om ”en bra internationell klimatpolitik” verkligen genomfördes i alla länder.
- ii) Vi vill inte ha ”dubbelreglering” av de delar av landets ekonomi som omfattas av EU:s kvotsystem (om det land vi undersöker omfattas av detta kvotsystem).
- iii) Tilläggsregleringar av utsläpp som omfattas av EU:s kvotsystem kommer bara att flytta utsläpp inom det utsläppstak som bestäms av den samlade kvotmängden inom detta system.

Beträffande (i): Priser och andra konkurrensvillkor på världsmarknaden blir helt andra i en situation där bara ett land bedriver en politik som överensstämmer med de principer som beskrivs i avsnitt 4.2.2 än om en sådan politik bedrivs i alla andra länder. Därmed blir också en rad ekonomiska storheter i landet som bedriver denna politik, däribland näringssammansättningen, annorlunda än den skulle ha blivit om en ambitiös klimatpolitik hade förts i alla länder. Bland annat kommer utsläppsintensiva industrier drabbas hårdare av en enskild strikt klimatpolitik än av en global strikt klimatpolitik. Ägare och anställda i de här branscherna skulle argumentera för att det var orimligt och föra lönsamt, eftersom deras konkurrenskraft skulle minska på grund av politiken.

Beträffande (ii): Om principen om att göra sin del av en bra internationell klimatpolitik innebär ett högre utsläppspris i landet än kvotpriset i EU måste man på ett annat sätt reglera utsläppen till företagen som omfattas av kvotsystemet utöver den reglering som kvotsystemet innebär. Det ligger närmast till hands att tänka sig att de utöver kvoter måste betala en koldioxidavgift på samma sätt om

petroleumsektorn i Norge måste göra i dag. Även om detta är fullt möjligt kommer företagen det gäller vara klart negativa till detta. Man kan också argumentera för att man i minsta möjliga grad bör ”fingra på” kvotsystemet i EU, som trots sina svagheter är ett exempel på ett förhållandevis välfungerande internationellt avtal.

Beträffande (iii): Den samlade utsläppsmängden från de sektorer som omfattas av EU:s kvotsystem bestäms av de samlade tilldelade kvoterna inom detta system. Om ett lands företag får en koldioxidavgift ovanpå kvotplikten, och därmed minskar sina utsläpp, kommer de också använda färre kvoter. På så sätt blir det fler kvoter och större utsläpp i resten av området som omfattas av EU:s kvotsystem. Enskilda tilläggsregleringar i ett land kommer alltså bara att flytta utsläppen och inte ha någon direkt effekt på de samlade utsläppen i världen¹⁰. Samtidigt kommer sådana tilläggsregleringar påföra landet en kostnad, och det kan vara svårt för myndigheterna i landet att argumentera för att landet ska ta på sig en kostnad bara för att flytta utsläpp från landet till andra europeiska länder.

Om vi inte har ett utsläppspris som är lika för alla sektorer i landet med den ambitiösa klimatpolitiken får vi inte någon intern kostnadseffektivitet i landet: med utgångspunkt i en situation med olika utsläppspriser för olika inhemska sektorer kan man sänka landets totala kostnad genom att omfördela utsläppen mellan sektorerna medan de samlade inhemska utsläppen hålls konstanta. Med samma utsläppspris för alla inhemska utsläpp får man en intern kostnadseffektivitet i landet. Men så länge resten av världen inte bedriver en lika ambitiös klimatpolitik som landet vi undersöker får vi ändå inte någon global kostnadseffektivitet.

4.3 Sammanfattning av kapitel 4

I kapitlet har vi diskuterat hur ett litet land kan bedriva en ambitiös klimatpolitik. I synnerhet studerade vi två typer av en ambitiös klimatpolitik för ett litet land. De kan lite oprecist beskrivas så här:

- i) Maximera de samlade utsläppsminskningarna i världen till en given kostnad för landet.

¹⁰ Man kan inte bortse från att en sådan reglering kan få indirekta effekter, bland annat eftersom utsläpp inom olika delar av EU:s kvotsystem kan olika effekter (via marknaden) på utsläpp på andra ställen i världen. Det är dock svårt att ha någon vettig mening om karaktären och styrkan hos eventuella indirekta effekter.

ii) Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik.

När det gäller i) beror ambitionsnivån självklart på hur stora kostnader landet är villigt att ta på sig. Oavsett hur stora de här kostnaderna är ger i) följande politiska rekommendationer om det finns ett internationellt kvotpris: För en given totalkostnad för ett litet land minskas de samlade utsläppen i världen mest om landet i fråga genomför endast de utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma till det internationella kvotpriset. Summan av de här åtgärderna i landet kommer att ge en bestämd kostnad för landet. Det som finns kvar av den samlade kostnad som landet är villigt att ta på sig används i utlandet för att minska utsläppen där genom köp av kvoter.

Rekommendationen ovan gäller om det finns en välfungerande internationell kvotmarknad så att ett lands köp av kvoter faktiskt minskar utsläppen i andra delar av världen. Utanför EU-systemet är det per i dag i huvudsak CDM-mekanismen som ger möjligheten att köpa kvoter.¹¹ Det finns emellertid ett antal svagheter i CDM-systemet. Det är därför inte helt uppenbart vilken tröskel för utsläppspris man ska använda för att bedöma hur mycket man kommer att minska de inhemska utsläppen med.

Utgångspunkt ii) ”Genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik” kan vara en princip som är motiverad av moralisk art: ”Vi bör uppföra oss väl oavsett hur andra uppför sig.” Man kan också argumentera för en sådan princip som baseras på ”pådrivarroll” eller ”förebildseffekt”, något som diskuteras senare i utredningen.

I kapitlet argumenteras för att en konkret utformning av en princip av typen ”genomför landets del av en bra internationell klimatpolitik” kan göras med utgångspunkt i det utsläppspris (avgift eller kvotpris) som krävs för att nå ett ambitiöst klimatmål. Att ”genomföra landets del av en bra internationell klimatpolitik” innebär att det är det här priset som bör gälla i alla beslut i landet. I så fall bestäms den samlade inhemska utsläppsminskningen genom att alla utsläppsminskande åtgärder som är lönsamma enligt denna prisutveckling blir genomförda, medan åtgärder som inte är lönsamma enligt denna prisutveckling inte blir det. Om resten av världen följde samma princip skulle vi få ett totalresultat som var lika med det som definierades som en bra internationell

¹¹ Länderna som har kvantitativa utsläppsförpliktelser i förhållande till Kyotoprotokollet kan också handla ”Kyotokvoter” mellan sig på regeringsbasis.

klimatpolitik. Även om den enkla principen ovan kan verka förnuftig vid första ögonkastet är det inte helt oproblematiskt. I synnerhet kommer ett ensidigt genomförande av ”landets del av en bra internationell klimatpolitik” för ett litet land ge landet ett annat resultat i form av kostnader och näringsstruktur än om alla andra länder också hade följt samma princip.



5 Konsekvenser av en ambitiös klimatpolitik i ett litet land

5.1 Direkta effekter på klimatutvecklingen

Det som främst skulle motivera ett litet land att bedriva en ambitiös klimatpolitik är den gynnsamma effekten på klimatutvecklingen. I det här avsnittet visar vi att den direkta effekten på klimatet är väldigt liten, sannolikt mindre än de flesta vill tro. Vi illustrerar detta med siffror från Hoel och Holtsmark (2009). Vi återger bara huvudpunkterna här och hänvisar till artikeln för mer detaljer.

Utgångspunkten är en referensutveckling som kallas BAU ("Business as Usual"). Här antar vi att ökningen av koldioxidutsläppen per capita globalt ligger 0,55 procent per år under det här århundradet. I industriländerna är utsläppen per capita ganska stabila under första hälften av århundradet och faller därefter under andra hälften av århundradet. I u-länderna ökar utsläppen per capita med 1,16 procent i genomsnitt under det 21:a århundradet, men även i u-länderna faller utsläppen per capita mot slutet av århundradet. När det gäller det 22:a århundradet har vi antagit att koldioxidutsläppen per capita i alla regioner fortsätter att falla så som det antas för sista delen av det 21:a århundradet så att koldioxiden kommer att ha försvunnit ur världsekonomin under det 22:a århundradet. Den här BAU-banan ger en global temperatur på 2 °C över förindustriell nivå 2050, 3,8 °C 2100 och 4,8 °C 2200.

Vi har också sett vad som händer när ett land eller grupp av länder ensidigt minskar sina utsläpp. Vi bortser från koldioxidläckage och andra indirekta effekter som kan påverka utsläppen i

andra länder. De här omständigheterna diskuteras i avsnitten 5.2–5.6

Vi har inte gjort någon egen analys för EU. Däremot har vi sett på effekterna av utsläppsnedskärningar för en större grupp än EU, nämligen de länder som åtagit sig utsläpps begränsningar enligt Kyotoavtalet (Kyotoländerna). Länderna är Australien, Kanada, EU-27¹², Japan, Ryssland, Ukraina och en del mindre stater¹³. Den här gruppen av länder står i dag för cirka 30 procent av de globala koldioxidutsläppen. I BAU-scenariot faller den här andelen till 13 procent 2050 och till 7 procent 2100. För att illustrera effekterna av att Kyotoländerna genomför åtgärder utan att få med resten av världen har vi sett på de fall där utsläppen i den här gruppen av länder minskar med 25 procent före 2025, med 80 procent före 2050 och med 98 procent före 2100. I den här gruppen av länder ska utsläppen minska ytterligare och vara nära noll under det 22:a århundradet. Detta är alltså ganska dramatiska ensidiga utsläppsnedskärningar. Trots detta är effekterna på klimatet ganska begränsade: Den globala temperaturökningen blir bara 0,18 °C lägre 2100 och 0,22 °C lägre 2200.

Vi har gjort en motsvarande analys av ensidiga utsläppsnedskärningar för USA. Vi har sett på liknande kraftiga nedskärningar för USA som för Kyotoländerna, och resultaten för temperaturutvecklingen blir ungefär som för utsläppsnedskärningarna för Kyotoländerna.

Vi har också sett på utsläppsnedskärningar i Kina. Kina har i dag koldioxidutsläpp på 4,6 ton per capita, en siffra som de senare åren ökat kraftigt. Så sent som 1990 var koldioxidutsläppen i Kina bara 2,1 ton per invånare. I BAU-banan har det fastställts en ytterligare ökning av utsläppen per capita i Kina fram till 2070, varefter de stabiliseras och sedan antas börja falla gradvis i takt med att förnybar energi och kärnkraft börjas användas mer. Kina står i dag för cirka 23 procent av de globala koldioxidutsläppen. I BAU-scenariot ökar den här siffran svagt, till 25 procent 2050, men faller till 14 procent 2100, efterhand som ekonomierna i de övriga länderna antas börja öka.

För att se på effekterna av att Kina genomför ensidiga åtgärder har vi återigen tittat på ett fall med mycket omfattande och snabba åtgärder. Vi har antagit att koldioxidutsläppen per capita i Kina börjar falla från 2010 och minskar till 1,9 ton 2050 och till 0,3 ton

¹² Undantaget Cypern och Malta.

¹³ Island, Norge, Schweiz, Kroatien, Nya Zeeland, Liechtenstein.

2100, se figur 5.1. Detta ger en minskning av Kinas samlade utsläpp på 53 procent jämfört med dagens utsläppsnivå före 2050 och med 96 procent före 2100. Detta innebär att utsläppen i Kina 2050 och 2100 är 78 respektive 97 procent lägre än i BAU.

Också i det här fallet är utslagen på temperaturen blygsamma (men starkare än för Kyotoländerna och USA): jämfört med BAU blir temperaturen 0,35 °C lägre 2100 och 0,38 °C lägre 2200.¹⁴

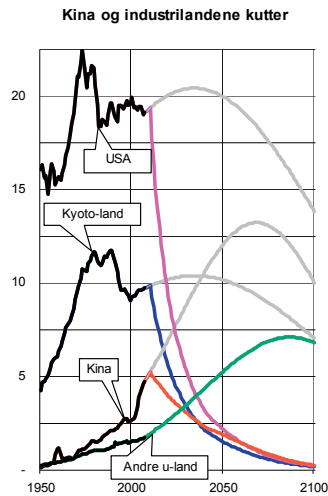
Slutligen har vi tittat på en kombination av utsläppsnedskärningarna ovan. Nu blir effekterna på temperaturen något större, se figur 5.1. och 5.2. Men även i det här fallet är utslagen överraskande små. Jämfört med BAU blir temperaturen 0,76 °C lägre 2100 och 0,85 °C lägre 2200.

Vi ser alltså att även om industriländerna genomför mycket omfattande utsläppsnedskärningar och samtidigt får Kina att göra detsamma är det långt kvar innan man uppnår en stabilisering av en global temperatur på 2 °C över den förindustriella nivån. Ett scenario som ger en stabilisering på 2 °C visas emellertid i figur 5.3 och 5.4. Här genomför USA, Kina och Kyotoländerna samma utsläppsnedskärningar som beskrivs här ovan. Men samtidigt stoppar de övriga u-länderna sin utsläppsökning per capita och minskar utsläppen av koldioxid till 1,2 ton per capita 2050 och till 0,3 ton 2100.

Genomgången ovan visar att de direkta effekterna på klimatutvecklingen av en ambitiös klimatpolitik för ett litet land (och även en inte så liten grupp av länder som EU) är mycket blygsamma. Resten av kapitlet kommer vi att se på möjliga indirekta effekter av en ambitiös klimatpolitik i ett litet land.

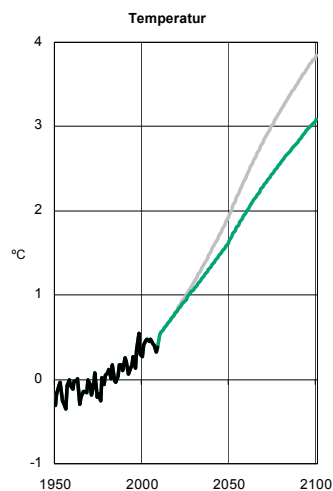
¹⁴ Temperaturminskningen 2100 av de tre föregående exemplen blir sammanlagt 0,68 °C, alltså något mindre än 0,72 °C som blir resultatet av en samlad insats här. Att effekten av summan av unilaterala åtgärder inte blir lika hög som effekten av samordnade åtgärder beror på att man står inför en rad icke-linjära samband. Exempelvis ökar temperaturen logaritmiskt med koncentrationen av koldioxid, samtidigt som det finns en rad icke-linjära trögheter i systemet.

Figur 5.1 Utvecklingen i ton koldioxid per capita. Alla industriländer minskar sina utsläpp med 80 och 98 procent (färgade kurvor) jämfört med dagens nivå (grå kurvor) 2050 respektive 2100, samtidigt som Kina minskar utsläppen med 53 och 96 före 2050 och 2100.



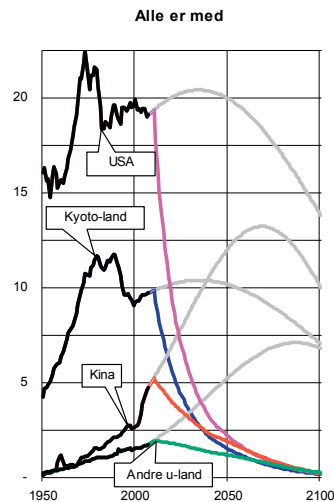
Källa: US Department of Energy och Statistisk sentralbyrå.

Figur 5.2 Effekterna på den globala temperaturen av att alla industriländer minskar sina utsläpp med 80 och 98 procent (färgade kurvor) jämfört med dagens nivå (grå kurvor) 2050 respektive 2100, samtidigt som Kina minskar utsläppen med 53 och 96 före 2050 och 2100.



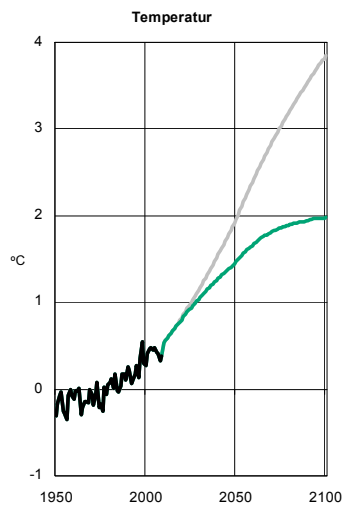
Källa: Hadley Centre och Statistisk sentralbyrå.

Figur 5.3 Utvecklingen i ton koldioxid per capita. Alla länder minskar utsläppen med 80 och 98 procent (färgade kurvor) jämfört med BAU (grå kurvor) 2050 respektive 2100.



Källa: US Department of Energy och Statistisk centralbyrå.

Figur 5.4 Globala temperaturer jämfört med förindustriell tid i två scenarier: BAU (grå kurva) och om industriländerna och Kina minskar utsläppen som beskrivs i figur 5, 7 och 9, samtidigt som också de övriga u-länderna minskar sina utsläpp jämfört med dagens nivå med 3 procent före 2050 och med 77 procent före 2100 (grön kurva).



Källa: Hadley Centre och Statistisk centralbyrå.

5.2 Koldioxidläckage

Om ett land (eventuellt en grupp av länder) minskar sina utsläpp finns det olika mekanismer som kan leda till ökade utsläpp i andra länder. Det är detta som kallas koldioxidläckage. I det här kapitlet tittar vi närmare på följande fyra mekanismer:

- Läckage via värderingen av utsläpp
- Läckage via priseffekter på marknaden för fossila bränslen
- Läckage via marknaderna för utsläppsintensiva konkurrensutsatta produkter
- Läckage via interaktion mellan verkningsmedel som används på olika nivåer (t.ex. Sverige och EU)

5.2.1 Läckage via värderingen av utsläpp

Den här formen av koldioxidläckage har analyserats av bland andra Hoel (1992). För att förstå den här mekanismen är det ändamålsenligt att använda en figur som motsvarar figur 2.1, men där vi nu tittar på utsläppen för ett litet land (nedan kallat land A) som vi betecknar y . Utsläppen i resten av världen (kallade land B) är z . Figur 5.5 illustrerar anpassningen till resten av världen, där man antar att de här länderna anger sin marginalkostnad ($C'(z)$ i figuren) till lika med αv , där α är en given siffra mellan 0 och 1 (som diskuteras i kapitel 2.1 skulle $\alpha=1$ i ett globalt optimum, medan vi kommer att förvänta oss $\alpha<1$ när vi inte har något internationellt klimatavtal). Som tidigare är v marginell miljökostnad för världen, och vi antar att denna är högre ju större de samlade utsläppen är, så att v är en stigande funktion av $y+z$, dvs. $v=v(y+z)$.

Initialt antas att land A har utsläpp som är lika med y^1 , och resten av världen väljer utsläpp z^1 , vilket gör att marginalkostnaden för utsläppsminskningar och värderingen av utsläppsminskningar blir lika, $\alpha v(y^1 + z)$. Om land A minskar sina utsläpp från y^1 till y^2 kommer kurvan för värderingen bli lägre, eftersom v är stigande i argumentet $y+z$. I figur 5.5 ändras kurvan från $\alpha v(y^1 + z)$ till $\alpha v(y^2 + z)$. Då ändras utsläppen i resten av världen till z^2 , så att marginalkostnaden för utsläppsminskningarna fortfarande är lika med värderingen av utsläppsminskningar, som nu ges av $\alpha v(y^2 + z)$. När land A minskar sina utsläpp kommer alltså resten av världen att öka sina utsläpp. Ändå kommer summan av utsläppen

att minska, dvs. $y^2 + z^2 < y^1 + z^1$. Detta är den direkt följd av figur 5.5, eftersom $\alpha v(y^1 + z) > \alpha v(y^2 + z)$ och v växer i $y+z$.

Man skulle kanske kunna tro att koldioxidläckage via den mekanism som beskrivs här är obetydligt för ett litet land, eftersom ett litet land kommer att ha en mycket svag inverkan på andra länders värdering av utsläppsminskningarna. Även om andra länders utsläpp ändras mycket lite i förhållande till ländernas egna utsläpp kan emellertid ändringarna vara betydande i förhållande till det lilla landets utsläpp. I bilagan till det här kapitlet har vi sett närmare på detta, och vi härleder följande uttryck för koldioxidläckaget (som anger hur mycket utsläppen i resten av världen kommer att öka för varje enhet minskat utsläpp i ett litet land):

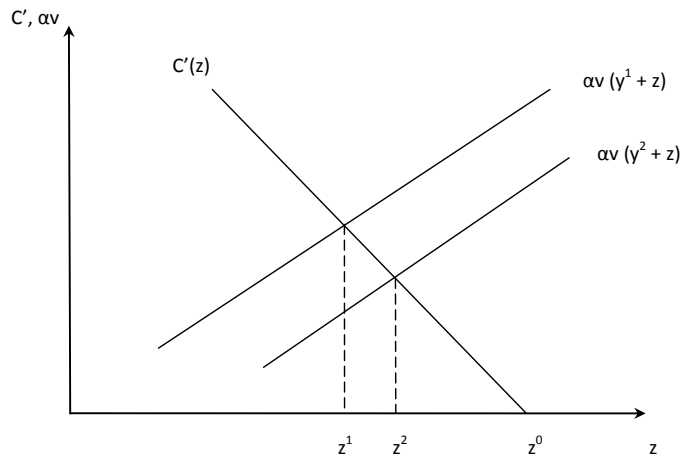
$$(5.1) \quad L_1 = \frac{-dz}{dy} = \frac{\alpha(1-\beta)m}{\alpha(1-\beta)m + c}$$

Där m och c mäter hur branta kurvorna v och C' i figur 5.5 är (dvs. kurvan som gäller för hela världen). Parametern β ger land A:s andel av utsläppen i världen när det inte finns några utsläppsminskande åtgärder någon annanstans i världen. För ett litet land som Sverige skulle β vara nästan noll, så att (5.1) kan omskrivas till

$$(5.2) \quad L_1 = \frac{-dz}{dy} = \frac{\alpha m}{c + \alpha m}$$

Om vi t.ex. antar att $c = m$ och $\alpha = 0,25$ blir $L_1 = 1/5 = 0,2$. Med det här exemplet skulle en minskning i land A:s utsläpp med 1 miljon ton koldioxid leda till ökade utsläpp på andra ställen i världen på 0,2 miljoner ton koldioxid.

Figur 5.5



5.2.2 Läckage via priseffekter på marknaden för fossila bränslen

Den här typen av koldioxidläckage analyserades sannolikt för första gången av Peter Bohm (1993). Poängen är att utsläppsminskande åtgärder i ett land, t.ex. en koldioxidavgift, kommer att minska efterfrågan på fossila bränslen (kol, olja och gas) i det landet. Detta kommer att leda till lägre världsmarknadspriser på fossila bränslen. Det lägre priset bidrar till ökad förbrukning av fossila bränslen i länder utan klimatpolitik. Vi kan illustrera detta med följande mycket enkla, aggregerade, partiella modell för marknader för fossila bränslen. Vi antar att det samlade utbudet i världen är en stigande funktion S av producentpriset p , dvs. $S(p)$. Utan avgifter eller andra begränsningar på användningen av fossila bränslen antas efterfrågan vara en avtagande funktion D av priset p , dvs. $D(p)$. Emellertid antas en andel β av efterfrågan vara utsatt för en avgift t , så att den samlade efterfrågan är $(1 - \beta)D(p) + \beta D(p + t)$. Priset p bestäms på marknaden av balansen mellan tillgång och efterfrågan, dvs. $S(p) = (1 - \beta)D(p) + \beta D(p + t)$. För varje givet värde av t följer det ett värde av p , och därmed användningen av fossila bränslen. Omfattningen av koldioxidläckage ges av

$$(5.3) \quad L_2 = \frac{-\frac{d(1-\beta)D(p)}{dt}}{\frac{d\beta D(p+t)}{dt}}$$

Här anger nämnaren hur mycket användningen av fossila bränslen, och därmed utsläppen av koldioxid, minskar i ett land/länder som inför skatten t . Täljaren anger hur mycket användningen av fossila bränslen, och därmed utsläppen av koldioxid, ökar i resten av världen till följd av skatten t . Om t.ex. $L_2=0,2$ betyder det att om landet A ökar sin koldioxidavgift så att landets utsläpp minskar med 1 miljon ton koldioxid, kommer detta samtidigt ge lägre världsmarknadspriser på fossila bränslen, något som gör att utsläppen i resten av världen ökar med 0,2 miljoner ton koldioxid.

I bilagan visas att

$$(5.4) \quad L_2 = \frac{(1-\beta)\delta}{\sigma + (1-\beta)\delta}$$

Där δ är efterfrågeelasticiteten efter fossilt bränsle (mätt positivt) och σ är tillgångselasticiteten för fossila bränslen. Observera att L_2 är större ju mindre landet vi undersöker är (dvs. ju mindre β är). För gränsfallet β nära 0 är

$$(5.5) \quad L_2 = \frac{\delta}{\sigma + \delta}$$

Om t.ex. efterfrågeelasticiteten är 0,5 och tillgångselasticiteten är 2 kommer $L_2 = 0,2$ (dvs. 20 %) när β är nära 0. För högre värden på β blir koldioxidläckaget mindre.

5.2.3 Läckage via marknaderna för utsläppsintensiva konkurrensutsatta produkter

Den här typen av koldioxidläckage är sannolikt den som politikerna är mest intresserade av. Mekanismen här är att utsläppsminskande åtgärder i ett land kommer att öka kostnaden för utsläppsintensiva produktionssektorer. Detta bidrar till ökade internationella priser för produkterna från dessa sektorer så att det blir mer lönsamt att producera sådana produkter i länder utan klimatpolitik.

I bilagan visar vi inom ramen för en enkel modell att takten för koldioxidläckaget i det här fallet kan skrivas som

$$(5.6) \quad L_3 = -\frac{(1-\beta)\sigma}{h[1+\mu-\beta]\sigma+(1+\mu)\delta}$$

Här är δ efterfrågeelasticiteten efter den konkurrensutsatta produkten (mätt positivt) och σ är tillgångselasticiteten för samma produkt. Vidare uttrycker h hur stora utsläppen är per producerad enhet i ett land som stramar åt sin klimatpolitik före åtstramningen jämfört med resten av världen. Slutligen uttrycker koefficienten med hur många procent utsläppen per producerad enhet minskar för en klimatåtgärd som minskar produktionen av nyttan med 1 procent.

Observera att L_3 är större ju mindre landet vi ser på är (dvs. ju mindre β är). För gränsfallet när β är nära 0 är

$$(5.7) \quad L_3 = \frac{1}{h(1+\mu)} \frac{\sigma}{(\sigma+\delta)}$$

Vi antar först att $h = 1$ och $\mu = 0$. Detta betyder att utsläppen per producerad enhet i landet som stramar åt sin klimatpolitik är lika stor som i resten av världen, och att utsläppsintensiteten inte påverkas av klimatpolitiken. Om t.ex. efterfrågeelasticiteten är 0,5 och tillgångselasticiteten är 2 är i så fall $L_3 = 0,8$ (dvs. 80 %) när β är nära 0. Om $h = 1$ men $\mu = 1$ minskar koldioxidläckaget till 0,4 (dvs. 40 %). Värdet $\mu = 1$ betyder att de minskade inhemska utsläppen till följd av strängare klimatpolitik fördelas lika mellan minskad produktion och minskade utsläpp per producerad enhet.

För högre värden på β blir koldioxidläckaget mindre än i exemplet ovan. Observera också att L_3 är högre ju lägre h är. Om h är tillräckligt låg (dvs. att landet som stramar åt sin klimatpolitik redan från början har lägre utsläpp per producerad enhet än andra länder) kan vi inte utesluta koldioxidläckage på över 100 procent.

5.2.4 Läckage via interaktionen mellan verkningsmedel på olika nivåer

En betydande andel av koldioxidutsläppen i EU regleras genom EU:s kvotsystem (där även Norge och andra EEA-länder deltar). Summan av kvoterna fastställs politiskt i EU. Detta innebär att

summan av utsläppen från sektorer som är en del av detta kvotsystem bestäms politiskt. Klimatpolitiken i ett eller flera EU-länder som påverkar utsläppen från några av sektorerna inom kvotsystemet kommer därför bara flytta utsläppen från de här sektorerna till andra sektorer inom kvotsystemet. Vi får därmed 100 procent koldioxidläckage för de aktuella åtgärderna. Det finns många exempel på sådana åtgärder. Här ska vi ta upp ett par exempel från Norge: Norge planerar att få bort koldioxidutsläppen från de norska gaskraftverken, som omfattas av EU:s kvotsystem. Den minskade kvotanvändningen för de här kraftverken blir därmed tillgängliga för andra inom kvotsystemet. Norge överväger också att ersätta offshore-gaskraft på produktionsplattformar med el från fastlandet. Eftersom petroleumsektorn omfattas av EU:s kvotsystem kommer en övergången till el minska kvotanvändningen inom petroleumsektorn. De här kvoterna blir därmed tillgängliga för andra sektorer inom kvotsystemet. Sådana åtgärder kommer alltså inte att minska de samlade koldioxidutsläppen. Minskningen uppvägs i stället till 100 procent av ökade utsläpp på andra ställen. Det är därmed inte sagt att sådana åtgärder är bortkastade: om de är ekonomiskt lönsamma till befintligt kvotpris är åtgärderna ett förnuftigt och kostnadseffektivt sätt att uppfylla kvottaket på.

Interaktionen mellan EU:s kvotsystem och andra klimatpolitiska åtgärder är bara ett exempel på koldioxidläckage via interaktionen mellan verktningsmedel som används på olika nivåer. Andra exempel kommer från Goulder och Stavins (2011) som diskuterar interaktionen mellan delstatlig och federal klimatpolitik i USA.

5.2.5 Empirisk litteratur om koldioxidläckage

Ovan presenteras enkla exempel på sifferuppskattningar för de olika typerna av koldioxidläckage. Det finns emellertid skäl att tro att de här uppskattningarna övervärderar koldioxidläckaget. Det finns flera skäl till detta. För det första förutsätts varorna som handlas i de enkla modellerna vara helt homogena. I verkligheten skiljer sig varor som är producerade i olika länder åt, något som bidrar till att det blir mindre koldioxidläckage än enkla sifferexempel skulle antyda (gäller i synnerhet koldioxidläckage av typen iii). Vidare bortser man i de enkla modellerna från transport-

kostnader och andra handelshinder. Sådana kostnader och hinder finns i praktiken, och kommer att bidra till att minska koldioxidläckaget (gäller i synnerhet ii och iii). Slutligen är modellerna partiella jämviktsmodeller. I generella jämviktsmodeller finns det effekter som bidrar till att minska koldioxidläckaget, se t.ex. Fullerton (2011) och Karp (2010). Alla de här momenten bidrar till att vi kan förvänta oss att empiriska uppskattningar av koldioxidläckage är lägre än vad våra enkla modeller antyder.

Det ligger utanför det här projektets ramar att ge en detaljerad redogörelse för den empiriska litteraturen om koldioxidläckage. Karp (2010) sammanfattar en del av denna. De flesta bidragen i litteraturen ser på effekterna av att ett förhållandevis stort land (USA) eller en grupp av länder (EU, OECD, Annex 1) minskar sina utsläpp och beräknar hur mycket utsläppen ökar i resten av världen. Uppskattningarna varierar kraftigt från cirka 5 procent till 20–30 procent, men några resultat ligger utanför intervallet. Vår analys tyder på ett något högre koldioxidläckage i mindre länder. Vi antar t.ex. att tillgångselasticiteten är 1 och efterfrågeelasticiteten är 0,5 i ekvationen (5.5). Om den grupp av länder som minskar sina utsläpp utgör 30 procent av världsekonomin är $\beta=0,3$, och koldioxidläckaget blir enligt den ekvationen lika med 26 procent. Om β däremot är nära noll (Norge eller Sverige) ökar koldioxidläckaget till 33 procent.

5.3 Möjliga effekter på teknikutvecklingen

Om man ska ha något hopp om att kunna undvika stora klimatförändringar under detta och nästa århundrade måste trenden med ökande koldioxidutsläpp (med 2,5 % per år i snitt de senaste 50 år; även de senaste tio åren fram till 2009 har den genomsnittliga ökningen varit 2,5 % per år¹⁵) vändas till en ganska snabb minskning. Vi såg i avsnitt 5.1 att det krävs mycket stora utsläppsminskningar om man ska undvika en global uppvärmning på mer än cirka två grader. Det säger sig själv att det här kommer att ställa stora krav på en teknik för koldioxidfri energi och produkter som kräver lite energi. Även om man i de enklaste ekonomiska analyserna ofta betraktar teknikutveckling som något som kommer av sig själv, kommer teknikutvecklingen i

¹⁵ Utsläpp från förbränning av fossila bränslen. Källa: <http://www.earth-policy.org/indicators/C52/>

verkligheten påverkas av en rad ekonomiska storheter. Det är därför viktigt att diskutera hur mycket hänsynen till teknikutvecklingen betyder för utformningen av klimatpolitiken, och i synnerhet för hur mycket klimatpolitiken i ett litet land kan påverka teknikutvecklingen.

5.3.1 Klimatpolitik och teknikutveckling

Ett högt pris koldioxidutsläpp (i form av antingen en avgift eller ett kvotpris) kommer i sig själv att innebära ett starkt incitament att använda resurser för att utveckla klimatvänliga tekniker. På det här området råder det dock inga tvivel om att det inte är perfekt att låta marknaderna sköta sig själva. En viktig orsak till att oreglerade marknader kan ge ett dåligt resultat är att en väsentlig del av vinsten vid ny kunskap ofta i betydande grad tillfaller ändra än den som ligger bakom den nya kunskapen. Den positiva kunskaps-externaliteten innebär att oreglerade marknader kan ge för dåliga incitament att utveckla ny teknik. För att råda bot på det kan det vara förnuftigt med olika former av politik som uttryckligen försöker att öka incitamenten för teknikutveckling.

Hänsyn till teknikutvecklingen kan spela en roll för vad som är ett "riktigt" koldioxidpris. Detta har diskuterats utförligt i litteraturen, både när det gäller miljöavgifter i allmänhet och koldioxidpriset i synnerhet¹⁶. I litteraturen skiljer man ofta mellan kunskapsutveckling som är följden av inläring genom erfarenhet ("learning by doing" eller LbD) och kunskapsutveckling som baseras på explicit forskning och utveckling (FoU), även om skillnaden i praktiken inte är så skarp. Goulder och Mathai (2000) visar att genom LbD kommer ett optimum under rimliga förutsättningar kännetecknas av att marginalkostnaderna för att minska utsläppen överstiger priset som ges av regeln som diskuteras i kapitel 2, dvs. ekvation (2.4). Detta betyder inte nödvändigtvis att koldioxidpriset bör vara högre än det pris som ges av (2.4). Om inläringen som en aktörs verksamhet (produktion, reningsåtgärder osv.) leder till i sin helhet tillfaller aktören själv kommer aktören i egenintresse välja omfattningen av verksamheten så att den optimala förutsättningen uppfylls. Det är

¹⁶ För allmänna översikter om verkningssmedel i miljöpolitiken under endogen teknikutveckling hänvisas till Jaffe et al. (2002), Löschel (2002) och Requate (2005). Den optimala storleken på en miljöavgift under endogen teknikutveckling har analyserats explicit av bl.a. Biglaiser och Horowitz (1995) samt Parry (1995).

bara om inlärningseffekten också tillfaller andra som inlärningen blir ett argument för att koldioxidpriset ska överstiga priset som ges av (2.4), se t.ex. Rosendahl (2004). Goulder och Mathai visar också att om man har tillräckligt bra verkkningsmedel för att påverka FoU bör koldioxidpriset ges av (2.4). Med inga eller begränsade möjligheter att påverka FoU direkt kan det också i det här fallet vara optimalt att ha ett koldioxidpris som är högre än priset som ges av (2.4). se bl.a. Gerlagh et al. (2008) och Hart (2008).

De olika typerna av marknadssvikt i produktionen av kunskap gäller också oberoende av landsgränser. Å andra sidan är det vanligt att nationella myndigheter har ett nationellt perspektiv på sin teknikpolitik även om forskningsaktörerna självklart uppmanas till internationellt samarbete. Det är därför sannolikt att doseringen av teknikpolitiken i många fall kan bli för svag. Det är exempelvis sannolikt att stödet från en subvention för privat forskning bestäms utifrån nyttan som andra företag i samma land kan ha av den här forskningen, och inte utifrån det samlade antalet företag i världen som kan ha nytta av forskningen (se Golombek och Hoel, 2009).

Även för kostnadsminskningar som beror på inlärning kan kunskap spridas över landsgränserna. Sådan global spridning av inlärningsvinst är inarbetad i många klimatmodeller (se t.ex. van der Zwaan m. fl., 2002). Vid global inlärning kan det enskilda landets politik för att internalisera inlärningsvinsterna tänkas bli för svag om det enskilda landet inte tar in de globala inlärningsvinsterna.

5.3.2 Effekter av klimatpolitiken i ett land på teknik och utsläpp i andra länder

Anta att en sträng klimatpolitik i ett land kan ge snabbare utveckling av klimatvänlig teknik i det landet. På grund av de kunskapsöverföringar mellan länder som diskuterades i föregående avsnitt kan detta också ge en positiv utveckling av klimatvänlig teknik i andra länder. Detta kan i sin tur minska utsläppen i andra länder, eftersom kostnaderna för utsläppsminskningar kommer att sjunka till följd av den nya tekniken. Detta kan ske även om de andra länderna inte deltar i något internationellt klimatsamarbete, om de värderar minskade klimatgasutsläpp positivt (positiv α i terminologin från avsnitt 3.1). Lägre kostnader för utsläpps-

minskningar kan också göra att länder som ännu inte anslutit sig till ett klimatavtal mer villiga att göra detta i framtiden. Den här poängen framhävs bl. a. av Alfsen och Eskeland (2007).

Utvecklingen av klimatvänlig teknik diskuteras närmare i en teoretisk analys av Golombek och Hoel (2004), som undersöker en enkel modell där två länder eller grupper av länder (här kallade A och B) var för sig bestämmer både sina klimatutsläpp och sin insats när det gäller utveckling av klimatvänlig teknik, dvs. teknikutveckling som sänker kostnaderna för utsläppsminskningar. I modellen är det tänkt att insatsen är en bestämd typ av FoU-insats. Tekniknivån i varje land påverkas både av landets egen FoU-insats och av FoU-insatsen i det andra landet. Analysen ser på konsekvensen av att land A ger klimatfrågan ökad prioritet, dvs. att α_{AV} ökar medan α_{BV} är oförändrad enligt terminologin från kapitel 3.1. I den här framställningen antar vi att α_{AV} och α_{BV} är oberoende av den samlade mängden utsläpp, så att de olika formerna av koldioxidläckage som diskuterade i avsnitt 5.2.1 inte förekommer (Golombek och Hoel undersöker även det mer generella fall då sådant koldioxidläckage kan förekomma). Det finns inte heller några andra former av koldioxidläckage i den här modellen. Om FoU-insatsen hade varit konstant i båda länderna skulle en ökad prioritering av klimatet i land A därför inte haft några effekter på utsläppen i land B. Med endogen bestämd FoU ändras resultaten: En ökad prioritering av klimatet i land A kommer både att ge lägre utsläpp och ökad FoU i land A. Detta skulle tyda på bättre teknik också i land B. Om land B inte förändrar sin FoU kommer den förbättrade tekniken i land B att innebära att land B minskar sina utsläpp, även om prioriteringarna av klimatet inte ändras i land B. Orsaken till detta är att den förbättrade tekniken i land B innebär att det blir mindre kostbart att minska utsläppen, så att även med oförändrad prioritering kommer land B vilja ha lägre utsläpp.

Golombeks och Hoels analys visar emellertid att man normalt skulle förvänta sig att FoU i land B skulle påverkas av omfattningen av FoU i land A: Eftersom tekniken blir bättre på grund av insatsen i land A behöver land B inte bedriva lika mycket FoU som förr. Land B blir alltså i ett visst avseende gratispassagerare till teknikutvecklingen i land A. Det vill säga att man i högre grad än förr satsar på att kopiera teknik som utvecklats i utlandet. Golombek och Hoel visar att om kunskapsöverföringen från land A till B är oberoende av omfattningen av FoU i land B skulle FoU i

land B justeras ned precis så mycket att tekniknivån och utsläppen är oförändrade i land B, trots förändringarna i land A.

Golombek och Hoel ser också på det fallet att ett lands egen forskning gör det enklare att tillgodogöra sig kunskap som genererats i utlandet. I det fallet kommer land B justera ned sin FoU i mindre grad än i fallet ovan. Detta innebär att utsläppen i land B kommer att gå ned till följd av att land A ger klimatet ökad prioritet. Vi får alltså motsatsen till koldioxidläckage via effekterna som diskuterades i avsnitt 5.2: om ett land ger klimatet ökad prioritet och därför minskar sina egna utsläpp och ökar sin klimatrelaterade FoU kommer de totala utsläppen i världen minska med mer än minskningen i landet som initierade utsläppsminskningen.

Även om det skulle finnas en sådan effekt via teknikutveckling är det inte säkert att den är tillräckligt stark för att motverka koldioxidläckage via effekterna som diskuteras i avsnitt 5.2. Den här frågan analyseras av Bosetti och De Cian (2011) inom en numerisk modell för världsekonomin. De använder WITCH-modellen (se t.ex. Bosetti et al, 2007 och Bosetti et al 2009) för att se på konsekvenserna av att OECD-länderna ensidigt minskar sina koldioxidutsläpp. Modellen inkluderar en teknikeffekt som liknar den som beskrivs ovan, och även koldioxidläckage av typerna som beskrivs i avsnitten 5.2.

Bosetti och De Cian finner att i några fall kommer teknikeffekten mer än uppväga läckageeffekterna som beskrivs i avsnitt 5.2. Detta gäller i synnerhet för ”medelsträng” klimatpolitik i OECD-länderna: om OECD-länderna skär ned sina ackumulerade utsläpp för perioden 2010–2100 med cirka 30–35 procent jämfört med referenssituationen kommer utsläppen också i de övriga länderna i världen minska (med upp till cirka 2 procent). För mindre utsläppsminskningar i OECD är teknikeffekten så svag att den uppvägs av läckageeffekterna som beskrivs i 5.2. Motsvarande kommer läckageeffekterna som beskrivs i avsnitt 5.2 bli så starka med utsläppsminskningar drygt 35 procent att de kommer att dominera teknikeffekten. I det här fallet kan utsläppen utanför OECD öka upp till 4 procent.

5.3.3 Teknikutveckling som strategi för att främja framtida klimatsamarbete

I avsnittet ovan antogs det att utvecklingen av ny klimatvänlig teknik i ett land genom "smitta" också bidrar till mer klimatvänlig teknik i andra länder. Även om detta inte är fallet har Urpelainen (2011) visat att det kan ligga i ett lands intresse att föra en klimatpolitik som bidrar till att stimulera en mer klimatvänlig teknik. I artikeln finns det två länder (A och B) och två perioder (nutid 1 och framtid 2). Under båda perioderna antas vart och ett av länderna antingen välja höga (H) eller låga (L) utsläpp. Under period 1 är kostnaderna för att minska utsläppen från H till L lika med C i båda länderna (vi ser närmare på period 2 nedan). Det antas att en klimatvinst bara uppnås om båda länderna minskar sina utsläpp från H till L. Värderingen av denna klimatvinst i varje land är antingen V eller v, där $V > C > v$. Ser vi isolerat på period 1 gäller därför följande: om båda länderna har hög värdering (dvs. V) av lägre utsläpp kommer båda vilja minska sina utsläpp. Om båda länderna har låg värdering (v) av lägre utsläpp kommer båda välja höga utsläpp. Om ett land har hög värdering och ett land låg blir det heller ingen utsläppsminskning i något av länderna, eftersom det för landet med värderingen V bara lönar sig att minska utsläppen från H till L om även det andra landet gör det.

Anta nu att situationen under period 1 är som följer: regeringen i land A värderar utsläppsminskningar högt (V), medan regeringen i land B har låg (v) värdering av utsläppsminskningar. (Det kan ligga nära till hands att föreställa EU som land A och USA och/eller Kina som land B.) Ländernas regeringar vet inte hur värderingen av utsläppsminskningar blir i framtiden, varken i land A eller B. Det finns en viss sannolikhet för att värderingen i B ändras från v till V, och det finns en viss sannolikhet för att värderingen i land A ändras från V till v.

Tittar man på period 1 isolerat kommer det inte att ske några utsläppsminskningar i något av länderna. Men om vi antar att land A minskar sina utsläpp under period 1 kommer detta ge inlärningseffekter så att kostnaderna för att minska utsläppen under period 2 kommer att minska från C till c. Det antas att $c < v < C < V$. Det finns nu fyra möjligheter under period 2:

1. Båda länderna har värdering V
2. Båda länderna har värdering v
3. Land A har värdering V och B har v (som under period 1)

4. Land A har värdering v och B har V (motsats till period 1)

För situation 1, 2 och 3 spelar det ingen roll om kostnaden är c eller C i land A period 2. Under 1 kommer båda länderna välja L , medan båda länderna kommer välja H under 2 och 3. För fall 4 spelar kostnaderna i land A emellertid en roll. Med kostnaden C kommer land A inte vilja minska sina utsläpp, så att båda länderna kommer välja H i det här fallet. Med kostnaden c kommer emellertid land A vilja minska sina utsläpp om också land B väljer L . I det här fallet kommer därför båda länderna välja L , medan båda länderna kommer välja H om kostnaden var C .

Om vi nu tittar på situationen för regeringen i land A under period 1. Om den regeringen bara tänker på period 1 kommer den välja utsläpp H . Om regeringen i land A anser att situationen 4 under period 2 är tillräckligt sannolik, kan regeringen ändå välja L under period 1, för att på det sättet säkra låga utsläpp under period 2, om situation 4 gäller då.

Men i exemplet EU kontra USA/Kina kan det alltså löna sig för dagens myndigheter i EU att föra en ambitiös klimatpolitik, för att på det sättet få ned EU:s framtida kostnader för utsläppsminskningar. Det strategiska skälet för att göra detta är att säkerställa att EU i framtiden kommer att delta i en ambitiös klimatpolitik tillsammans med USA/Kina, oavsett hur EU i framtiden värderar utsläppsminskningar. Det är viktigt att tänka på att det här skälet till en ambitiös klimatpolitik i EU faller bort om man tror att myndigheterna i EU helt säkert kommer att ha en hög värdering av lägre utsläpp även i framtiden, eller om man tror att USA/Kina kommer att ha en låg värdering av utsläppsminskningar även i framtiden. Det är alltså bara om situation 4 ovan inträffar i framtiden som det lönar sig att föra en mer ambitiös klimatpolitik i dag än mer kortsiktiga bedömningar skulle tyda på.

5.3.4 Klimatpolitik som näringspolitik

Det är vanligt bland politiker att föra fram näringsutveckling som skäl till en aktiv klimatpolitik. Argumentet om näringsutveckling kan förstås på flera sätt. Den så kallade Porterhypotesen hävdar att förorenande industrier blir mer konkurrenskraftiga om myndigheterna bedriver en ambitiös miljöpolitik framför en miljöpolitik som medger undantag för sådan industri. Forskningen på det här

fältet ger ingen entydig konklusion, se t.ex. Brännlund (2007). Hypotesen har dessutom inte varit knuten till det offentliga stödet för teknisk utveckling inom miljöområdet. Porter själv (se Porter, 1991, och Porter och Linde, 1995) tittar bara på miljöpolitikens betydelse för konkurrensförmågan.

Det andra sättet att förstå sammanhanget mellan näringsutveckling och klimatpolitik är att en ambitiös klimatpolitik som också omfattar offentligt stöd till teknikutveckling skulle främja nya industrier som exporterar avancerad klimatteknik till resten av världen. Ett exempel som framförts är att Danmark har fört en aktiv politik när det gäller vindkraft, och har samtidigt blivit en av världens största exportörer av vindkraftverk. Audretsch och Feldman (1996) visar att branscher med en hög grad av teknikutveckling har en tendens att klumpa ihop sig i så kallade näringsklungor. Därmed övervinner företagen själva genom sin lokalisering den globala kunskapsexternaliteten, och det nationella stödet till produktion av ny kunskap kommer att kunna vara tillräckligt.

Den strategiska handelsteorin öppnar också för att offentligt stöd till exportföretag kan vara välfärdsfrämjande i vissa fall, se t.ex. Tirole (1997)¹⁷. I en analys med utgångspunkt i en möjlig framtida marknad för koldioxidinfångningstekniker ser Greaker och Rosendahl (2008) närmare på det strategiska argumentet för både FoU-stöd och för att driva en särskilt ambitiös klimatpolitik i ett litet land, och finner att det är ett strategiskt argument för att stödja FoU. Om myndigheterna i ett land tror på näringsutveckling genom att satsa extra på klimatinriktad FoU kan det tänkas att forskningen på det området kommer upp till en önskad nivå.

5.4 Betydelsen av att vara pådrivande och en förebild

Under större delen av diskussionen hittills har vi förutsatt att alla länder är rationella aktörer som handlar utifrån ett egenintresse. I vissa fall tycks den här förutsättningen passa dåligt in på beteendet hos enskilda personer; eventuellt passar en sådan förutsättning

¹⁷ En strategisk variabel är företagets beslutsvariabel i marknadsspelet vi tittar på. Det kan t.ex. vara priset på en produkt eller kapacitet för en ny produktionsenhet. De strategiska variablerna är substitut om t.ex. en ökning i en spelares produktionskapacitet motsvaras av en minskning i de andra spelarnas produktionskapacitet.

också dåligt in på ett land i vissa situationer. Vi ska i det här avsnittet diskutera tanken om ensidiga utsläppsminskningar med utgångspunkt i beteendekonomi, och då i synnerhet med tanke på studier av sociala preferenser. Eftersom de flesta experiment undersöker enskilda individers beteendes ska vi först diskutera problemställningen som om varje land var en enskild individ. Vi ska därefter diskutera lite om hur den här litteraturen kan överföras till studier av länder.

Det finns många orsaker till att ensidiga utsläppsminskningar kan påverka andra länders utsläpp. En del av de här orsakerna diskuterades tidigare i det här kapitlet. I det här avsnittet bortser vi från mekanismerna ovan och tittar uteslutande på hur ensidiga utsläppsminskningar kan påverka andra länder genom mekanismer som beror på oegennyttiga sociala preferenser. Det betyder inte att vi anser att de andra omständigheterna ovan är oviktiga eller att vi anser att de effekterna kommer att vara små jämfört med effekterna via sociala preferenser. Grunden är snarare att detta är en naturlig avgränsning. Dessutom är det en problemställning som studerats mindre i litteraturen.

5.4.1 Ömsesidighet

I ekonomiska modeller möter vi ofta homo economicus, en aktör som är känd som en egoistisk nyttomaximerare. Om man tar den här modellen bokstavligt ger den en dålig beskrivning av mänskligt beteende. Föräldrar är villiga att offra mycket av sina egna behov för att hjälpa sina barn, men även inför helt främmande människor är vi gärna vänliga och tillmötesgående. Frågar någon om vägen kommer de flesta som vet svaret svara tillmötesgående och använda sin egen tid för att förklara, för att bara ta ett litet exempel ur det dagliga livet. Beteendestudier kan emellertid hjälpa till att ge en mer systematisk redogörelse för sådant hjälpbeteende. Vi ska därför först gå igenom huvudresultaten från några av de mest relevanta och mest studerade spelen i experimentell ekonomi och se vilka lärdomar vi kan dra av det. För en mer generell genomgång av experimentella studier av spel, se Camerer (2003). Vi ska särskilt fokusera på en beteendenaspekt som är särskilt relevant i det här sammanhanget, nämligen ömsesidighet: vi gengäldar goda handlingar med goda (positiv reciprocitet) och dåliga med dåliga (negativ reciprocitet).

Ett mycket studerat spel är ultimatumspelet, som är ett spel mellan två personer. Den ena – förslagsställaren – föreslår hur de två ska fördela en given pott med pengar. Den andra – respondenten – kan antingen acceptera och förslaget implementeras, eller avvisa och ingen får något. Resultaten från laboratorier visar typiskt att förslag som ger respondenten 20 procent eller mindre avvisas av de flesta respondenter. Det är ett uttryck för negativ reciprocitet. Respondenten är villig att ta en kostnad (förlora sina 20 procent) för att straffa den andra som lämnat ett orättvist förslag.

Ett spel som illustrerar positiv reciprocitet är tillitsspelet. En enkel variant av tillitsspelet kan vara som följer. Spelare A får 100 kronor. Han väljer hur mycket han vill behålla och hur mycket han vill investera i spelare B, det vill säga ge till spelare B. Allt han ger till spelare B tredubblas. Därefter väljer B hur mycket av beloppet han vill ge tillbaka till A. Om båda maximerar sin egen utbetalning är Nashjämvikten självklart att B inte ger tillbaka något, och därmed att A heller inte ger något till B i första omgången.

Resultaten i litteraturen visar emellertid att försökspersonerna både ger mer än 0 och får tillbaka mer än 0. Exempelvis finner Croson och Buchan (1999) att 85 procent ger tillbaka mer än beloppet de fick. Hur mycket de ger tillbaka visar en tydlig tendens till ömsesidighet. Ju mer sändaren (A) ger, desto större andel returneras av mottagaren (B).

I mänskligt beteende ser vi en tendens att gengälda vänliga handlingar med vänliga handlingar (positiv reciprocitet) och ovänliga handlingar med ovänliga handlingar (negativ reciprocitet). Vi kan nu ge en lite klarare precisering av problemställningen: vilken betydelse har den här tendensen till ömsesidighet för effekterna av att ett land ensidigt minskar sina klimatgasutsläpp? Vi ska angripa problemställningen genom att först titta på experiment som använder ett spel som ligger närmare internationella miljöproblem. Därefter ska vi titta lite på olika förklaringar till sådant reciprok beteende, som en bakgrund för att spekulera i hur mycket av detta som låter sig överföras till ett spel mellan nationer.

5.4.2 Public goods-spel

Ett spel som studeras flitigt i laboratorier, och som i mångt och mycket liknar situationen med miljöexternaliteter, är public goods-

spelet. Ett exempel: spelarna sätts samman i grupper, låt oss säga med fyra spelare i varje grupp. Varje spelare får ett belopp, t.ex. 100 kronor. Spelaren kan välja att ta pengarna eller att lägga dem i en gemensam pott. Allt som ges till gruppen fördubblas och delas ut igen, lika mycket till alla. Om en spelare då ger 1 krona, fördubblas den till 2 kronor och delas lika så alla får 50 öre var. För varje krona en spelare ger får han alltså 50 öre tillbaka. Här borde homo economicus inte ge något till den gemensamma potten.

När spelet spelas i ett laboratorium är emellertid resultatet typiskt att spelarna ger en betydande andel till den gemensamma potten, många ger allt de kan. Det här ser alltså mycket harmoniskt ut. När spelet spelas om igen försvinner mycket av harmonin, i hög grad som en konsekvens av att moraliskt beteende präglas av ömsesidighet (Fischbacher och Gächter, 2010).

Mekanismen förklaras enklast med utgångspunkt i en modell av Brekke et al. (2003). De argumenterar för att beteendet speglar en avvägning mellan moraliska ideal och egenintresse. Om deltagarna i ett public goods-spel kommer till spelet med en uppfattning om hur mycket de borde ge i idealfallet kommer det faktiska bidraget bli en avvägning mellan detta ideal och egenintresset. Det kan leda till att de ger mindre än de anser att de borde ha gett i idealfallet. Men på grund av ömsesidigheten kommer detta påverka vad de andra anser att de i idealfallet borde ge nästa omgång. Hauge (2010) frågade deltagarna i ett experiment hur mycket man ska ge i ett public goods-spel. Några baserade svaret på vad andra gav, och majoriteten av dessa svarade att det var rätt att ge samma som genomsnittet av vad andra gav. Alltså om andra i genomsnitt ger 50 procent bör jag också ge 50 procent, om andra ger 70 procent bör jag ge 70 procent osv. Återigen ser vi att ömsesidighet betyder att man är snäll och trevlig så länge alla andra är det. Om de andra ger lite mindre än idealet betyder det att idealet för alla kommer att falla gradvis. För varje ny runda kommer det moraliska kravet bli lite svagare, eftersom alla andra också ger lite mindre än de anser att de borde ge i idealfallet. Den här fallande tendensen i bidragen är just det som vi observerar i experimentella studier av sådana spel. Brekke et al. (2011) studerar en variation av det här spelet där deltagarna för ska välja vad de vill göra med 50 kronor de får. Vill de behålla pengarna eller ge dem till Röda Korset? De som ger bort pengarna placeras i en grupp med andra som gett bort pengarna (röda grupper) och de som behåller pengarna placeras i en grupp med andra som behåller pengarna (blå grupper). Sedan spelar alla

grupper public goods-spelet. Resultatet blev att de som gav bort pengarna till röda också bidrog mer till public goods-spelet, i synnerhet efter några omgångar, eftersom samarbetet i de här grupperna inte vittrade sönder. Det kan tyda på att en person som är generös i ett sammanhang tenderar att vara det i ett annat, men för våra syften är vi mer intresserade av något som vi observerade mot slutet av spelet.

Mot slutet av spelet kunde spelarna för varje ny runda välja vad de ville göra med de 50 kronorna, och därmed vilken typ av grupp de hamnade i. De flesta växlade lite mellan röda och blå grupper. Vi kunde då jämföra beteendet hos samma person, beroende på om de var i röd eller blå grupp. Spelarna hade fått information om vad som hände i andra grupper och visste därför att det gavs mer i röda grupper. Vi såg då att spelarna gav väsentligt mer i röda grupper – där de visste att de andra också skulle ge mycket – än de gjorde i blå grupper där de visste att de andra skulle ge lite. Observera att bidragen här är frivilliga och att spelarna spelar public goods-spelet bara en gång innan de placeras i en ny grupp. De har därför ingen möjlighet att påverka vad de andra ska göra. Ändå är de frivilliga bidragen större när de spelar med några som de förväntar sig ska ge mycket, och de är lägre när de spelar spelet med några som de förväntar sig ska ge lite.

Om detsamma skulle gälla länder skulle andra länder förorena mindre om vi förorenar mindre. Alltså finns det en positiv effekt med att vara föregångsland. Men det är ett långt steg från enskilda individer till ett land. Finns det någon grund för ett sådant steg? För att svara på det är det naturligt att se närmare på mekanismerna bakom det här beteendet.

5.4.3 Mekanismer och förklaringar

En möjlig förklaring till några av de här observationerna är olikhetsaversion (Fehr och Smith, 2000, Bolton och Ockenfels, 2000), det vill säga att folk har negativ nytta av olikhet. Ta t.ex. en respondent i ett ultimatumspel som får erbjudande om att få 20 kronor medan förslagsställaren får 80 kronor. Den här respondenten har då en positiv nytta av de 20 kronorna som vederbörande får, men en negativ nytta av olikheten som ligger i att den andra får 60 kronor mer. Den här negativa nyttan kan dominera nyttan av de 20 kronorna och leda till att erbjudandet avvisas.

Med det här kan inte vara hela historien. Falk et al. (2003) visar att om en pott på tio enheter kan fördelas bara på två sätt (8,2) eller (2,8), (respondentens andel är sist i parentesen) så kommer ett förslag som ger respondenten bara 20 procent ändå accepteras av de flesta. Om alternativen är (8,2) och (5,5) avvisas (8,2) av de flesta. Det är alltså inte bara utfallet som betyder något, utan vad alternativet var. Falk et al. tolkar det som ett uttryck för att intentionerna är viktiga – en ojämn fördelning kan vara acceptabel om förslagsställaren inte hade något bättre alternativ. Om (5,5) inte var ett alternativ uppfattas det inte som lika ovänligt att erbjuda (8,2).

Olikhetsaversion kan inte heller förklara att samarbetet i public goods-spelet vittrar sönder. Andra förklaringar kan vara att ömsesidighet är rationellt i upprepad interaktion med andra människor, men att samma strategi också används i engångsspel på grund av begränsad rationalitet. För att förklara detta vill jag först påminna om folkteoremet (Aumann, 1959). Två spelare spelar fångarnas dilemma. Här har jag satt upp en variant där spelarna väljer mellan samarbete eller en egennyttig handling.

	Samarbete	Egennyttig
Samarbete	1,1	-1,2
Egennyttig	2,-1	0,0

Det är nu lätt att se att oavsett av vad den andra gör så är den egennyttiga handlingen den som ger störst utdelning. Dilemmat är att om de båda väljer den egennyttiga handlingen får de 0, medan de kan få 1 om de samarbetar. Aumann påpekade att om spelet upprepas oändligt många gånger så kan samarbetet vara en jämvikt. En möjlig strategi som realiserar ett sådant samarbete är det som Axelrod senare kallade ”Tit for tat”. Tit for tat-strategin startar med samarbete första gången och för varje ny omgång av fångarnas dilemma spelar man det den andra spelade förra omgången. Om två spelare med tit for tat-strategier möts kommer de samarbeta för alltid. Men om strategin möter en person som försöker att uppträda egennyttigt kommer den andra ge tillbaka med samma mynt, ända tills den andra ”ångrar sig” och samarbetar ensidigt en gång, därefter kan de fortsätta att samarbeta.

Axelrod skickade ut en generell inbjudan att skapa ett datorprogram som implementerade en strategi för hur man skulle

spela i ett upprepat fångarnas dilemma. Han fick in hundratals strategier från olika personer, allt från professorer med spelteori som specialitet till datanördar som tyckte att det var en rolig utmaning. Alla strategierna spelade mot varandra i ett slags turnering där de sattes ihop i par och spelade ett upprepat fångarnas dilemma, och man då såg vilka program som överlag klarade sig bra och vilka som klarade sig dåligt. I nästa omgång bestämdes antalet kopior av varje program av hur bra det hade gått i förra omgången, ett slags efterlikning av hur evolutionen fungerar. Ganska snabbt blev en stor andel av "populationen" tit for tat-kopior, bara någon promille av andra strategier fanns kvar efter några tusen omgångar (Axelrod, 1981, Axelrod och Hamilton, 1984).

Tit for tat-strategin kan ge en förklaring till ömsesidigheten i människors beteende i allmänhet, då vi oftast träffas igen och i den meningen spelar upprepade spel. Men spelen i laboratoriet är engångsspel och man eftersträvar anonymitet så att spelarna inte ska veta vem som gjorde vad. Spelarna kan därför inte reagera på orättvisa handlingar efter det att de lämnat experimentet, och samarbete lönar sig då inte i ett engångsspel. Men kombinerat med begränsad rationalitet kan det ge en förklaring till beteendet i experiment: spelarna uppför sig inte optimalt i situationer som är långt från de situationer de har erfarenhet av utanför laboratoriet och de använder i stället ett beteende som är rationellt i normala situationer. Och normala situationer är upprepade spel.

Utvecklingen av moral, och i synnerhet reciprocitet som vi undersöker här, kan vi också studera genom att se på andra arter och i synnerhet arter som ligger nära i evolutionshistorien. I boken "The age of Empathy" diskuterar de Waal (2009) grunden för moral med utgångspunkt i studier av apor, och i synnerhet de två arter som genetiskt ligger närmast människan, nämligen bonobo och schimpanser.¹⁸ de Waal argumenterar för att utgångspunkten för moral är den imitationsförmåga som många djur har. Vi ser imitation hos insekter som svärmar eller för att ta ett närmare exempel: när en person gäspar smittar det till de andra i rummet (också bland schimpanser smittar gäspning). Den här förmågan att imitera andra har vidareutvecklats till att likna känslor. Han menar att det här är särskilt viktigt för däggdjursmodrar som behöver

¹⁸ Vi skildes från gorillorna för cirka 7,5 miljoner år sedan och från bonobo och schimpanser för cirka 5,5 miljoner år sedan. Bonobo och schimpanser skildes åt för cirka 2,5 miljoner år sedan.

förstå hur ungarna har det för att kunna hjälpa dem. Han hänvisar till många observationer både av apor och andra djur (bl. a. elefanter och delfiner) där de ger hjälp som bara är möjlig om de kan förstå hur situationen upplevs för den som behöver hjälp. Men det är inte alla arter som har utvecklat den här förmågan att känna det andra känner, något som kan få katastrofala följder när en mor inte kan ta barnets perspektiv. de Waal berättar om några apor som lärt sätt att använda varma källor, men där mödrarna inte förstår att när de själv kan andas normalt behöver det inte betyda att barnet som hänger på ryggen kan andas (ungen kan vara under vattnet).

Den här teorin om att imitation är den biologiska grunden för moral stöds av neurologiska studier, och i synnerhet påvisningen av så kallade spelneuroner. I en paus i ett laboratorium tog en av forskarna en jordnöt medan en apa fortfarande var kopplad till en hjärnskanner. De såg då att samma områden i hjärnan lystes upp när forskaren tog en jordnöt som när apan själv tog en jordnöt. Mer systematiska studier har därefter bekräftat fyndet: det finns områden i hjärnan som reagerar likadant när vi själva upplever något som när vi ser någon annan uppleva detsamma. (Frith, 2006, kap. 6). De här neuronerna kallas spegelneuroner och är alltså en del av det som gör att vi kan känna empati.

Men som de Waal påpekar kan empati användas både på gott och ont. En torterare kan inte tortera lika effektivt om han inte förstår vilka smärtor han åsamkar offret. Det är alltså inte så att om vi kan känna en annans smärta eller glädje så ingår den andras nyttofunktion automatiskt i vår egen eller att vi alltid har större nytta av att den andra har större nytta. I ett experiment med makakapor lärde de sig först att byta jetonger mot mat. De fick en jetong som byttes mot en gurkbit, och aporna genomförde transaktionen med stor iver. Men när apan i grannburen fick ett bättre erbjudande och lyckades byta jetongen mot druvor var gurka inte längre ett godtagbart erbjudande. Apan som bara erbjöds gurka i utbyte mot jetongen kastar jetongen och annat innehåll runt om sig i buren, och vägrar att byta jetonger mot gurka längre. När den ena apan upptäcker att apan i grannburen har fått en bättre byteshandel gör det inte automatiskt större nytta, så som vore fallet om den andras nytta hade ingått i hans egen nyttofunktion på grund av spegelneuroner.

Förmågan att känna detsamma som andra är en förutsättning för moraliskt beteende, men den kan också användas både positivt och negativt.

Fehr och Gächter (2000) påminner om hur albaner och kroater tog blodshämnd när Nato hade vunnit över serberna. Vänliga handlingar gengäldas med vänliga handlingar (positiv reciprocitet) och ovänliga handlingar gengäldas med ovänliga handlingar (negativ reciprocitet).

5.4.4 Grupp beteende

Jämfört med länder med flera miljoner invånare är grupper på några få individer självklart mycket små. Även om grupper uppför sig helt annorlunda än enskilda individer kan det finnas skäl att vara ännu mer skeptisk till att dra slutsatser om nationell politik från studier av enskilda individer, som ovan. Resultaten är blandade när det gäller huruvida grupper är mer egoistiska än enskilda individer. Vissa studier (Bornstein och Yaniv, 1998, och Cox, 2002) finner att grupper ger mindre i ultimatumspel och returnerar mindre i tillitsspel, medan Cason och Mui (1997) i stället finner att den mest generösa i gruppen vinner diskussionen när grupper spelar diktatorspelet. Ett intressant fynd är emellertid Cooper och Kagel (2005) som finner att grupper på två spelar bättre än enskilda individer i strategiska spel. De argumenterar för att grupperna är i bättre stånd att se spelet ur motspelarens perspektiv. Man bör därför inte avvisa resultaten för enskilda individer som irrelevanta för beteendet hos större enheter.

Att vi kan känna lidandet hos personer som både är långt borta och tillhör en annan kultur kan vi se genom inbetalningarna till hjälpaktioner i fjärran katastrofområden. Vi kan också se folk sluta ögonen eller vända sig bort från lidande som visar på en filmduk för att slippa känna, även när de vet att det är på låtsas. Det finns därför skäl att tro att den här effekten gäller över nationsgränserna och mellan folkgrupper. Exemplet ovan om hur albaner och kroater tog blodshämnd när Nato hade vunnit över serberna tyder på att reciprocitet är något som gäller i vidare mening än bara mellan enskilda individer. Om ett liknande beteende också skulle gälla för länder kan en ensidig minskning från ett lands sida vara som en gåva som måste gengäldas.

5.4.5 Hjälper det att vara föregångsland?

Vi har hittills fokuserat på frågan om hur ensidiga utsläppsminskningar från ett land minskar utsläppen från andra länder. En annan fråga är om ensidiga minskningar kan övervägas utan referens till ett sådant strategiskt motiv. Det att vi känner något av samma smärta som de som lider känner tyder på att vi vill undvika andras lidande. Vi kan vara ännu mer intresserade av att undvika att andra lider till följd av ett problem som vi har ett betydande ansvar för. Detta kan vara ett argument för ensidiga minskningar oavsett av hur andra kommer att reagera. Men den här medkänslan räcker uppenbart inte för att ensamt lösa problemet – då hade allt varit löst. Därför blir det också relevant att fråga vilken effekt det har på utsläppen från andra länder.

Ömsesidigheten, tendensen att gengälda goda handlingar med goda och dåliga med dåliga, är väl dokumenterad i den experimentella litteraturen, men exakt varför det är så är föremål för diskussion. Studier av individers beteende är en dålig grund för att dra stora slutsatser om länders beteende, därför är de underliggande mekanismerna viktiga. De olika förklaringarna har olika konsekvenser när det gäller effekten av ensidiga åtgärder från en spelare, inte minst om man talar om ett spel mellan nationer.

Om det är olikhetsaversion som förklarar ömsesidigheten i t.ex. ultimatumspelet så är det knappast grund för att dra lärdomar från sådan ömsesidighet i laboratoriet till nationell politik. När två individer delar 100 kronor i ett labb ligger allt fokus på de 100 kronorna. De har ingen information om övriga intäkter hos motspelaren och ultimatumspelet handlar då bara om fördelningen av de 100 kronorna. Men om ett litet land som Norge eller Sverige gör ensidiga åtgärder för att minska koldioxidutsläppen kommer det inte ge stora förändringar i levnadsstandarden i det landet, och knappast så stora att andra länder känner att de också måste vidta åtgärder för att återupprätta en mer jämn global intäktsfördelning.

Konsekvenserna av en förklaring som baseras på upprepade spel och begränsad rationalitet är mer oklara. Om försökspersonerna i laboratoriet uppför sig som om de spelade ett upprepat spel när de faktiskt spelar ett engångsspel kan det knappast överföras till länder. Länder är knappast så begränsat rationella. Å andra sidan är nationella utsläpp inte anonyma, och samma nationer kommer att spela samma miljöspel i många år framöver. Det är faktiskt ett upprepat spel och teorin för upprepade spel är relevant. Det finns

så många jämviktsstrategier, inte bara samarbete/egennytta, och en analys ligger utanför ramarna för den här artikeln.

Till sist har vi den mer biologiska förklaringen: vi delar andras glädje och sorg, men har också en stark aversion mot att bli utnyttjade. Responsen på katastrofer på andra ställen i världen visar att vi också delar sorger med människor i andra kulturer och världsdelar, vilket tyder på att vi kan generalisera till nationsnivå. Det här skulle lägga grunden för samarbete. Men samarbete kräver ömsesidighet. När vi känner att någon har behandlat oss orättvist är vi villiga att tåla en förlust för att ge den andra ett rimligt straff. Också i det här sammanhanget är vi beroende av att sätta oss in i andras upplevelse av sorg och glädje för att få veta vilket straff som svider. Hur mycket av den delen av beteendet som låter sig generaliseras till nationsnivå är mindre klart. Om en motsvarande ömsesidighet gäller mellan nationer kommer det som diskuterats i samband med public goods-spelet undergräva samarbetet. Om fynden från laboratorierna låter sig generaliseras till nationer kommer samtidigt generositet från en part leda till större bidrag från andra parter. Det skulle tyda på att om ett land går vidare med utsläppsminskningar utöver det de är tvungna till kan det leda till mer välvilja från andra.

Observera att situationerna vi studerar i laboratorierna är ganska stiliserade och ofta symmetriska. Deltagarna i public goods-spelet får ofta samma pott med pengar. Det är därför lätt att avgöra vem som har gett mycket respektive lite, och därmed lättare att förutsäga när en spelare känner att han eller hon utnyttjats av de andra. I ett klimatspel mellan nationer är situationen långt mindre symmetrisk. Ländernas BNP, utsläpp, befolkningsstorlek och areal varierar kraftigt. Även förhållandet mellan historiska utsläpp och förväntade framtida utsläpp varierar starkt. Uppfattningen om vad som är en rättvis fördelning av utsläppsminskningar och därmed hur mycket man måste skära ned för att andra ska uppfatta det som generöst är därför svårt att förutsäga. Det kan tänkas att ett land som själv uppfattar sig som ett föregångsland – eller snarare där flertalet av väljarna har en sådan uppfattning – inte uppfattas på samma sätt av andra länder. De kommer då inte att möta någon extra goodwill från andra. Även på den här punkten är fynden i den experimentella litteraturen svåra att generalisera till ett spel mellan nationer.

En sista fråga är hur stora effekterna kan vara, och om det kommer att räcka för att försvara ensidiga initiativ. I tillitsspelet

lönar det sig oftast att ge mycket, men även i ultimatumspelet tjänar man på att vara generös. I public goods-spelen är det oklart om en mer generös givare tjänar på att andra blir mer generösa. Men på den här punkten är dock skillnaden mellan länder och enskilda individer för stor för att det ska vara meningsfullt att generalisera.

5.5 Möjliga effekter på förhandlingar om ett klimatavtal

De flesta är överens om att om vi ska uppnå ambitiösa klimatmål krävs det ett internationellt klimatavtal med bred uppslutning. Detta visades bland annat i avsnitt 5.1 där vi såg hur viktigt det är att alla länder med betydande utsläpp måste delta i internationellt samordnade utsläppsminskningar. I det här kapitlet ska vi diskutera möjliga orsaker till att det är svårt att uppnå ett bra internationellt klimatavtal, och vilken betydelse det kan ha att ett eller flera länder oberoende av ett avtal bedriver en ensidig ambitiös klimatpolitik, så som t.ex. Norge och Sverige gör.

5.5.1 Klimatavtal och gratispassagerare

De flesta länder i världen är överens om att världen bör minska klimatgasutsläppen kraftigt så att dramatiska klimatförändringar kan undvikas. Klimatförhandlingar har pågått i årtal, men har hittills inte gett några direkta resultat. Det finns flera skäl till detta. Ett av skälen är att olika länder kan ha olika uppfattning om hur stora utsläppsminskningar man bör inrikta sig på. Väl så viktig är antagligen fördelningsfrågan: Olika länder har olika uppfattning om hur fördelningen av utsläpp och kostnaderna i samband med utsläppsminskningarna ska fördelas. I den ekonomiska litteraturen om klimatavtal har det dessutom visats att även om länderna var eniga om ovanstående punkter kan det vara svårt att uppnå ett avtal med brett deltagande och stora utsläppsminskningar. Orsaken till detta är gratispassagerarproblemet, som nämdes i avsnitt 4.1.1: även om alla länder är eniga om att en situation där alla minskar sina utsläpp är bättre än en situation då ingen minskar sina utsläpp, är det ändå bättre för alla länder om de inte minskar sina utsläpp medan alla andra länder gör det. Det här motivet för att vara

gratispassagerare undergräver möjligheten att uppnå ett brett samarbete med väsentliga utsläppsminskningar. Vi ska under resten av avsnittet se närmare på den här problemställningen, baserat på en teori om stabila koalitioner som tar utgångspunkt i d'Aspremont et al. (1983) och användes på klimatavtal först av Hoel (1992), Carraro och Siniscalco (1993) och Barrett (1994) och därefter många andra. Vi ska också diskutera konsekvenserna av att några länder ensidigt minskar sina utsläpp oavsett om det finns ett avtal eller inte.

För att renodla poängen om gratispassagerare antas alla länder vara lika. Länderna bestämmer först om de vill vara med i en koalition eller inte. Länderna som är medlemmar i koalitionen bestämmer därefter hur mycket de vill minska sina utsläpp. Länderna som inte är medlemmar antas för enkelhetens skull inte minska sina utsläpp överhuvudtaget. Alla länder gör sina val baserat på begränsat egenintresse. Med standardförutsättningar om kostnader för utsläppsminskningar och vinst från ett bättre klimat kommer utsläppsminskningarna i länderna i koalitionen bli större ju större koalitionen är. När ett land ska bestämma sig för om det vill ansluta sig till koalitionen eller inte görs följande bedömning: genom att stå utanför koalitionen slipper länderna kostnaderna i samband med utsläppsminskningar. Men genom att ansluta sig till koalitionen ökar koalitionens storlek, och de samlade utsläppsminskningarna ökar, något som ger en klimatvinst. Ett land ansluter sig till koalitionen bara om klimatvinsten överstiger kostnaden landet får för att ansluta sig till koalitionen. De beslut som varje land fattar ger en bestämd jämviktsstorlek på koalitionen. Exakt hur stor koalitionen blir kommer att bero på de exakta förutsättningarna när det gäller kostnader av utsläppsminskningar och vinst av bättre klimat. Följande resultat är emellertid ganska robusta: koalitionens storlek kommer alltid att vara sådan att vinsten av samarbetet är ganska liten. Om det finns en stor vinst i ett brett samarbete (som de flesta anser är fallet när det gäller klimatproblemet) kommer därför antalet länder som samarbetar bli ganska litet. Detta är ett resultat som överensstämmer med erfarenheterna från klimatförhandlingarna hittills: Kyotoavtalet ger kvantitativa förpliktelser till länder som tillsammans står för mindre än 30 procent av världens samlade utsläpp.

Anta att teorin ovan ger som resultat att k länder vill samarbeta. Vad sker med detta resultat om vi i stället för att anta att alla länder handlar utifrån begränsade egenintressen antar att en liten grupp

länder h ($h < k$) väljer väsentliga utsläppsminskningar oavsett hur många länder som ansluter sig till koalitionen och oavsett utsläppsminskningarna i de övriga koalitionsländerna? Det ligger närmast till hands att tänka sig att länderna h kommer att vara medlemmar i koalitionen. Om länderna håller fast vid sina stora utsläppsminskningar oberoende av hur stor resten av koalitionen är kommer skillnaden i de samlade utsläppsminskningarna för en koalition av storlek k och storlek $k-1$ sannolikt bli mindre än den skulle ha varit med de ursprungliga förutsättningarna om koalitionsländernas beteende. Ett land som överväger att stå utanför en koalition av storlek k kommer därför att förlora mindre i form av lägre klimatvinst än det skulle gjort med de ursprungliga förutsättningarna. Vinsten av att ha undvikit kostnader genom att stå utanför koalitionen är emellertid densamma. Därmed stärks incitamentet att vara gratispassagerare, något som kan innebära att med de nya förutsättningarna (h länder väljer låga utsläpp oavsett) kan koalitionen jämviktsstorlek bli mindre.

Slutsatsen från analysen ovan är att ensidiga utsläppsminskningar från en liten grupp länder inte nödvändigtvis bidrar till att flera länder ansluter sig till ett internationellt klimatavtal. Tvärtom kan det motsatta vara fallet: när några länder väljer stora utsläppsminskningar oberoende av utfallet av klimatförhandlingarna kan det stärka incitamentet att vara gratispassagerare, och det kan bli svårare att uppnå ett samarbete mellan många länder. Man bör emellertid vara försiktig med att dra alltför stora slutsatser. Även om diskussionen ovan baseras på en teori om samarbete som används mycket i litteraturen finns det även andra teorier. Man kan inte utesluta att vissa andra teorier kan ge andra resultat när det gäller följderna av att några länder minskar sina utsläpp oavsett vad andra länder gör.

5.5.2 Ensidiga utsläppsminskningar och utfallet av klimatförhandlingar

I avsnittet ovan diskuterade vi hur ensidiga utsläppsminskningar av ett eller några få länder kan påverka hur många länder som samarbetar. I det här avsnittet ska vi kort undersöka hur ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från ett land kan påverka utfallet av förhandlingar. Diskussionen baseras på Hoel (1992).

Anta att vi har de två länderna A och B. Den totala välfärden för land j ($j=A,B$) ges av W_j , som är ett samlat mått på både snävare ekonomisk och annan välfärd (särskilt miljö). Det här välfärds-måttet beror självklart på en rad faktorer. Här fokuseras vi bara på två faktorer, nämligen egna utsläpp och summan av utsläpp från båda länderna. Vi låter utsläppet i land j ges av e_j . Vi antar alltså att $W_j = W_j(e_j, e_A + e_B)$, som antas vara stigande i första argumentet (eftersom minskade utsläpp har en ekonomisk kostnad) och avtagande i andra argumentet (höga samlade utsläpp ger en negativ miljöeffekt). Anta först att land A utan något avtal kommer att ta e_B som givet och välja e_A så W_A blir så stort som möjligt. Motsvarande gäller för land B. Det här ger bestämda utsläpp i båda länderna, och därmed även bestämda nivåer på W_A och W_B . De här nivåerna motsvarar punkt D i figur 5.6.

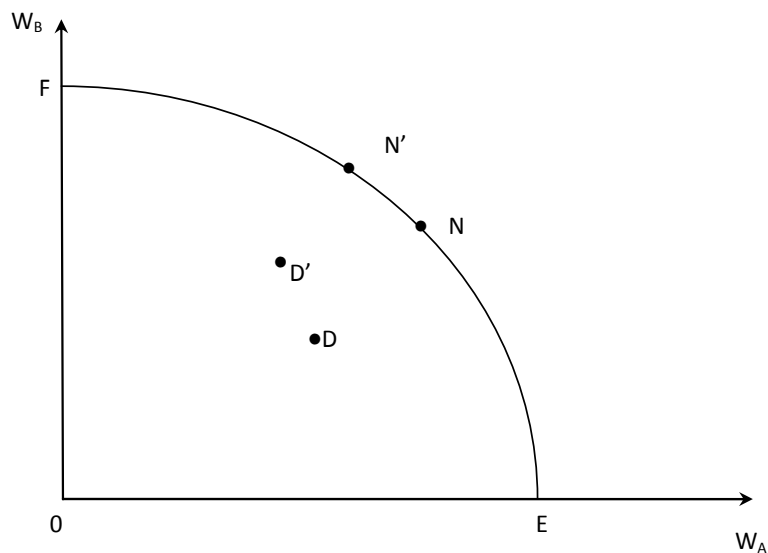
Det icke-koordinerade fastställandet av utsläpp som beskrivs ovan är inte effektivt: Det går att öka både W_A och W_B genom en samordnad minskning i båda ländernas utsläpp jämfört med utsläppen som motsvarar punkt D. En sådan samordnad utsläppsminskning kan leda oss till de effektiva utsläppskombinationer som finns längs kurvan EF i figur 5.6. Exakt var på kurvan man hamnar beror på hur mycket vart och ett av länderna minskar sina utsläpp. Ju längre upp och till vänster på kurvan EF befinner sig, desto lägre utsläpp har land A och desto högre utsläpp har land B. Anta att ett klimatavtal ger ett effektivt resultat, dvs. ett utfall på en plats på linjen EF. Olika förhandlingsteorier ger olika förutsägelser om exakt var man hamnar på kurvan EF. Men de allra flesta (alla?) teorierna kommer att ange att förhandlingsutfallet N i figuren kommer att bero på belägenheten hos det icke-koordinerade utfallet D, och ligga längre upp och till vänster ju längre åt nordväst punkten D ligger.

Anta nu att landet A innan det finns något klimatavtal bestämmer sig för att minska sina utsläpp i förhållande till punkten D, även om det ger ett lägre värde på W_A givet de utsläpp som land B har valt. Detta ger lägre samlade utsläpp, och ökar därmed värdet på W_B . Det här beteendet hos land A flyttar därmed det icke-koordinerade utfallet från D till en punkt D' nordväst om D. Men det här kommer i nästa omgång påverka förhandlingsutfallet, som enligt diskussionen ovan kommer att bli punkten N' i stället för N. Land A kommer alltså att få det sämre till följd av sina ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar medan land B kommer att få det bättre. Hur blir det med de samlade utsläppen? De kommer

normalt bero på var på kurvan EF man ligger, men det är inte uppenbart i vilken riktning de samlade utsläppen ändrar sig när man rör sig upp och till vänster på linjen EF.¹⁹

Slutsatsen är att ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från en grupp länder som regel kan tänkas påverka utfallet av klimatförhandlingar. Det är emellertid inte uppenbart om de framförhandlade samlade utsläppen blir lägre än om länderna inte hade minskat sina utsläpp ensidigt.

Figur 5.6



5.6 Sammanfattning av kapitel 5

Om ett litet land ensamt minskar sina utsläpp blir den direkta effekten på klimatutvecklingen i det närmaste noll. Effekterna är också obetydliga även om t.ex. USA eller EU genomför betydande utsläppsminskningar. I kapitlet redogörs för effekterna av utsläppsnedskärningar för de länder som har antagit utsläppsbegränsningarna i Kyotoavtalet (Kyotoländerna), vilka i dag står

¹⁹ I Hoel (1992) analyseras detta mer detaljerat för de fall då korsderivata av W_j -funktionerna är noll

för cirka 30 procent av de globala koldioxidutsläppen. Det antas att utsläppen i den här gruppen av länder ska minskas med 25 procent före 2025, med 80 procent före 2050 och med 98 procent före 2100. I den här gruppen av länder ska utsläppen minskas ytterligare och vara nära noll under det 22:a århundradet. Även med sådana dramatiska utsläppsminskningar blir temperaturökningen bara 0,18 °C lägre under 2100 och 0,22 °C lägre 2200 än vad den skulle varit utan utsläppsminskningarna. Detta gäller under förutsättning att utsläppsminskningarna i de här länderna inte påverkar utsläppen i resten av världen.

Mot bakgrund av ovanstående undersöks i kapitel 5 de möjliga indirekta effekterna av en ambitiös klimatpolitik i ett litet land.

Den mest självklara och bäst dokumenterade indirekta effekten av ensidiga utsläppsminskningar är effekterna genom koldioxidläckage. Om ett land (eventuellt en grupp av länder) minskar sina utsläpp finns det olika mekanismer som kan leda till ökade utsläpp i andra länder. Det är detta som kallas koldioxidläckage. I kapitlet diskuteras flera mekanismer av marknadsmässig och politisk art som ger upphov till koldioxidläckage. Trots en omfattande litteratur om detta ämne finns det ingen konsensus om hur kvantitativt viktigt koldioxidläckage är. De flesta bidragen i litteraturen ser på effekterna av att ett förhållandevis stort land (USA) eller en grupp av länder (EU, OECD, Annex 1) minskar sina utsläpp och beräknar hur mycket utsläppen ökar i resten av världen. Enligt de flesta beräkningarna kommer resten av världen öka sina utsläpp med 5–30 procent av utsläppsminskningarna i de länder som minskar sina utsläpp. Vår analys tyder på ett något högre koldioxidläckage i mindre länder.

En indirekt effekt av ensidiga utsläppsminskningar som möjligen kan vara viktig är att sådana minskningar kan ha betydelse för utvecklingen av ny klimatvänlig teknik. En strikt klimatpolitik i ett land kan leda till snabbare utveckling av klimatvänlig teknik i det landet. På grund av kunskapsöverföringar mellan länder kan detta ge en positiv utveckling av klimatvänlig teknik även i andra länder. Detta kan i sin tur minska utsläppen i andra länder, eftersom kostnaderna för utsläppsminskningar kommer att sjunka till följd av den nya tekniken.

Även om en sådan teknikeffekt kan förekomma är det svårt att veta hur stor den är. I en studie som tas upp i kapitlet drar man slutsatsen att den här effekten i vissa fall kan vara tillräckligt stor för att mer än väl uppväga den motsatta effekten genom

koldioxidläckage. En viktig omständighet som inte fångas upp av empiriska studier av det här fenomenet är att effekten kan vara diskontinuerlig: med stor sannolikhet kommer teknikutvecklingen i landet med sträng klimatpolitik ha en liten betydelse för utsläppen i andra länder. Med det är en positiv sannolikhet för att det i landet med sträng klimatpolitik kommer ett tekniskt genombrott som kan betyda ganska mycket för utsläppsutvecklingen i andra länder. Det är ändå inte i sig ett starkt argument för ensidig sträng klimatpolitik eftersom sannolikheten för ett sådant tekniskt genombrott kan vara mycket liten även om den är positiv.

I den mesta ekonomiska litteraturen om klimatpolitik utgår man från att alla länder är rationella aktörer som handlar utifrån egenintresse. På senare tid finns det mycket litteratur som visar att den här förutsättningen i många situationer inte stämmer överens med enskilda människors beteende, och kanske inte heller ett lands. Detta diskuteras utförligt i kapitlet. I litteraturen om sociala preferenser finns det en bra dokumentation av att individer ofta gengäldar goda handlingar med goda och dåliga handlingar med dåliga. Emellertid är detaljerna om varför vi beter oss så fortfarande föremål för betydande diskussioner. Studier av individers beteende är en dålig grund för att dra stora slutsatser om länders beteende, därför är de underliggande mekanismerna viktiga. De olika förklaringarna har olika konsekvenser när det gäller effekten av ensidiga åtgärder från en spelare, inte minst om man talar om ett spel mellan nationer. Teorierna ger heller ingen antydning om hur starka effekterna av den här typen kan vara.

I kapitlet diskuteras också möjliga orsaker till att det är svårt att uppnå ett bra internationellt klimatavtal, och vilken betydelse det kan ha att ett eller flera länder oberoende av ett avtal bedriver en ensidig ambitiös klimatpolitik. Diskussionen leder fram till slutsatsen att ensidiga utsläppsminskningar från en liten grupp länder inte nödvändigtvis bidrar till att flera länder ansluter sig till ett internationellt klimatavtal. Tvärtom kan det bli det motsatta: när några länder väljer stora utsläppsminskningar oberoende av utfallet av klimatförhandlingarna kan det stärka incitamentet att vara gratispassagerare, och det kan bli svårare att uppnå ett samarbete mellan många länder. Man bör emellertid vara försiktig med att dra alltför stora slutsatser. Diskussionen baseras på en teori om samarbete som används mycket i litteraturen. Det finns dock även andra teorier. Man kan inte utesluta att vissa andra teorier kan

ge andra resultat när det gäller följderna av att några länder minskar sina utsläpp oavsett vad andra länder gör.

Kapitlet innehåller också en kort diskussion om hur ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från ett land kan påverka *utfallet* av förhandlingarna, om ett klimatavtal skulle förhandlas fram. Slutsatsen är att ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från en grupp länder som regel påverkar utfallet av klimatförhandlingar. Utfallet kommer typiskt att påverkas i en riktning som innebär att länderna som genomför ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar innan ett avtal är klart klarar sig sämre än de skulle gjort utan utsläppsminskningar. När det gäller effekten av ensidiga utsläppsminskningar på de framförhandlade samlade utsläppen är slutsatsen att man inte vet i vilken riktning de kommer att påverkas.

5.7 Bilaga om koldioxidläckage

Härledning av ekvation (5.1)

Vi tittar först på världen som helhet. Vi antar följande om miljökostnadsfunktionen:

$$(A.1) \quad M(x) = m_0x + \frac{m}{2}x^2$$

som ger följande linjära marginella miljökostnader:

$$(A.2) \quad v(x) = M'(x) = m_0 + mx$$

Kostnaden för minskade utsläpp är

$$(A.3) \quad C(x^0 - x) = \frac{c}{2} \cdot (x^0 - x)^2$$

som ger följande linjära marginalkostnader för utsläppsminskningar

$$(A.4) \quad -C'(x^0 - x) = c \cdot (x^0 - x)$$

Från kapitel 2 vet vi att det optimala för världen är utsläpp som är lika med x^* där

$$(A.5) \quad c \cdot (x^0 - x^*) = m_0 + mx^*$$

Vi ska nu dela in världen i två grupper, ett litet land A och resten av världen (B). Vi gör det här på ett sätt som gör att

- det globala optimet för samlade utsläpp inte påverkas av indelningen
- den globala optimala utsläppsminskningen i procent av utsläpp utan åtgärder är lika för de två länderna

Miljökostnadsfunktionen är opåverkad av indelningen av världen i två länder. Men vi måste specificera kostnadsfunktionen för varje land. Vi gör detta enligt följande:

$$(A.6) \quad C_A(\beta x^0 - x) = \frac{c}{2\beta} \cdot (\beta x^0 - x)^2$$

för land A, och

$$(A.7) \quad C_B((1-\beta)x^0 - x) = \frac{c}{2(1-\beta)} \cdot ((1-\beta)x^0 - x)^2$$

för resten av världen. Här är βx^0 BAU-utsläppen i land A och $(1-\beta)x^0$ BAU-utsläppen i resten av världen.

De tillhörande marginalkostnadsfunktionerna är linjära:

$$(A.8) \quad -C_A'(x^0 - x_A) = c \cdot (x^0 - \frac{x_A}{\beta})$$

$$(A.9) \quad -C_B'(x^0 - x_B) = c \cdot (x^0 - \frac{x_B}{1-\beta})$$

I ett globalt optimum kommer utsläppen vara bestämda så att de här marginalkostnaderna är lika i de två länderna, och båda lika med de marginella miljökostnaderna som ges av (A.2):

$$(A.10) \quad c \cdot (x^0 - \frac{x_A}{\beta}) = m_0 + m \cdot (x_A + x_B)$$

$$c \cdot (x^0 - \frac{x_B}{1-\beta}) = m_0 + m \cdot (x_A + x_B)$$

Multipliserar vi de här två ekvationerna med β respektive $1-\beta$ och summerar får vi

$$(A.11) \quad c(x^0 - (x_A + x_B)) = m_0 + m(x_A + x_B)$$

Jämför vi med (A.5) ser vi att vi får $x_S + x_R = x^*$, oberoende av β . Av A9 ser vi också att

$$\frac{x_A}{\beta} = \frac{x_B}{1-\beta} \quad \text{eller} \quad \frac{x_A}{x_B} = \frac{\beta}{1-\beta}$$

Förhållandet mellan utsläppen i det globala optimet är alltså lika med förhållandet under BAU.

Anta nu att det inte finns något internationellt avtal, och att resten av världen väljer utsläpp så att deras marginalkostnader av utsläppsminskningarna är lika med αv . Detta ger

$$c \cdot (x^0 - \frac{x_B}{1-\beta}) = \alpha [m_0 + m \cdot (x_A + x_B)]$$

Den här ekvationen talar om för oss att utsläppen i resten av världen (x_R) beror på utsläppen i land A (x_A). Löser vi ekvationen mhp x_B och härleder mhp x_A finner vi

$$A12 \quad L_1 = -\frac{dx_B}{dx_A} = \frac{\alpha(1-\beta)m}{\alpha(1-\beta)m + c}$$

Härledning av ekvation (5.4)

Av jämviktsvillkoret $S(p) = (1-\beta)D(p) + \beta D(p+t)$ följer det omedelbart att (när $t=0$ initialt)

$$(A.13) \quad \frac{dp}{dt} = \frac{\beta D'}{S' - D'} < 0$$

Vidare har vi

$$-\frac{d(1-\beta)D(p)}{dt} = -(1-\beta)D' \frac{dp}{dt}$$

och

$$\frac{d\beta D(p+t)}{dt} = \beta D' \frac{dp}{dt} + \beta D'$$

Uttrycket L_2 i 5.2.2 är förhållandet mellan de här två storheterna, och när vi sätter in från (A.13) finner vi därför

$$(A.14) \quad L_2 = \frac{1-\beta}{\beta} \frac{-\frac{dp}{dt}}{\frac{dp}{dt} + 1} = \frac{1-\beta}{\beta} \frac{-\beta D'}{\beta D' + S' - D'} = \frac{(1-\beta)(-D')}{\beta D' + S' - D'}$$

Efterfrågeelasticiteten mätt positivt definieras som $\delta = -D' \frac{p}{D}$ och tillgångselasticiteten definieras som $\sigma = -S' \frac{p}{S}$. $S = D$ kan därför (A.14) omskrivas till

$$L_2 = \frac{(1-\beta)\delta}{\sigma + (1-\beta)\delta}$$

Härledning av ekvation (5.7)

Vi tittar på ett litet land A och resten av världen B. Utsläppen som förknippas med en bestämd konkurrensutsatt produkt är

$$\begin{aligned} u^B &= H(1-\beta)S(p) \\ u^A &= hH\xi(c)\beta S(p-c) \end{aligned}$$

Utan några utsläppsminskade åtgärder är den totala tillgången $S(p)$. Land A antas stå för en andel β av denna tillgång, och land A inför klimatåtgärder som ger landets tillgång en negativ skiftning av samma storlek som en prisminskning som är lika med c . I resten av världen är utsläppen lika med H per producerad enhet, medan utsläppen per producerad enhet i land A för åtgärden är hH . Här kan h vara lika med, mindre än eller större än 1. Funktionen $\xi(c)$ anger hur mycket utsläppen per producerad enhet minskar i land A som följd av åtgärden. Vi antar $\xi(0) = 1$ och $\xi'(c) < 0$.

Takten på koldioxidläckage, L_3 , definieras liksom tidigare som utsläppsökningen i resten av världen dividerat med utsläppsminskningen i land A:

$$L_3 = \frac{\frac{du^B}{dc}}{-\frac{du^A}{dc}}$$

Av ekvationerna ovan följer att (när $c=0$ initialt)

$$\begin{aligned} \frac{du^B}{dc} &= H(1-\beta)S' \frac{dp}{dc} \\ -\frac{du^A}{dc} &= -hH\beta \left[\xi' S + S' \frac{dp}{dc} - S' \right] \end{aligned}$$

som ger

$$L_3 = -\frac{1-\beta}{h\beta} \frac{S' \frac{dp}{dc}}{\xi' S + S' \frac{dp}{dc} - S'}$$

Vi definierar

$$\mu = \frac{\xi' \frac{c}{\xi}}{-S' \frac{c}{S}}$$

Den här storheten anger med hur många procent utsläppen per producerad enhet minskar för en klimatåtgärd som minskar produktionen av nytta med 1 procent. När $c=0$ och $\xi = 1$ initialt följer det att $\xi' S = -\mu S'$. Vi sätter in detta i uttrycket för L_3 och finner

$$L_3 = -\frac{1-\beta}{h\beta} \frac{S' \frac{dp}{dc}}{S' \frac{dp}{dc} - (1+\mu)S'}$$

Vi finner nu $\frac{dp}{dc}$ från jämviktsvillkoret $\beta S(p-c) + (1-\beta)S(p) = D(p)$:

$$\frac{dp}{dc} = \frac{\beta S'}{S' - D'} > 0$$

Sätter vi in detta i uttrycket ovan för L_3 finner vi efter lite räkning

$$L_3 = -\frac{(1-\beta)\sigma}{h[1+\mu-\beta]\sigma + (1+\mu)\delta}$$

hur δ är efterfrågeelasticiteten för den konkurrensutsatta produkten (mätt positivt) och σ är tillgångselasticiteten för samma produkt.



6 Slutkommentarer

Vilken roll kan ett litet land spela i klimatpolitiken? Bör ett litet land föra en mer ambitiös klimatpolitik än internationella avtal kräver? De här frågorna diskuteras i den här utredningen. Klimatpolitiken i ett litet land har försumbara direkta effekter på klimatutvecklingen. Det är inte överraskande för små länder, som Norge och Sverige, men mer överraskande är det kanske att detsamma är fallet för en grupp av länder som t.ex. EU. Detta faktum, i kombination med att det finns kostnader i samband med en klimatpolitik som är mer ambitiös än vad internationella avtal anger, väcker frågan om varför ett litet land skulle vilja bedriva en sådan ambitiös politik. Det finns två huvudorsaker till att ett litet land kan vilja bedriva en ambitiös politik trots kostnaderna och trots att klimateffekterna är nära noll:

- c) Man kan anse att en ensidig ambitiös klimatpolitik kan ha indirekta effekter så att den bidrar till att öka sannolikheten för att även andra länder gradvis kommer att bedriva en mer ambitiös klimatpolitik.
- d) Man kan anse att ett rikt land har en moralisk plikt att bedriva en ambitiös klimatpolitik, oavsett om andra länder gör det eller inte.

Utredningen har gett en detaljerad genomgång av möjliga indirekta effekter av en ambitiös klimatpolitik. En sådan indirekt effekt är koldioxidläckage. Det är en indirekt effekt som går i ”fel” riktning: En strängare klimatpolitik i ett land bidrar till ökade utsläpp i andra länder. Den empiriska litteraturen ger inte någon entydig slutsats om hur stark den här effekten är. Man kan också argumentera för att storleken på koldioxidläckaget inte är särskilt relevant, eftersom effekterna på klimatutvecklingen är nästan noll oavsett om man har obefintligt eller stort koldioxidläckage.

En potentiellt viktig indirekt effekt av en ambitiös klimatpolitik i ett land är att den kan ge snabbare utveckling av klimatvänlig teknik i det landet. På grund av kunskapsöverföringar mellan länder kan detta ge en positiv utveckling av klimatvänlig teknik även i andra länder. Detta kan i sin tur minska utsläppen i andra länder, eftersom kostnaderna för utsläppsminskningar kommer att sjunka till följd av den nya tekniken. Det är svårt att uppskatta storleken på en sådan effekt. En viktig poäng är att det kommer att finnas en viss möjlighet att det i landet med sträng klimatpolitik kommer ett tekniskt genombrott som kan betyda ganska mycket för utsläppsutvecklingen i andra länder. Om sannolikheten för ett sådant genombrott anses som mycket låg är detta ändå inte ett starkt argument för en ensidig sträng klimatpolitik.

Vissa har hävdad att en ambitiös klimatpolitik i ett land genom en ”förebildseffekt” kommer att påverka andra länder i en positiv riktning, så att vi får ökad sannolikhet för att också de andra länderna kommer att föra en mer ambitiös klimatpolitik. Detta diskuteras i utredningen med utgångspunkt i nyare beteendeteori. Teorin ger emellertid få hållpunkter för att veta om det finns sådana effekter eller inte, och eventuellt hur starka de är.

Man kan inte utesluta att ensidiga och förbehållslösa utsläppsminskningar från ett land eller grupp av länder kommer att påverka sannolikheten för att man ska uppnå ett brett klimatavtal och/eller innehållet i ett sådant avtal. Utredningen finner emellertid litet stöd för att det finns positiva indirekta effekter av den här typen. Som diskussionen ovan visar är de möjliga indirekta effekterna av en ensidig ambitiös klimatpolitik mycket osäkra. Den indirekta effekten genom utveckling av klimatvänlig teknik kanske är den minst osäkra, även om det är svårt att säga hur stor den är. Om man har stor tilltro till den indirekta effekten kan det ha betydelse för utformningen av klimatpolitiken. En ambitiös klimatpolitik i form av ett högt generellt utsläppspris är det som traditionellt uppfattas som den mest kostnadseffektiva utformningen av en ambitiös klimatpolitik. Men om en viktig orsak till att man bedriver en ambitiös klimatpolitik är ett hopp om teknikutveckling som påverkar utsläppen i andra länder kan det vara ett skäl att avvika från en allmänt utformad klimatpolitik i form av lika utsläppspris för alla. För att främja teknikutvecklingen kan det finnas skäl att vrida politiken i en riktning som ger större sannolikhet för utveckling av ny klimatvänlig teknik än vad en generellt utformad klimatpolitik gör.

Även om man har liten tro på att det finns indirekta effekter av den typ som diskuteras här ovan kan ett land vilja bedriva en ambitiös klimatpolitik av mer principiella orsaker, se punkt b) ovan. I så fall ligger det nära till hands att den ambitiösa politiken utformas på ett kostnadseffektivt sätt med ett utsläppspris som är lika för alla. Även om orsaken till att man bedriver en ambitiös klimatpolitik först och främst är av principiell art kan man hoppas och tro att det finns indirekta effekter, så att den ambitiösa politiken kan påverka utsläppen även i andra länder. I så fall kan detta vara en orsak att avvika från den generellt utformade och kostnadseffektiva politiken. Om man exempelvis tror att det finns en möjlig positiv indirekt effekt genom teknikutveckling finns det också i det här fallet skäl att vrida politiken i en riktning som ger större sannolikhet för utveckling av ny klimatvänlig teknik än vad en generellt utformad klimatpolitik gör.



Referenser

- Alfsen, K.H. and G.S. Eskeland (2007), "A Broader Palette: The Role of Technology in Climate Policy". Report to the Expert Group for Environmental Studies.
- Audretsch D. B. and M. P. Feldman (1996), "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production", *American Economic Review* 86, pp. 630-640.
- Aumann, R., "Acceptable Points in General Cooperative n-Person Games", in A. W. Tucker and R. D. Luce (eds.) *Contributions to the Theory of Games IV*, Annals of Mathematics Study 40, Princeton University Press, pp. 287-324.
- Axelrod, R. (1984), *The Evolution of Cooperation*, Basic Books.
- Axelrod R. and W.D. Hamilton (1981), "The Evolution of Cooperation" *Science* 211 (March 27), pp. 1390-6.
- Barrett, S. (1994), "Self-enforcing international environmental agreements", *Oxford Economic Papers*, 46, pp. 878-894.
- Biglaiser, G. and J.K. Horowitz (1995), "Pollution Regulation and Incentives for Pollution-Control Research", *Journal of Economics and Management Strategy* 3, pp. 663-684.
- Bohm, P. (1993), "Incomplete international cooperation to reduce CO₂ emissions: alternative policies", *Journal of Environmental Economics and Management* 24, pp. 258-71.
- Bolton, G. E. and A. Ockenfels (2000), "ERC: A Theory of Equity, Reciprocity and Competition", *American Economic Review*, 90(1), pp. 166-193.
- Bornstein, G. and Yaniv, I. (1998), "Individual and Group Behavior in the Ultimatum Game: Are Groups More 'Rational' Players?", *Experimental Economics* 1 (1), pp. 101-08.
- Bosetti, V. and E. De Cian (2011), "A good opening: the key to make the most of unilateral climate action", paper presented at the 2011 EAERE conference.

- Brännlund R. (2007), "Miljøpolitikk uten kostnader - en kritisk granskning av Porterhypotesen", Expertgruppen for Miljøstudier, Sverige.
- Brekke, K.A., K.E. Hauge, J.T. Lind and K. Nyborg (2011), "Playing with the Good Guys. A public goods game with endogenous group formation", *Journal of Public Economics*, Vol 95, pp. 1111-1118.
- Brekke, K.A., S. Kverndokk and K. Nyborg (2003), "An Economic Model of Moral Motivation", *Journal of Public Economics*, Vol. 87, pp. 1967-1983.
- Camerer, C.F. (2003), *Behavioral Game Theory. Experiments in Strategic Interactions*, Princeton University Press.
- Carraro, C., and D. Siniscalco (1993), "Strategies for the international protection of the environment", *Journal of Public Economics*, 52 (3), pp. 309-328.
- Cason, T.N. and Mui, V.-L. (1997), "A Laboratory Study in Group Polarisation in the Team Dictator Game", *The Economic Journal*, 107 (444), pp. 1465-83.
- Cooper, D.J. and Kagel, J.H. (2005), "Are Two Heads Better than One? Team versus Individual Play in Signaling Games", *The American Economic Review*, 95 (3), pp. 477-509.
- Cox, J. C. (2002), "Trust, reciprocity, and other-regarding preferences: groups vs. individuals and males vs. females". In R. Zwick and A. Rapoport (Eds.): *Experimental Business Research*, Springer.
- Crosan, R. and N. Buchan (1999), "Gender and Culture: International Experimental Evidence from Trust Games", *American Economic Review*, Vol 89, pp. 386-391.
- d'Aspremont, C., A. Jacquemin, J. Gabszewicz and J. Weymark (1983), "On the stability of collusive price leadership", *Canadian Journal of Economics*, 16 (1), pp. 17-25.
- deWaal, F. (2009), *The age of empathy: The Age of Empathy: Nature's Lessons for a Kinder Society*, Crown.
- Falk, A., E. Fehr and U. Fischbacher (2003), "The nature of Fair Behavior", *Economic Inquiry*, Vol 41, pp. 20-26.
- Fehr, E., and Schmidt, K. (1999), "A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation", *Quarterly Journal of Economics*, 114, pp. 817-868.
- Fehr, E. and S. Gächter (2000), "Fairness and Retaliation: The Economics of Reciprocity", *Journal of Economic Perspectives*, Vol 14, pp. 159-181.

- Fischbacher, U. and S. Gächter (2010), "Social Preferences, Beliefs, and the Dynamics of Free Riding in Public Goods", *American Economic Review*, Vol 100, pp. 541-556.
- Frith, C. D. (2006), *Making up the mind. How the brain creates our mental world*, Blackwell.
- Fullerton, D., D. Karney and K. Baylis (2011), "Negative Leakage", CESifo Working paper 3379.
- Fæhn, T. (2010), "Tenke globalt; handle lokalt eller handle kvoter? En makroøkonomisk analyse av å gjennomføre Klimaforlikets mål for 2020." Økonomiske analyser 3/2010.
- Gerlagh R., S. Kverndokk and K.E. Rosendahl, (2008), "Linking environmental and Innovation policy", FEEM working paper 53.2008.
- Golombek, R. and Hoel, M. (2004), "Unilateral Emission Reductions and Cross-Country Technology Spillovers", *Advances in Economic Analysis & Policy*: Vol. 4: No. 2, Article 3. <http://www.bepress.com/bejeap/advances/vol4/iss2/art3>
- Golombek R. and M. Hoel (2009), "International Cooperation on Climate Friendly Technologies", CESifo Working Paper No. 2677.
- Goulder, L.H. and Mathai, K. (2000), "Optimal CO2 abatement in the presence of induced technological change", *Journal of Environmental Economics and Management* 39, pp. 1-38.
- Goulder, L.H. and Stavins, R.N. (2011), "Interactions between State and Federal Climate Change Policies", NBER working paper.
- Greaker M. and K. E. Rosendahl (2008), "Environmental policy with Upstream Pollution Abatement Firms", *Journal of Environmental Economics and Management* 56, pp. 246-259.
- Hagem C. og Holtsmark B. (2008), "Er det noen fremtid for CDM-ordningen? ", *Samfunnsøkonomen* 62, nr.4, pp. 10-18.
- Hanemann M. (2008), "The economics of climate change revisited", Arbeid presentert på EAERE-konferansen 2008, se <http://www.eaere2008.org/>.
- Hart, R. (2008), "The timing of taxes on CO2 emissions when technological change is endogenous", *Journal of Environmental Economics and Management* 55, pp. 194-212.
- Hauge, Karen Evelyn, (2010), "Eliciting moral ideals in a public good game experiment". In *Morality and economic decisions: An experimental approach*. PhD dissertation, University of Oslo.

- Hoel M. and Sterner T. (2007), "Discounting and Relative Prices", *Climatic Change* 84, p.265-280.
- Hoel, M. (1992), "International environmental conventions: the case of uniform reductions of emissions", *Environmental & Resource Economics*, 2 (2), pp. 141-159.
- Hoel, M. og Holtsmark, B (2009), "Utviklingslandene bestemmer klimautviklingen", *Samfunnsøkonomen* 63, nr.7, pp. 38-48.
- Hoel, M., M. Greaker, C. Grorud and I. Rasmussen (2009), "Climate Policy: Costs and Design" Rapport utarbeidet for Nordisk Ministerråd.
- Jaffe, B., G. Newell and R. Stavins (2002), "Environmental policy and technological change", *Environmental and Resource Economics* 22 (special issue), p.41-69.
- Karp, L. (2010): "Reflections on carbon leakage", paper in progress. Department of Agricultural and Resource Economics, University of California.
- Löschel, A. (2002), "Technological change in economic models of environmental policy: A survey", *Ecological Economics* 43, pp. 105-126.
- Nordhaus W.D. (2008), *A Question of Balance. Weighing the Options of Global Warming Policies*, Yale University Press.
- NOU 2000:1, "Et Kvotesystem for Klimagasser".
- Parry, I.W.H. (1995), "Optimal pollution taxes and endogenous technological progress", *Resource and Energy Economics* 17, pp. 69-85.
- Porter M. E. (1991), "America's Green Strategy", *Scientific American*, April, pp. 168.
- Porter M. E. and C. von der Linde (1995), "Green and Competitive", *Harvard Business Review* September-October.
- Requate, T. (2005), "Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments--A Survey", *Ecological Economics* 54, pp. 175-95.
- Rosendahl, K.E. (2004), "Cost-effective environmental policy: Implications of induced technological change", *Journal of Environmental Economics and Management* 48, pp. 1099-1121.
- Tirole J. (1997), *The Theory of Industrial Organization*, The MIT Press.
- Urpelainen, J. (2011), "Can Unilateral Leadership Promote International Environmental Cooperation", *International Interactions* 37, Issue 3, pp. 320-339.

Zwaan B.C.C. van der, R. Gerlagh, G. Klaassen and L. Schrattenholzer (2002), "Endogenous technological change in climate change modelling", *Energy Economics* 24, pp. 1-19.

Förteckning av tidigare rapporter till EMS

2012

- Economic evaluation of the High Speed Rail
- Peak Oil – En ekonomisk analys.

2011

- Med klimatet i tankarna – styrmedel för energieffektiva bilar.
- Exploatering eller reglering av naturliga monopol? Exemplet fjärrvärme.
- Genvägar eller senvägar – Vad kostar det oss att avstå ifrån gentekniskt förädlade grödor i jordbruket?
- Mot nya vatten – vart leder individuella överförbara fiskekvoter?
- Investeringar på elmarknaden – fyra förslag för förbättrad funktion.

2010

- Etanolens koldioxideffekt. En översikt av forskningsläget.
- Baltic-wide and Swedish Nutrient Reduction Targets.
- Att mäta välfärd och hållbar utveckling – gröna nationalräkenskaper och samhällsekonomiska kalkyler.
- Målet för energieffektivisering fördyrar klimatpolitiken.
- Dags att tänka om! Rapport om EU:s vägval i den internationella klimatpolitiken.

2009

- Suggestions for the Road to Copenhagen.
- Statens ekonomiska ansvar vid naturkatastrofer och stora industriella olyckor.
- Hög hastighetsjärnvägar – ett klimatpolitiskt stickspår.
- Kan vi påverka folks miljöattityder genom information? En analys av radiosatsningen “Klimatfeber”.

2008

- Biologiskt mångfald – en analys av begreppet och dess användning i en svenska miljöpolitiken.
- Att vända skutan – ett hållbart fiske inom räckhåll.

2007

- Sveriges klimatpolitik – värdet av utsläppshandel och valet av målformulering.
- Svensk politik för miljö och hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv – en förhandlare reflekterar.
- Miljöpolitik utan kostnader? En kritisk granskning av Porter-hypotesen.
- A broader palette: The role of technology in climate policy.

2006

- Medvind i uppförsbacke – en studie av den svenska vindkraftspolitiken.





