



# Miljö och ekonomi

– scenarier fram till år 2015

MILJÖ OCH EKONOMI – SCENARIER FRAM TILL ÅR 2015

Bilaga 2 till LU 99



**fakta info direkt**

Tel 08-587 671 00. Fax 08-587 671 71.  
Box 6430, 113 82 Stockholm.  
order@faktainfo.se www.faktainfo.se

ISBN 91-7610-826-0  
ISSN 0375-250X

Omslag: Anders Körling

**Bilaga 2 till LU 99**

## Förord

Långtidsutredningen 1999 utarbetas inom Finansdepartementets strukturenhet. I samband med utredningen genomförs ett antal specialstudier. Huvuddelen av dessa publiceras som bilagor till utredningens huvudrapport.

Denna bilaga har utarbetats av Konjunkturinstitutet med Anni Huhtala som projektansvarig.

Behovet av att föra en politik som tillgodoser kraven på både en god ekonomisk tillväxt och en god miljö har länge diskuterats. En stor utmaning på miljöområdet är uppfyllandet av klimatmålet där Sverige enligt det så kallade Kyotoprotokollet får öka utsläppen av växthusgaser med högst 4 procent från 1990 års nivå fram till år 2008-2012. I bilagan används modellsimuleringar för att visa hur uppfyllandet av klimatmålet påverkar ekonomisk tillväxt och strukturuomvandling. Vidare analyseras hur olika vägar att nå klimatmålet, såsom via skatter eller utsläppshandel, påverkar den svenska ekonomin. Därigenom ges en bild av hur uppfyllandet av klimatmålet kan ske på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt.

Ansvar för långtidsutredningens bilagor och de bedömningar dessa innehåller vilar på respektive författare. Av huvudbetänkandet framgår hur bilagorna har använts i utredningens arbete.

Finansdepartementets kontaktperson har varit departementssekreterare Lena Unemo.

Stockholm i september 1999

Stefan Lundgren  
*Finansråd*

# Innehåll

<b>Konjunkturinstitutets förord .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Svensk miljöstatus.....</b>	<b>11</b>
2.1 Ekonomins miljöpåverkan idag.....	12
2.1.1 Klimateffekter.....	13
2.1.2 Försurande och övergödande utsläpp .....	15
2.1.3 Tungmetaller, persistenta toxiska kemiska föreningar och strålning .....	20
2.1.4 Markanvändning.....	21
2.2 Energikonsumtion och energieffektivisering .....	23
2.2.1 Energianvändning .....	23
2.2.2 Energiförsörjning .....	26
2.2.3 Internationell elhandel .....	29
2.2.4 Skatter och avgifter.....	31
2.2.5 Energieffektivisering och strukturförändringar .....	33
2.3 Miljömål fram till 2015.....	35
2.3.1 Kyotoprotokollet.....	35
2.3.2 Nationella miljömål.....	42
<b>3 Modellbeskrivning och referenskalkyl.....</b>	<b>47</b>
3.1 EMEC.....	48
3.2 Kalkylförutsättningar i sammandrag.....	50
3.3 Makroekonomisk utveckling och strukturuomvandling till 2015.....	55
3.4 Miljöutsläpp till 2015 .....	57

---

<b>4</b>	<b>Samhällsekonomiska kalkyler för Kyotoprotokollet.....</b>	<b>63</b>
4.1	Effekter av Kyotoprotokollet .....	65
4.1.1	Samhällsekonomiska konsekvenser av Kyotorestriktionen .....	69
4.1.2	Branschanalys .....	74
4.1.3	Hushållens förändrade beteende.....	77
4.1.4	Ytterligare sänkning av koldioxidutsläppen.....	78
4.2	Ett alternativt skattesystem.....	80
4.2.1	Effekter av Kyotoprotokollet .....	83
4.3	Handel med utsläppsrätter - illustrativa exempel.....	84
4.3.1	Inhemsk handel med utsläppsrätter.....	84
4.3.2	Internationell handel med utsläppsrätter.....	87
4.4	Sammanfattning av modellresultaten .....	90
<b>5</b>	<b>Sveriges miljö tillstånd år 2015.....</b>	<b>91</b>
5.1	De femton miljömålen .....	94
<b>6</b>	<b>Sammanfattning .....</b>	<b>105</b>
	<b>Referenser.....</b>	<b>109</b>

## Konjunkturinstitutets förord

Långtidsutredningen 1999 utarbetas inom Finansdepartementets strukturenhet. I samband med utredningen genomförs ett antal specialstudier. Huvuddelen av dessa publiceras som bilagor till utredningens huvudrapport.

Denna bilaga har utarbetats av Charlotte Nilsson, Kristian Skånberg, Göran Östblom, och Sofia Ahlroth vid Konjunkturinstitutets forskningsavdelning. Anni Huhtala har varit projektledare och Lena Hamilton har svarat för slutredigeringen.

I bilagan analyseras och diskuteras framför allt frågor kring klimatmålets effekter på svensk ekonomi. Konjunkturinstitutets modell EMEC har använts som analysredskap. Bilagan berör även till viss del övriga miljömål, men eftersom många av miljömålen inte ingår explicit i modellen används andra källor i kombination med vad modellresultaten indikerar.

Vi vill slutligen tacka Finansdepartementets referensgrupp för kritisk och konstruktiv läsning av materialet.

Stockholm i augusti 1999

Ingemar Hansson  
*Generaldirektör*

# 1 Inledning

Behovet av att föra en övergripande politik, som tillgodoser kraven på både en god ekonomisk tillväxt och en god miljö, har länge diskuterats. Samtidigt har det också debatterats om det inte föreligger en konflikt mellan de två målen. Sambanden mellan ekonomisk utveckling och miljöpåverkan är svåra att fastställa generellt, eftersom de varierar mellan länder och mellan olika typer av miljöproblem. Det finns forskningsresultat som visar att ekonomisk tillväxt minskar vissa typer av utsläpp. Detta samband gäller oftast rika länder, där det finns ekonomiskt utrymme att föra en miljöpolitik som ställer krav på att materialsnål och ren teknik används. Den ekonomiska tillväxten kan däremot öka sådana utsläpp som inte kan renas med kända tekniker. Att kartlägga sambanden mellan ekonomisk tillväxt och miljö kan göras på flera sätt.

En metod är att väga samman ekonomisk tillväxt och miljöpåverkan i en partiellt miljöjusterad nettonationalprodukt, en s.k. ”grön NNP”. Den beräknas genom att värdet av den påverkan som gårdagens och dagens produktion och konsumtion har på miljön räknas in i det traditionella NNP-måttet. Beräkningarna utgår således från nettonationalprodukten, där förslitningen av realkapital är avräknat från BNP. Miljöjusteringen innebär att också miljöförslitningen räknas av. Det ofullständiga kunskapsläget gör dock att miljöjusteringen bara blir partiell. Svårigheterna består bland annat i att det ännu inte är möjligt att orsaksbestämma alla miljöhot, och att man inte har funnit tillfredsställande metoder att värdera alla aspekter av naturen. Miljöjusterade NNP-beräkningar lämpar sig därför bättre för mer avgränsade miljöproblem än t.ex. växthuseffekten.

Ett alternativ till att göra skadestadsberäkningar är att beräkna samhällsekonomiska kostnader för olika grader av aktiv miljöpolitik, t.ex. med miljöekonomiska modeller. Istället för att redovisa de skador på miljön, som återspeglas i ett grönt NNP-mått, kan man i modellen sätta upp ett miljömål som restriktion för ekonomins utveckling. Simuleringarna ger då information om troliga makroekonomiska effekter av den tänkta miljöpolitiken. De totala ekonomiska och miljömässiga vinsterna av att föra en sådan miljöpolitik är i dagsläget svårt att inkludera i sådana modeller. Miljövinster får istället uppskattas genom

att studera hur naturresursförsörjningen och rekreativmiljön kan påverkas av miljörestriktionerna.

Den största utmaningen på miljöområdet är för närvarande klimatmålet, som regleras av Kyotoprotokollet. Enligt detta internationella avtal får Sveriges växthusgasutsläpp öka med högst 4 procent från 1990 års nivå fram till åren 2008-2012. Många av de andra miljömålen blir också lättare att uppfylla om Kyotoprotokollet följs, eftersom minskade utsläpp av växthusgaser förutsätter begränsningar i förbränningen av kol, olja och gas, vilka leder till utsläpp av en rad andra föroreningar, såsom kväveoxider och svaveldioxid. I föreliggande bilaga till Långtidsutredningen har vi därför valt att studera Kyotoprotokollets och klimatmålet effekter på den svenska samhällsekonomin.

Den fråga vi ställer i modellsimuleringarna är hur utsläppen av växthusgaser kan minskas med bibehållande av en så hög tillväxt i ekonomin som möjligt. I den allmänna jämviktsmodell som används, EMEC<sup>1</sup>, analyseras alla förändringar inom ramen för befintlig teknik. En viss energieffektivisering har lagts in i modellen, men däremot kan inte specifik reningsteknik införas. Detta gör modellen lämplig att analysera miljöproblem av klimatkaraktär där energieffektiviseringen och valet av bränsle har betydelse, men inga kända reningstekniker förekommer. För att få en ökad ekonomisk tillväxt utan att få ökade koldioxidutsläpp måste antingen ekonomins energieffektivisering ske i en snabbare takt än vad ekonomin växer, eller energitillförseln ske med mindre koldioxidintensiva energislag.

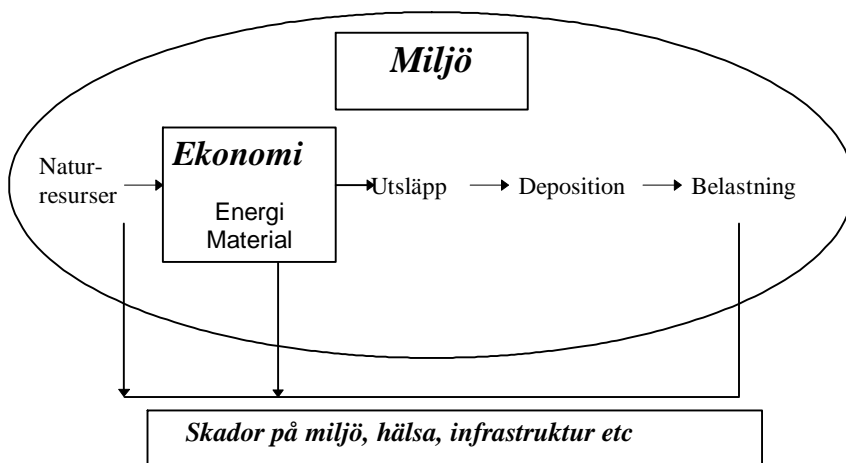
Denna bilaga är upplagd på följande sätt. I kapitel 2 diskuteras ekonomins miljöpåverkan, samhällsekonomin användning av energi, dagens miljötillstånd och en översikt över de politiskt formulerade miljömålen. I kapitel 3 följer en beskrivning av den använda modellen, EMEC, och Långtidsutredningens basscenario för samhällsekonomin utveckling till år 2015. I kapitel 4 studeras de ekonomiska effekterna av Kyotoavtalet. Kapitlet belyser vilka anpassningskostnader som uppstår, t.ex. förändrad insatsvaruanvändning och förändringar i näringslivsstrukturen. Eventuella vinster av att Kyotoprotokollet införs, t.ex. teknikutveckling till följd av miljörestriktionen, beaktas inte i modellen. Miljövinster av lägre utsläpp av koldioxid och andra föroreningar diskuteras separat i kapitel 5, där Kyotorestriktionens effekter på miljötillståndet studeras. En sammanfattning av analysen presenteras i kapitel 6.

<sup>1</sup> Environmental Medium term Economic model

## 2 Svensk miljöstatus

Samhällets miljöpåverkan hänger intimt samman med de ekonomiska aktiviteterna, dvs. produktion och konsumtion av varor och tjänster. För att kunna studera hur dessa områden påverkar varandra krävs en kartläggning av vilka sambanden är och hur de ser ut. I miljöräkenskaper görs en kvantifiering av dessa samband, så att de kvantitativa ekonomiska analyserna kan innefatta även miljövariabler. Kopplingarna kan illustreras med nedanstående diagram.

Diagram 2.1 Flödesschema över interaktionen mellan ekonomi och miljö



Ekonomi påverkar naturen dels genom sitt naturresursuttag, dels genom de restprodukter som uppstår och som sprids genom luft, mark och vatten. De olika föroreningarna påverkar miljötillståndet, vilket i sin tur påverkar samhällets möjligheter till resursuttag och annat utnyttjande av naturen. Påverkan sker också direkt genom olika typer av markanvändning.

I *miljöräkenskaper* redovisas vilka mängder av utsläpp och avfall som varje näringslivsbransch genomsnittligt genererar vid sin produk-



tion, och hur mycket som sedan genereras vid konsumtionen av de producerade varorna och tjänsterna. Vilka typer av energi som används i de olika sektorerna anges också. Dessa kvantifierade samband används i denna bilaga i en ekonomisk allmän jämviktsmodell för att göra analyser på lång sikt av den ekonomiska utvecklingens påverkan på miljöutsläppen och av effekterna av olika styrmedel. EMEC omfattar utsläpp till luft av växthusgasen koldioxid samt de försurande och övergödande ämnena svaveldioxid och kväveoxider.

De samband som ingår i modellsimuleringarna i denna bilaga är således bara en liten delmängd av de miljöproblem som finns. Detta kapitel syftar till att ge en bredare bakgrundsbild av samspelet mellan ekonomi och miljö. I avsnitt 2.1 ger vi en översiktlig redogörelse för de största miljöproblemen och deras orsaker. Avsnitt 2.2. behandlar energianvändningen, som är central i modellsimuleringarna. I avsnitt 2.3 slutligen beskrivs de miljömål som Sverige antagit.

## 2.1 Ekonomins miljöpåverkan idag<sup>2</sup>

Miljöpåverkan sker i stor utsträckning genom spridning av ämnen som är främmande för biosfären eller som genom mänsklig aktivitet nu förekommer i onaturligt höga koncentrationer. Uttömning av ändliga naturresurser är globalt sett inte längre ett centralt problem.<sup>3</sup> I spåren av ”energikrisen” i mitten på 1970-talet ansågs *tillgängligheten* av fossila bränslen vara den mest överhängande restriktionen, dvs. att den idag relativt sett billiga och lätthanterliga oljan riskerade att ta slut. Idag är det istället *konsekvenserna* av att använda för mycket fossila bränslen som anses utgöra en risk. Miljön påverkas förutom genom föroreningar också genom markanvändning, t.ex. skogsbruk, jordbruk och bebyggelse.

Några av de viktigaste föroreningarna är:

- klimatpåverkande gaser
- försurande ämnen till luft (som påverkar pH-värdet i mark och vatten)
- eutrofierande (övergödande) ämnen till vatten
- tungmetaller och långlivade, miljöskadliga kemiska föreningar till luft, mark och vatten

<sup>2</sup> Källorna till detta avsnitt är Klimatdelegationens skrifter, ”Naturmiljön i Siffror” SCB (1993) och Naturvårdsverkets Monitorserie.

<sup>3</sup> Med vissa undantag, t.ex. fosfor.

### 2.1.1 Klimateffekter

Växthuseffekten innebär att långvågig, infraröd strålning som lämnar jorden delvis fångas upp i atmosfären av olika gaser och där omvandlas till värme. Detta är ett naturligt fenomen till följd av atmosfärens innehåll av framförallt koldioxid och vattenånga. Under senare tid har emellertid de gaser som bidrar till växthuseffekten ökat kraftigt. De växthusgaser, vars halt i atmosfären ökar till följd av människans aktiviteter är främst:

- koldioxid (CO<sub>2</sub>)
- ofullständigt halogenerade fluorkarboner (HFC)
- metan (CH<sub>4</sub>)
- dikväveoxid (N<sub>2</sub>O)
- svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>)
- perfluorkarboner (PFC)

Av dessa gaser har fluorkarbonerna en betydligt kraftigare inverkan än koldioxid. Metan försvinner däremot snabbare ut ur atmosfären än koldioxid. På grund av gasernas olika egenskaper har man valt att använda begreppet "Global Warming Potential" (GWP) som måttenhet för att kunna jämföra de olika växthusgasernas betydelse för växthuseffekten. Koldioxid har låg växthuseffekt jämfört med de andra gaserna men dominerar eftersom den förekommer i så stor mängd. I Sverige svarar koldioxid för cirka 80 procent av växthusgasutsläppen.

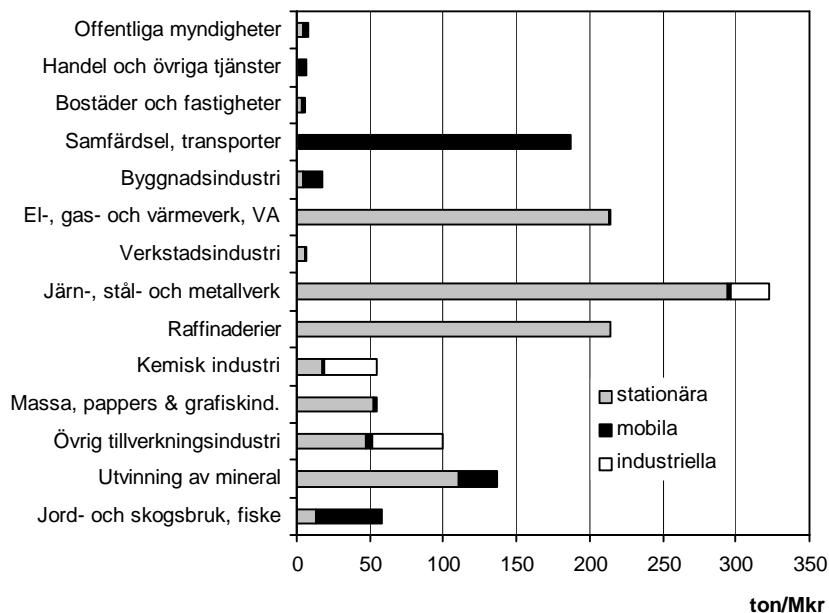
Det är omstritt vilka effekter de ökade halterna av växthusgaser kommer att få. Effekterna av ett varmare klimat kan emellertid omfatta höjning av havsytan, förskjutning av jordens vegetations- och jordmånszoner, förändring av artsammansättningen, påverkan på havsströmmarna, instabilare väder (stormar, orkaner). För Sveriges del varierar förutsägelseerna mellan ett varmare och behagligare klimat, ett klimat liknande Englands med mycket nederbörd och ett kallare klimat i det fall Golfströmmen skulle ändra bana.

Ökningen av atmosfärens halt av koldioxid beror främst på ökande utsläpp till atmosfären från förbränning av fossila bränslen, t.ex. vid transporter, uppvärmning eller från industriella processer. Klorfluorkarboner har använts framförallt som lösningsmedel och kylmedium, men är nu på väg att fasas ut. Metan uppkommer naturligt vid nedbrytning av organiskt material under syrefria förhållanden. Antropogena källor till den ökande metanhalt är bl.a. intensifierad risodling och ökade boskapsstammar, men också soptippar och röjningsbränning av biomassa. Risodling är också en viktig källa till dikväveoxidutsläpp. Andra källor till dikväveoxid är gödsling och olika förbränningsprocesser.

I Sverige har koldioxidutsläppen minskat markant sedan uppbyggnaden av kärnkraften eftersom detta medförde en konvertering från oljeanvändning till elanvändning. Ökad användning av bibränslen har också minskat utsläppen. Efter kärnkraftsutbyggnadens slutförande har utsläppen av koldioxid i viss mån följt konjunkturcyklerna. I dagsläget är utsläppen av koldioxid på ungefär samma nivå som 1984. De har emellertid ökat sedan 1990, som är det år som används som basår i det internationella klimatavtalet som skrevs under i Kyoto 1997. Orsaken är ökad användning av fossila bränslen inom el- och värmeproduktionen, samt en ökning av transportvolymen. Sveriges andel av de globala koldioxidutsläppen var mindre än 1 procent år 1990 och ytterligare något mindre 1997.

De sektorer som bidrar relativt sett mycket till Sveriges koldioxidutsläpp är järn-, stål- och metallverk, raffinaderier, el-, gas- och värmeverk och transporter som har höga koldioxidutsläpp per förädlingsvärde medan tjänstenäringarna (exklusive transporter) och verkstadsindustrin har relativt små utsläpp per förädlingsvärde. Diagram 2.2 ger en bild av hur koldioxidintensiva olika sektorer är.

**Diagram 2.2 Koldioxidutsläpp per förädlingsvärde ton/Mkr. År 1995**



Källa: Miljöräkenskaper rapport 1998:11

## 2.1.2 Försurande och övergödande utsläpp

### *Försurning av mark och vatten*

Många svenska sjöar har haft en långsam naturlig försurning genom årtusendena. Den mänskligt orsakade försurningen av mark och vatten som sker genom nedfall av svaveldioxid, kväveoxider och ammoniak, har däremot skett på bara några decennier. Bortförandet av biomassa från skogs- och jordbruksmark, utan att näringsämnen återförs, påverkar också markförsurningen, som sedermera påverkar intilliggande vattendrag. Att skogsmarken försuras innebär en utarmning, vilket är allvarligt för den långsiktiga näringstillförseln för svenskt skogsbruk, i och med att virkestillväxten kan komma att påverkas negativt. Effekterna av kalkning av skogsmark är omdiskuterade.

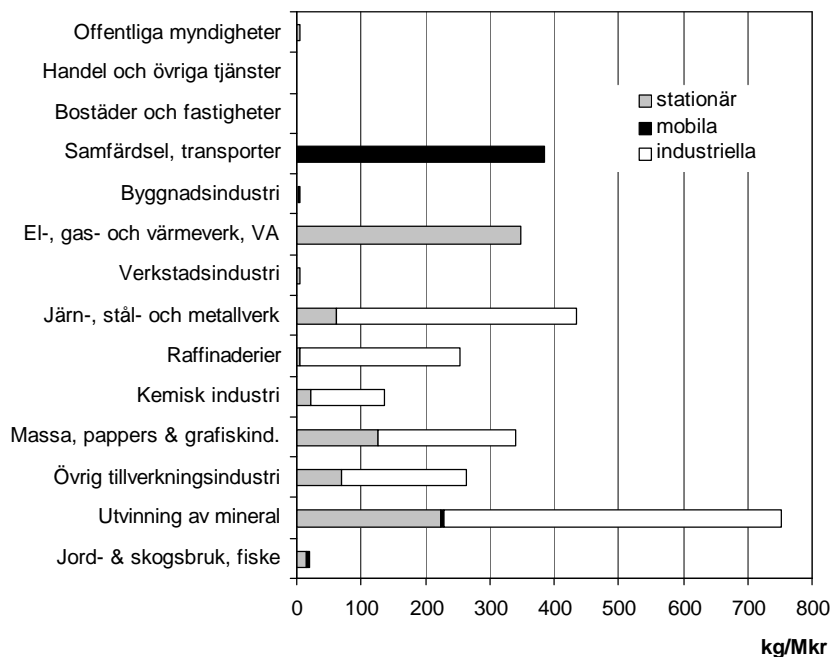
Försurningen av åkermarken, som sker huvudsakligen på grund av skördeuttaget, är mer lättåtgärdad. De flesta förlorade näringsämnen kan tillsättas med gödslingsinsatser. Kalk kan också användas för att höja pH-värdet. Eftersom vissa grödor inte lämpar sig för sura jordar förändras odlingsalternativen på åkern och floran i de övriga ekosystemen av en ökad försurning.

Den största och allvarligaste förändringen sker dock i sjöar och vattendrag, där många arter först får reproduktionsstörningar för att vid pH-värden en bit under fem dö ut. Vid så låga pH-värden kan också t.ex. tungmetaller göras tillgängliga för växter. Dessa tas sedan upp av djur och människor genom födointaget. Halter av kvicksilver i fisk och kadmium i grödor hänger intimt samman med försurningen av mark och vatten.

Försurningen av mark och vatten orsakas, förutom av naturliga processer och olika åtgärder inom jord- och skogsbruk, till stor del av nedfall av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kväveoxider (NO<sub>x</sub>) och ammoniak (NH<sub>3</sub>). Svaveldioxid uppkommer främst vid förbränning av fossila bränslen och vid industriprocesser, framförallt järn- och stålframställning och pappersmassa-produktion. Kväveoxidutsläpp är inte bränslerelaterat i lika hög grad. Kväveoxider uppkommer vid all förbränning (således även av biobränslen). För kväveoxider är transporter den största källan. Jordbruket släpper ut mycket ammoniak via sin gödselhantering.

Sektorn utvinning av mineraler har små svaveldioxidutsläpp i absoluta tal, men utmärker sig när man studerar svaveldioxidutsläpp per förädlingsvärde. Detta innebär att denna sektor relativt dess produktion producerar mycket utsläpp. Sektorer med höga utsläpp i absoluta tal är massa, papper och grafisk industri, el-, gas och värmeverk, transporter samt järn-, stål- och metallverk. Dessa sektorer har även höga utsläpp per förädlingsvärde medan tjänstesektorerna (exklusive transporter) har relativt sett låga utsläpp per förädlingsvärde och svarar även för en liten del av de totala utsläppen.

**Diagram 2.3 Svaveldioxidutsläpp per förädlingsvärde från stationär och mobil förbränning samt från industriprocesser, kg/Mkr, 1995**



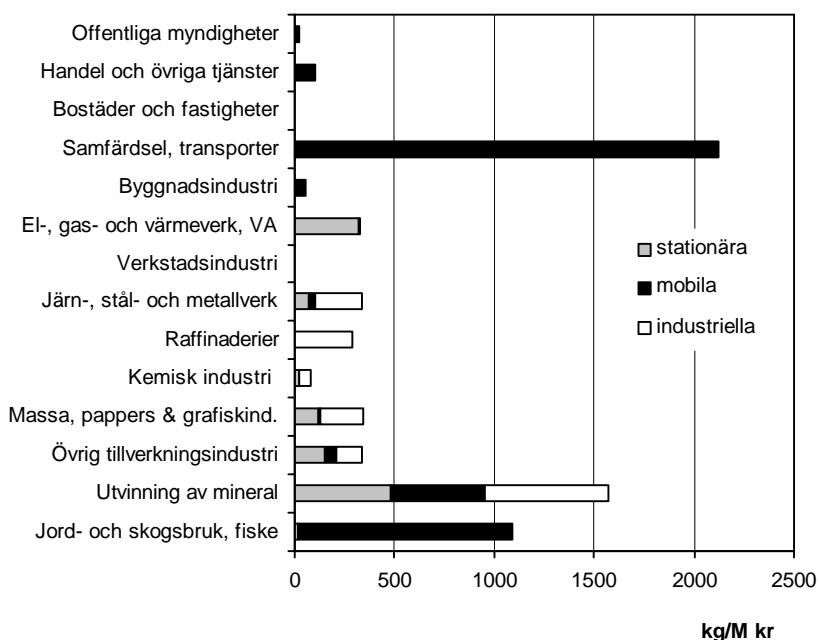
Källa: Miljöräkenskaper rapport 1998:11

De svenska utsläppen av svaveldioxid har minskat kraftigt sedan 70-talet, mest på grund av den minskade svavelhalten i bränslen samt utbyggnaden av kärnkraften. Under perioden 1980-1996 har utsläppen minskat med i genomsnitt 9,6 procent per år. Den fortsatta minskningen beror framförallt på ökad användning av lågsvavlig olja och ny reningsteknik.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Naturvårdsverket (1996a).

Som tidigare nämnts härrör utsläpp av kväveoxider främst från transporter. Därmed uppkommer de mesta utsläppen av kväveoxider i samfärdssektorn, de areella sektorerna och utvinning av mineraler. I dessa sektorer kommer utsläppen främst från mobila källor. Utsläppen från sektorn utvinning av mineraler utgör dock en relativt liten del av de totala kväveoxidutsläppen medan samfärdssektorn dominerar både i relativa och absoluta tal och svarar för cirka 40 procent av totala kväveoxidutsläppen.

Diagram 2.4 Kväveoxidutsläpp per förädlingsvärde kg/Mkr, 1995



Källa: Miljöräkenskaper rapport 1998:11

Minskningen av kväveoxider är inte lika betydande som svaveldioxidminskningen. Den genomsnittliga minskningen under perioden 1980-1996 var 1,5 procent årligen. Att minskningen gått långsamt beror framförallt på att drygt 80 procent av alla kväveoxidutsläpp härrör från mobila källor. Förbättringar i förbränningstekniker och rening har minskat de specifika utsläppen, men detta har mer än uppvägs av en ökning av transportmängden. Trots utsläppsminskningarna är nedfallet av svavel- och kväveföreningar på många håll i Sverige större än vad ekosystemen kan hantera, dels för att minskningarna skett från höga nivåer och att de svenska ekosystemen är relativt känsliga, dels för att utsläppen från andra länder, som blåser in över Sverige, inte

minskat lika mycket. Kalkningsinsatser kan tillfälligtvis lindra försurningssymptomen, men långsiktigt måste det sura nedfallet minska och skogs- och jordbruksmetoder ändras för att försurningen ska hävas. Sedan 1980-talet har dock försurningen i de svenska sjöarna minskat. Försurningen av skogsmarken tycks däremot inte minska. Av den sura nederbörd som faller ned över Sverige härstammar mer än 75 procent från utlandet. Å andra sidan exporterar Sverige en del utsläpp till andra länder, främst Finland och Ryssland.

### *Övergödning*

Övergödning, eutrofiering, av mark och vatten ger liksom försurning upphov till en förändrad artsammansättning. Blåbärs- och lingonris minskar medan gräs, hallon och nässlor ökar. Växter som anpassats till de magra skandinaviska jordarna har svårt att klara en miljö med mycket gödningsämnen. Söt- och havsvattensystemen får en kraftig tillväxt av alger. Tillväxten gör att sjöar och vikar växer igen, ger upphov till algbloomningar och syrebrist. Ljus- och syrebrist påverkar andra växter än de snabbväxande arterna negativt, liksom kräftdjur och syrekrävande fiskar som röding och lax.

Övergödningsskador skapas av en för hög tillförsel av fosfor från jordbruk och avlopp, och för hög tillförsel av kväve från trafik, förbränning, konst- och naturgödsel (ammoniak). I sötvatten och i Bottenviken är det oftast fosfor som är tillväxtbegränsande, medan det i övriga Östersjön är kvävet som är tillväxtbegränsande. När det ämne det råder störst relativ brist på tillförs i ökad utsträckning tilltar den biologiska produktionen, mer av vissa arter än andra. Algbloomningar är ett exempel på överproduktion. När all denna materia ska brytas ned åtgår syre, vilket kan förorsaka syrebrist, med t.ex. fiskdöd som följd. Den halvering av näringstillförsel till havet som satts upp som mål har ännu inte uppnåtts. Markövergödning ändrar konkurrensvillkoren arterna emellan och en ny flora uppstår lokalt eller t.o.m. regionalt. Människans rekreativmiljö förändras och förfulas, och kan t.o.m. bli hälsovådlig, t.ex. genom för höga nitrathalter i vatten och giftalgsförekomst i hav och sjöar. I skogen ökar virkestillväxten på virkeskvaliténs bekostnad.

### *Luftkvalitet i tätorter*

Utsläppen av svaveldioxid och partiklar har minskat i de svenska tätorterna sedan 1970-talet. Förbättringen beror främst på att både industrin och de kommunala värmeverken minskat sin användning av fossila bränslen eller har gått över till lågsvavliga bränslen. Även stoftreningen har förbättrats. Utbyggnaden av fjärrvärmeverken är en annan orsak. Kväveoxidutsläppen ökade snabbt under 1950- och 60-talen genom vägtrafikens ökning och halterna av kvävedioxid ligger fortfarande över Naturvårdsverkets gränsvärden på många håll vid hårt trafikerade gator. Kväveoxider ger dels direkta hälsoeffekter, t.ex. luftrörsproblem och astma, dels bidrar de till bildandet av ozon, som verkar irriterande på slemhinnor i ögon och luftvägar. I mindre tätorter kan vedeldning ge upphov till betydande utsläpp av flyktiga organiska ämnen och partiklar. Koloxid, CO, är ett utpräglat gatuproblem, särskilt vid hårt trafikbelastade gator där trafiken flyter långsamt.

### *Ozon i övre och nedre delen av atmosfären*

Ozon (O<sub>3</sub>) är en speciell form av syre. I de övre luftlagren dämpar ozon instrålningen av ultraviolett ljus. Ozon är emellertid starkt giftigt och skadar växtlighet och människors hälsa om det förekommer i för starka koncentrationer nere vid markytan. Det är därför två olika miljöproblem som förknippas med ozon: förtunnningen av det skyddande ozonlagret i de övre luftlagren och ökningen av marknära ozon. I atmosfärens lägsta skikt bildas ozon av kväveoxider och kolväten (VOC) tillsammans med solljus.

Det av människan uttunnade ozonskiktet medför att mer av den ultraviolettera strålningen från solen når ned till jordytan, vilket kan medföra ett ökat antal hudcancerfall och ögonskador. Skador på grödor, träd och plankton tros redan existera. Allt detta lär bli värre med tanke på att ozonskikten med all säkerhet tunnare ut mer under de närmaste decennierna, innan effekterna av freonanvändningsförbudet (som dessutom ännu inte är i full verkan världen över) helt får genomslag.

Höga halter av marknära ozon ger både hälsoeffekter och effekter på växtlighet. Känsligheten för ozon hos växter varierar mycket. Särskilt känsliga är tunna bladgrönsaker som spenat och sallad. Skadorna på svenska jordbruksgrödor har uppskattats av forskare vid Lantbruksuniversitetet. Totalt beräknar man att ozonet sänkt skördarna med i genomsnitt nio procent i landet. Av enskilda grödor är potatis mest drabbad med cirka 20 procents skördesänkning. Under 1900-talet har halterna av marknära ozon ökat tre- till fyrfaldigt i södra och mellersta Sverige. Det finns inga klara tendenser till förändringar i årsgenomsnittet under det senaste decenniet. Antalet episoder med överskridande



av Naturvårdsverkets timgränsvärde för ozonhalten,  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , varierar med sommartemperaturens variation mellan åren. Gränsvärdet överskrids oftare i de södra delarna av landet. I tätorter där biltrafiken bidrar till höga halter kolväten och kväveoxider kan ozonhalterna vara höga, särskilt sommartid.

### 2.1.3 Tungmetaller, persistenta toxiska kemiska föreningar och strålning

Under de senaste 20-25 åren har utsläppen av tungmetaller till såväl luft som vatten minskat kraftigt. För många metaller uppnåddes de nationella utsläppsmålen redan i början av 1990-talet. Ett exempel på att utsläppen kan minska dramatiskt är bly från bilavgaserna. De största källorna till metallutsläpp generellt sett är järn- stål- och metallverken. Kadmium tillförs från konstgödsel, och tungmetaller förekommer fortfarande i många, huvudsakligen importerade, produkter. Förbränning av fossila bränslen ger också upphov till utsläpp av tungmetaller.

Kemiska föreningar är i de flesta fall ofarliga för både miljö och mänsklig hälsa. Några av de miljontals föreningarna är dock direkt toxiska (skadliga i de koncentrationer/doser de förekommer i). Andra är mindre giftiga men persistenta (långlivade) vilket medför att halterna i miljön så småningom kan nå upp i toxiska nivåer. Allt eftersom det upptäcks att ämnen är skadliga vidtas olika åtgärder för att ersätta dem med mindre skadliga varianter. Detta sker dels frivilligt av företagen själva (av goodwill-skäl etc.), dels genom lagstiftning (förbud, substitueringsregler) och fastställande av miljömål med påföljande styrmedel, t.ex. skatter.

Tidigare användning av miljöskadliga ämnen ger fortfarande upphov till miljöproblem. Både tungmetaller och kemikalier finns dels inbyggda i samhället (t.ex. byggnader), dels upplagrade på soptippar eller ute i naturen (t.ex. sedimenterade i sjöbottnar) vilket gör att de successivt kan läcka ut. Vid större förändringar, som, t.ex. vid skrotning av gammalt material eller sjunkande pH-värden i sjövattnet, kan dessutom relativt stora kvantiteter på en kort tid läcka ut eller åter tillgängliggöras i det ekologiska kretsloppet. Markförsurningen medför också att tungmetaller som tidigare varit hårt bundna i berggrunden lättare kan tas upp av växter. Därmed ökar halterna som människan och ekosystemen utsätts för (genom födoämnen eller rökgaserna från eldning).

Förgiftningssymptom i någon form finns i ungefär 5-10 procent av Sveriges sötvattenskosystem. Orsaken kan vara olyckstillbud, problem i reningsverk, kvardröjande cesiumhalter från Tjernobykastrofen och kvicksilver i fisk. Förgiftningssymptom kan också ha sin upprinnelse i pågående avfallsupplagsläckage eller i att organiska gifter sprids genom utsläpp till vatten och luft.

Människan utsätts för en naturlig bakgrundsstrålning från rymden och berggrunden, men också från mänskligt orsakad strålning. Radon kan t.ex. ge upphov till lungcancer. Effekterna av magnetfältstrålningen från t.ex. högspänningsledningar och av användning av mobiltelefoner är exempel på ännu inte helt utredda frågor. För varje år ökar också antalet driftstimmar i svenska kärnkraftverk och volymen av radioaktivt avfall som ska lagras många tusen år.

#### 2.1.4 Markanvändning

Omkring 70 procent av Sveriges yta används för boende och produktion, dvs. utgörs av skogs-, jordbruks-, bostads- och industrimark. Resterande yta upptas av fjäll, berg, myr och sjö. Av den totala ytan är 54 procent skogsbeklädd och 8 procent jordbruksmark. Cirka 3 procent av marken är bebyggd.

Skogs- och jordbruket påverkar i hög grad miljön. Skogsbruket påverkar naturmiljön och den biologiska mångfalden genom bl.a. avverkning, markberedning, dikning, skogsbilvägar och skogsplantering. Naturhänsynen vid skogsbruk har under senare år förbättrats. Kalavverkningen och skogsgödslingen minskar, och mer miljöanpassade metoder för markberedning, röjning etc. används allt mer.

Allvarligast för den lokala biodiversiteten har varit planteringen av samma art över stora arealer, speciellt om det gäller främmande arter. Skötselmetoder där man efterhand röjt undan allt utom en art i syfte att skapa enhetliga och likåldriga bestånd har heller inte gynnat mångfalden. Även utsläpp av föroreningar hotar biodiversiteten. Ett ofta underskattat hot är infrastrukturbyggandet – allt från motorvägar till små skogsvägar – som bryter upp naturen i allt mindre ytor och hindrar arternas rörelse och spridningsförmåga. Naturvårdsverket har beräknat att om 15 procent av den svenska skogen avsattes för att brukas efter ekologiska kriterier, så skulle den skogsrelaterade biologiska mångfalden kunna anses tryggad i Sverige. För närvarande ligger avsättningarna kring 5 procent av skogsmarken. Miljöanpassning av skogsbruket betyder dock antagligen på sikt lika mycket som att avsätta reservat. Jordbruket påverkar framförallt genom användningen av gödsling och bekämpningsmedel. Detta ger upphov till läckage av växtnäring (kväve,

ammoniak och fosfor) till luft och vatten och bekämpningsmedel till mark och vatten. Gödslet innehåller även kadmium, som därmed tas upp i grödorna. All odling medför dock ingrepp och påverkan på miljön, vilket gör att endast jämförelser mellan olika odlingssystem är relevanta.

Jordbrukets strukturrationalisering har ofta skett på bekostnad av en rad artrika småbiotoper. Viktiga miljöer, som ängs- och betesmarker, stenrösen och dungar ute bland åkrarna, vilka dels är en del av det gamla svenska kulturlandskapet, dels refuger för många hårt trängda arter, måste bevaras om biodiversiteten ska kunna värnas.

Sverige har (förutom lokalt i Götalands och Svealands kustband och i tätbefolkade jordbruksbygder) en vid internationell jämförelse avundsvärd (grund)vattenförsörjning. Hushåll med kommunal vattenförsörjning behöver vanligtvis inte bekymra sig om vattenkvalitén. Hushåll och fritidshus med privata brunnar i jordbruksbygderna kan dock ha för höga nitrathalter i vattnet. I stora delar av landet kan det också lokalt förekomma försurat grundvatten, som bl.a. ökar korrosionen i ledningarna. I bägge fallen kan filteranläggningar avhjälpa problemet. I kustzonen kan också saltvatteninträngning vara ett problem, vilket är svårlöst i och med att det tyder på en för hård exploatering (bebyggelse).

Våtmarker har traditionellt ansetts värdelösa och 25 procent av de svenska våtmarkerna har historiskt försvunnit genom dränering och dikning. Redan genomförda förbud mot dylika aktiviteter och ett ökat skydd av våtmarker genom t.ex. reservatsavsättning ska på sikt leda till att många arter får en fristad i befintliga eller restaurerade våtmarker. Minskade nedfallsnivåer av bl.a. försurande och övergödande ämnen har också betydelse för artrikedomen i våtmarkerna.

Fjällvärldens flora har svårt att hämta sig från miljöpåverkan och vårdslös markanvändning, eftersom det växer så långsamt på höga höjder och nordliga breddgrader. Med hjälp av reservatsavsättningar och regler för t.ex. skoteråkande, fjällfiske m.m. hoppas man skydda särskilt utsatta delar av fjällvärlden.

I den bebyggda miljön fortsätter buller att vara ett problem för många människor i deras vardagsliv. En långsiktigt god hushållning med den i tätorter knappa markresursen samt med grundvatten och naturresurser kräver också att återvinning och avfallshantering fungerar på ett smidigt och resurssnålt sätt.

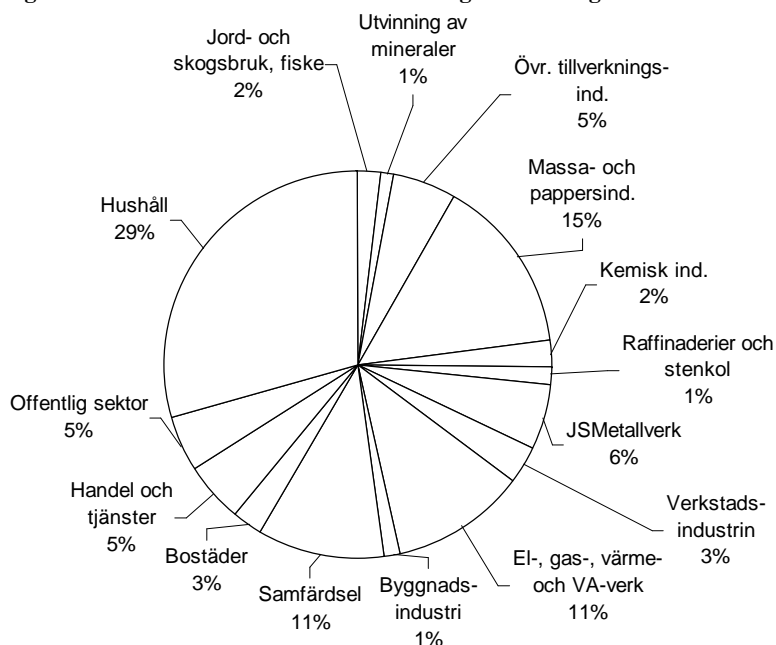
## 2.2 Energikonsumtion och energieffektivisering

Det finns en mängd faktorer och samband som påverkar utvecklingen av energianvändningen i Sverige. Några av de faktorer som förväntas påverka energianvändningen är prisförändringar, energipolitik, tillväxten i ekonomin och möjligheter till energieffektivisering. För att få en bild av hur dessa faktorer har påverkat energianvändningen i Sverige under de senaste 30 åren ges här en översiktlig bild av energiläget i Sverige.

### 2.2.1 Energianvändning

I Sverige, där befolkningstätheten är låg och klimatet relativt kärtvt, behövs stora mängder energi för transporter och uppvärmning. Vår industristruktur, med en hel del energiintensiv industri, har också betydelse för energianvändningen.

Diagram 2.5 Sektorernas andel av totala energianvändningen 1995

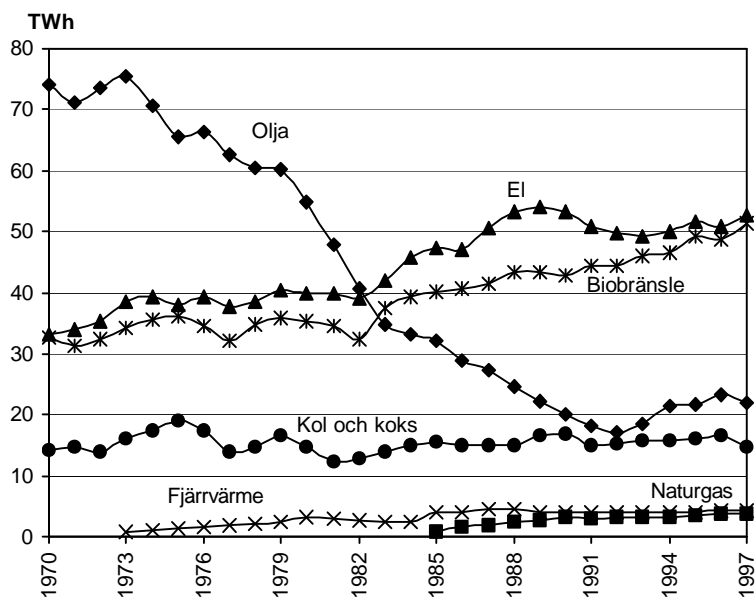


Källa: SCB

Energianvändningen i Sverige har varit i stort sett oförändrad under de senaste årtiondena, men en viss omfördelning mellan energislag och mellan användningsområden har skett. Under perioden 1970 till 1997 har transportarbeten ökat mest. Inrikes transporter använde 1970 56 TWh vilket motsvarar 12 procent av totala energianvändningen i Sverige. På 27 år har energianvändningen för transporter ökat till 87 TWh vilket motsvarar 18 procent av den totala energianvändningen. Användningen av bensin och diesel har därigenom ökat med 47 procent respektive 63 procent.<sup>5</sup>

Både inom industrin och inom bostads- och servicesektorn har oljeanvändningen minskat dramatiskt sedan början av 1970-talet. Detta är en följd av de oljekriser som drabbade världen under 1970-talet och den strävan som den svenska regeringen hade att minska oljeberoendet i Sverige efter dessa kriser. Istället har elanvändningen ökat markant. Diagram 2.6 visar industrins energianvändning uppdelat på olika energislag.

Diagram 2.6 Energianvändningen inom svensk industri i TWh 1970-1997



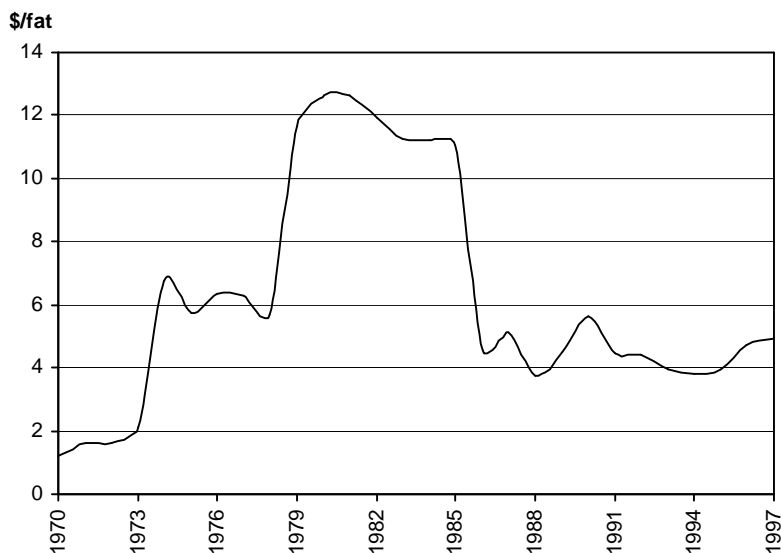
Källa: NUTEK

<sup>5</sup> Användningen av diesel och bensin inkluderar även utrikes sjöfart.

Diagrammet ger en klar bild av de trender som beskrivits ovan, men man kan även urskilja en viss konjunkturkänslighet i industrins beteende. Till exempel minskade olje- och elanvändningen under de första åren av 1990-talet som en följd av den djupa kris som Sverige då befann sig i. På något längre sikt är det dock inte konjunkturkänsligheten som är avgörande för energianvändningens utveckling. De viktigaste faktorerna är främst förändringar i relativpriset, dels mellan olika energislag, dels mellan energi och andra insatsvaror och produktionsfaktorer, och i vilken mån ny teknik introduceras i produktionen.

De två stora oljekriserna på 1970-talet bestod i kraftigt ökade råoljepriser på grund av OPEC-ländernas kartell som höll priserna på en hög nivå. De höga oljepriserna bibehölls till andra hälften av 1980-talet och sjönk sedan tillbaka till nivåer strax under det pris som rådde efter den första oljeprishöjningen 1974. Priset har dock aldrig helt återhämtat sig till den prisnivå som var gällande innan kriserna. I denna rapports basscenario antas råoljepriset i svenska kronor minska med 0,4 procent årligen under perioden 1997-2015.

**Diagram 2.7 Realpris för råolja<sup>1)</sup>**



<sup>1)</sup> Deflator: Världsbankens exportprisindex.

Källa: NUTEK

Hushållens elanvändning har varit relativt konstant sedan mitten av 1980-talet trots att både befolkningen och användningen av hushållsapparater har ökat. Att elanvändningen trots allt inte har ökat beror främst på den energieffektivisering som sker successivt när gamla apparater, maskiner och byggnader moderniseras eller ersätts med nya

energismålare. I denna rapports basscenario antas att hushållens totala elefterfrågan endast ökar med 0,3 procent per år under perioden 1997-2015. Detta överensstämmer med antaganden som NUTEK tidigare har gjort, bland annat i sin klimatrappport 1997. Inom tjänstenäringarna kommer ökningen av elefterfrågan att vara betydande främst på grund av den produktionsökning som basscenariot förutspår för dessa sektorer fram till år 2015. Det antas dock att den specifika energianvändningen minskar något.

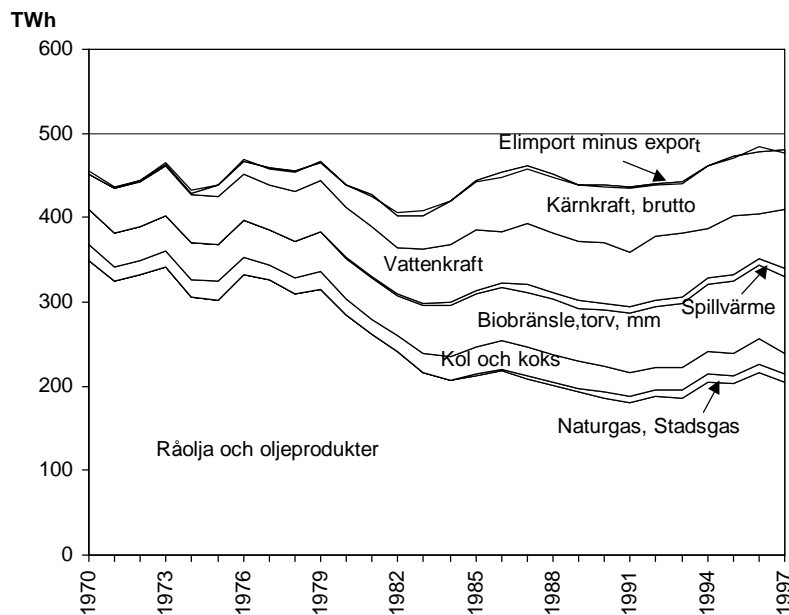
### 2.2.2 Energiförsörjning

Utbyggnaden av kärnkraften har möjliggjort att Sverige sedan 1970-talets andra hälft kraftigt minskat sitt oljeberoende. Oljetillförseln har minskat från 350 TWh 1970 till 217 TWh 1997, i motsats till elproduktionen som har ökat med 145 procent, till 145 TWh, under samma period. I dag produceras el främst med hjälp av kärnkraft och vattenkraft. De svenska kärnkraftverken, som togs i kommersiell drift under åren 1972 till 1985, svarade 1997 för 47 procent av landets totala elproduktionen. Vattenkraften, som expanderat något under perioden 1970 till 1997, stod 1997 för 46 procent av elförsörjningen.

Denna kraftiga expansion av elproduktionen kommer troligen inte att fortsätta i den närliggande framtiden, dels därför att utbudet överstigit efterfrågan under en längre tid, dels p.g.a. att utbyggnadsmöjligheterna av både vattenkraften och kärnkraften är politiskt kringskurna. De fyra stora orörda älvarna har skyddats från utbyggnad. För kärnkraften är det istället fråga om i vilken takt den ska avvecklas. Efterhand kommer då ersättningskraft att behöva tillkomma för att täcka upp den efterfrågan som inte elenergieffektiviseringar kan bygga bort.

Kärnkraften ska enligt den rådgivande folkomröstningen från 1980 avvecklas fram till år 2010. Ett första steg i kärnkraftsavvecklingen är överenskommelsen som slöts mellan socialdemokraterna, centern och vänsterpartiet 1997 som innebär att de två reaktorerna i Barsebäck ställs av. Tidtabellen för avvecklingen av Barsebäck har dock inte kunnat hållas. I denna rapports basscenario antas att en reaktor avvecklas under perioden 1998-2015.

Diagram 2.8 Tillförsel av energi fördelat på olika energislag, 1970-1997, TWh



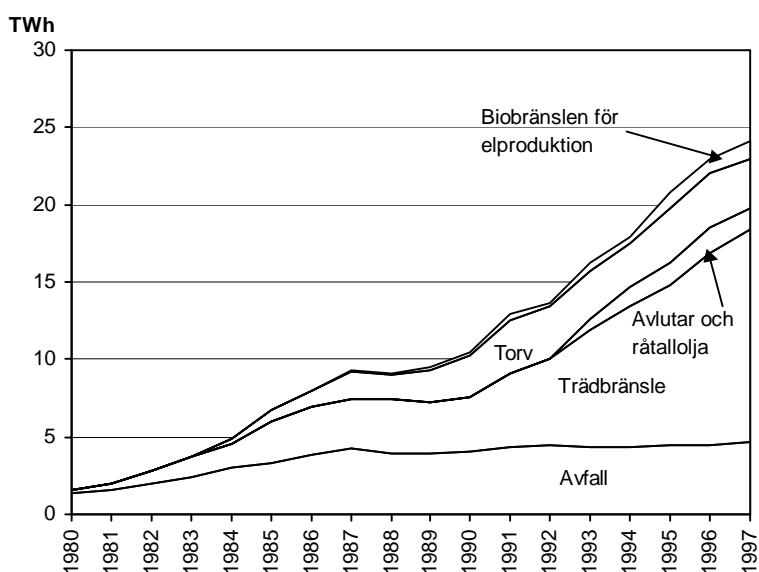
Källa: NUTEK

Biobränsle och torv utgjorde 9 procent av den totala energitillförseln år 1970. Denna andel har mer än fördubblats fram till 1997 och förväntas öka i framtiden. Det är framförallt strävan efter att minska koldioxidutsläppen som talar för ett ökat utnyttjande av biobränslen eftersom dess utsläpp av koldioxid inte bidrar till växthuseffekten så länge inte uttaget överstiger tillväxten. Det finns dock frågetecken kring biobränslets ökningspotential. Vid ökat uttag av avverkningsrester i skogsbruket påverkas näringsbalansen i skogen, vilket måste beaktas för att inte skada skogstillväxten. I denna rapportens basscenario antas inga restriktioner på biobränsletillförseln, eftersom biobränsleanvändningen i modellkörningarna inte kommer att komma upp i den maximala tillförsel av bioenergi som t.ex. har räknats fram av SIMS (institutionen för Skog-Industri-Marknad vid SLU).



Fjärrvärmeproduktionen har ökat från 15 TWh 1970 till 53 TWh 1997. Från att ha varit oljedominerad har fjärrvärmeproduktionen nu biobränsle som det mest använda bränsleslaget. Cirka 35-40 procent av det biobränsle som används inom fjärrvärmeproduktionen är importerat. Importen har under 1990-talet ökat markant och förekommer nu i form av t.ex. träbränsle, återvunnet träbränsle, tallolja, olivkärnekross samt torv. Importen av biobränslen antas i denna rapportens basscenario ligga på en förhållandevis hög nivå och dess ökningstakt motsvarar den som varit gällande under 1990-talet. Världsmarknadspriset på biobränslen antas ligga på en reall oförändrad nivå. Under de senaste 20 åren har priserna varit svagt fallande, men den fortsatt ökande efterfrågan antas stabilisera biobränslepriserna.

**Diagram 2.9 Användning av biobränslen, torv m.m. i fjärrvärme, 1980-1997, TWh**



Källa: NUTEK

I basscenariot antas att naturgassystemet inte byggs ut i någon nämnvärd omfattning, vilket innebär att naturgasen inte ökar i någon betydande utsträckning i basscenariot.

### 2.2.3 Internationell elhandel

I Östersjöregionen<sup>6</sup> produceras i dag cirka 1100 TWh el och när de nationella elmarknaderna avregleras, samtidigt som en rad investeringar görs i bl.a. nätkapaciteten mellan länderna, ökar möjligheterna till elhandel i regionen. Det är framförallt variationerna i utbud, efterfrågan och produktionssystemets sammansättning som gör att det finns motiv för att utöka handeln mellan länderna.

Inom EU drivs politik för att öka konkurrensen på elmarknaden. Under 1999 tas första steget till en öppen elmarknad genom att varje lands elmarknad till en del öppnas för konkurrens. Sverige och Finland berörs inte av denna nya regel eftersom de redan har en fri elmarknad, vilket även Norge har. Vanligtvis går handelsströmmarna från Norge till Sverige och sedan från Sverige till Danmark och Finland. Vid torrår kan situationen vara den omvända eftersom både Sverige och Norge har stora vattenkraftstillgångar som då ger förhållandevis lite elenergi.

Det som i dagsläget förhindrar ytterligare handel med el är framförallt reglerna i de olika länderna kring Östersjön, men även överföringskapaciteten är begränsad. Det planeras dock för utökade förbindelser mellan länderna kring Östersjön och Norden. Norska och utländska elföretag har ingått långsiktiga handelsavtal där det även ingår att bygga tre nya kablar från Norge till kontinenten. Dessa tre kablar utökar kapaciteten med 1800 MW. En elkabel som motsvarar cirka 600 MW kommer eventuellt byggas mellan Sverige och Polen. Mellan Finland och Ryssland planeras en ledning med överföringskapacitet på 150 MW.

<sup>6</sup> Sverige, Norge, Danmark, Finland, Tyskland, de baltiska länderna och nordvästra Ryssland.

**Tabell 2.1 Överföringskapacitet till och från de nordiska länderna år 1996**

	Överföringskapacitet, MW
Sverige – Norge	3000
Sverige – Danmark	1900 – 2100
Sverige – Finland	1400
Sverige – Tyskland	370 – 450
Norge – Danmark	1040
Norge – Finland	70
Norge – Ryssland	50
Finland – Ryssland	60 – 1060
Danmark – Tyskland	2000

Källa: NUTEK (1997)

Den ökande konkurrensen på elmarknaden runt Östersjön kommer förmodligen att ha stor inverkan på elpriset. I dag skiljer sig elpriset avsevärt mellan de olika länderna på grund av olikheter i produktionskostnader, produktionsteknologier, beskattningsregler, nätavgifter och avgiftstariffer för olika användargrupper. Danmark är det land bland de nordiska länderna som har högst totalt elpris för hushållskunder. Näst högst är priset i Sverige. I Norge och Finland är priset betydligt lägre beroende på de låga elskatterna. Tyskland utmärker sig som ett land med höga elpriser, men de stora industrikunderna har specialkontrakt med kraftproducenterna och får därmed lägre priser än övriga industrikunder (lägre elpriser för industriproducenter gäller även i de övriga ovan nämnda länderna). Prisskillnader kommer enligt NUTEK<sup>7</sup> att innebära att en ökad elimport från Norge till Sverige får en prispressande effekt på den svenska elmarknaden, medan en ökad nordisk elhandel med kontinenten får motsatt effekt. Priset på el<sup>8</sup> antas i denna rapportens basscenario sjunka med 0,2 procent per år under perioden 1997-2015.

#### 2.2.4 Skatter och avgifter

För att styra energianvändningen används i Sverige energi- och miljöskatter. När energiskatten på bensin och motoralkoholer infördes redan 1929 var det dock främst av statsfinansiella skäl, men i samband med oljekriserna ville regeringen styra energianvändningen bort från olja och därmed fick energiskatterna en energipolitisk roll. Under 1980-talet fick energiskatterna en miljödimension. I och med skattereformen

<sup>7</sup> NUTEK (1997b).

<sup>8</sup> Genomsnittspris för alla användare.

1990-1991 förstärktes miljöprofilen i den indirekta beskattningen. Koldioxid- och svavelskatt infördes. Dessa skatter var proportionella mot bränslets kol- och svavelhalt och alltså direkt relaterade till den miljökada som kol och svavel antas ha.

Torv och biobränsle undantogs från koldioxid- och energiskatten. Detta undantag kan motiveras med att biobränsle är en förnybar energikälla och således inte tillför några ”nya” gaser till atmosfären och att torvanvändningen kan fyrfaldigas innan uttaget blir större än nybildningen och några nettoutsläpp sker. Biobränsle och torv orsakar dock lokala miljöproblem på grund av bland annat de kväveoxid- och svavelutsläpp som bildas vid förbränningen.

För både koldioxid och svavel finns ett antal undantags- och ned-sättningsregler, dels för vissa energiintensiva exportbranscher, dels för s.k. processutsläpp.<sup>9</sup> Miljöskattebelastningen på de olika energislagen förändrades inte i och med skattereformen 1990-1991 utan liksom tidigare beskattas olja hårdast tätt följd av kol, gasol och naturgas. Denna rangordning har dock förändrats något fram till dagsläget (se tabell 2.2). I denna rapportens basscenario antas att 1998 års miljö- och energiskattesystem ligger fast hela perioden 1997-2015.

<sup>9</sup> Utsläpp som inte uppkommer p.g.a. förbränning av bränslen utan i själva produktionsprocessen, t.ex. svavelutsläpp vid järn- och stålframställning.

**Tabell 2.2 Energi- och miljöskatter 1 januari 1998, öre per kWh**

	Koldioxidskatt		Energiskatt	
	Industri	Övriga	Industri	Övriga
<i>Bränsle för uppvärmning</i>				
Eldningsolja 1	5,3	10,7	0,0	7,5
Eldningsolja 5	4,9	9,9	0,0	6,9
Kol	6,1	12,3	0,0	4,2
Gasol	4,3	8,7	0,0	1,1
Naturgas	3,7	7,3	0,0	2,2
Torv	0,0	0,0	0,0	0,0
Biobränsle	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bränsle för motordrift</i>				
Bensin blyad	9,9	9,9	49,0	49,0
Bensin miljöklass 3	9,9	9,9	42,2	42,2
Bensin miljöklass 2	9,9	9,9	41,4	41,4
Diesel miljöklass 3	10,7	10,7	21,6	21,6
Diesel miljöklass 2	10,7	10,7	18,6	18,6
Diesel miljöklass 1	10,7	10,7	16,3	16,3
Gasol	8,7	8,7	14,9	14,9
Biobränsle (etanol)	0,0	0,0	0,0	0,0
Naturgas	7,3	7,3	2,2	2,2
	Svavelskatt		TOTALT	
	Industri	Övriga	Industri	Övriga
<i>Bränsle för uppvärmning</i>				
Eldningsolja 1	0,0	0,0	5,3	18,2
Eldningsolja 5	1,0	1,0	5,9	17,8
Kol	2,0	2,0	8,1	18,5
Gasol	0,0	0,0	4,3	9,8
Naturgas	0,0	0,0	3,7	9,6
Torv	1,0	1,0	1,0	1,0
Biobränsle	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bränsle för motordrift</i>				
Bensin blyad	0,0	0,0	58,8	58,8
Bensin miljöklass 3	0,0	0,0	52,1	52,1
Bensin miljöklass 2	0,0	0,0	51,3	51,3
Diesel miljöklass 3	0,0	0,0	32,3	32,3
Diesel miljöklass 2	0,0	0,0	29,3	29,3
Diesel miljöklass 1	0,0	0,0	27,0	27,0
Gasol	0,0	0,0	24,6	24,6
Biobränsle (etanol)	0,0	0,0	0,0	0,0
Naturgas	0,0	0,0	9,4	9,4

Källa: Finansdepartementet

År 1992 infördes en kväveoxidavgift som omfattar alla pannor med en uppmätt nyttiggjord energiproduktion av minst 25 GWh under redovisningsperioden. Intäkterna från avgiften med avdrag för administrationskostnader, återförs till de betalningsskyldiga i förhållande till nyttiggjord energi från varje produktionsenhet. De utsläppskällor som omfattas av avgiften svarar endast för 5 procent av den mängd kväve som släpps ut av inhemska utsläppskällor. Bland annat innefattas inte vägtrafiken som är den största källan för kväveoxidutsläpp.

Andra avgifter och skatter som är miljö- och energirelaterade är: fordonsskatt och försäljningsskatt på fordon, skatt på gödsel och bekämpningsmedel, skatt på naturgrus, avfallsavgift, batteriavgift och bilskrotningsavgift.

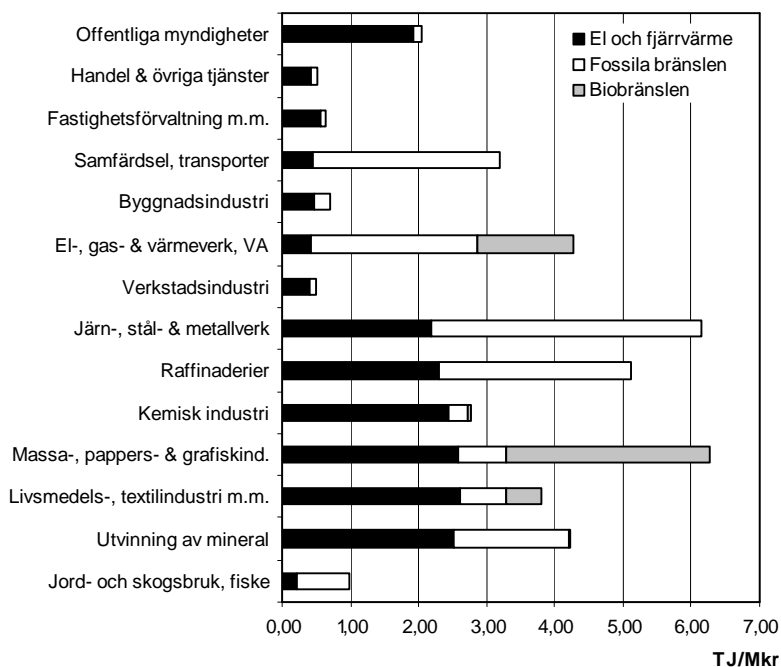
### 2.2.5 Energieffektivisering och strukturförändringar

Den totala energianvändningen i Sverige 1997 ligger strax över 1970 års nivå trots att BNP har ökat med 56 procent under perioden 1970-1997. Detta innebär att svensk ekonomi sammantaget har blivit mindre energiintensiv under perioden. Näringslivet har genomgått strukturomvandling där tjänstenärings- och verkstadsindustrin har ökat sina andelar av bruttonationalprodukten, men framförallt har nya energieffektivare tekniker introducerats inom industrin. Det är främst de stora energikrävande branscherna, såsom massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin, samt jord- och stenindustrin, som har minskat sin totala energianvändning och förändrat sin energimix.

I denna rapportens basscenario antas en energieffektivisering i näringslivet med en procent per år, dvs för att producera en enhet krävs det varje år en procent mindre energi. Detta motsvarar de antaganden som gjordes i EU-studien "Energy in Europe" (EiE [1996]). Det anses vara ett relativt konservativt antagande. Denna effektivisering har fördelats mellan branscherna genom att studera underlagsrapporter till Energikommissionen och Naturvårdsverkets rapport "Minska utsläppen av koldioxid". Antagandet om energieffektivisering kan översiktligt beskrivas som att användningen av olja och el kan effektiviseras lättare än andra bränslen och att de tunga energiintensiva industrierna har något svårare att minska sitt energibehov jämfört med övriga branscher inom näringslivet.

Den totala energianvändningen beror även på hur näringslivets branscher utvecklas i förhållande till varandra. Somliga verksamheter har mycket stor energianvändning per förädlingsvärde medan andra, t.ex. tjänstenäringsar är mer arbetsintensiva och använder mindre energi per förädlingsvärde. Näringslivets strukturutveckling kommer således att ha stor betydelse för den framtida totala energianvändningen. Diagram 2.10 visar hur olika branschers energianvändning står i förhållande till förädlingsvärdet inom branschen.

**Diagram 2.10** Energianvändning per förädlingsvärde inom svenskt näringsliv 1995



Källa: SCB

Inom industrin utmärker sig järn-, stål- och metallverk, massa-, pappers- och grafisk industri och utvinning av mineraler som energiintensiva industrier. I denna rapportens basscenario kommer dessa sektorer inte att ha samma snabba utveckling som t.ex. verkstadsindustrin och tjänstenäringsarna. Detta innebär att det sker en minskning av kvoten energianvändning per total producerad enhet i Sverige som härrör från strukturomvandlingen inom näringslivet.

## 2.3 Miljömål fram till 2015

### 2.3.1 Kyotoprotokollet

Klimatpolitiken är en väsentlig faktor som kommer att påverka energiförsörjningen och energianvändningen i Sverige och världen under de närmaste decennierna. Vid bland annat förbränning av fossila bränslen bildas så kallade växthusgaser. För att stävja utsläppsökningen av växthusgaser har det internationella samfundet haft täta förhandlingar ända sedan "The Earth Summit" i Rio de Janeiro 1992. I Rio kom 160 länder överens om att stabilisera utsläppen av växthusgaser från 1990 års nivå till år 2000. Sedan dess har dock de flesta länder ökat sina utsläpp.

Förhandlingarna fortsatte i Kyoto i Japan 1997, där man drog upp något strängare riktlinjer och slutligen kom överens om ett bindande avtal som gäller för 39 av världens mest utvecklade länder. Dessa länder ska totalt sett minska sina växthusgasutsläpp med 5,2 procent från 1990 till perioden 2008-2012. Europeiska Unionen ska minska sina totala utsläpp med 8 procent, men fick tillåtelse att bilda en så kallad bubbla. Detta innebär att EU kunde göra upp sin egen bördefördelning inom unionen där Sverige i den första förhandlingsrundan fick tillåtelse att öka sina utsläpp med 4 procent från 1990 till perioden 2008-2012. Utvecklingsländerna har inte antagit Kyotoprotokollet. De gaser som inkluderas i Kyotoprotokollets beräkningar är de sex gaserna koldioxid, metan, dikväveoxid, ofullständiga halogenerade fluorkarboner, perfluorkarboner och svavelhexafluorid.

Inom Kyotoprotokollet finns en rad olika möjligheter att tillgodoräkna sig utsläppsminskningar förutom minskningar inom landet. Dessa möjligheter är dock inte färdigutformade och vissa frågetecken återstår fortfarande om hur de ska utföras i praktiken. Det råder dock inga tvivel om att de kommer att medföra kostnadsminskningar för länder med höga kostnader för att minska växthusgaserna. Gemensamt genomförande<sup>10</sup> ("Joint Implementation") innebär samarbete mellan två länder som båda är parter i Kyotoprotokollet. Mekanismen för ren utveckling<sup>11</sup> ("Clean Development Mechanism") innebär att på olika sätt hitta samverkans-

<sup>10</sup> Två länder samarbetar med utsläppsreduktioner som genom någon åtgärd – t.ex. övergång till icke fossila bränslen vid uppvärmning – genomförs i det ena landet varefter utsläppsminskningen tillgodoräknas det andra landet att räknas av mot detta lands klimatmål. Gemensamt genomförande är begränsat till länder som ratificerat protokollet.

<sup>11</sup> "Mekanismen för ren utveckling" utvecklades för gemensamma projekt med utvecklingsländer där det utvecklade landet genom betalning av en speciell administrativ avgift får tillgodoräkna sig den utsläppsminskning som genomförs i utvecklingslandet och finansieras av det utvecklade landet.



projekt mellan den högteknologiska rika världen och den ofta mindre energieffektiva, snabbt växande, men kapitalfattiga, utvecklingsvärlden. En annan möjlighet att minska utsläppen är att investera i ökad kapacitet att fånga växthusgaser i s.k. sänkor, t.ex. i ökad inbindning i biomassa. Ytterligare en flexibel mekanism, handel med utsläppsrätter, diskuteras mer i detalj nedan, eftersom denna möjlighet med all sannolikhet avsevärt kommer att påverka Kyotoprotokollets internationella ekonomiska konsekvenser.

Eftersom användning av flexibla mekanismer påverkar Sveriges kostnader för att uppfylla Kyotoavtalet, diskuteras nedan några aspekter på detta, såsom vilka kostnadsbesparingar olika länder tror att flexibla mekanismer medför, potentiella priser på utsläppsrätter och skillnaderna mellan länder vad gäller kostnaderna för att på marginalen minska koldioxidutsläppen. Vi begränsar vår litteraturöversikt till handel med utsläppsrätter. Vad handel med utsläppsrätter kan komma att innebära för Sverige illustreras med modellberäkningar i avsnitt 4.3.

### *Handel med utsläppsrätter*

Inom ramen för Kyotoprotokollet är det möjligt att genom olika samarbetsavtal minska koldioxidutsläppen. Ett sätt att eventuellt minska samhällets kostnader för att reducera koldioxidutsläppen är handel med utsläppsrätter, dels nationellt inom landet, dels internationellt mellan länder. Syftet är att det totala antalet utsläppsrätter företagen i ett land får ska summera till den nationella kvoten, och att alla länders sammanlagda utsläppsrätter därigenom ska motsvara den globala utsläppsnivå man enats om vid Kyotoförhandlingarna. Ett land/företag som vet att det inte kommer att utnyttja sina utsläppsrätter fullt ut (eftersom deras kostnader för att reducera växthusgasutsläppen är lägre än priset på utsläppsrätter) kan sälja dessa till ett annat land/företag, som annars hade haft höga kostnader för att minska koldioxidutsläppen. Det blir därmed lönsamt att minska utsläppen där det är billigast och att sälja utsläppsrättigheterna till de delar av världen där det är relativt sett dyrt att minska utsläppen. Det reglerade antalet utsläppsrätter ska trygga måluppfyllelsen vad gäller utsläppsnivåerna och marknadsmekanismen ska trygga kostnadseffektiviteten i genomförandet.

De internationella erfarenheterna av utsläppshandel inskränker sig till USA, där man har nationell handel med utsläppsrätter för svavel. Det beräknas att kostnaderna har halverats för att reducera utsläpp jämfört med en procentuellt sett lika stor minskning av utsläppen för alla aktörer. I USA har även lyckade försök med utsläppsrätter genomförts gällande bly i bensin och för lokala luftföroreningar i Los Angelesområdet (UNCTAD, 1998; Wiener, 1998). Inom EU finns inga praktiska erfarenheter av utsläppshandel.

Hur varje land kommer att fördela sina utsläppsrätter inom landet är dock oklart, likaså om nationerna själva ska handla internationellt, eller om de enskilda företagen ska handla direkt med varandra. För det första alternativet talar att transaktionskostnaderna för handeln kan hållas nere om det är ett överblickbart antal stora aktörer som ska förhandla fram ett pris för utsläppsrätter. För det senare alternativet talar att det bara är de enskilda företagen som känner till sina kostnader för att minska utsläppen och i vilken mån de är beredda att betala för rätter. På grund av transaktionskostnaderna är det möjligt att den samhällsekonomiskt bästa lösningen är att staterna, och eventuellt ett antal stora företagsaktörer, handlar med varandra. Sedan fördelar staterna rättigheter mellan de mindre nationella aktörerna, som sedan eventuellt kan handla vidare med varandra inom respektive land.

Fördelen med överlåtelsebara utsläppsrätter är att de, liksom en utsläppsskatt, ger företagen incitament att på alla sätt minska sina utsläpp om detta är billigare än att köpa sig rätten att släppa ut växthusgaser via en utsläppsrätt (eller en skatteinbetalning). Den tekniska utvecklingen styrs på så sätt mot energisnål teknik, och i vissa fall mot ett ökat användande av förnybar energi. Skillnaden mellan skatteinstrumentet och utsläppsrätterna är att man med den senare också kan styra utsläppsvolymen genom det antal utsläppsrättigheter som delas ut eller som försäljs. En skattesats är dock troligen mer förutsägbar för företagen, åtminstone på kort sikt, i och med att priset på utsläppsrätter hela tiden kan ändras p.g.a. ny information eller genom att marknaden inte fungerar perfekt.

De kortsiktiga prisfluktuationerna bör dock inte bli så stora eftersom det som kan påverka priset är relativt tröga storheter: nya protokoll som förändrar bubblans storlek och efterfrågan på utsläppsrätter, som styrs av att energibehovet i samhället ökar med en växande ekonomi, men minskar med införandet av energisnål teknik. Dessa trender är relativt väl förutsägbara, men givetvis kan variationer i den ekonomiska aktivitetsnivån (konjunkturer) och fluktuerande priser på bränslen och el påverka efterfrågan på utsläppsrätter från en tidsperiod till en annan. En skatt kan i och för sig också, som det ofta har visat sig, förändras med jämna mellanrum, ibland av fiskala skäl, ibland för att den eftersträvarvärda styreffekten inte erhålls och en korrektion var av nöden.

En annan fråga gäller hur övervakningen av att utsläppsrättigheterna inte överskrids ska arrangeras, vilket blir speciellt viktigt när rättigheterna köps och säljs. Till en början är det sannolikt så att bara de som på ett övertygande sätt kan visa hur stora utsläpp som gjorts har rätt att handla (sälja) utsläppsrätter (Mullins och Baron, 1997).

*Skillnader i marginalkostnader mellan länder och potentiella vinster av utsläppshandel*

En förutsättning för att handel med utsläppsrätter ska uppstå är att marginalkostnaden för att minska utsläppen skiljer sig mellan länderna. Att länder har olika marginalkostnader för att minska utsläppen kan bero på att de har erhållit olika hårda utsläppsminskingskrav från förhandlingsprocessen inför Kyotoprotokollets undertecknande, eller att de har skilda ekonomiska strukturer, speciellt med avseende på energiförsörjning och transporter, eller att de har gjort olika stora ansträngningar hittills för att minska koldioxidutsläppen. Faktorer som påverkar kostnaderna för att uppfylla Kyotoprotokollet är t.ex.:

- utvecklingsfaktorer som befolkningsökning
- ekonomisk tillväxt i allmänhet och hur den kan komma att ändra branschstrukturen och handelsmönstret i synnerhet
- teknologisk utveckling speciellt med avseende på framtagandet av ny effektiv, och alternativ (=baserad på förnybara energikällor) teknik för framförallt energiförsörjning och transporter

De flesta länder som skrivit under Kyotoprotokollet och därigenom lovat att reducera, eller åtminstone begränsa, sina utsläpp av växthusgaser inventerar idag de möjligheter som finns att minska utsläppen inom landet och vad det kostar att minska dessa. Innan detta arbete är färdigt är det svårt att få en klar bild av olika länders marginalkostnader för utsläppsminskningar och hur en kommande utsläppshandel skulle gestalta sig gällande troliga handelsvolym, köpar- respektive säljarländer och prisnivåer. Antagligen kommer de skilda ländernas uppgifter om åtgärder inte heller att bli allmän egendom med tanke på att utsläppshandel innebär en sorts förhandling och inget land vill förhandla med öppna kort. Dessutom kommer uppgifterna alltid att vara i någon mån inaktuella med tanke på att utvecklingen på energieffektiviseringsområdet går snabbt framåt och själva Kyotoprotokollet och utsläppshandeln utgör en ytterligare drivkraft för den utvecklingen. En del datamaterial och modellkörningsresultat har dock offentliggjorts av olika länder, organisationer och universitet.

De modeller som används för att analysera utsläppsrelaterade frågor är ofta "botten-upp-modeller", som utgår från enskilda energiproducerande eller energikonsumerande enheter, som pannor och förbränningsmotorer. Resultaten läggs sedan samman på företagsnivå, branschnivå och nationell nivå. Dessa modeller är ofta ingenjörskonstrukturer och benämns också energimodeller för sin detaljeringsgrad vad gäller energidata. Däremot är ofta de ekonomiska sambanden i samhället mindre detaljerat beskrivna. I dessa modeller räknas kostnaderna fram för att med ny teknik få ned utsläppen på alla de ställen där den nya tekniken är applicerbar. Målet är att minimera kostnaderna för den givna utsläppsreduktion som ska åstadkommas. Svagheter är att med den nya tekniken kan relativpriserna i ekonomin komma att förändras, vilket gör att det i praktiken kan bli fråga om en annan utsläppsreducerande teknikmix applicerad delvis på andra ställen, och en del utsläpp kanske försvinner av sig självt om ekonomins struktur förändras på grund av utsläppsminskningsambitioner. I dessa modeller är det kostnaden för att på olika sätt undvika att utsläppen kommer till stånd som ger marginalkostnadskurvan för utsläpp.

I en sådan modell, MARKAL, som används av IEA (International Energy Agency; Kram 1998), har marginalkostnaderna för att minska utsläppen med åtta procent från 1990 års nivå beräknats ligga i intervallet 0-252 US\$ per ton koldioxid för olika EU-länder (Kram 1998). Sverige beräknades ha en av de högsta marginalkostnaderna. Clinton-administrationen har beräknat kostnaderna i USA för att frysa utsläppen år 2010 vid 1990 års nivå till 40 US\$/ton CO<sub>2</sub> utifrån MARKAL-körningar (Interagency Analytical Team, 1997).

EMEC, som använts i denna bilaga, är en "uppifrån-och-ned-modell" (top-down-modell). Som de flesta numeriska allmän jämviktsmodeller utgår den från ekonomiska samband, medan energisektorns beskrivning får anses vara mycket grov i jämförelse med botten-upp-modellerna. I jämviktsmodellerna är det skattesatsen för koldioxidutsläppen (alternativt priset på utsläppsrätter) som ger marginalkostnadskurvan för utsläppen, i och med att skatten måste höjas alltmer för att utsläppsreduktionen ska erhållas.

Böhringer et. al. (1998) har i en allmän jämviktsmodell, i vilken sju EU-länder ingick, beräknat marginalkostnaderna för att minska koldioxidutsläppen med 8 procent från 1990 års nivå till 28-134 US\$/ton i de olika länderna. Om utsläppshandel tilläts skulle prisnivån hamna på 50 US\$/ton år 2010. I jämviktsmodellberäkningar för USA hamnade marginalkostnaderna inom landet på 65 US\$/ton, medan om utsläppshandel och "mekanismen för ren utveckling" tilläts skulle kostnaderna bara bli hälften så höga (Manne och Richels, 1998). Ett annat sätt att uttrycka kostnaderna för att minska utsläppen är att beräkna hur mycket

lägre BNP blir om man lägger på en restriktion på växthusgasutsläppen, jämfört med om man inte lägger på någon restriktion. I Europa skulle kostnaderna bli 0,2-0,4 procent av BNP år 2010 om utsläppen skulle minska med 15 procent från 1990 års nivå, eller 135-315 miljarder kronor per år (COM(97)481). I MARKALmodellen blir effekten på 13 EU-länder att den totala BNP-summan blir 0,24 procent lägre med en utsläppsrestriktion (-15 procent från 1990), vilket sjunker till 0,16 procent om utsläppshandel tillåts. Kostnaderna för att uppnå koldioxidutsläppsmålet kan följaktligen minskas med en tredjedel med hjälp av utsläppshandel enligt vissa studier (Schmid och Schaumann, 1998).

Det som är intressant är dock egentligen inte de exakta siffror som modellkörningarna genererar, utan storleksordningarna och kanske framför allt de insikter man kan erhålla om vad som driver resultaten och vad som är viktigt att skaffa sig mer kunskap om.

Böhringers studie varnar dock för att man inte ska vara alltför optimistisk gällande vinsterna av utsläppshandel. Hans beräkningar visar att vinsterna inskränker sig till att sänka kostnaderna för utsläppsminskningarna med 10 procent. Det är också långtifrån säkert att alla länderna slutgiltigt faktiskt tjänar på utsläppshandel när alla sekundära effekter på handelsmönster och kapitalöverföringar mellan länderna gått igenom. Det är framförallt två motsatta effekter som påverkar ett lands välfärd när det köper eller säljer utsläppsrätter; dels förändras ländernas marginalkostnad för att minska koldioxidutsläpp, dels påverkas deras handelsbalans. För Sverige, som potentiell köpare av utsläppsrätter, skulle marginalkostnaden för koldioxidminskning gå ner, eftersom man inte skulle behöva ta till de dyraste åtgärderna. Däremot skulle handelsbalansen påverkas negativt av den ökade importen. Den slutliga konsekvensen för välfärden i landet beror på den relativa styrkan hos de motsatta effekterna.

En annan invändning mot att utsläppshandeln kommer att generera stora effektivitetsvinster för alla är att det krävs en fungerande marknad. Om bara ett fåtal aktörer handlar, och några är stora och andra små finns det en risk att det inte blir en perfekt marknad utan att vissa får mycket större inflytande, vilket kan påverka prisbildningen.

*Fördelning av utsläppsrätter och inkomstfördelningsfrågor*

Ibland hävdas det att effekten av att ett enskilt land inför koldioxidskatt bara leder till att utsläppen flyttar utomlands (s.k. ”carbon leakage”), vilket inte för något gott med sig, då det enbart är de globala utsläppen som har någon betydelse för växthuseffekten. Om handel med utsläppsrätter införs bortfaller denna problematik mellan de länder som deltar i utsläppshandeln. Den överenskomna globala utsläppsnivån garanterar att de totala utsläppen inte ökar och att de länder som på olika sätt minskar sina utsläpp mer än de åtagit sig kan få betalt genom att sälja sina kvoterade utsläppsrätter.

En viktig fråga vad gäller utsläppshandel är hur utsläppsrättigheterna fördelas initialt i respektive land. Att gratis erhålla en utsläppsrätt, som kan säljas på en marknad, är en form av inkomstöverföring. Om utsläppsrätterna ska delas ut utan kostnad är det således attraktivt att ta emot sådana. Fördelningsnyckeln, efter vilka kriterier utsläppsrätterna delas ut, blir då intressant. Om utsläppsrätterna fördelas enligt historiskt gjorda utsläpp missgynnas dels de som redan lyckats sänka sina utsläpp, dels de som startar nya verksamheter som föranleder växthusgasutsläpp.

Alternativet är att ordna en auktion, där alla intressenter får bjuda på utsläppsrätterna utifrån dels sina egna prognosticerade behov av fossil förbränning som kräver utsläppsrätter, dels utifrån sina troliga kostnader för att reducera utsläppen med hjälp av bränslebyte eller energi-effektiviseringsåtgärder. Om det internationella priset på utsläppsrättigheter är känt kommer priset att lägga sig där i och med att det annars finns arbitragevinster att göra. Om det saknas information om det internationella priset kommer efterfrågan på utsläppsrättigheter att avgöra priset i och med att utbudet är fixt.

Fördelen med att auktionera ut utsläppsrätterna är att det genererar inkomster till staten som gör att någon annan skatt kan sänkas, vilket kan vara tillväxtbefrämjande för ekonomin. Dessutom befrämjas omvandlingstrycket i ekonomin om utsläppsrätterna auktioneras ut, i och med att det är lättare att motivera förändringar och anpassningar om de är lönsamma. Om undantag eller specialregler gäller delar av ekonomin kommer marginalkostnaderna för att sänka utsläppen i de övriga sektorerna i ekonomin att bli högre. Några av dessa aspekter belyses i de EMEC-körningar som beskrivs i avsnitt 4.3.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Se diskussion i Bohm (1998), Cramton och Kerr (1998), Jensen (1998), Jensen och Rasmussen (1998), Parry et al. (1997), OECD (1998).

### 2.3.2 Nationella miljömål

1998 föreslog regeringen att den existerande mångfalden av miljömål skulle systematiseras, förnyas och samlas under ett litet antal övergripande mål, som utgår från miljökvaliteten. Dessa skulle vara vägledande för åtgärder som syftar till att minska miljöpåverkan för att långsiktigt kunna förbättra miljötillståndet i svenska, och i förekommande fall regionala och globala, ekosystem.<sup>13</sup> Riksdagen har antagit de 15 övergripande miljömål som listas nedan. Arbetet med att ta fram mer detaljerade delmål pågår för närvarande och beräknas vara klart till hösten år 2000.

#### *Begränsad klimatpåverkan*

Riksdagens mål har varit att utsläppen av koldioxid år 2000 inte ska vara större än de var 1990, vilket med all sannolikhet inte kommer att uppnås. I det internationella avtal som antogs i Kyoto 1997 har EU-länderna sammantaget tagit på sig att minska koldioxidutsläppen med 8 procent från år 1990 till perioden 2008-2012. I den interna bördefördelningen inom EU tillåts Sverige få öka sina utsläpp med 4 procent från 1990 års nivå.

#### *Bara naturlig försurning*

Försurningen i Sverige beror i första hand på utsläpp av svaveldioxid men också på utsläpp av kväveoxider och ammoniak samt på skogsbruket. Om det internationella svavelavtalet och det EU-direktiv som planeras för kväveoxider från transporter efterlevs skulle det innebära att nedfallet av svavel och kväve minskar med 25 respektive 40 procent till år 2010 jämfört med 1995. Vid sidan av utsläppsminskning är kalkning en viktig åtgärd mot försurning. Omkring 7 000 sjöar och vattendrag kalkas idag med stöd av statsbidrag.

<sup>13</sup> För en mer detaljerad beskrivning av miljömålen hänvisas till ”de facto; 98” utgiven av Naturvårdsverket, för statistik över miljöpåverkan till ”Naturmiljön i siffror” som ges ut av Statistiska centralbyrån och för de som vill veta mer om miljötillståndsbedömningar rekommenderas t.ex. Naturvårdsverkets ”Monitor 13 - Nordens miljö”. Uppgifterna i detta avsnitt är tagna från ”de facto; 98”.

### *Ingen övergödning*

Sverige har, liksom de andra länderna runt Östersjön, inte nått målet att halvera kvävebelastningen på Östersjön, som beslutades inom Helsingforskommissionen 1988. Sverige har inte heller nått målet att minska utsläppen av kväveoxider till luft med 30 procent till 1995 från 1980 års nivå. Ammoniakutsläppen skulle, enligt de av riksdagen beslutade målen, minska med en fjärdedel från 1980 till 1995. Utsläppen har dock inte minskat.

### *Frisk luft*

Luftproblemen i tätorterna orsakas till övervägande del av svenska utsläpp av kväveoxider, partiklar och flyktiga organiska ämnen. Utsläppen av cancerframkallande ämnen till luft, till exempel polyaromatiska kolväten och bensen, ska halveras fram till 2005 jämfört med 1995, enligt de mål som Sverige har fastställt. Målet att minska utsläppen av kväveoxider med 30 procent från 1980 till 1995 har inte uppnåtts. Det bedöms heller inte som troligt att målet att halvera utsläppen av lättflyktiga organiska ämnen från 1988 till 2000 uppnås.

### *Grundvatten av god kvalitet*

Grundvattnets kvalitet påverkas bl.a. av försurning och övergödning, bekämpningsmedel, bakterier, radioaktivt nedfall och saltvatteninträngning i kustområden.

### *Levande skogar*

De faktorer som främst påverkat den biologiska mångfalden i skogen är avverkning och ensidig plantering av barrträd. Även luftföroreningar (t.ex. svaveldioxid och ammoniak) påverkar tillståndet i skogen.

### *Levande sjöar och vattendrag*

Biodiversiteten i sötvattensystemen hotas främst av försurning, övergödning (båda avhandlas separat ovan), höga halter av för djur- och växtliv giftiga ämnen som kemikalier och kvicksilver och den vattenreglering som vattenkraften innebär.

### *Hav i balans samt levande kust och skärgård*

Miljöpåverkan av det öppna havet och kustområdena sker genom sjöfarten, fiske, turism och rekreation. Oljeutsläpp är en viktig faktor. Avrinningen från land via vattendrag och nedfall från luften kan också leda till för höga koncentrationer av vissa ämnen.



### *En giftfri miljö*

Antalet miljögifter, framför allt långlivade organiska ämnen och metaller, är mycket stort. Utsläpp sker både från förbränning, industriprocesser och genom läckage från förorenade områden, t.ex. avfallstippar. Det finns beslut om utfasning av ett flertal kemikalier och tungmetaller. Bly, kadmium och kvicksilver skulle minska med 70 procent mellan 1985 och 1995. Detta mål har nästan uppnåtts. Skogsindustrins utsläpp av dioxiner och andra miljögifter har minskat rejält och utsläppsmålen har nåtts. Målet för bekämpningsmedel – minskning med 75 procent från 1980-talets början till 1996 – har nästan nåtts.

### *En säker strålmiljö*

I Sverige härrör strålning utöver den naturliga bakgrundsstrålningen främst från radon. Några procent av stråldosen kommer från kärnkraft (t.ex. Tjernobylyckan) eller kärnvapenprov. I bostäder får strålningen inte överskrida 400 becquerel per kubikmeter luft. Fram till 1995 hade bara drygt 20 000 av de 150 000 småhus och lägenheter där gränsvärdet överskrids åtgärdats.

### *Ett rikt odlingslandskap*

Den biologiska mångfalden i jordbruket har minskat framförallt på grund av att tidigare skötsel lagts om, samt genom nedläggningar och rationaliseringar inom jordbruket. Genmodifierade organismer är ett annat hot. Naturvårdsverket har på regeringens uppdrag tagit fram en bevarandeplan för odlingslandskapet där det bl.a. slås fast att 6 procent av Sveriges totala jordbruksmark är särskilt värdefull och ska ha ett fullgott skydd år 2005. Sedan 1994 finns statligt stöd och lagstiftning för att skydda viktiga biotoper i odlingslandskapet.

### *Skyddande ozonskikt*

Den främsta orsaken till ozonuttunnningen är utsläppen av CFC, klorfluorkarboner även kallade freoner, och liknande ämnen. Montrealprotokollet, ett globalt avtal som började gälla 1989, har haft en avgörande betydelse för att minska industriländernas användning och utsläpp av CFC och andra ozonnedbrytande ämnen. I Sverige har användningen av CFC nästan upphört, i enlighet med det globala avtalet och nationella mål. Sverige har också fastställt som mål att avveckla användningen av HCFC, som är ozonnedbrytande fast i mindre grad än CFC, till år 2015.

### *Myllrande våtmarker*

Hot mot våtmarkerna är framförallt jord- och skogsbruket, men också vägbyggen, utdikningar, torvtäkter och igenväxning till följd av luftföroreningar. I skogsvårdslagstiftningen finns det numera förbud mot markavvattning i delar av Sverige. Endast i tre län är mer än 6 procent av våtmarksarealen skyddad. Sedan 1994 finns en skyddsplan för 6 procent av våra myrmarker.

### *Storslagen fjällmiljö*

Påverkan på fjällmiljön sker framförallt av friluftsliv, t.ex. skoteråkning, jakt och fiske, men också av luftföroreningar och allt för intensivt renbete. Stora områden i fjällen är skyddade, och skotertrafiken har begränsats i 16 områden.

### *God bebyggd miljö*

Inom detta mål ryms sådant som buller, avfall, luftföroreningar, grundvatten, god inomhusmiljö och tillgång till grönområden i tätorter. Återanvändning och återvinning är en av de nödvändiga åtgärderna för att minska avfallsmängderna. Regeringen har föreslagit att en avfallsskatt skall införas från januari år 2000. Målet för återvinning av förpackningar har nåtts, dock ej för förpackningar av aluminium och vin- och spritglas. Batterier, skrotbilar, däck, kylskåp och tidningspapper är andra material som återvinns.

### *Behandling av miljömålen i denna bilaga*

I uppräkningslistan ovan kan ses att de flesta av miljömålen kan relateras direkt eller indirekt till den ekonomiska utveckling som modellsimuleringarna skisserar. Utvecklingen av utsläpp av koldioxid, kväveoxider och svaveldioxid vid oförändrad teknologi är miljöeffekter som kan ses explicit i modellresultaten. Industriproduktionens och trafikvolymens utveckling påverkar också miljömålen. I modellsimuleringarna koncentrerar vi oss på klimatgasmålet, som förmodligen är det mål som kommer påverka vår ekonomi mest under de närmaste 15 åren. I kapitel 4 studeras de ekonomiska följderna av att införa en koldioxidbegränsning. Två olika förutsättningar tas upp; dels hur skattesystemet påverkar utfallet, dels möjligheten att handla med utsläppskvoter.

Begränsning av andra utsläpp är idag inte aktuella att studera inom ramen för en modellsimulering. Dels innehåller modellen ännu inte de mekanismer för rening och andra utsläpps begränsningsmetoder som skulle vara nödvändiga för att få en realistisk bedömning av kostnader och betydelsen för samhällsekonomin av en utsläpps begränsning. Dels är miljömålen för de andra utsläpp som finns representerade i modellen ännu inte kvantifierade. Det kan vara motiverat att använda modellen för att pröva olika långtgående mål, men vi har här begränsat oss till att betrakta redan fastslagna mål. Implikationerna för de nationella miljömålen av den utveckling som modellsimuleringarna indikerar, med och utan Kyotoavtalet, är emellertid viktiga att beakta. De diskuteras därför översiktligt i kapitel 5.

I nästa kapitel beskrivs modellen och det referensscenario för den ekonomiska utvecklingen som ligger till grund för simuleringarna av koldioxidbegränsningen.

### 3 Modellbeskrivning och referenskalkyl

Det referensscenario som presenteras här ska inte ses som en prognos utan som en möjlig utvecklingsbana för svensk ekonomi i ett långsiktigt perspektiv givet antaganden om produktivitet, sysselsättning och omvärldens utveckling. Sveriges ekonomi har genomgått en relativt turbulent utveckling under senare år och föreliggande referensscenario representerar en mer ”normal” utveckling i ett långsiktigt perspektiv. I korthet ser referensscenariot ut på följande vis.

Dagens historiskt höga nivå på arbetslösheten sjunker något och sysselsättningsgraden i åldrarna 20-64 år ligger uppemot 80 procent år 2015. Den historiska trenden med en alltmer välutbildad arbetskraft fortgår, men produktivitetens utvecklingen kommer att ligga på en historiskt sett genomsnittlig nivå fram till 2015. Det gynnsamma konkurrensläge, som svensk exportindustri haft under större delen av 90-talet, består inte i det längre tidsperspektivet utan exporttillväxten återgår till en mer måttlig takt jämfört med läget under 1990-talet. Det betyder att Sveriges tillväxt återgår till 1970- och 1980-talets nivåer i referensscenariot och utvecklas i linje med OECD:s referensscenario för EU fram till 2015. Denna ekonomiska utveckling tillsammans med hittills beslutad politik på miljöområdet medför att utsläppen av koldioxid för referensscenariots slutår 2015 hamnar långt över den nivå som angavs för koldioxidutsläppen för perioden 2008-2012 i Kyoto 1997.

Den modellbeskrivning som presenteras i följande avsnitt är mycket kortfattad och relativt översiktlig till sin karaktär. För en utförligare och mer detaljerad presentation av EMEC<sup>14</sup> hänvisas till modellappendix i bilaga 1 till denna Långtidsutredning.

<sup>14</sup> Environmental Medium term EConomic model.

### 3.1 EMEC

De långsiktiga scenarierna bygger på beräkningar med en statisk allmän jämviktsmodell, EMEC, av den svenska ekonomin. Den ekonomiska tillväxt som genereras av modellen styrs dels av tillgången på produktionsfaktorer såsom arbetskraft och kapital, dels av teknisk utveckling. Det är också möjligt att låta begränsningar för miljöutsläpp inverka på tillväxtens inriktning. Ekonomiska modeller är ofta starkt förenklade, men förmedlar en konsistent helhetsbild av den ekonomiska utvecklingen. Fördelarna med att använda denna typ av modell är att den är generell, dvs. innefattar hela ekonomin, inte bara vissa delsektorer. Modellen kan därmed fånga upp de återverkningar som sker mellan olika sektorer vid t.ex. en skatteförändring och inte bara den direkta påverkan i de berörda sektorerna.<sup>15</sup> Därmed fångas de totala samhällsekonomiska konsekvenserna upp på ett mer fullständigt sätt än i partiella modeller.

Modellens långsiktiga karaktär betyder att marknadens aktörer hinner anpassa sig fullt ut till de prisförändringar som äger rum när ekonomin går från ett jämviktsläge till ett annat. Detta är en acceptabel förutsättning på 15-20 års sikt. Hur stora anpassningarna ska vara vid en given prisförändring beror på aktörernas känslighet för prisförändringar. Aktörernas känslighet är en bedömningsfråga grundad på ett mycket varierande empiriskt underlag.

EMEC har 17 näringslivssektorer och en offentlig sektor. Företag och hushåll efterfrågar 20 sammansatta varor och tjänster som insatsvaror samt för investeringar och privat konsumtion. De sammansatta varorna och tjänsterna används som insats även i den offentliga tjänsteproduktionen. Sammansatta varor bildas av importerade varor och inhemskt producerade varor som även exporteras. Näringslivet använder också arbetskraft, realkapital, material och energi som insats i produktionen. Hushållens konsumtion och näringslivets aktivitet medför miljöföroreningar. Det är i första hand olika slags förbränning som medför utsläpp av koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider.

<sup>15</sup> Exempelvis kan en höjd skatt på energi minska efterfrågan på de energiintensiva branschernas produkter, både från andra sektorer och från hushållen, och styra om efterfrågan till andra sektors produkter. Samtidigt kan också de icke energiintensiva branscherna utsättas för en minskad efterfrågan på insatsvaror från de energiintensiva sektorerna.

Det totala utbudet av arbetskraft är exogent i modellen medan kapital bjuds ut till en given ränta. Alla produktionsfaktorer är fritt rörliga mellan de olika sektorerna. Det råder fri konkurrens på alla marknader och inga skalfördelar förekommer i produktionen. Modellen sluts med en exogent given handelsbalanskvot och med den utländska prisnivån som numerär.

Hushållens och företagens användning av energi är belagd med energiskatt och miljöskatter. De undantag som finns i beskattningen av tillverkningsindustrin beaktas i de använda skattesatserna. Den privata konsumtionen är föremål för mervärdeskatt och andra indirekta varuskatte. Användningen av arbetskraft är belagd med sociala avgifter. Företag och hushåll reagerar på priser inklusive skatter i valet av produktionsteknik genom att byta till relativt billigare produktionsfaktorer och i konsumtionsvalet genom att byta till relativt billigare konsumtionsvaror. Företagen väljer mellan tre slag av arbetskraft och sex energislag i flera steg för att erhålla optimala sammansättningar av arbete och energi. Sedan väljer företaget mellan arbetskraft och kapital för att erhålla optimal sammansättning av förädlingsvärde och mellan energi och material (dvs. övriga insatsvaror) för att erhålla optimal sammansättning av aggregatet energi-material. Slutligen väljer företagen en optimal mix av förädlingsvärde och aggregatet energi-material för att producera varor och tjänster.<sup>16</sup> Det går också att substituera mellan inhemsk produktion och import i framställningen av den efterfrågade sammansatta varan. All substitution sker inom ramen för s.k. CES-funktioner.<sup>17</sup>

Modellen har följande näringslivssektorer. 1) Jordbruk, 2) Fiske, 3) Skogsbruk, 4) Gruvor och mineralbrott, 5) Annan tillverkningsindustri, 6) Massa-, pappers- och grafisk industri, 7) Kemisk industri, 8) Järn-, stål- och metallverk, 9) Verkstadsindustri, 10) Petroleumraffinaderier, 11) El- och värmeverk, 12) Gasverk, 13) Vatten- och avloppsverk, 14) Byggnadsindustri, 15) Samfärdsel, 16) Tjänster, 17) Bostads- och fastighetsförvaltning.

Till skillnad från den i miljösammanhang vanliga uppdelningen i transporter, energi och industri är transporter här inte en helt separat sektor. Transporter tillskrivs den som äger transportmedlet och finns således i olika grad i alla sektorer och inom hushållen. Den absolut största delen ligger dock i sektorn samfärdsel, där alla åkeriföretag, flygbolag etc. ingår. Samma sak gäller till en viss del energi eftersom massa- och pappersindustrin, järn-, stål- och metallverk samt i viss mån hushåll producerar energi, utöver el-, värme- och gasverkssektorerna.

<sup>16</sup> LU 99, bilaga 1, figur 2 i modellappendix.

<sup>17</sup> Constant Elasticity of Substitution.

### 3.2 Kalkylförutsättningar i sammandrag

Förutsättningarna avser både världsmarknadens utveckling och inhemska faktorer som påverkar tillväxt, strukturomvandling och miljöutsläpp. Världsmarknadens utveckling omfattar framförallt efterfrågetillväxt och prisutveckling på varumarknader för svensk export. Inhemska faktorer avser främst utvecklingen på arbetsmarknaden, teknikutveckling, och de offentliga utgifterna. Referensscenariot bygger sammanfattningsvis på följande centrala förutsättningar.

- Sysselsättningsgraden uppgår till 79 procent för åldrarna 20-64 år 2015.
- Medelarbetstiden kortas från dagens 36,9 tim/vecka till 35,5 tim/vecka.
- Produktiviteten ökar med 1,8 procent per år från 1998, vilket är något mer än under 1980-talet men klart under siffrorna för 1960- och 1970-talen.
- De offentliga utgifterna stiger med 1,2 procent per år mellan 1997 och 2015.
- Handelsbalansens överskott minskar till strax under 1 procent av BNP från dagens rekordnivå.
- Världsmarknaden växer med 4 procent per år 1997-2015.
- Världsmarknadspriserna stiger med drygt 1,5 procent per år 1997-2015.

Deltagandet i arbetskraften har ökat de senaste decennierna och nådde sin kulmen 1990 då det relativa arbetskraftstalet var 84,5 procent i åldersgruppen 16-64 år. Arbetskraftstalet sjönk under 1990-talet, då många arbetstagare deltog i utbildning inom det så kallade kunskapslyftet eller sysselsattes i andra arbetsmarknadspolitiska åtgärder. Detta innebär att det finns en möjlig potential för att öka arbetskraftsdeltagandet en bit in på 2000-talet. I referensscenariot antas det relativa arbetskraftsdeltagandet hamna strax under 80 procent år 2015 för befolkningen mellan 16 och 64 år.

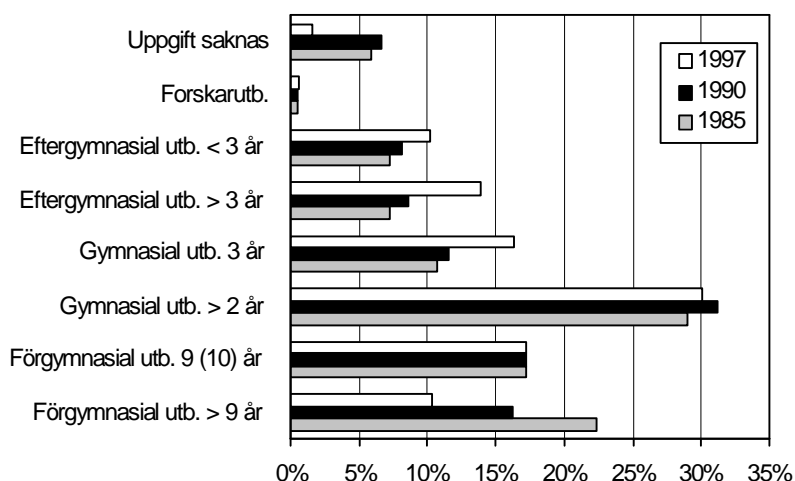
**Tabell 3.1 Arbetskraften och sysselsättningen 1997 och 2015**

	1997	2015
Sysselsättning 1000-tal personer	3925	4213
Arbetskraften 1000-tal personer	4267	4415
Relativt arbetskraftstal i procent	76,9	79,0
Sysselsättningsgrad 20-64 år	74,5	79,0

Medelarbetstiden har ökat under senare år. Den var 36,9 timmar per vecka under perioden 1994-1997 men antas minska till 35,5 timmar per vecka år 2015 i referensscenariot. Detta kan motiveras med de real-löneökningar som ligger i referensscenario.

Arbetskraftens sammansättning har förändrats starkt i riktning mot en allt mer skolad arbetskraft sedan mitten av 1980-talet. Det är framförallt andelen arbetskraft med den allra kortaste utbildningen som minskat, samtidigt som andelen med längre gymnasieutbildningar har ökat. Denna tendens mot fortsatt högre andel utbildad arbetskraft ligger i referensscenariots förutsättningar till 2015.

**Diagram 3.1 Arbetskraftens utbildning**



Källa: Utbildningsstatistiken, SCB

Produktivitetsutvecklingen i den svenska ekonomin, mätt som tillväxt i BNP i förhållande till tillväxt i sysselsättning, har varierat kraftigt under efterkrigstiden. Den var exempelvis 3,6 procent per år mellan 1960 och 1979 men endast 1,4 procent per år mellan 1980 och 1996. I OECD:s referensscenario antas en produktivitetsutveckling som ligger på drygt 1,8 procent per år för EU-området under perioden 1995-2020. I referensscenariot i denna bilaga antas en produktivitetsutveckling i Sverige som motsvarar 1,8 procent per år från 1997 till 2015.



**Tabell 3.2 Produktivitet i näringslivet** <sup>1) 2)</sup>

Årlig procentuell förändring

Bransch	1980- 1990	1990- 1997	1980- 1997	1997- 2015
Jordbruk, fiske och skogs- bruk	4,8	2,7	3,9	2,7
Gruvor och mineralbrott	2,6	2,8	2,6	2,6
Massa, papper och grafisk industri	1,0	4,7	2,5	2,3
Kemisk industri	1,6	5,4	3,2	3,0
Järn, stål och metallverk	5,5	6,0	5,7	3,0
Verkstadsindustri	2,7	6,0	4,0	3,4
Övrig tillverkningsindustri	2,5	2,3	2,4	2,1
El-, gas-, värme-, och VA-verk	3,6	1,0	2,6	2,6
Petroleumraffinaderier	9,0	3,3	6,6	3,1
Byggnadsindustri	1,5	1,4	1,5	1,4
Samfärdsel	3,6	0,6	2,3	2,1
Handel och övriga tjänster	1,5	1,9	1,7	1,9
Bostäder och fastigheter	-2,8	0,8	-1,3	0,3
Totalt	1,9	2,6	2,2	2,1

<sup>1)</sup> Produktivitet definieras här som förädlingsvärde per arbetad timme.

<sup>2)</sup> Näringslivet representerar alla modellens sektorer exklusive offentlig sektor.

Källa: Konjunkturinstitutet

Produktiviteten i näringslivet antas förbättras i ungefär samma takt som under perioden 1980-1997. Det innebär att den hamnar högre än produktivitetens utvecklingen under 1980-talet men inte når upp till den takt som varit rådande hittills under 1990-talet. Det framgår av tabell 3.2 att det framförallt är branscherna inom tillverkningsindustrin som kommer att ha en god produktivitetens utveckling fram till 2015. Den hårdnade konkurrensen från omvärlden och den ökande satsningen på utbildning gör att kapitalintensiv och kunskapsintensiv industri såsom kemisk industri, verkstadsindustri samt järn-, stål- och metallverk uppvisar de högsta tillväxttakterna i arbetsproduktiviteten. Produktiviteten i el- och fjärrvärmesektorn steg kraftigt då kärnkraften byggdes ut under 1970- och 1980-talen. Taktens i produktivitetens ökning har dock avtagit sedan mitten av 1980-talet och förväntas även i fortsättningen vara lägre än under 1980-talet med en årlig genomsnittlig tillväxt på 2,6 procent. Tjänstesektorerna har relativ god tillväxt i arbetsproduktivitet, dock inte lika hög som sektorerna inom tillverkningsindustrin. Rationaliseringarna under tidigt 1990-tal och den ökade konkurrensen i och med den

europiska integrationen gör att tjänstenäringarnas produktivitetsökning förväntas hålla sig i närheten av ökningstakten under 1990-talet, dvs. nära 2 procent per år till 2015. Den offentliga sektorn antas per definition inte ha någon produktivitetstillväxt.

I referensscenariot har vi också antagit en årlig energieffektivisering på 1 procent för hela näringslivet med utgångspunkt från material från NUTEK, Naturvårdsverket och studier inom Europeiska kommissionen.<sup>18</sup> Sveriges energitillförsel har legat på nära nog oförändrad nivå sedan början av 1970-talet trots att BNP stigit med 54 procent från 1970 till 1996. Detta avspeglar en förändrad produktionsinriktning mot tjänster och bort från energiintensiva produkter, men också en minskad specifik energianvändning i varu- och tjänsteproduktionen. Skillnader förekommer mellan branscher, t.ex. har kemiindustrin, massa- och pappersindustrin samt gruvindustrin lägre energieffektivisering på grund av karaktären hos de produktionsprocesser som används inom dessa sektorer. Servicesektorerna bedöms ha större möjligheter att effektivisera användandet av olja än andra sektorer.

Hushållen har stora möjligheter att spara energi enligt NUTEK (1997), som bedömer att hushållens elanvändning kommer att växa med endast 0,3 procent per år under perioden 1995-2010. Deras totala energianvändning antas öka med 0,04 procent per år, men då är inte det privata transportarbetet inräknat. I referensscenariot ökar hushållens elanvändning med 0,3 procent per år men övriga bränslen ökar något mer än vad NUTEK antar för hushållssektorn. Bensin- och dieselanvändningen antas öka med 1 procent per år.

Den offentliga konsumtionen antas växa med 1,2 procent per år vilket är något långsammare än tillväxttakten för BNP. Ett närmande till EU-snittet vad gäller storleken på den offentliga sektorn antas hålla tillbaka tillväxten till år 2015.

Världshandeln växer med 3,3 procent respektive 5,1 procent i OECD:s två tillväxtscenarier, som sträcker sig från 1995 till 2020. I föreliggande referensscenario antas en årlig tillväxt på 4 procent för svenska varor på världsmarknaden. Verkstadsprodukter och den kemiska industrins produkter bedöms ha de bästa tillväxtpotentialerna, men även marknaden för tjänster förväntas ha goda tillväxtpotentialer.

<sup>18</sup> NUTEK (1996), NUTEK(1995), Naturvårdsverket (1996b) och EiE (1996).

**Tabell 3.3 Världsmarknadens utveckling 1997-2015**

Procentuell förändring per år

	Volym	Pris
Jordbruksvaror	6,2	0,5
Fisk	6,2	0,5
Skogsbruksvaror	6,2	0,5
Trädbränsle	0,3	1,5
Malm	3,2	1,2
Kol	0,8	0,6
Massa och papper	4,1	1,3
Kemiska produkter	5,7	1,0
Metaller	3,9	1,2
Verkstadsprodukter	4,4	1,6
Övriga varor	6,5	1,0
El och fjärrvärme	1,3	1,9
Gas	0,8	2,0
Petroleumprodukter	0,3	1,1
Råolja	0,3	1,1
Transporttjänster	4,2	1,5
Handel och övriga tjänster	3,2	2,5
Totalt	4,0	1,5

Världsmarknadspriserna på jordbruksprodukter, fisk och skogsbruksvaror bedöms sjunka relativt andra varor på världsmarknaden under perioden 1997-2015. Världsmarknadspriset på bearbetade varor förväntas också sjunka, men inte lika markant som för jord- och skogsbruksprodukter. Råoljepriset har legat relativt stabilt sedan oljeprishöjningarna i slutet av 70-talet och i början av 80-talet. Det reala oljepriset är nu något lägre än efter första oljekrisen och antas sjunka ytterligare med 0,4 procent per år. Den sammantagna effekten av export- och importprisernas utveckling blir ett försämrat bytesförhållande för Sverige år 2015.

### 3.3 Makroekonomisk utveckling och strukturomvandling till 2015

Referensscenariots makroekonomiska utveckling bjuder inte på några överraskande inslag för perioden 1997-2015. Bruttonationalprodukten (BNP) växer 1,9 procent per år under perioden. Den privata konsumtionen växer snabbare än BNP, 2,4 procent per år, och investeringarna ökar med 3 procent årligen. Den offentliga sektorn växer i betydligt långsammare takt (1,2 procent per år) än BNP. Exporten ökar med 3,7 procent årligen medan importens ökningstakt är 4,2 procent per år under perioden 1997-2015. Dagens mycket stora överskott i utrikesbalansen för varor och tjänster (drygt 9 procent av BNP) minskar till 0,8 procent av BNP år 2015.

**Tabell 3.4 Försörjningsbalans och vissa nyckeltal 1980-2015**

Årlig procentuell förändring

	1980- 1989	1990- 1997	1980- 1997	1997- 2015
BNP	2,1	0,8	1,5	1,9
Privat konsumtion	1,7	0,3	1,0	2,4
Offentlig konsumtion	1,5	-0,1	0,9	1,2
Investeringar	3,5	-3,8	0,3	3,0
Export	4,4	7,5	5,5	3,7
Import	3,9	4,4	3,9	4,2
Sysselsättning <sup>1)</sup>	1,0	-1,1	0,1	0,2
Näringslivet	0,9	-1,0	0,1	-0,2
Offentliga myndigheter	1,5	-1,5	0,2	1,1
Utrikesbalans <sup>2)</sup>	0,6	9,2	9,2	0,8

<sup>1)</sup> Arbetade timmar

<sup>2)</sup> I procent av BNP för slutåret

Källa: SCB och EMEC

De produktivitetsantaganden och förutsättningar på världsmarknaden, som ligger till grund för referensscenariot, gör att tillväxttakten kommer att skilja sig åt mellan de olika sektorerna. Inom tillverkningsindustrin är det framförallt verkstadsindustrin som urskiljer sig med en hög tillväxt. Kemisk industri, massa-, pappers- och grafisk industri samt järn-, stål- och metallverk har en relativt likartad utveckling där förädlingsvärdet växer med runt 1,5 procent per år. Gruvor och mineralbrott samt övrig tillverkningsindustri uppvisar en något lägre tillväxt i förädlingsvärdet med omkring 0,5 procent per år. Det är framförallt de areella sektorerna

som har en låg tillväxt. En hårdnande internationell konkurrens bidrar till denna låga tillväxttakt. Tjänstesektorn erhåller en relativt god tillväxt med drygt 2 procent per år.

**Tabell 3.5 Strukturomvandling 1997 - 2015**

Årlig procentuell förändring

Bransch	Förädlingsvärde <sup>1)</sup>	Sysselsättning <sup>2)</sup>
Jordbruk, fiske och skogsbruk	0,2	-2,4
Gruvor och mineralbrott	0,6	-1,9
Massa, papper och grafisk industri	1,4	-0,9
Kemisk industri	1,8	-1,1
Järn-, stål- och metallverk	1,6	-1,4
Verkstadsindustri	3,3	-0,1
Övrig tillverkningsindustri	0,4	-1,7
El-, gas-, värme-, och VA-verk	0,9	-1,7
Petroleumraffinaderier	0,3	-2,6
Byggnadsindustri	1,2	-0,2
Samfärdse	1,4	-0,7
Handel och övriga tjänster	2,2	0,3
Bostäder och fastigheter	0,8	0,5
Näringslivet, totalt	1,9	-0,2
Offentlig sektor	1,2	1,1

<sup>1)</sup> Förädlingsvärde till faktorpris

<sup>2)</sup> Arbetade timmar

Källa: EMEC

I förhållande till historiska data innebär denna utvecklingsbana inga dramatiska förändringar av tidigare trender. Verkstadsindustrin kommer i likhet med den historiska utvecklingen sedan 1970-talet att utgöra starka tillväxtsektorer inom industrin. I el-, gas- och värmeverk antas tillväxttakten bli lägre än under 1970- och 1980-talen då utbyggnaden av kärnkraften bidrog starkt till sektorns höga tillväxttakt. Tjänsteningarna går framåt, men samfärdssektorns tillväxt blir relativt sett inte lika stark som under perioden efter 1970-talet.

### 3.4 Miljöutsläpp till 2015

I Sverige har utsläppen av koldioxid (CO<sub>2</sub>) minskat markant sedan utbyggnaden av kärnkraften som efterföljdes av en omfattande konvertering från oljeuppvärmning till eluppvärmning i småhus. Utsläppen av koldioxid har i viss mån följt konjunkturen efter slutförandet av kärnkraftsutbyggnaden och är i dagsläget på ungefär samma nivå som 1984. De har emellertid ökat sedan 1990, som är referensår i det internationella klimatavtalet från Kyoto 1997. Utsläppen följer inte enbart konjunkturen utan varierar även med temperaturen. De höga utsläppen 1996 är beroende av att detta år var ett torrår med lite vatten i magasinen och att vintern var kall.

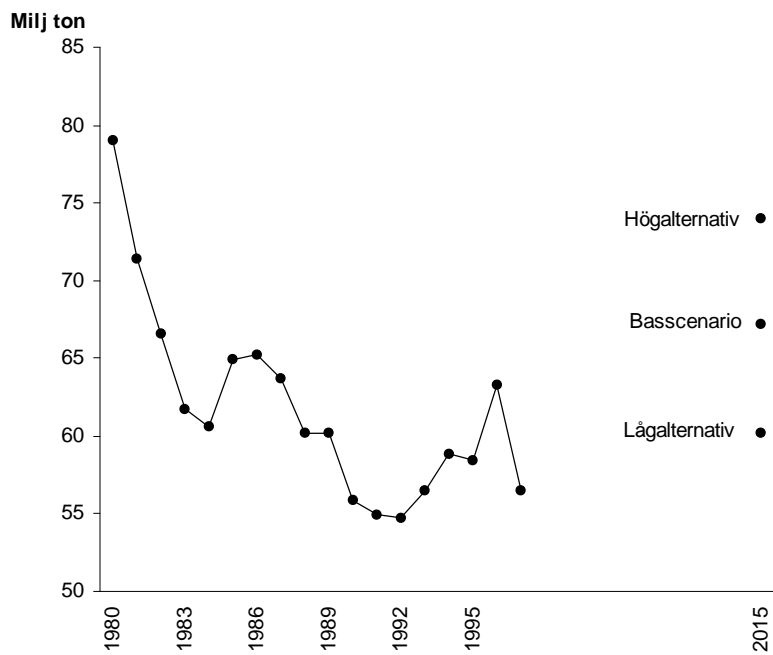
Utsläpp av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>) och kvävedioxider (NO<sub>x</sub>) ger upphov till regionala och lokala miljöproblem som t.ex. övergödning och försurning. De svenska utsläppen av svaveldioxid har minskat kraftigt sedan 1970-talet och har under perioden 1980-1996 fortsatt att minska med i genomsnitt 9,6 procent per år. Den fortsatta minskningen beror framför allt på ökad användning av lågsavlig olja och ny reningsteknik.<sup>19</sup>

Minskningen av kväveoxider är däremot inte lika betydande. Den genomsnittliga minskningen under perioden 1980-1997 var 1,5 procent per år. Detta beror framförallt på att drygt 80 procent av alla kväveoxidutsläpp härrör från mobila källor. Förbättringar i förbränningstekniker och rening har minskat de specifika utsläppen, men detta har mer än uppvägs av en ökning av transportmängden.

I referensscenariot växer näringslivets och hushållens energi-användning med nära 1 procent per år mellan 1997 och 2015. Den nära relation som råder mellan förbränning och alstring av koldioxid medför att koldioxidutsläppen också ökar med nästan 1 procent per år fram till 2015. De hamnar då på en nivå som motsvarar 67 miljoner ton koldioxidutsläpp och som vida överstiger Kyotoavtalets överenskomna nivå för Sveriges koldioxidutsläpp (medelvärde på 58 miljoner ton under perioden 2008-2012).

<sup>19</sup> Naturvårdsverket (1996a).

**Diagram 3.2 Koldioxidutsläpp 1980-2015 (Exkl. utsläpp från biobränsle och bunkring)**

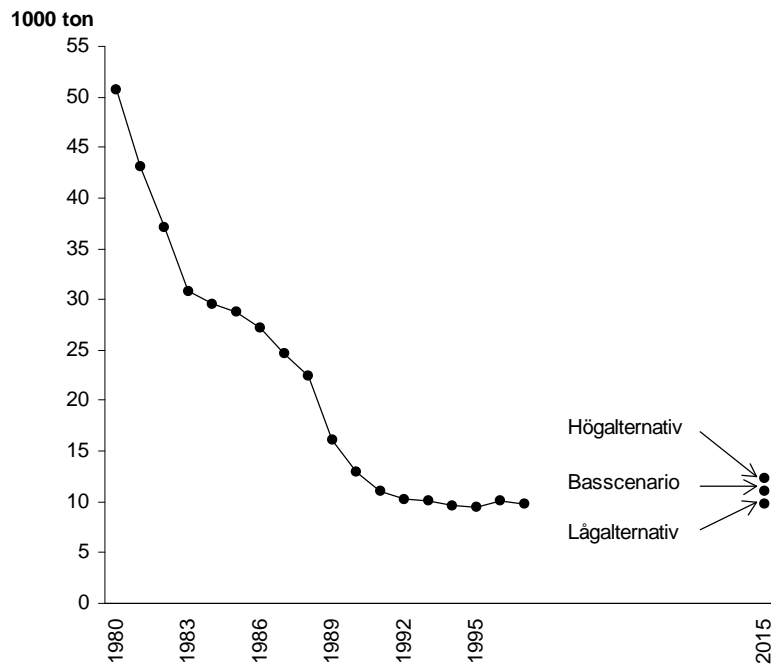


Modellsimuleringar: I basscenariot är BNP-tillväxten 1,9 procent per år. I hög- och lågalternativet är den 1,3 respektive 2,5 procent per år.

Källor: SCB och Konjunkturinstitutet

Svaveldioxid växer långsammare än koldioxiden med en tillväxttakt på 0,7 procent vilket motsvarar ett utsläpp på 11 000 ton.

Diagram 3.3 Svaveldioxidutsläpp, 1980-2015 (Inkl. biobränsle och bunkring)



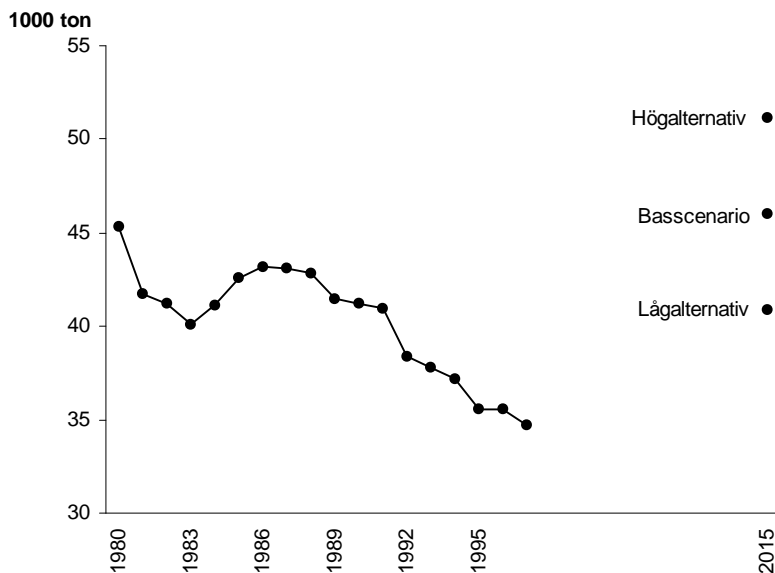
Modellsimuleringar: I basscenario är BNP-tillväxten 1,9 procent per år. I hög- och lågalternativet är den 1,3 respektive 2,5 procent per år.

Källor: SCB och Konjunkturinstitutet



Utsläppen av kväveoxider växer i något snabbare takt än koldioxid-utsläppen fram till 2015. Den årliga ökningstakten för kväveoxider är 1,8 procent vilket år 2015 motsvarar ett utsläpp på 47 000 ton.

Diagram 3.4 Kväveoxidutsläpp, 1980-2015 (Inkl. biobränsle och bunkring)



Modellsimuleringar: I basscenarioet är BNP-tillväxten 1,9 procent per år. I hög- och lågalternativet är den 1,3 respektive 2,5 procent per år.

Källor: SCB och Konjunkturinstitutet

I jämförelse med en BNP-utveckling på 1,9 procent per år framgår att utsläppsintensiteten (dvs. mängden utsläpp i förhållande till produktionsnivån) i ekonomin minskar successivt med 0,9 procent per år för koldioxid, 1,2 procent per år för svaveldioxid och 0,1 procent per år för kväveoxider fram till 2015. Det innebär att utsläppsintensiteten i ekonomin måste minska kraftigt om utsläppsnivån för koldioxid enligt Kyotoavtalet ska kunna uppnås inom ramen för referensscenariots makroekonomiska och strukturella utveckling.

Att utsläppsintensiteten inte behöver minska lika kraftfullt vid lägre ekonomisk tillväxt som vid högre ekonomisk tillväxt för att nå en given utsläppsnivå illustreras av långtidsutredningens alternativa tillväxtscenarier. Den procentuella ökningen av utsläppen till år 2015 halveras i lågalternativet (BNP-tillväxten är 1,3 procent per år) i jämförelse med referensscenariot, men utsläppsnivån kommer ändå att överskrida Kyotoavtalet. De årliga utsläppen ökar med 0,3 procent för koldioxid, noll procent för svaveldioxid och 0,9 procent för kväveoxider. För högalternativet (BNP-tillväxten är 2,5 procent per år) blir den procentuella ökningen av utsläppen år 2015 högre än i referensscenariot. De årliga utsläppen ökar med 1,5 procent för koldioxid, 1,3 procent för svaveldioxid och 2,2 procent för kväveoxider.

Skillnaderna i årliga koldioxidutsläpp mellan scenarierna förklaras helt av motsvarande skillnader i ekonomisk tillväxt, då scenarierna har likartad strukturutveckling. Utsläppsintensiteten i ekonomin måste minska också i de alternativa scenarierna för att uppnå utsläppsnivån för koldioxid enligt Kyotoavtalet. Utsläppsintensiteten behöver inte minska lika kraftfullt vid lägre ekonomisk tillväxt som vid högre ekonomisk tillväxt för att uppnå utsläppsnivån. Det ska understrykas att utsläppsberäkningarna för svaveldioxid och kväveoxider baseras på den bilpark och den rening som finns idag.

## 4 Samhällsekonomiska kalkyler för Kyotoprotokollet

I detta kapitel ska vi med hjälp av EMEC visa de viktigaste samhällsekonomiska effekterna av Kyotoprotokollet. Vi beskriver effekterna i relation till det referensscenario, som beskrivits i kapitel 3 för att tydligt urskilja de ekonomiska mekanismerna som verkar vid införandet av detta miljömål.

Sverige har, inom ramen för Kyotoprotokollet, åtagit sig att stabilisera utsläppen av växthusgaser till 4 procent över 1990 års nivå fram till perioden 2008-2012. Åtagandet gäller sex växthusgaser: koldioxid ( $\text{CO}_2$ ), ofullständigt halogenerade fluorkarboner (HFC), metan ( $\text{CH}_4$ ), dikväveoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), svavelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) och perfluorkarboner (PFC). Protokollet specificerar inte restriktioner för de enskilda gaserna, men med tanke på koldioxidens relativt stora betydelse (cirka 80 procent av växthusgaserna i Sverige) kan man anta att koldioxidrestriktionen inte ligger långt ifrån den sammanvägda begränsningen av de sex växthusgaserna. Då EMEC inte beskriver alla de växthusgaser som innefattas i Kyotoprotokollet, har vi med stöd av ovanstående resonemang antagit att Kyotorestriktionen kan uppskattas med en restriktion på koldioxid med samma begränsning som för korgen av växthusgaser (+4 procent).

Långtidsutredningen har 2015 som slutår för bedömningar i rapporten, men Kyotoprotokollets officiella slutår är 2012. Detta förändrar inte resultaten i någon nämnvärd utsträckning eftersom utsläppen av växthusgaser ska vara stabilt efter år 2012 eller minska något. Utsläppen av växthusgaser bör således ligga på en nivå, som inte överstiger 1990 års nivå med mer än 4 procent.

Våra scenarier är inte förutsägelser om hur det blir år 2015 utan avsedda att belysa viktiga ekonomiska samband vid olika kalkylförutsättningar. Utformningen av referensscenariot avgör hur lätt eller svårt det är att uppfylla Kyotoprotokollet. Referensscenariots strukturbild har betydelse för vilka utsläppsökningar som den allmänna ekonomiska utvecklingen leder till mellan 1997 till 2015. Utsläppsnivån i referenskalkylen bestämmer hur mycket koldioxidutsläppen måste minska för att nå den nivå som motsvarar Kyotorestriktionen.

Ett annat centralt antagande avser vad som antas ske i omvärlden när Sverige inför Kyotoprotokollet. EMEC beskriver Sveriges ekonomi och i modellen sätts världsmarknadspriserna exogent. Hur andra länder kommer att agera i frågan om växthusgasreduktion avgör om världsmarknadspriserna ska skilja sig mellan referensscenariot och ett scenario som uppfyller Kyotoprotokollet. Vi antar att världsmarknadspriserna inte skiljer sig mellan referensscenariot och övriga scenarier. Det kan tolkas som att Sverige ensamt inför Kyotorestriktionen eller att Sveriges konkurrentländer lyckas införa Kyotorestriktionen på ett relativt smärtfritt sätt så att priserna inte förändras på lång sikt. Vi har valt att inte förändra världsmarknadspriserna i syfte att ge en så transparent analys som möjligt. Det är nämligen en mängd faktorer som påverkar effekterna på svensk ekonomi av förändrade världsmarknadspriser. Ökade världsmarknadspriser ger en positiv effekt på svensk export, men importvaror blir dyrare vilket påverkar Sverige negativt. Det är därför svårt att analysera totaleffekten i modellen som endast är en enlandsmodell.

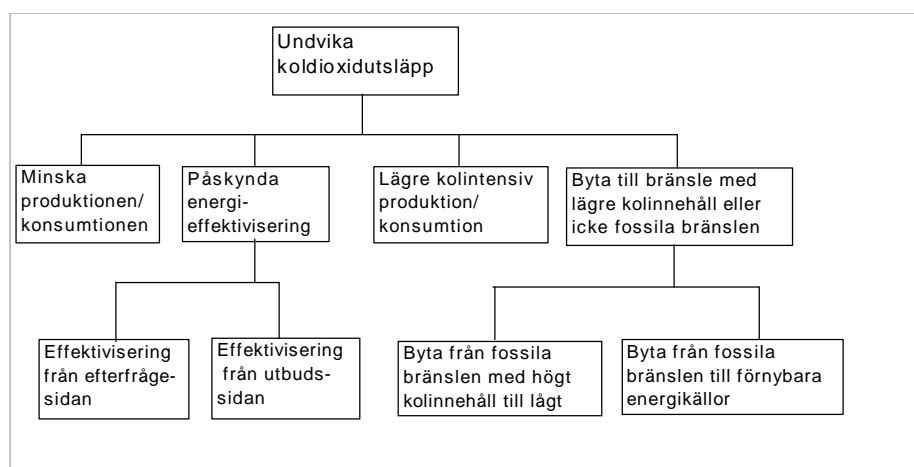
I de scenarier där utsläppsmålet uppfylls genom minskade koldioxidutsläpp inom landet används koldioxidskatt som ekonomiskt styrmedel. Skatten höjs proportionellt i hela ekonomin så att målet uppnås. I kapitel 4.3 behandlas scenarier med utsläppsrätter, som antingen auktioneras ut inom landet eller köps från utlandet.

EMEC är en statisk allmän jämviktsmodell som antar perfekt konkurrens på alla marknader. Modellen ger således en bild av ekonomin för slutåret då fullständig anpassning har ägt rum till Kyotorestriktionen. Detta kan ses som ett "bästa" fall. Som ett exempel på hur ekonomin kan reagera, om jämvikt inte har återställts till år 2015, redovisar vi även ett scenario där lönesänkningar inte är möjliga.

## 4.1 Effekter av Kyotoprotokollet

I modellen införs Kyotoprotokollet genom att koldioxidskatten höjs så att bränsleanvändningen i ekonomin tvingas ned till en nivå där växthusgasutsläppen inte överstiger Kyotoprotokollets överenskomna utsläppsnivå. Det sker en strukturomvandling från mer energiintensiva till mindre energiintensiva sektorer. Inom respektive sektor sker sedan dels en viss substitution mellan bränslen, dels används mindre av energi och mer av andra insatsvaror, som ett svar på de nya relativpriser som bildas i ekonomin. Oavsett om Kyotorestriktionen införs sker dessutom en allmän energieffektivisering, t.ex. genom att motorer blir effektivare, pannor får högre verkningsgrad och att materialanvändningen blir effektivare.

Diagram 4.1 Möjligheter att undvika koldioxidutsläpp



Den interna energiförsörjning som sker inom sektorerna utan att någon marknadshandel förekommer kan inte avbildas i denna typ av modell. Det är framförallt massa- och pappersindustrin, sågverken samt järn- och stålindustrin som har en delvis intern energitillförsel. I massa- och pappersindustrin handlar det då om avlutar och träbränslerester från produktionen. I sågverken används sågspån etc. för energiändamål, och i järn- och stålindustrin används masugns gas. Hur dessa interna energitillgångar används kan modellen inte illustrera eftersom de inte köps och säljs på marknaden, men förmodligen kommer dessa resurser att användas i större utsträckning eftersom övriga bränslen blir relativt sett dyrare.

**Tabell 4.1 Bränsleanvändning per förädlingsvärde vid införandet av Kyotoprotokollet. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**

	Petro- leum- prod.	El- och fjärrvärme	Gas <sup>1</sup>	Kol	Träd- bränsle <sup>2</sup>	Tot
Jordbruk, skogs- bruk och fiske	-14	1	-	-	-	-10
Gruvor och mineralbrott	-23	0	-	6	-	-4
Massa-, pappers- och grafisk industri	-33	-2	-16	-43	-18	-8
Kemisk industri	-10	-2	-19	-3	-22	-8
Järn-, stål- och metallverk	-23	-2	-13	3	-22	-4
Verkstadsindustr i	-23	-2	-12	-	-20	-7
Övrig tillverknings- industri	-15	0	-5	-28	-1	-9
El-, gas-, värme-, vatten- och avloppsverk	-5	6	0	-20	8	1
Petroleum- raffinaderier	0	-1	0	-	-	0
Byggnadsindustri	-6	5	-	-	-	-4
Samfärdsel	-15	0	-	-	-	-14
Handel och övriga tjänster	-20	0	-4	-	-	-9
Bostäder och fastigheter	-27	0	1	-	-	-5
Offentlig sektor	-21	1	-21	7	-	-6
<b>Totalt</b>	<b>-15</b>	<b>0</b>	<b>-5</b>	<b>-9</b>	<b>2</b>	<b>-7</b>

<sup>1</sup> Gäller ej gas som ej köps och säljs på marknaden.

<sup>2</sup> Gäller ej träbränsle som ej köps och säljs på marknaden.

Det är främst den specifika oljeanvändningen som minskar i ekonomin till följd av Kyotoprotokollet. Kolanvändningen minskar inte lika mycket till följd av att kolet ofta används till processtekniska ändamål, och då är undantaget från beskattning. Den specifika elanvändningen blir i princip opåverkad på grund av den relativt gynnsamma relativprisutveckling

som el åtnjuter när koldioxidskatten höjs. Precis som i dagens elproduktion kommer den största delen av elproduktionen fortfarande härröra från vattenkraft och kärnkraft<sup>20</sup> och den del som framställs genom förbränning av fossila bränslen kommer inte att åläggas någon koldioxidskatt på de fossila insatsvarorna.

Förändringarna i användningen av trädbränsle måste tolkas med försiktighet, då dessa siffror endast avser de trädbränslen som säljs och köps på marknaden. Det trädbränsle som används internt inom en sektor, t.ex. vid sågverk, syns inte i våra siffror, vilket gör att endast trädbränsleanvändningen i el- och fjärrvärmesektorn beaktas till fullo i modellen. Trädbränslepriset stiger till följd av ökad efterfrågan och svårigheter att anpassa utbudet,<sup>21</sup> och endast för el- och fjärrvärmen kommer det att vara lönsamt att köpa trädbränsle på marknaden. Modellen ger inte någon indikation på hur den interna trädbränsleanvändningen utvecklas, men förmodligen kommer företagen att utnyttja restprodukter i form av biobränsle i större utsträckning när fossila bränslen blir dyrare.

För att inte helt bortse ifrån ökade utsläpp från bränslen som inte modelleras explicit knyts dessa utsläpp till olika ekonomiska aktiviteter i sektorerna.<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Vi antar att ingen ”ny” vatten- eller kärnkraft tillkommer under simuleringsperioden och en kärnkraftsreaktor antas stängas .

<sup>21</sup> Trädbränsle produceras i fasta proportioner av totalproduktionen i sektorerna skogsbruk, massa-, pappers- och grafisk industri samt övrig tillverkningsindustri.

<sup>22</sup> Utsläpp från trädbränsleförbränning i massa- och pappersindustri samt sågverk ökar med ökad insats av virke från skogssektorn. Utsläpp från avlutar i massa och pappersindustrin ökar proportionellt med sektorns storlek. Utsläpp från förbränning av masugns gas och koksutsläpp i järn- och stålverk ökar med sektorns storlek. Utsläpp av torv och avfall i el- och fjärrvärmeproduktion ökar med sektorns storlek.

**Tabell 4.2. Koldioxid<sup>1</sup>, svaveldioxid<sup>2</sup> och kväveoxidutsläpp<sup>2</sup> vid införandet av Kyotoprotokollet. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**

	Kol- dioxid- utsläpp	Svavel- dioxid- utsläpp	Kväve- oxid- utsläpp
Jordbruk, skogsbruk och fiske	-14	-14	-14
Gruvor och mineralbrott	-12	-4	-14
Massa-, pappers- och grafisk industri	-32	-8	-10
Kemisk industri	-4	-3	-8
Järn-, stål- och metallverk	-3	-4	-8
Verkstadsindustri	-22	-23	-17
Övrig tillverkningsindustri	-10	-4	-9
El-, gas-, värme-, vatten- och avloppsverk	-8	-4	-3
Petroleumraffinaderier	-8	-8	-8
Byggnadsindustri	-6	-6	-6
Samfärdsel	-16	-16	-16
Handel och övriga tjänster	-19	-20	-20
Bostäder och fastigheter	-26	-27	-24
Offentlig sektor	-21	-21	-21
<b>Totalt näringsliv och offentlig sektor</b>	<b>-12</b>	<b>-9</b>	<b>-14</b>
Hushåll	-18	-17	-15
<b>Totalt</b>	<b>-14</b>	<b>-9</b>	<b>-15</b>

<sup>1</sup> Exkl. biobränsle och endast utsläpp från källor som finns representerade i modellen.

<sup>2</sup> Inkl. biobränsle och endast utsläpp från källor som finns representerade i modellen.

I och med begränsningen av koldioxidutsläpp minskas även utsläppen av svaveldioxid och kväveoxider. Historiskt har framförallt svaveldioxid-, men på sistone även kväveoxidutsläppen, minskat mer än koldioxidutsläppen på grund av förbättrad förbrännings- och reningsteknik. Koldioxidutsläppen är däremot proportionella mot kolinnehållet i de använda bränslena. I denna version av modellen kan inte en eventuellt fortsatt ökad rening av svavel- och kväveoxidutsläppen modelleras, utan under hela perioden 1997-2015 antas att kalibreringsårets (1993 års) reningsteknik används. Detta gör att utsläppen överdrivs med tanke på att inte ens bästa möjliga tillgängliga teknik används överallt ännu.

Även fortsatta landvinningar på reningsområdet finns säkert att vänta. Svavelutsläppen har dock ökat något på sistone, och kväveoxidutsläppen har varit svåra att få ned, vilket kanske tyder på att de enkla lösningarna redan är gjorda och att det krävs nytänkande för att komma vidare.



#### 4.1.1 Samhällsekonomiska konsekvenser av Kyotorestriktionen

Aktörerna på marknaderna för varor och tjänster har möjlighet att anpassa sig på lång sikt till de nya förhållanden som en koldioxidrestriktion innebär. Ny teknik introduceras, energi används mer effektivt och det finns möjlighet att byta till bränslen med lägre kolinnehåll. Alla dessa möjligheter gör att det faktiskt finns ett antal sätt att undvika koldioxidskatten förutom att minska produktionsvolymen.

I och med att 1998 års miljö- och energiskattestruktur ligger till grund för beräkningarna kommer en ökning av koldioxidskatten att innebära att energipriserna (i absoluta termer) ökar mindre för tillverkningsindustrin än för övriga sektorer p.g.a. de undantag som föreligger.<sup>23</sup> Den goda anpassningsförmågan och undantagen i energibeskattningen för tillverkningsindustrin gör att minskningen av den totala exporten blir liten.

Skillnaden i BNP år 2015 mellan referensscenariot och Kyotoscenario (se tabell 4.3) är 0,3 procent eller drygt sju miljarder kronor<sup>24</sup> år 2015, och diskonterat till nuvärde, med räntan 3 procent, blir kostnaden 4,3 miljarder kronor. Detta kan tyckas som en relativt liten förändring men modellen avspeglar endast de långsiktiga kostnaderna för införandet av Kyotoprotokollet och tar inte hänsyn till kostnader som kan uppstå på vägen dit i form av strukturell arbetslöshet etc.

Den ackumulerade kostnaden kan vara ett viktigt begrepp då kostnaden för en åtgärd analyseras vilket kan belysas med ett räkneexempel. Modellen är statisk och ger endast resultat för slutåret, men om vi antar att ekonomin växer linjärt mot bruttonationalprodukten för slutåret, så kan vi approximera en lägsta ackumulerad kostnad<sup>25</sup> för att införa Kyotoprotokollet. Den nedre gränsen för de ackumulerade kostnaderna mellan 1997 till 2015 är 43 miljarder i nuvärde år 1997. Ett annat sätt att mäta kostnaden är att studera hur välfärden i form av realinkomst förändras vid ett införande av Kyotoprotokollet. Skillnaden mellan de två måtten är liten med tanke på den osäkerhet som finns i modellen.

<sup>23</sup> Tillverkningsindustrin betalar endast 50 procent av koldioxidskatten. Utsläpp från industriprocesser beskattas ej.

<sup>24</sup> 1997 års priser. Alla priser anges hädanefter i 1997 års prisnivå.

<sup>25</sup> Teoretiskt går det att uppnå lägre ackumulerad kostnad, men det är inte troligt med de antagna förutsättningarna.

**Tabell 4.3 Makroekonomiska effekter av Kyotorestriktionen år 2015**

	Procentuell förändring jämfört med referensscenariot	Miljarder kr jämfört med referensscenariot
BNP	-0,3	- 7,3
Privat konsumtion	-0,1	-0,7
Offentlig konsumtion	0,0	-0,0
Investeringar inkl. lager	-0,5	-2,1
Export	-0,7	-10,9
Import	-0,5	-6,4
Realinkomst <sup>1)</sup>	-0,4	-6,6

<sup>1)</sup> Justerat för "terms of trade"-effekter

Arbetskraftsutbudet bestäms utanför modellens ram och påverkas inte av löneförändringar. I Kyotoscenariot sjunker lönerna och därmed minskar hushållens inkomster från arbete. De ökade skatteintäkterna, från den höjda koldioxidskatten i Kyotoscenariot, omfördelas som en klumpsumma till hushållen vilket kan ses som t.ex. en sänkning av inkomstskatten.

Offentlig konsumtion behandlas utanför modellens ramar och har antagits vara oförändrad i jämförelse med referensscenariot. Behoven av t.ex. skola, vård och omsorg kan anses vara oförändrade av vilka miljömål som man strävar efter att uppnå.

Med nuvarande miljö- och energiskattesystem behövs en relativt hög koldioxidskatt för att uppfylla Kyotorestriktionen. Koldioxidskatten måste öka till 91 öre per kg CO<sub>2</sub>-utsläpp för att Sverige ska uppnå Kyotorestriktionen på +4 procent av 1990 års nivå till år 2015. Detta innebär en ökning med en faktor 2,5. För att exemplifiera innebär en skatt på 91 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp en ökning av priset på villaolja med nästan 50 procent. Däremot kommer bensinpriset inte gå upp lika dramatiskt eftersom koldioxidskatten utgör en mindre andel av priset på bensin än av priset på villaolja. Bensinpriset domineras av energiskatten, vilken är oförändrad. Koldioxidskatten<sup>26</sup> motsvarar 20 procent av den totala punktskatten på bensin 1998, men drygt 40 procent år 2015. Totala bensinpriset ökar således med 20 procent.

<sup>26</sup> Bensin miljöklass 2.

*Ej jämvikt på arbetsmarknaden*

Med tanke på den anpassningströghet som arbetsmarknaden har uppvisat under 1990-talet, med höga och långvariga arbetslöshetstal, kan det tyckas som ett starkt antagande att arbetsmarknaden på 18 års sikt ska anpassa sig till de nya ekonomiska förhållandena. Därför har vi valt att även presentera ett scenario där arbetsmarknaden inte fungerar perfekt. Lönerna är stela och motsvarar referensscenariots lönenivå. När koldioxidskatten höjs skapas ett tryck nedåt på lönerna som inte går att genomföra i detta scenario eftersom lönerna antas stela nedåt. Istället kommer en grupp av människor ställas utanför arbetsmarknaden och blir ofrivilligt arbetslösa. Detta fall kan ses som ett "sämsta" fall med avseende på arbetsmarknadens anpassningsförmåga.

Det är framförallt två starka effekter som hämmar tillväxten i scenariot med stela löner och införandet av Kyotoprotokollet. För det första anpassar sig inte lönerna nedåt så att jämvikt nås på arbetsmarknaden. Istället uppstår ofrivillig arbetslöshet och därmed försvinner en resurs från ekonomin och minskar då möjligheterna till tillväxt. För det andra drabbas nu exportindustrin i högre grad än tidigare då priset på inhemsk produktion ökar mer än i fallet med perfekt arbetsmarknad. I det tidigare scenariot fick industrierna högre energipriser, men även lägre löner. I detta scenario är lönerna konstanta och energipriserna ökar, vilket drabbar framförallt verkstadsindustrin som i scenariot med flexibla löner fick en positiv effekt av den sänkta lönenivån.

**Tabell 4.4 Makroekonomiska effekter av Kyotorestriktionen år 2015 vid antagandet om stela löner (jfr tabell 4.3).**

	Procentuell förändring jämfört med referens- scenariot	Miljarder kronor Jämfört med referens- scenariot
BNP	-0,8	-20,9
Privat konsumtion	-0,6	-4,6
Offentlig konsumtion	0,0	0,0
Investeringar inkl. lager	-1,3	-5,2
Export	-1,4	-20,9
Import	-0,9	-12,8
Realinkomst <sup>1)</sup>	-1,2	-20,8

<sup>1)</sup> Justerat för "terms of trade"-effekter

I och med att sysselsättningen sjunker minskar hushållens inkomster från arbete. Men i motsats till föregående scenario blir nu skattetransfereringarna från koldioxidskatteintäkterna lägre och uppväger inte inkomstbortfallet från arbete i lika stor omfattning och därmed blir det större effekter på privat konsumtion.

Den ackumulerade kostnaden för införandet av Kyotoprotokollet, med antagandet om linjär anpassning och stela löner, är 123 miljarder kronor<sup>27</sup>, nästan tre gånger så mycket som i scenariot med helt flexibel arbetsmarknad.

Vid antagandet om stela löner behövs en något lägre skatt för att uppnå Kyotoprotokollets restriktion. Koldioxidskatten ökar med faktorn 2,39 vilket innebär en skatt på 88 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp. Eftersom den inflexibla arbetsmarknaden gör anpassningsmöjligheterna sämre för sektorerna kommer skatten att drabba företagen hårdare än i fallet med flexibel arbetsmarknad. Vid samma koldioxidskatt uppstår en lägre total produktion i landet och därmed lägre utsläpp i fallet med stela löner jämfört med scenariot med flexibla löner. Detta innebär att för att uppnå ett visst koldioxidmål landar skatten på en lägre nivå i fallet med stela löner.

#### *Nytto-kostnadsanalys*

För att utvärdera om ett projekt är samhällsekonomiskt lönsamt kan man använda nytto-kostnadsanalys. Med denna metod vägs nyttan av projektet mot kostnaderna. Eftersom nyttan och kostnaderna av projektet uppkommer vid olika tidpunkter måste nyttan och kostnaderna diskonteras till nuvärde för att de ska kunna jämföras.<sup>28</sup> Vilken diskonteringsränta som skall användas kommer dock alltid att vara kontroversiellt. Vid nytto-kostnadsanalys används vanligen en diskonteringsränta som återspeglar marknadens långsiktiga värdering av kapitalet eller en ränta som avspeglar samhällets tidspreferens. Det finns dock de ekonomer som menar att klimatproblemen är så långsiktiga och av en så avgörande betydelse att räntesatsen skall sättas särskilt lågt, kanske rentav lika med noll, vid utvärdering av klimatstabilisering. Vi har valt att använda diskonteringsräntan 3 procent vilket motsvarar den långsiktiga räntan som finns i modellscenarierna. Kostnaden per kg koldioxidutsläpp kommer då att ligga i intervallet 47-134 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp. Denna kostnad är beräknad som diskonterad BNP-förlust per kg koldioxidreduktion år 2015. Kostnaden representerar således den genomsnittliga kostnaden per kilo reducerat koldioxidutsläpp.

<sup>27</sup> Nuvärde 1997 i 1997 års priser. Diskonteringsränta 3 procent.

<sup>28</sup> Marian Radetzki diskuterar kring nytto-kostnadsanalys och värderingsproblematiken i Gerholm (1998).

Detta innebär att värderingen av koldioxidminskningen måste ligga över 134 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp för att det enligt denna studie ska vara helt säkert att vinsterna med projektet är större än kostnaderna. Om värderingen ligger under intervallet, dvs. under 47 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp, är intäkterna för små för att uppväga kostnaderna, oavsett vilket antagande man gör om arbetsmarknaden. Om värderingen ligger inom intervallet är det dock mer osäkert huruvida projektet bör genomföras, eftersom detta beror på vilket antagande som görs om arbetsmarknaden. På grund av de svårigheter som uppkommer när man försöker att värdera miljökonsekvenserna av växthusgasutsläppen eftersom miljöhoten i form av atmosfärens och jordytans uppvärmning är globala och relativt osäkra, kommer vi i denna studie endast presentera kostnader av att uppfylla Kyotoprotokollet. Dessa kostnader kan jämföras med de miljövinster av minskade koldioxidutsläpp som presenteras i IPCC:s studie "Climate Change". Rapporten tar fram fem oberoende beräkningar för den samhällsoptimala klimatpolitiken som ger den totala nyttan av att stabilisera klimatet på jorden. Årtalen motsvarar inte denna studies slutår och inkluderar hela världen men kan trots allt ge en bild av vilka nivåer som nyttan av klimatstabilisering förväntas ge. Om kostnaderna som har beräknats med hjälp av EMEC jämförs med dessa värderingar av nyttan av CO<sub>2</sub>-utsläppsminskningen ser vi att det finns vissa beröringspunkter för de två intervallen.

**Tabell 4.5 Nyttan av klimatstabilisering**

	\$ per ton C- utsläppsminskning	Öre per kg CO <sub>2</sub> - Utsläppsminskning
1995	5-20	10-42
2025	10-28	21-59
2095	21-90	44-188

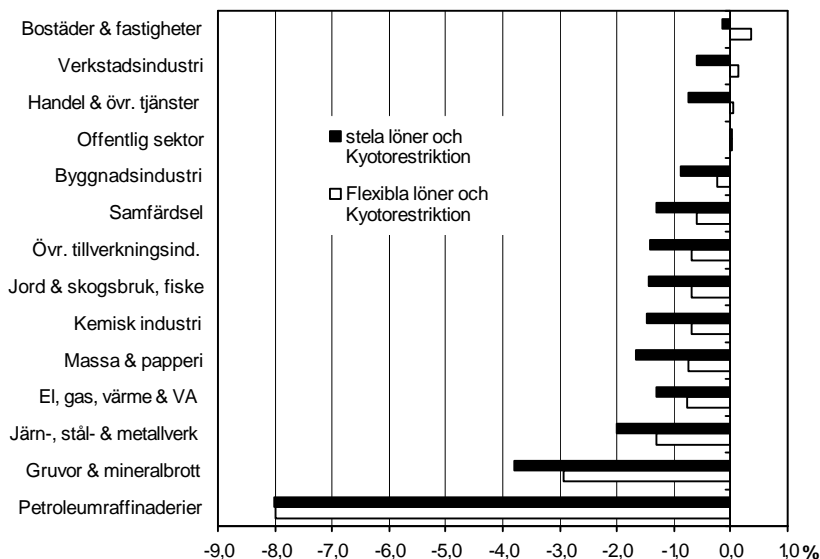
Källa: IPCC (1996)

### 4.1.2 Branschanalys

I och med den kraftiga nedgången i användning av petroleumprodukter kommer den sektor som tillverkar dessa produkter att drabbas hårt vid införandet av Kyotoprotokollet. Sektorn drabbas inte av koldioxidskatten direkt i produktionen, men med en hög koldioxidskatt i konsumtionsledet drabbas petroleumraffinaderierna via den minskade efterfrågan på sektorns varor. En liten ökning av exporten och en kraftig minskning av importen av petroleumprodukter (se diagram 4.4) gör att petroleumraffinaderierna lyckas bromsa nedgången i förädlingsvärde till 8 procent jämfört med referensscenariot år 2015.

Tillverkningsindustrin, gruvor och mineralbrott drabbas, dels direkt av koldioxidskatten, dels av de indirekta effekterna, som ytterligare spår på nedgången. Sektorn bostäder och fastigheter inkluderar ej uppvärmning vilket innebär att energianvändningen i sektorn är låg. En koldioxidskatt drabbar således inte denna sektor direkt och sektorn får även en positiv effekt av den ökade konsumtionen från hushållen.

**Diagram 4.2 Förädlingsvärde. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**

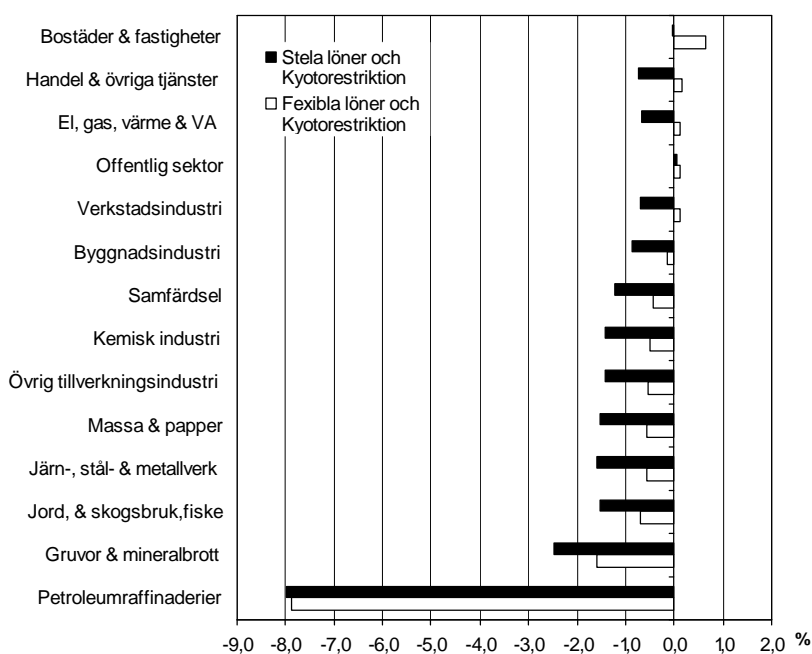


Verkstadsindustrin drabbas i betydligt mindre utsträckning jämfört med övriga branscher inom tillverkningsindustrin. Som vi såg i kapitel 2.2 är verkstadsindustrins energiandel relativt liten i förhållande till förädlingsvärdet inom sektorn. Men det är inte bara den förhållandevis låga energianvändningen som har en positiv effekt. På grund av sektorns höga

andel av arbetskraften, nästan 11 procent av totala mängden sysselsatta år 2015, kommer sektorn få en extra skjuts av de sänkta reallöner som blir resultatet när Kyotoprotokollet införs vid flexibla löner. Den positiva effekten överväger övriga negativa effekter som påverkar verkstadsindustrin. Därmed kommer sektorn att kunna expandera under Kyoto-protokollet om lönerna är helt flexibla. Om å andra sidan lönerna är stela nedåt kommer verkstadsindustrin att drabbas negativt liksom övriga sektorer.

Den totala sysselsättningen är exogent given i modellen och förändras inte mellan referensscenariot och Kyotoscenariot vid helt flexibla löner. Vid stela löner å andra sidan uppkommer ofrivillig arbetslöshet, som motsvarar 0,6 procent lägre sysselsättning i förhållande till referensscenariot år 2015. I båda fallen sker en viss omflyttning mellan sektorerna så att arbetskraften används på ett optimalt sätt.

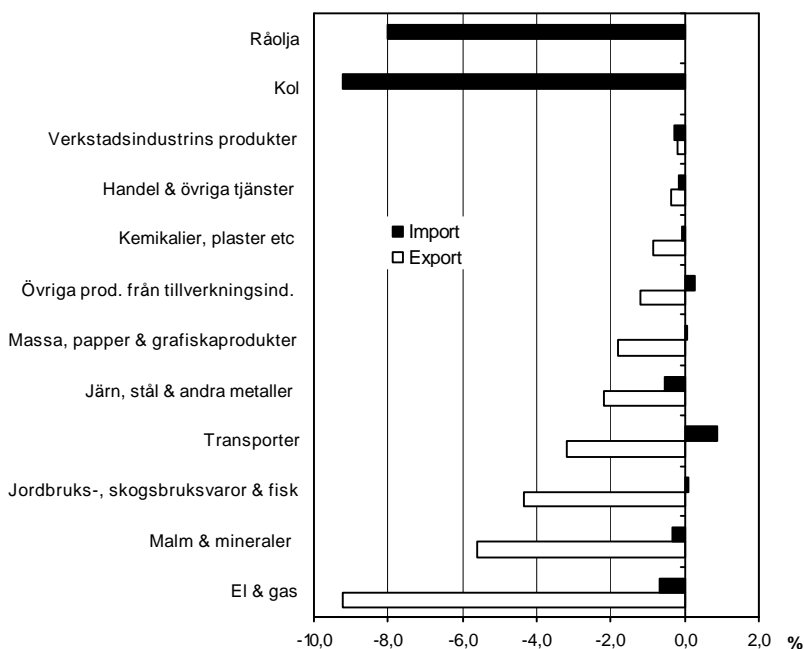
**Diagram 4.3 Sysselsättning. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**



I scenariot med flexibla löner kommer Kyotoprotokollet att överföra arbetskraft till de sektorer som redan idag står för en stor andel av totala sysselsättningen: verkstadsindustrin, handel och övriga tjänster samt offentlig sektor. Vid antagandet om stela löner bibehålls samma relativa fördelning, men alla sektorer påverkas av att den totala sysselsättningen minskar. De sektorer som vid flexibla löner ökade sin arbetsstyrka kommer liksom de övriga sektorerna att dra ned på antalet sysselsatta jämfört med referensfallet. Detta sker i stort sett proportionellt mot utvecklingen av sektorernas produktionsförändring.

Importen av fossila bränslen i form av kol, råolja och andra raffinaderiprodukter minskar som en följd av den minskade efterfrågan i Sverige. El, som efter Kyotoprotokollets införande blir relativt sett fördelaktigare att nyttja, används i större utsträckning i Sverige och därmed minskar exporten av el med drygt nio procent jämfört med referensscenariot år 2015.

**Diagram 4.4 Import och export vid införandet av Kyotoprotokollet med flexibla löner. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**

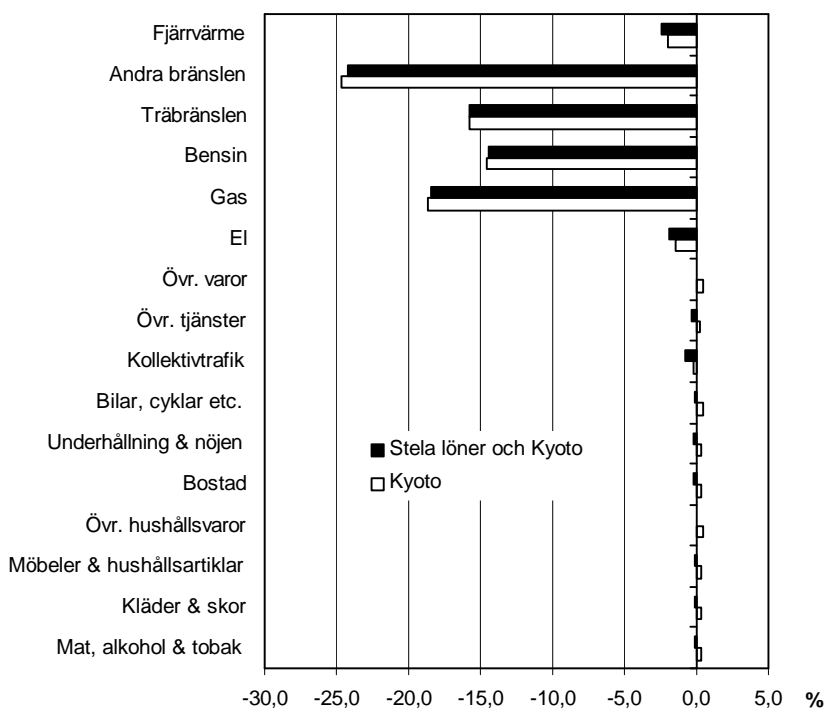




### 4.1.3 Hushållens förändrade beteende

Effekten av den höjda koldioxidskatten blir förhållandevis stor för hushållen. Hushållen, som betalar full koldioxidskatt och inte åtnjuter några undantag, måste dramatiskt förändra sin energianvändning. De energibesparingar som hushållssektorn kan genomföra avser t.ex. bättre isolerade hus, lägre inomhustemperatur eller installation av värmepump. Hushållens el- och fjärrvärmeanvändning minskar också vid Kyoto-restriktionen till följd av stigande priser, men minskningen är dock mer modest.

**Diagram 4.5 Hushållens konsumtion uppdelad på konsumtionsvaror vid Kyoto-protokollets införande. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**



#### 4.1.4 Ytterligare sänkning av koldioxidutsläppen

Sverige var med i Rio 1992 där växthusgasproblematiken och vikten av att begränsa växthusgaserna stod på agendan. Vid den tidpunkten diskuterades en stabilisering av världens utsläpp på 1990 års nivå fram till år 2010. Vi har med denna bakgrund även valt att visa modellresultat från en simulering då utsläppen inte förändras jämfört med 1990 års nivå till 2015, men endast med antagandet om flexibla löner. Ju starkare restriktion som sätts upp desto svårare blir det för hushåll och företag att anpassa sig.

**Tabell 4.6 Makroekonomiska effekter vid koldioxidrestriktionerna +4 och 0-tillväxt av koldioxidutsläpp**

Miljarder kronor jämfört med referensscenariot år 2015.

	+4	+0
BNP	-7,3	-9,8
Privat konsumtion	-0,7	-1,2
Offentlig konsumtion	-0,0	0,0
Investeringar inkl. lager	-2,1	-2,8
Export	-10,9	-14,0
Import	-6,4	-8,1
Realinkomst <sup>1)</sup>	-6,6	-9,0

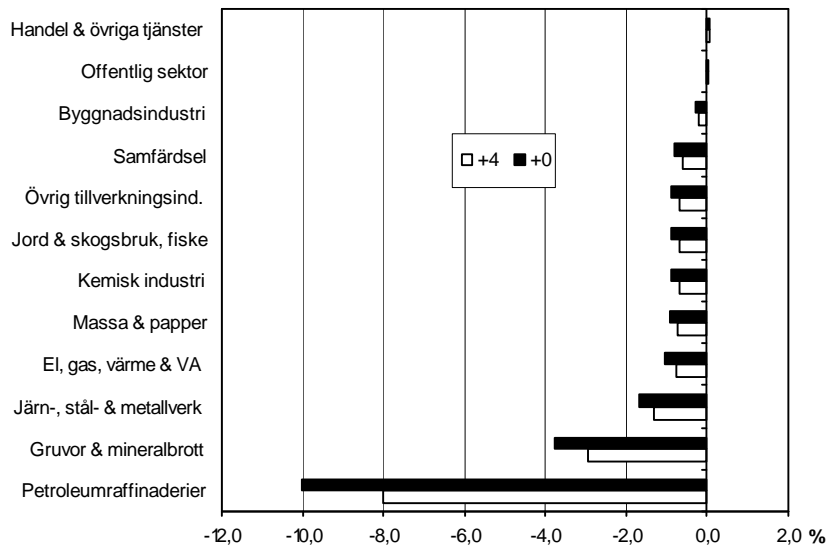
<sup>1)</sup> Justerat för "terms of trade"-effekter

Den ackumulerade kostnaden för de två restriktionerna är ett annat sätt att återspegla den ytterligare kostnad som den starkare restriktionen innebär. Vi har tidigare redovisat ett räkneexempel för en nedre total kostnad för Kyotorestriktionen +4 procent som motsvarar 43 miljarder kronor. Vid stabiliseringsmålet skulle denna kostnad höjas till 58 miljarder kronor vid antagandet om flexibla löner. De genomsnittliga kostnaderna för att uppnå koldioxidmålen motsvarar 47 och 63 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp<sup>29</sup> för de två respektive utsläppsmålen.

Modellen ger inte någon ny relativ branscheffekt för den skärpta restriktionen i jämförelse med Kyotorestriktionen. Det är samma sektorer som drabbas, men något hårdare i noll-scenariot. Eftersom modellen inte har några diskreta hopp, "backstop technologies" (nya teknologier som sätts in i produktionen t.ex. vid ett visst pris), utan kontinuerliga funktioner, är detta ett förväntat resultat.

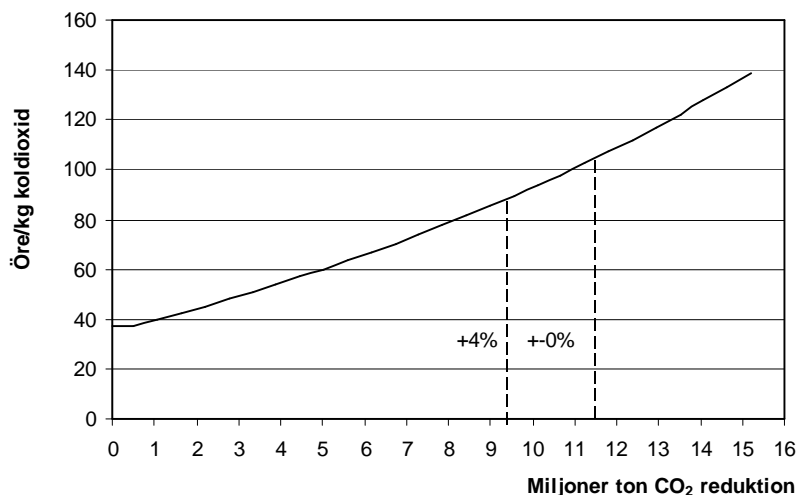
<sup>29</sup> Denna kostnad är beräknad som BNP-förlust per kg koldioxidreduktion år 2015 (BNP förlusten år 2015 är nuvärdesberäknad).

**Diagram 4.6 Förädlingsvärde vid de olika koldioxidmålen. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**



Den skatt som behövs i Kyotorestriktionen, var 2,5 gånger den skatt som gällde i referensscenariot. Vid ytterligare begränsning behövs en högre skatt för att tvinga företag och hushåll att minska sin energianvändning. Vid stabiliseringsscenarioet krävs en skatt som motsvarar 3,0 gånger den skatt som gäller i referensscenariot. Skattesatsen blir då 109 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp. Sådana skattesatser kan vara svåra att införa ur politisk synvinkel, och vi ska i avsnitt 4.3 diskutera hur man inom Kyoto-protokollets ramar kan undvika att höja skatten till dessa höga nivåer. I diagram 4.7 redovisas den skattesats som behövs för att uppnå en viss reduktion av koldioxidutsläpp. Detta är en så kallad marginalkostnadskurva som tagits fram för Sverige vid nuvarande skattesystem.

Diagram 4.7 Marginalkostnadskurva för Sverige



## 4.2 Ett alternativt skattesystem

Effekter och kostnader för svensk ekonomi som Kyotoprotokollet medför beror även på vilket skattesystem som tillämpas. Vi har i detta kapitel valt att simulera effekterna av ett förslag på skattstruktur som gavs av skatteväxlingskommittén.<sup>30</sup> Detta förslag innebär att:

- Alla bränslen som används för uppvärmningsändamål beskattas med koldioxidskatt, renodlad energiskatt och svavelskatt. Bränslen för motordrift beskattas enligt samma struktur men för dessa utgår även en trafikkomponent.
- Energiskatten renodlas så att skatten är proportionell mot energiinnehållet.
- Bränslen inom el-, fjärrvärme- och kraftvärmeproduktionen behandlas enhetligt – ingen energiskatt, men samma koldioxidskatt som i tillverkningsindustrin. En konsumtionsskatt på värme införs.

Vi har valt att representera skatteväxlingsutredningens struktur med tre alternativa scenarier och fokuserar på den skillnad som strukturen innebär för beskattningen av bränslen till stationära ändamål och framför allt på den skillnad som strukturen innebär för el- och fjärrvärmeproduktion.

<sup>30</sup> SOU (1997).

Vi antar att:

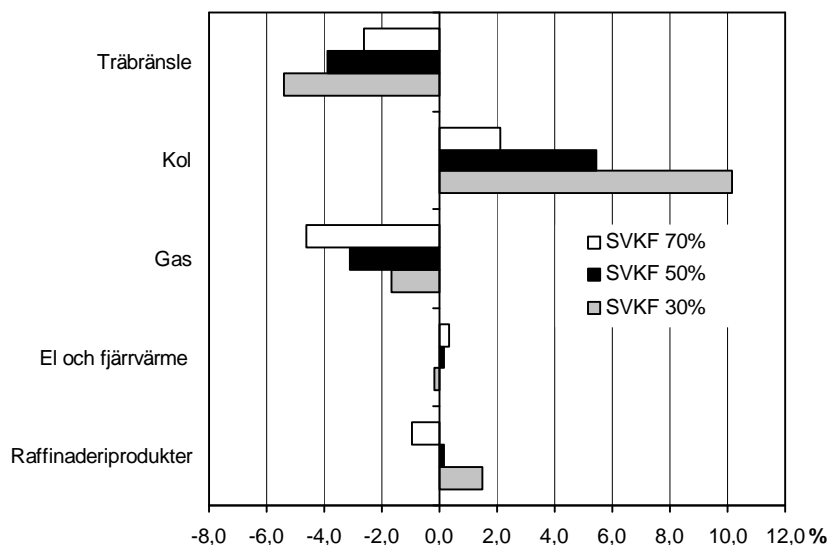
- Energiskatten för alla bränslen synkroniseras till den skattenivå som gällde för eldningsolja 1 1998 med avseende på energiinnehåll.
- El- och fjärrvärmeproduktionen betalar ingen energiskatt, men däremot samma koldioxidskatt som tillverkningsindustrin. De tre scenarier som vi presenterar nedan skiljer sig åt bland annat när det gäller vilken procentuell andel som tillverkningsindustrin och el- och fjärrvärmeproduktion ska betala av den generella koldioxidskatten. De nivåer som vi har räknat med är: 30, 50 och 70 procent av den generella koldioxidskatten. Dessa scenarier kallas nedan för SVKF 30%, SVKF 50% och SVKF 70%.
- Värmeskatten för hushållen<sup>31</sup> uppgår till 4,3, 2,4, 1,0 öre/kWh<sup>32</sup> i de tre respektive scenarierna.

Vid införandet av det skattesystem som beskrivs ovan får vi en annorlunda bild år 2015 jämfört med nuvarande skattesystem. Det är i första hand bränsleanvändningen som förändras eftersom relativpriserna mellan olika energislag förändras. Trädbränsle och gas missgynnas som en följd av skatteväxlingskommitténs energiskattestruktur och de koldioxidnivåer som simulerats. Detta är olyckligt ur klimatsynpunkt eftersom gas har låg kolhalt och trädbränsle inte anses bidra något till koldioxidutsläppens nettoeffekt. Kol som är det bränsle med högst kolhalt kommer att gynnas av förslaget. Det är framförallt i el- och fjärrvärmesektorn som kolanvändningen ökar på bekostnad av trädbränsleanvändningen, då detta blir mer lönsamt vid införandet av skatteväxlingskommitténs struktur och de koldioxidnivåer som har simulerats.

<sup>31</sup> Förslaget gäller värmeskatt för alla konsumenter, men av modelltekniska skäl har vi begränsat värmeskatten att gälla hushållen.

<sup>32</sup> Värmeskatten är uppskattad av ÅF-energikonstult Stockholm AB på Finansdepartementets uppdrag. Deluppdrag 2, Utredning av konsekvenserna av en ny energiskattmodell, Stockholm 980807.

**Diagram 4.8** Energianvändningen uppdelat på energislag vid införandet av skatteväxlingskommitténs förslag (SVKF). Procentuell förändring jämfört med nuvarande skattesystem (referensscenariot i kapitel 3) år 2015



Skatteväxlingskommitténs skattestruktur med de valda koldioxidskattnivåerna för tillverkningsindustrin och el- och fjärrvärmeproduktionen leder till relativt små förändringar i produktionsstrukturen jämfört med nuvarande skattesystem. De sektorer inom tillverkningsindustrin som använder störst mängd energi per förädlingsvärde är givetvis de sektorer som påverkas mest av den nya miljö- och energiskattestrukturen, men även för dessa sektorer sker endast relativt modesta förändringar. När tillverkningsindustrin betalar 30 respektive 70 procent av koldioxidskatten kommer dessa sektorer att gynnas respektive missgynnas relativt nuvarande system där tillverkningsindustrin betalar 50 procent av koldioxidskatten. El- och fjärrvärmeproduktionen gynnas vid både 50 och 70 procent eftersom el- och fjärrvärme blir relativt sett mer konkurrenskraftiga gentemot fossila bränslen. I scenariot SVKF 30% betalar de stora energikrävande industrierna endast 30 procent av koldioxidskatten vilket innebär att fossila bränslen står sig bättre i konkurrensen mot el och därmed minskar efterfrågan på el i ekonomin.

Om man endast byter skattestruktur kommer Kyotoprotokollet inte att uppfyllas. I scenarierna SVKF 30% och SVKF 50% kommer utsläppen till och med öka något jämfört med referensscenariot. Vi måste således ha högre skatter för att styra ekonomin så att Kyotoprotokollet uppfylls precis som med nuvarande skattesystem.

#### 4.2.1 Effekter av Kyotoprotokollet

Vid införandet av Kyotorestriktionen kan BNP-förlusten begränsas genom att införa ett så ”optimalt energi- och miljöskattesystem” som möjligt. Med nuvarande skattesystem blir totala kostnaden för att införa Kyotoprotokollet i form av BNP-förlust år 2015 7,3 miljarder kronor. Om Sverige istället väljer att införa skatteväxlingskommitténs struktur blir utfallet ett annat. I de båda scenarierna SVKF 30% och SVKF 50% kommer den totala kostnaden för att införa Kyotorestriktionen att minska med 1,0 respektive 0,4 miljarder kronor jämfört med kostnaderna för att införa Kyotorestriktionen med nuvarande skattesystem. I scenariot SVKF 70% ökar kostnaderna med 0,3 miljarder för att införa Kyotorestriktionen. Detta kan tyckas vara små skillnader men de ackumulerade totalkostnaderna minskar i SVKF 30% och SVKF 50% med 6 respektive 2 miljarder jämfört med nuvarande skattesystem. I SVKF 70% ökar istället kostnaderna med 2 miljarder. Även realinkomsterna blir högre i scenarierna SVKF 30% och SVKF 50% vilket indikerar att det kan vara lönsamt för Sverige att skydda tillverkningsindustrin med hjälp av undantag. Det är dock värt att notera att koldioxidskatten måste höjas med en faktor 2,9 i SVKF 30% för att Kyotoprotokollet ska uppfyllas. Detta motsvaras av en skatt för industrin på 32 öre/kg koldioxidutsläpp och för övriga blir skatten 107 öre/kg koldioxidutsläpp.

Det är framförallt de energikrävande sektorerna som påverkas av en omläggning av energi- och miljöskatterna. Störst effekt jämfört med nuvarande system fås då man ändrar undantagsreglerna för tillverkningsindustrin och el- och fjärrvärmeproduktion. Då dessa sektorer betalar 70 procent av den allmänna koldioxidskatten går produktionen ned i den energiintensiva industrin i jämförelse med scenariot med nuvarande skattesystem. Det motsatta inträffar då tillverkningsindustrin och el- och fjärrvärmeproduktion betalar 30 procent av den allmänna koldioxidskatten.

## 4.3 Handel med utsläppsrätter – illustrativa exempel

I de scenarierna som hittills har presenterats krävs relativt höga koldioxidskatter för att uppnå Kyotorestriktionen. Ett sätt att hålla nere ökningarna av koldioxidskatten är att införa handel med utsläppsrätter antingen inom landet eller internationellt. I avsnitt 2.3 diskuterades för och nackdelar med handel med utsläppsrätter och vi kommer här att genomföra tre illustrativa exempel för att belysa några intressanta mekanismer. De tre scenarierna är:

1. Inhemsk handel med koldioxidutsläppsrätter som auktioneras ut.
2. Internationell handel med koldioxidutsläppsrätter. Sverige behåller sin nuvarande koldioxidskatt inklusive de undantag som är utformade i dagens skattesystem, men Sverige har även möjlighet att till ett exogent pris köpa utsläppsrätter från utlandet. Vi antar två prisnivåer för de internationella koldioxidrätterna:

a) US\$50/ton CO<sub>2</sub>-utsläpp<sup>33</sup>

b) US\$100/ton CO<sub>2</sub>-utsläpp<sup>34</sup>

### 4.3.1 Inhemsk handel med utsläppsrätter

Vid införandet av handel med utsläppsrätter inom Sverige blir fördelningen mellan olika sektorer och mellan näringsliv och hushållen annorlunda jämfört med nuvarande skattesystem. Detta bygger på antagandet att utsläppsrätterna auktioneras ut och att det därmed inte gör något skillnad vilken användare som köper rätten eller vilket ändamål bränslet används för. Inhemsk handel med utsläppsrätter som auktioneras ut är detsamma som en koldioxidskatt som beskattar alla användare av fossila bränslen på ett likformigt sätt.

Vi antar att:

- Energi- och svavelskatten är oförändrad jämfört med dagens skattesystem.
- Koldioxidutsläppsrätter måste köpas för all användning av fossila bränslen oavsett användare eller användningsområde. Detta innebär att tillverkningsindustrin inte längre åtnjuter några undantag när det gäller utsläpp av koldioxid.

<sup>33</sup> 38,2 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp i 1997 års priser.

<sup>34</sup> 76,4 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp i 1997 års priser.



*Effekter av Kyotoprotokollet*

Vid införandet av Kyotoprotokollet kommer de energiintensiva sektorerna att drabbas hårt. De åtnjuter inte längre några undantag från koldioxidskatten och kan därmed inte undgå den högre kostnad som Kyotoprotokollet innebär för Sverige. Eftersom dessa sektorer även är relativt exportintensiva, kommer dessa varors högre priser att påverka exportens nedgång kraftigare än vid införandet av Kyotoprotokollet med nuvarande skattesystem. Det är inte bara på exportsidan som nedgången blir mer påtaglig jämfört med nuvarande skattesystem utan det gäller för alla makroekonomiska variabler.

**Tabell 4.7 Makroekonomiska effekter vid införandet av Kyotorestriktionen med handel av utsläppsrätter inom landet år 2015 (jfr. tabell 4.3)**

	Procentuell förändring jämfört med referensscenariot	Miljarder kronor jämfört med referensscenariot
BNP	-0,3	-8,1
Privat konsumtion	-0,1	-1,0
Offentlig konsumtion	0,0	0,0
Investeringar inkl. lager	-0,7	-2,7
Export	-0,8	-12,0
Import	-0,5	-7,7
Realinkomst <sup>1)</sup>	-0,4	-7,0

<sup>1)</sup> Justerat för "terms of trade"-effekter

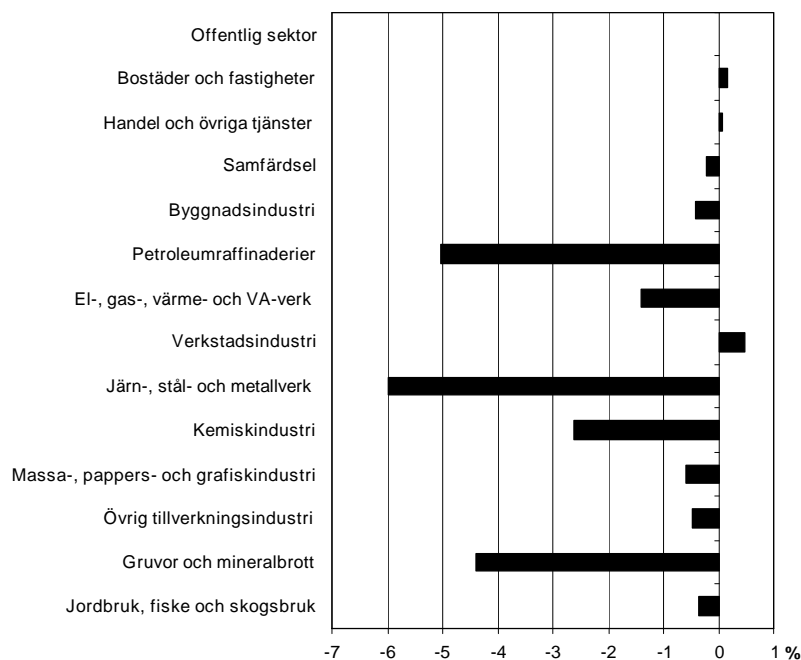
Kostnaden i BNP-termer för att införa Kyotoprotokollet vid handel med utsläppsrätter inom landet kommer att bli nästan en miljard<sup>35</sup> kronor högre jämfört med nuvarande skattesystem år 2015. Detta motsvarar en ökning av de ackumulerade BNP förlusterna med nästan sju miljarder kronor och en genomsnittlig kostnad av åtgärden på 52 öre/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp.<sup>36</sup>

I och med den förändring som en auktionering av utsläppsrätter innebär kommer strukturomvandlingen i ekonomin att bli betydande. De energiintensiva sektorerna – järn-, stål- och metallverk, kemisk industri, gruvor och mineralbrott – minskar kraftigt gentemot referensfallet. Tjänstesektorerna och verkstadsindustrin är de som gynnas av Kyoto-protokollets införande och växer i förhållande till referensfallet.

<sup>35</sup> Denna kostnad är beräknad som BNP-förlust per kg koldioxidreduktion år 2015 (BNP förlusten år 2015 är nuvärdesberäknad).

<sup>36</sup> Nuvärdesberäkningar från 1997 i 1997 års priser.

**Diagram 4.9 Förädlingsvärde vid införandet av Kyotorestriktionen. Procentuell förändring jämfört med referensscenariot år 2015**



För att uppfylla Kyotorestriktionen förändras priset på utsläppsrätten till 55 öre/kg koldioxidutsläpp vilket kan jämföras med 91 öre/kg koldioxidutsläpp som krävdes för att uppnå Kyotorestriktionen vid nuvarande skattesystem. Detta innebär en betydande sänkning av priset för hushållen och tjänstesektorernas koldioxidutsläpp, medan tillverkningsindustrin får ett betydligt högre pris jämfört med motsvarande scenario med nuvarande skattesystem. Priset på villaoljan som vid nuvarande skattesystem ökade med nästan 50 procent kommer i detta scenario endast att öka med 10 procent, dvs en avsevärd förbättring för hushållens villkor.

### 4.3.2 Internationell handel med utsläppsrätter

Kostnaden för att reducera koldioxidutsläpp kan variera kraftigt mellan länder runt om i världen. I Sverige, som bygger stor del av sin elproduktion på vatten- och kärnkraft och i relativt liten omfattning använder kol, är det inte lika "lätt" att minska koldioxidutsläppen som för länder som t.ex. har stor kolanvändning. I och med att marginalkostnaden för att minska koldioxidutsläpp skiljer sig åt mellan olika länder finns det en potential för handel med utsläppsrätter (se avsnitt 2.3.1).

EMEC kan endast beskriva vad som händer inom Sveriges gränser, vilket innebär att priset på de internationella utsläppsrätterna måste ses som givet. Detta är även troligt i verkligheten, eftersom Sverige är en liten ekonomi och knappast kan påverka världsmarknadspriset. Modelltekniskt är köp av utsläppsrätter en importvara som köps av staten. Staten tar i sin tur ut en koldioxidskatt som följer nuvarande skattesystem. Denna skatt motsvarar priset på utsläppsrätten.

Eftersom Sverige redan idag har en koldioxidskatt vars inkomster används till att finansiera offentlig verksamhet, finns det således en budgetrestriktion för staten som inte får överskridas. Budgetrestriktionen motsvarar den nivå på inkomster och utgifter som ligger fast i referensscenariot. I korthet har vi valt att modellera köp av utsläppsrätter på följande sätt: Vid införandet av Kyotoprotokollet höjs koldioxidskatten inom landet till dess att skatten motsvarar det internationella priset för utsläppsrätten. Över denna skattenivå är det billigare att köpa utsläppsminskning från utlandet via utsläppsrätter. Om priset på utsläppsrätten är relativt lågt kommer de nya koldioxidskatteintäkterna (jämfört med referensfallet) inte att räcka till för att finansiera köp av utsläppsrätter och samtidigt bibehålla den nivå på offentliga konsumtionen som har antagits i referensfallet. Koldioxidskatteintäkterna i referensfallet finansierade offentlig konsumtion, men ska i dessa scenarier även finansiera de köp av utsläppsrätter som staten måste göra för att upprätthålla Kyotoöverenskommelsen. I dessa fall finansierar staten sina ökade utgifter genom att minska hushållens konsumtionsutrymme, vilket kan ses som en inkomstskattehöjning eller minskade transfereringar till hushållen.

**Tabell 4.8 Makroekonomiska effekter vid införandet av Kyotoprotokollet**

Miljarder kronor jämfört med referensscenariot år 2015

	Nuvarande skattesystem	Handel med utsläppsrätter Pris: \$50	Handel med utsläppsrätter r Pris: \$100
BNP	- 7,3	-0,3	-5,3
Privat konsumtion	-0,7	-0,4	-0,5
Offentlig konsumtion	-0,0	0,0	0,0
Investeringar inkl. lager	-2,1	-0,1	-1,5
Export	-10,9	-0,1	-8,2
Import <sup>1)</sup>	-6,4	-0,3	-4,8
Realinkomst <sup>2)</sup>	-6,6	-0,5	-4,9
Total kostnad för utsläppsrätterna	0,0	3,6	1,7
CO <sub>2</sub> -utsläpp i miljoner ton jämfört med referensscenariot	-9,1	-0,3	-7,1
Procent av totala CO <sub>2</sub> -reduktionen som köps från utlandet	0,0	97,2	22,8

<sup>1)</sup> Inkluderar ej import av utsläppsrätter<sup>2)</sup> Justerat för "terms of trade"-effekter

De makroekonomiska effekterna av Kyotoprotokollet vid handel med utsläppsrätter blir lägre än med nuvarande system. Vid priset 50 dollar per ton koldioxidutsläpp höjs den inhemska koldioxidskatten till 38,2 öre/kg koldioxidutsläpp vilket motsvarar priset på utsläppsrätten. Detta innebär att skatten endast höjs marginellt jämfört med 1998 års nivå på 37 öre/kg koldioxidutsläpp. De inhemska utsläppen kommer därmed inte att minska speciellt mycket utan istället köper Sverige stora delar av den reduktion som Kyotoprotokollet kräver från utlandet. Ökningen av skatteinkomster som i referensscenariot hamnade i statens kassa används nu för att finansiera köp av utsläppsrätter. Konsekvensen av detta är att hushållen indirekt får stå för kostnaden för de inköpta utsläppsrätterna via minskat konsumtionsutrymme.

Eftersom import av utsläppsrätter behandlas som en importvara i dessa scenarier vägs köp av utsläppsrätter in i handelsbalansen. För att man på lång sikt inte ska kunna "låna" från utlandet för att finansiera sin import måste importen finansieras med export, med andra ord finns ett handelsbalansvillkor som måste vara uppfyllt i slutåret och därmed minskar exporten inte lika mycket som importen av varor och tjänster.

Vid ett något högre pris för utsläppsrätter, 100 dollar per ton koldioxidutsläpp, blir skillnaden mellan nuvarande skattesystem och handel med utsläppsrätter inte lika dramatisk. Koldioxidskatten inom landet höjs tills dess att den motsvarar utsläppsrättens pris, 76,4 öre/kg koldioxidutsläpp. Detta är 15,6 öre lägre än vid införandet av Kyotoprotokollet med nuvarande skattesystem.

Eftersom ekonomin inte belastas med en hög koldioxidskatt kommer detta att medföra en förbättring jämfört med scenariot med nuvarande skattesystem och Kyotoprotokollet. Totala "BNP-vinsten" från handel med utsläppsrätter till priset 50 dollar per ton koldioxidutsläpp jämfört med att uppfylla Kyotoprotokollet med hjälp av nuvarande skattesystem är sju miljarder kronor år 2015. Om å andra sidan priset på rätten är betydligt högre (100 dollar per ton koldioxidutsläpp) än den nuvarande skatten ökar kostnaden för ekonomin men det är fortfarande lägre kostnader än om all utsläppsminskning måste ske inom landet. Differensen uppgår till två miljarder kronor.

Vid koldioxidreduktion inom Sveriges gränser kommer utsläppen av svaveldioxid och kväveoxider att automatiskt minska på grund av deras starka koppling till fossil bränsleanvändning. Om klimatöverenskommelsen tillåter köp av utsläppsrätter för att uppfylla hela reduktionen, kan resultatet bli – som visas i fallet där utsläppsrätter köps till priset 50 dollar per ton koldioxidutsläpp – att koldioxidutsläppen nästan inte alls minskar inom Sveriges gränser. Om detta är fallet kommer svaveldioxid- och kväveoxidutsläppen att minska om inte ytterligare åtgärder vidtas. Dessa åtgärder kan vara kostsamma och något som bör vägas in i beräkningarna av vinsten av att köpa utsläppsrätter utomlands.

För att exemplifiera vilka kostnader de ökande svaveldioxid- och kväveoxidutsläppen kan medföra har vi gjort en kalkyl med förenklade antaganden. Vi antar att dagens svavelskatt och kväveavgift representerar den marginella skadekostnaden för utsläppen, således antas att nuvarande skatte- och avgiftsnivå avspeglar den marginella kostnaden för dessa utsläpp.

Vid scenariot som tillåter handel av utsläppsrätter till ett pris av 50 dollar per ton koldioxidutsläpp var svaveldioxid- och kväveoxidutsläppen 9 851 ton respektive 67 144 ton högre än om Kyotoprotokollet införs inom landet med nuvarande skattesystem. Om dessa utsläpp värderas med hjälp av nuvarande skattenivåer kommer värderingen av dessa utsläpp uppgå till tre miljarder kronor. Detta betyder att år 2015 är BNP-vinsten av att införa handel med utsläppsrätter, som köps till ett pris av 50 dollar per ton koldioxidutsläpp, sju miljarder kronor jämfört med att minska koldioxidutsläppen inom landet, minus den förlust som de högre svaveldioxid- och kvävedioxidutsläppen innebär, vilka vi vär-

derar till tre miljarder. Totala vinsten blir då endast fyra miljarder kronor.

#### 4.4 Sammanfattning av modellresultaten

I det referensscenario som målas upp i kapitel 3 kommer koldioxidutsläppsmålet inte att uppfyllas till år 2015. För att uppnå utsläppsmålet krävs ytterligare ekonomisk styrning jämfört med dagens skattesystem. Kostnaderna för denna ytterligare restriktion på ekonomin har analyserats i detta kapitel.

Vid en höjning av koldioxidskatten vid nuvarande skattestruktur, för att uppnå Kyotorestriktionen, kommer kostnaderna år 2015 att uppgå till 7,3 miljarder kronor. Denna kostnad avspeglar de långsiktiga kostnaderna, när anpassning har skett, och inte de anpassningskostnader som samhället kan ha upplevt på vägen dit. Marginalkostnaden för att införa Kyotorestriktionen uppgår till 91 öre/kg koldioxidutsläpp, vilket motsvarar en höjning av koldioxidskatten med en faktor 2,5.

Kostnaderna för att införa Kyotorestriktionen kan variera beroende på vilken skattemodell som används i ekonomin. Trots varierande marginalkostnader för de olika skattemodeller som vi har analyserat i våra simuleringar kommer marginalkostnaderna att vara relativt höga. För att studera ett system som inte kräver höga marginalkostnader har vi även analyserat kostnaderna vid införandet av Kyotorestriktionen om handel med utsläppsrätter tillåts. Internationell handel med utsläppsrätter kommer att sänka totala kostnaderna för att minska koldioxidutsläppen, men kostnaderna kommer givetvis att variera beroende av priset på utsläppsrätten. Viktiga aspekter att reflektera över när man funderar på handel med utsläppsrätter är att Sverige redan idag har en koldioxidskatt som används för att finansiera offentliga utgifter. Så trots att användarna av fossila bränslen betalar en koldioxidskatt som motsvarar priset på utsläppsrätten kommer staten att behöva öka sina intäkter för att upprätthålla samma nivå på offentlig konsumtion som i referensfallet. Det är även intressant att reflektera över det faktum att utsläpp, av svaveldioxid och kväveoxider, som är relaterade till fossil bränsleanvändning inte kommer att minska om inte specifika åtgärder sätts in, när man köper koldioxidutsläppsrätter från utlandet. Dessa åtgärder måste givetvis finansieras vilket bör infogas i kostnadsberäkningarna för att minska koldioxidutsläppen.

## 5 Sveriges miljö tillstånd år 2015

Sveriges framtida miljö tillstånd kommer dels att bero på hur de idag miljö påverkande aktiviteterna utvecklas volymmässigt, dels hur mycket ”renare” de kan bli med hjälp av nya teknik-, bränsle- och materialval. Modellkörningarna visar hur ekonomin som helhet växer och hur de olika branscherna utvecklas inbördes. Dessutom kommer de nya relativpriserna, som uppstår i ekonomin p.g.a. ändrade skattesatser och utbuds- och efterfrågemönster, att styra över insatsvaruanvändningen till det som blir relativt sett billigare. Nya teknikval, t.ex. i form av ny reningsteknik, kan däremot inte hanteras inom ramen för dessa modellkörningar. Däremot antas att alla branscher i referensscenariot blir effektivare i sin energianvändning så att för varje krona förädlingsvärde som produceras så används det en procent mindre energi per år. Principiellt kan det också tillkomma helt nya miljö påverkande aktiviteter, men de kan av naturliga skäl inte hanteras inom modellens ram i och med att modellen huvudsakligen är en framskrivning av dagens ekonomiska aktiviteter.

Alla branscher utom jordbruket växer i omfattning fram till år 2015. De övriga förnybara näringarna – skogsbruket och fisket – ökar dock bara med någon enstaka procent, medan ekonomin som helhet växer med ungefär 40 procent. Kyotorestriktionen innebär dock att struktur- omvandlingen under perioden 1997-2015 får ett något annat utseende än om ingen växthusgasrestriktion hade förekommit. Det är de branscher som står för energitillförseln i samhället (raffinaderier och el-, gas- och värmeverk) och de energiintensiva företagen (gruvor, samfärdsel, järn-, stål- och metallverk samt massa- och pappersindustrin), som får någon eller några procents lägre förädlingsvärde år 2015 ifall Kyotorestriktionen tvingar ned växthusgasutsläppen. Alla dessa branscher har dock en positiv tillväxt under perioden och i samtliga fall har den allmänna ekonomiska utvecklingen, som antas ske under de närmaste två decennierna, en större inverkan på deras relativa andel av BNP än vad Kyotorestriktionen i sig orsakar. De två branscher som dominerar svensk ekonomi redan idag, dvs. tjänstesektorn och verkstadsindustrin, tros bli ännu mer dominerande under de två kommande årtiondena. Båda dessa branscher gynnas också av att Kyotorestriktionen införs, trots att ekonomin som helhet krymper något av att beslutet genomförs.

Utvecklingen mellan 1997 och 2015 innebär att energianvändningen totalt sett går upp, men inte i samma storleksordning som ekonomin växer, på grund av den hela tiden fortgående energieffektiviseringen. Kyotorestriktionen minskar energianvändningen något jämfört med om ekonomin får växa utan några restriktioner, men fortfarande ökar den samlade energianvändningen. Vad som däremot händer om Kyotoöverenskommelsen träder i kraft är att raffinaderiprodukter ersätts med biobränsle i större utsträckning än vad som annars hade varit fallet. Den största energibesparingen erhålls dock genom att ekonomin ställer om sig i enlighet med de nya relativpriser som gäller. Förutom en förändrad resursanvändning inom branscherna innebär det också att tjänstesektorn och verkstadsindustrin växer på bekostnad av mer energiintensiva branscher.

Hushållens energianvändning går också upp, men som andel av hushållsbudgeten minskar energianvändningen i enlighet med grundantagandena. Kyotorestriktionen skulle dock innebära att hushållens användning av raffinaderiprodukter hamnade på nästan samma nivå som år 1997, medan el- och fjärrvärmekonsumtionen knappast skulle påverkas.

Enligt modellkörningarna kommer denna volymutveckling av ekonomins alla branscher, hushållens konsumtion, den samlade energianvändningen, och dess uppdelning på olika energislag, att leda fram till att luftutsläppen av en rad miljöpåverkande ämnen ökar under åren 1997-2015. Även med Kyotorestriktionen ökar utsläppen, dock inte alls i samma utsträckning (se tabell 5.1). Utsläppsnivåerna påverkas olika mycket beroende på att svavlet alltid kommer från bränslet, medan kväveoxider bildas genom att kvävgas i luften omvandlas vid förbränning. Dessutom räknas utsläppen av svavel och kväve från biobränsleförbränningen med, men inte koldioxid eftersom växande biobränsle tar upp lika mycket koldioxid som frigörs vid förbränning.



**Tabell 5.1 Luftföroreningar enligt simuleringsresultaten från kapitel 4**

Total procentuell förändring mellan 2015 och 1997

Ämne	Referensscenario (inga restriktioner)	Referensscenario med Kyotorestriktion
Koldioxid <sup>1</sup>	19,0	2,9 (=+4% från 1990)
Svaveldioxid <sup>2</sup>	12,4	2,0
Kväveoxider <sup>2</sup>	36,9	17,0

<sup>1</sup> Exklusive biobränsle och internationell sjöfart och flygtrafik.<sup>2</sup> Inklusive biobränsle och internationell sjöfart och flygtrafik.

Nedan presenteras den miljöpåverkan som kan utläsas utifrån modellkörningarna genom att man analyserar hur den samlade ekonomins storlek, de olika specificerade utsläppen, insatsvaruanvändningen, och branschstrukturen förändras. Om ett av miljömålen påverkas kommer detta också att mer eller mindre få följdverkningar för många av de andra miljömålen genom att ämnena ingår i något eller flera av naturens kretslopp. Ett förorenande luftutsläpp kommer t.ex. ned med regnet för att sedan rinna genom markskiktet i en jordbruks- eller skogsmark, försvinna ned i sjöar, vattendrag, förbi våtmarker, förenas till en del med grundvattnet, och rinner sedan ut i havet. Bara i exemplet ovan har samma förorening påverkat uppemot tio av de femton uppsatta miljömålen. Det finns alltså inga vattentäta skott, vare sig i naturen eller mellan de miljömål som diskuteras igenom nedan. Det som är viktigt är helheten, samtidigt som vi tror att vi genom att använda uppdelningen i miljömål kan underlätta för läsaren att förstå hur miljösituationen kan komma att se ut om 16 år, givet att modellkörningarna någorlunda rätt pekar ut samhällsutvecklingens riktning.

I många fall vet vi att utsläpps- eller miljöpåverkande åtgärder redan vidtagits eller planeras, som ännu inte kan byggas in i eller hanteras av modellen. I dessa fall förs ett resonemang om vilka krafter i samhällsutvecklingen som kan tänkas påverka mark- eller insatsvaruanvändningen och utsläppen på ett sätt som skiljer sig ifrån vad modellen föreskriver. Det tål att upprepas att modellen förutom en energieffektivisering på 1 procent, inte uttryckligen antar någon teknikutveckling på utsläppsrening, förutom den som ingår i den allmänna tekniska utvecklingen som ryms i den generella produktivitetsökningen i ekonomin. Det är också så att det miljötillstånd vi har i Sverige, och hur väl de svenska miljömålen kommer att uppfyllas, påverkas av hur andra länder lyckas med sina miljöåtgärder i och med att föroreningar sprids över nationsgränser. Försurningen, och delvis också övergödningen, orsakas t.ex. till stor del av luftburna utsläpp som skett utomlands och

som sedan blåst in över Sverige. Baksidan av detta är att våra grannländers miljö givetvis också påverkas av svenska utsläpp; vi både importerar och exporterar föroreningar.

## 5.1 De femton miljömålen

### *Begränsad klimatpåverkan*

Om ett antal decennier kan de svenska klimatzonerna ha förflyttats.<sup>37</sup> Runt 2050, plus minus ett eller ett par decennier (beroende på dels hur växthusgasutsläppen utvecklas globalt, dels hur väl klimatforskarna har förutspått den förväntade responsen), kan Skåne komma att få ett om inte medelhavsaktigt, så ändå mellantyskt klimat. Bergslagen kan komma att få ärva det skånska klimatet och Luleå erhåller kanske ett Mälardalsaktigt klimat. Regnmängderna tros öka med 10-20 procent och antalet extrema väderepisoder tros också öka. Om klimatförändringarna smyger sig på i samma takt år från år eller om det blir mer tvära kast går inte att svara på.

Antagligen kommer klimatet år 2015 inte att ha uppnått en fjärdedel av den troliga förändring som spås ha inträffat runt år 2050 i och med att klimatsystemet är trögt och att förändringarna förmodligen kommer att accentueras och accelerera med tiden. Eftersom det svenska klimatet förväntas bli 2-3 grader varmare om ungefär 50 år, kan kanske därmed södra Sverige bli några tiondels grader varmare i snitt år 2015, medan norra Sverige eventuellt värmts upp en dryg halv grad. Nederbörsmängderna kan ha ökat med några procent och avrinningen i norr med någon procent till vattenkraftens gagn.

Den största effekten för svensk ekonomi blir troligen påverkan på skogen. Med mer vatten, högre genomsnittstemperaturer och en längre växtsäsong tros den biologiska produktionen öka med 20-30 procent. I det sydöstra hörnet av landet, där vattentillgången tros bli oförändrad, uteblir dock antagligen ökningen. Från en del skogsforskare hävdas det att för en del barrträdssorter riskerar den lämpliga södra odlingsgränsen att på sikt tvingas norröver, vilket kan påverka planteringsvalen inom skogsnäringen. Många ädellövträds norra odlingsgräns skulle dock också flytta norröver, till fromma för åtminstone skogsrekreationen. Hotet mot skogen kan komma från att inhemska insektspopulationer ökar i storlek och att nya arter från sydligare breddgrader vandrar in i Sverige. Dessutom kan ett varmare och fuktigare klimat föranleda ökade

<sup>37</sup> Informationen om hur växthuseffekten tros inverka på det svenska klimatet är hämtade från Rossby Center vid SMHI och deras nyhetsblad.

svampangrepp och att andra sjukdomar kan få fäste i Sverige. Eventuellt kan också vissa trädslag få så vitt skilda livsförutsättningar under sin livstid mot vad de är lokalt anpassade för, att deras livskraft försvagas. Trädens långa livslängd gör dem känsligare för denna påverkan än andra arter. På sikt bör dock trädens rotationsperiod förkortas något med ett varmare klimat. Under omställningsperioden, innan träden själva med hjälp av skogsbrukets anställda anpassat sig till det nya klimatet eller ett föränderligt klimat, kan stressade träd och skogsområden lida skada, förorsaka ökade skötselkostnader eller kan det t.o.m. i värsta fall bli aktuellt med förtida avverkning. Dessutom kan de mer extrema väderepisoderna, speciellt stormar, ytterligare förvärra situationen genom t.ex. ett ökat antal vindfällen.

De ovan nämnda sammanflätade förändringarna får naturligtvis följder för alla andra skogslevande arter. Sammantaget kanske risken för bakslag i ett givet skogsområde och för den privata skogsägaren ökar, men den sammantagna effekten för hela rikets skogsbruk bör produktionsmässigt bli klart positivt, speciellt på sikt när alla träd anpassat sig till de nya förutsättningarna. I övergångsfasen kan en del icke önskvärda förändringar ske, och alla som vill behålla skogen hemmavid precis som den alltid har sett ut blir kanske besvikna, men ett möjligt ökat inslag av ädellövskog norröver kan säkert också upplevas positivt av många.

Jordbruksgrödorna gynnas också av de tillväxtfrämjande faktorerna, även om de extrema väderepisoderna kan öka risken för erosion, torka, översvämningar och stormskador. Tyvärr gynnas även insekter, mögel med flera växtangrepp av det varmare och blötare klimatet. Detta gör att bekämpningsmedelsanvändningen riskerar att öka. Nya grödor blir dock möjliga att odla och den största vinsten är att växtsäsongen förlängs med uppemot en månad både vår och höst på 100 års sikt. Fram till år 2015 rör det sig dock kanske bara om några dagars ökning. Minskad grundvattentillgång i sydöstra Sverige kan emellertid leda till att odlingsförutsättningarna just där försämras.

Sammantaget bör åren fram till 2015 inte innebära så stora förändringar. På längre sikt gynnas jordbruket så länge som klimatförändringarna uppträder i form av ett lite varmare och blötare klimat, även om de extrema episoderna riskerar att orsaka lokala odlingskatastrofer med ojämna mellanrum. För skogsbruket är utfallet detsamma, ökad produktion i den positiva vågskålen och en ökad risk för angrepp på träden i den negativa vågskålen. Dessutom kan det bli fråga om omställningsproblem för vissa trädslag eller enstaka träd om klimatförändringen uppträder under kort tid. Vattenkraften gynnas av den ökade avrinningen och att vårfloden sprids ut över en längre tidsperiod, vilket också bör minska översvämningsskadorna längs älvarna.

### *Bara naturlig försurning*

Försurningssituationen riskerar att förvärras av kommande svavel- och kväveutsläpp, även inom ramen för Kyotorestriktionen. Svavelutsläppen ökar med 12,4 procent utan en överenskommelse, men med en Kyotoöverenskommelse ökar utsläppen med endast 2,0 procent. Kväveutsläppen ökar med 36,9 procent utan överenskommelsen. Med Kyotoöverenskommelsen är ökningen 17,0 procent. Den trend av minskande försurande nedfall som varit mycket tydlig under de senaste decennierna kan alltså komma att brytas om inga ytterligare mått och steg tas för att minska den fossila bränsleanvändningen, ändra bränslemixen och rena utsläpp. Sverige har historiskt lyckats minska sina svavelutsläpp med över 80 procent, men att nå längre har de senaste åren visat sig vara svårare. Även kraftigt ökade svavel skatter skulle, som de idag är utformade, inte få någon större effekt i form av utsläppsminskningar.

Att ytterligare anstränga sig för att sänka svavelhalten i eldningsolja skulle dock ge vissa effekter. Sjöfarten, som dock är svår att reglera i och med att den till sin karaktär ofta är internationell, visar sig i de flesta studier vara den sektor där de mest kostnadseffektiva svavelreduktionerna skulle kunna åstadkommas. Inom EU diskuteras också hur framförallt trafikens utsläppsmängder ska kunna minskas. Genom direktivet "Auto-oil" beräknas att lättare fordon, bränslesnålare motorer och nya drivmedel innebär att utsläppsmängderna per transportkilometer minskar med uppemot en fjärdedel till år 2010. Med största sannolikhet kommer dessa åtgärder att genomföras, dels av näringslivets alla sektorer och konsumenterna själva, dels genom miljöpolitiska initiativ.

Sjöförsurningen, som redan drabbat drygt 10 procent av de svenska sjöarna, och knappt 10 procent av den svenska sjöarealen, hotar att drabba 1/3 av de svenska sjöarna om det sura nedfallet håller sig på dagens nivåer. Under det närmaste seklet skulle en 75-procentig minskning av nedfallet från dagens nivå resultera i att bara drygt 5 procent av sjöarna och 3 procent av sjöarealen var försurade. Naturvårdsverket har också räknat på scenarier med 25 respektive 50 procents reduktion, men några scenarier för ökande utsläpp, och därigenom nedfall, har inte gjorts. Utan Kyotorestriktionen skulle den årliga ökningstakten på 0,7 procent av de försurande utsläppen, om de höll i sig hela seklet, leda till en 100 procentig ökning. Om Kyotorestriktionen efterlevdes skulle den årliga ökningstakten på 0,1 procent leda till att utsläppen år 2100 var 16 procent högre än idag. I båda dessa fall skulle sjöförsurningen anta värre proportioner än i det värsta scenariet Naturvårdsverket skisserar. Under åren fram till 2015 kommer dock inte någon märkbar skillnad att uppträda, oavsett vilken riktning de svenska utsläppen tar,

men på ytterligare några decenniers sikt kommer färdriktningen att spela stor roll. Skogsförurningen beskrivs nedan under rubriken levande skogar.

### *Ingen övergödning*

Med en lägre jordbruksproduktion och en allt bättre avloppsrening, bör fosfortillförseln till de olika ekosystem som berörs av övergödning minska. Om omställningsarbetet mot ett allt mer ekologiskt inriktat jordbruk kan fortsätta kan övergödningssproblemet minska ännu mer. Det är framförallt sötvattenssystemen som då kan få chansen att återhämta sig. Kvävetillförseln däremot tenderar att öka i takt med att förbränningen i energisektorn, industrin och framförallt trafiken tilltar. Kyotorestriktionen skulle enligt modellkörningarna få ned kväveutsläppen till luft så att de 2015 ökar med 17 procent jämfört med 1997. Hur man ytterligare ska minska utsläppen och förbättra det rådande övergödda tillståndet i nästan alla ekosystem beskrivs översiktligt i luftavsnittet.

I jordbruket och gällande avfalls- och avloppsflöden, räcker det inte heller med att undvika ökningen och bibehålla dagens användnings- och genomströmningsnivåer. Näringsämnena gör nytta i odlingsystemet och skada på de flesta andra platser, vilket gör att det gamla tänkandet att matens kretslopp ska slutas åter blir aktuellt. Att hitta en kretsloppslösning i form av en bättre gödslingshantering i jordbruket och att avfalls- och avloppsflödena skyddas från att sammanblandas med sådant som inte bör återföras till åkern är en viktig resurs- och miljöfråga. De svenska fosfor- och kväveflödena kommer ensamma knappast att märkbart kunna förvärra övergödningssproblematiken inom landets gränser. För att förbättra tillståndet i ekosystemen måste dock ytterligare åtgärder vidtas mot framförallt kväveutsläppen. Inte minst gäller detta Östersjön, vilket gör att alla länder runt vårt innanhav måste koordinera sina åtgärder. För att minska övergödningen i de västsvenska kustvattnen är det emellertid huvudsakligen inhemska åtgärder som behövs.

### *Frisk luft*

Trafikvolymerna ökar fram till år 2015, men bränsleförbrukningen ökar inte lika kraftigt. Samma utveckling kan skönjas gällande de övriga bränslen som i olika slags förbränningsprocesser påverkar koncentrationer av potentiellt hälsovådliga och miljöpåverkande ämnen i luften. Energianvändningen ökar trots den kontinuerliga energieffektiviseringen i och med att ekonomins tillväxttakt är högre än den antagna

energieffektiviseringstakten. Med Kyotorestriktionen minskar den totala bränsleanvändningen med 3 procent, istället för den ökning med drygt 13 procent som sker om inga restriktioner förekommer.

Utsläppen av kväveoxider följer bränsleanvändningen väl i modellen. Det faktum att den del av bilparken som fortfarande är utan katalytisk avgasrening successivt kommer att skrotas och att alla nya bilar når upp till de högt ställda kväveoxidsutsläppskraven syns inte i modellen. För att få ned kväveutsläppen ytterligare, vilket krävs om Sverige ska leva upp till de mål som förhandlas fram mellan de europeiska länderna i Geneve,<sup>38</sup> kommer en rad andra åtgärder också att behöva sättas in. Det kan t.ex. komma att gälla avgaskrav för andra fordon och arbetsredskap och ännu bensinsnålare motorer. Om de redan idag höga halterna av marknära ozon ska kunna minska måste förutom kväveoxider också utsläppen av flyktiga organiska ämnen minska.

Utsläpp av partiklar, som anses vara de som idag har störst effekt på hälsan, är huvudsakligen förknippade med olika former av förbränning. En miljöpolitik som syftar till att minska ett utsläpp kan således minska även andra föroreningar. En förutsättning för friskare luft i Sverige, speciellt i Götaland, är att inte bara Sverige, utan också våra grannländer kommer tillrätta med sina utsläppskällor.

#### *Grundvatten av god kvalitet*

Grundvattenkvaliteten avgörs av hur jordbruket, industrin och konsumenterna i övrigt organiserar dels sin vattenanvändning, dels sin avlopps- och avfallsdeponihantering. I jordbruket gäller det delvis bevattning eftersom det i några jordbruksområden redan råder vattenbrist, dels användning av ämnen som kan läcka ut från jordarna och ned i grundvattenreservoarerna. Jordbruksproduktionen förväntas inte öka de närmaste decennierna enligt modellkörningarna. Med bättre handhavande av gödsel och bekämpningsmedel och att allt större arealer ställs om till ekologisk odling bör påverkan från jordbruket på grundvattnet kunna minskas.

I andra kustnära områden är det snarare konsumenternas överanvändning som hotar grundvattenkvaliteten, främst i form av saltvatteninträngning. Den demografiska utvecklingen tyder inte på att problemet ska förvärras, men urbaniseringen, speciellt i de känsliga skärgårdsområdena runt Stockholm och Göteborg, som hela tiden förtätas, kan ytterligare förvärra grundvattenkvaliteten lokalt.

Allt annat lika bör ökningen av de ekonomiska aktiviteterna innebära att avfalls- och avloppsflöden ökar och att avfallsdeponierna växer till.

<sup>38</sup> Det s.k. kväveprotokollet, som också innefattar svaveldioxid, kolväten och ammoniak.

Det läckage som tros härstamma från gamla och nya deponier, som uppmärksammats i olika lokala miljörelaterade varningar om fiskdöd m.m. riskerar då också att öka, vilket kan komma att påverka grundvattnets kvalitet i ännu större utsträckning än som sker idag. Det pågående kretsloppsarbetet gäller dels vilka ämnen som bör ersättas av andra i tillverkningsprocesser, dels hur man genom producentansvar, sopkällsortering och återanvändning av både material, näringsämnen och energi, förhoppningsvis ska kunna motverka detta. Målet är, förutom att reducera avfalls- och avloppsflödena, också att deras inneboende miljöpåverkan ska minskas genom att allt färre starkt miljöpåverkande ämnen används i samhället.

#### *Levande skogar*

Skogsbruket år 2015 kommer endast svagt att ha ökat sin verksamhet, mätt som förädlingsvärde, enligt modellkörningarna. Att den ökade biobränsleanvändningen inte medför ett större genombrott för skogsbrukets del beror på att den utgör en konstant, och mycket begränsad, del av skogssektorn i modellen. Av de biobränslen som handlas på marknaden ingår dessutom en del avfall och diverse spannmålsrester, vilka dessutom till stor del importerats. Det bör upprepas att den stora andel av skogsbiomassan som används internt i företagen och av hushållen, och som aldrig säljs och köps på marknaden, inte finns med i modellen.

Trädbränsleanvändningen i modellen ökar med 50 procent under 18-årsperioden, och något mer om Kyotorestriktionen införs. Största skillnaden för trädbränsleanvändningen vid en Kyotorestriktion är att el och fjärrvärme ökar sin användning av trädbränsle. Om dessa ökningstal också gäller all annan, intern, trädbränsleanvändning, kommer den totala användningen att öka från 80 TWh till uppemot 120 TWh, vilket är möjligt enligt studier utförda av biobränslekommissionen. Att därutöver öka trädbränsleanvändningen utan att ta på sig stora (alternativ)kostnader är enligt de flesta studier svårt, även om vissa studier säger att potentialen ligger närmare 170 TWh (Sveriges Lantbruksuniversitet - SIMS). Om den totala biobränsleanvändningen ökar så mycket skulle det dock medföra att annan energitillförsel, antagligen från fossilbränslen, trängs undan i samma storleksordning, vilket skulle minska koldioxidutsläppen och underlätta Kyotoprotokollets efterlevnad.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Om ytterligare 40 TWh biobränsle togs ut och ersatte olja skulle oljekonsumtionen minska med närmare 20 procent, vilket skulle leda till att koldioxidutsläppen också minskade med cirka 20 procent. Denna utveckling av det "icke-på-marknaden-sålda" biobränslet kan dock modellen, åtminstone i dagsläget, inte hantera och den finns följaktligen inte med i

Ett ökat biomassuttag anses kunna vara ett stort hot mot bl.a. biodiversiteten om inte uttaget utformas på ett sätt som är förenligt med dels biotopskydd, dels återföring av näringsämnen. Vad som kan hota både skogsnäringsens virkes-, massaveds- och biobränsleförsäljning är också en tilltagande skogsförsurning. Det sura nedfallet har minskat stadigt under några decennier, men i stora delar av Sverige överskrids likväl de kritiska belastningsgränserna. Fortsatta minskningar av nedfallet krävs för att hela det svenska skogsekosystemet ska få en positiv utveckling av skogsmarkens och markvattnets pH-värden. Ju snabbare det sura nedfallet minskar och ju mer det minskar, desto fortare kan pH-värdena återvända till nivåer som inte tros påverka virkestillväxten negativt.

Vad gäller de försurande utsläpp som den ekonomiska utvecklingen i modellkörningarna leder fram till och dess påverkan på skogsförsurningen får några års avsteg från den långsiktiga strategin, att få ned det försurande nedfallet under de kritiska belastningsgränserna, inte så stor betydelse. Om det däremot är fråga om ett definitivt trendbrott, att utsläppen och det sura nedfallet fr.o.m. nu och under de närmaste 50-100 åren kommer att öka istället för att minska, kan effekterna för skogsekosystemet och kostnaderna för skogsbruket bli mycket stora. Det måste dock poängteras att forskarna inte är helt överens om hur sambandet mellan skogsmarkens försurning och trädens tillväxt i praktiken ser ut. Enligt en skogsmodell framtagen inom miljöräkenskaperna<sup>40</sup> skulle, under hela tidsperioden fram till år 2015, skogsbruket totalt dock förlora över 30 miljarder utan en Kyotorestriktion på grund av att försurad mark hindrar virkestillväxten att nå upp till sin "naturliga" nivå. Med en Kyotorestriktion blir förlusterna å andra sidan bara en miljard mindre.

Om däremot nedfallet minskar i takt med de utsläppsreduktioner, som har eller håller på att förhandlas fram i Geneve, inskränker sig förlusterna under dessa två decennier till knappt 25 miljarder. De riktigt stora skillnaderna uppträder dock långt senare. Genevestrategin, där nedfallet minskar med drygt 1 procent per år, leder långsamt men säkert till ett tillfrisknande av redan försurade skogsområden, även om det på sina håll fortfarande blir värre innan förbättringarna inträder.

Framtida händelseförlopp med ökande utsläpp kommer däremot långsamt men säkert att förvärra situationen i de flesta svenska skogsområden.<sup>41</sup> Skogsförsurningen kan komma att kosta närmare

---

modellkörningarna.

<sup>40</sup> Miljöräkenskapsrapport 9 "Svenska miljöräkenskaper för kväve och svavel", KI 1997.

<sup>41</sup> Modellkörningarna pekar på att utan en Kyotoöverenskommelse ökar de försurande utsläppen sammantaget med ungefär 1 procent per år. Med Kyoto-



100 miljarder för skogsägarna totalt sett innan alla problem har läkt ut, även om utsläppen och nedfallet minskar i den takt som Geneve-förhandlingarna föreslagit, dvs. med drygt en procent om året. Om istället nedfallet ökar över tiden blir också kostnaderna allt större i takt med att allt fler skogsområden om några decennier har så sura jordar att virkestillväxten kan påverkas. Att skogsförsumningsproblemet drar ut på tiden i ytterligare något hundratal år syns emellertid knappt i de nuvärdesberäknade kostnadskalkylerna på grund av den använda diskonteringsräntan på två procent. Kostnaderna för skogsägarna kan inom ett par decennier dock uppgå till i storleksordningen fem miljarder kronor om året i dagens penningvärde ifall utsläppsnivåerna ökar istället för att minska.

#### *Levande sjöar och vattendrag*

Större avsatta arealer, ett svagt krympande jordbruk, närmast konstanta skogsbruks- och fiskesektorer, och ett fortsatt stopp för vattenkraftsutbyggnaden bör vad gäller livsförutsättningarna för de sötvattenslevande arterna kunna uppväga att resten av ekonomin växer. I och med att ekonomins tillväxt alltmer verkar centreras till de större tätorterna kan givetvis lokala problem uppstå. Om miljömedvetenheten i sektorerna tilltar och detta också kommer till uttryck i verksamheten, t.ex. genom det kretsloppsarbete som beskrevs ovan i grundvattenavsnittet, bör på sikt t.o.m. situationen i sötvattens ekosystemen överlag kunna förbättras. Detta förutsätter dock att försurningen eller övergödningen inte tilltar.

#### *Hav i balans samt levande kust och skärgård*

Fisket som näringsgren ökar bara svagt under den kommande tjuugoårsperioden, vilket i modellen inte har att göra med att utfiskning begränsar fångsterna utan med att avsättningsmöjligheterna inte är högre. Om inte hänsyn tas till fiskens reproduktionsmöjligheter kan eventuellt ett överfiske av vissa hotade arter ske, som riskerar att ytterligare försvåra framtidsutsikterna för fiskesektorn. Sjöfarten finns inte specificerad i modellen, men de sammantagna transportvolymerna ökar, om än inte riktigt lika kraftigt ifall en Kyotoresriktion införs. Nedfallet av föroreningar från luften ökar, men inte alls lika mycket om Kyotoprotokollet följs. Avrinningen från land av icke önskvärda ämnen beror på hur det kretsloppsarbete som beskrivits ovan utfaller. De andra påverkanskällor som är av betydelse rör buller, oljespill, stranderosion från sjöfarten, och slitage från turism och rekreation.

---

restriktionen ökar de med cirka 0,5 procent per år.

### *En giftfri miljö*

Många av de kemikalieanvändande sektorerna, bl.a. kemisektorn själv, växer fortare än ekonomin som helhet. Om farliga ämnen ska ersättas med relativt sett mindre farliga ämnen, behöver detta inte innebära något problem. Snarare är en växande kemisektor, åtminstone om den arbetar med att ersätta ändliga råvaror med bioråvara, ett sätt att utveckla välfärden inom ramen för t.ex. Kyotoprotokollet. Vad som är viktigt är dock att minska tillförseln av toxiska ämnen till samhället och de omgivande ekosystemen och att helt upphöra med tillförsel av mycket giftiga och icke-nedbrytbara ämnen. De farliga tungmetaller vars användning enligt Miljödepartementet ska upphöra inom en generation, dvs. 20-30 år, tillhör dessa ämnen. Framförallt är det halterna av kadmium och kvicksilver som inte kan tillåtas öka. Dessutom gäller det att hantera upplagringar av tidigare utsläpp som återfinns, dels inbyggt i samhällets infrastruktur, dels nedgrävt i deponier eller på fabriksomter.

### *En säker strålmiljö*

Utvecklingsarbetet inom industrin syftar till att minimera den strålning som användare utsätts för, vilket är viktigt med tanke på den markanta ökning av allehanda verkstads- och elektronikprodukter, som modellkörningarna visar på. Under perioden kommer de första kärnkraftsverken att uppnå sin 40-årsdag, vilket är den ålder när de antas tas ur bruk, om inga politiska beslut om en förtida avveckling kommer innan dess. Under perioden kommer, oavsett när avvecklingen inleds och hur den sedan sker, de flesta av reaktorerna troligen att ha varit igång en huvuddel av de 15 driftsår som återstår fram till år 2015. Detta gör att lagret av uttjänt kärnbränsle och övrigt material som smittats med radioaktivitet, som därför måste omhändertas och slutförvaras på något lämpligt sätt, kommer att ha ökat och vara knappt dubbelt så stort som idag.

### *Ett rikt odlingslandskap*

Jordbrukets produktion antas minska något. De ökande halterna av marknära ozon, som riskerar att framkallas av ökade kväveoxidutsläpp, kan också minska avkastningen från de uppodlade arealerna. Kraven från nedströms liggande ekosystem, att kväve- och fosforläckaget måste minska, kan ytterligare lägga en hämsko på jordbruksproduktionen. Samtidigt har det framhållits i regeringsförklaringen att jordbruket är en framtidsbransch. Där framhålls också att i ett framtida hållbart samhälle ska jordbruket med minsta möjliga miljöpåverkan tillhandahålla inte bara mat, utan också bioråvara för material och energiändamål, och ett öppet kulturlandskap.

### *Skyddande ozonskikt*

Sverige har slutat att tillverka och använda CFC, den mest ozonnedbrytande substansen. Några av ersättningssubstanserna, som fortfarande är ozonnedbrytande, men i mycket mindre omfattning, används ännu. De ska emellertid vara helt avvecklade före år 2015.

### *Myllrande våtmarker*

Precis som för grundvattnet och sötvattensystemen är det främst ett ökat eller intensifierat jordbruk och skogsbruk som hotar våtmarkerna, även om luftburna utsläpp också kan ha en stor negativ påverkan. Men om grundvattnet och sötvattensystemens biodiversitet skyddas, samtidigt som jordbruket minskar och skogsbruket bara svagt ökar sin verksamhet är förutsättningen för fortsatt myllrande våtmarker goda.

### *Storslagen fjällmiljö*

Ökade luftburna utsläpp utgör en ökad stress för fjällvärldens känsliga ekosystem. Speciellt de försurande utsläppen måste minska för att rädda fiskbestånden i fjällsjöarna, som far mycket illa i de surstötter som kommer med snösmältningen varje år.

### *God bebyggd miljö*

Ökade trafikvolymerna orsakar utsläpp, buller och tvingar fram en utbyggnad av infrastrukturen, som förtätar områden som ofta redan saknar gröna lungor i form av parker och oexploaterade gröna kilar i bebyggelsen. Att med nya kommunikationslösningar tillfredsställa alla samhällets transportbehov utan att utarma städernas grönområden är en viktig framtida utmaning.

Sammantaget pekar den ekonomiska utvecklingen som skisseras i modellen på behovet av att föra en miljöpolitik som syftar till att försöka minska varje producerad BNP-kronas miljöpåverkan. Lyckas man inte med det kommer otvetydigt miljöproblemen att förvärras i takt med att ekonomin växer. På i stort sett alla miljöområden har man dock lyckats med att minska en given producerad varus eller tillhandahållna tjänsts miljöpåverkan. På de flesta områden minskar dessutom miljöpåverkan i en snabbare takt än ekonomin växer, vilket sörjer för att ekonomins totala miljöpåverkan minskar. Vad gäller koldioxidutsläppen, som inte går att rena, sker inte detta automatiskt. För att få ned koldioxidutsläppen kommer (miljöekonomiska) styrmedel, t.ex. i form av den koldioxidskatt som illustreras i modellkörningarna, att behövas.

## 6 Sammanfattning

Att minska utsläppen av växthusgaser är en av de största utmaningarna på miljöområdet de kommande decennierna. Klimatmålet är förmodligen också det mest kostsamma av miljömålen. Modellsimuleringarna i denna bilaga fokuserar därför på effekterna på svensk ekonomi fram till år 2015 av en minskning av växthusgaserna enligt Kyotoprotokollet. För Sverige innebär det att växthusgasutsläppen, huvudsakligen koldioxid, inte får vara mer än 4 procent högre än år 1990. Detta innebär att utsläppen får öka med 2,9 procent från 1997 års nivå.

Möjliga åtgärder för att minska koldioxidutsläppen är framförallt effektivisering av energianvändningen, men också byte av energislag. Byte till fossila bränslen med lägre kolintensitet kan bidra till minskade koldioxidutsläpp, liksom naturligtvis förnybara energikällor. I dagsläget är det biobränsle som anses ha den största potentialen.

De ovan nämnda möjligheterna att begränsa koldioxidutsläpp studeras med hjälp av Konjunkturinstitutets jämviktsmodell EMEC. Detta analysredskap beskriver de ekonomiska sambanden mellan energisektorerna, näringslivet och hushållen. De kan därmed ge en konsistent bild av de effekter på näringslivsstrukturen som uppkommer om priserna ändras. Modellresultaten visar även förändringar i de makroekonomiska variablerna som BNP, privatkonsumtion, export, import och investeringar. I EMEC är energianvändningen och utsläppsintensiteten i de olika sektorerna specificerade, vilket möjliggör miljöpolitiska analyser.

De miljöekonomiska modellsimuleringarna i denna bilaga belyser effekterna på Sveriges ekonomi när en restriktion på koldioxidutsläppen införs i ett referensscenario. Den ekonomiska utveckling som skisseras i referensscenariot ("business as usual") innebär att ekonomin växer med drygt 40 procent eller med 1,9 procent per år fram till år 2015. Vissa branscher, som tjänstesektorn och verkstadsindustrin, antas få en stark tillväxt, medan t.ex. primärnäringsarna knappt antas växa alls. Dessa antaganden är mycket centrala för modellresultaten. Exempelvis skulle en annorlunda utveckling med större tillväxt för energiintensiv industri på bekostnad av tjänstenäringsarna betyda ökade kostnader för att nå koldioxidmålet.

I modellsimuleringarna höjs den nuvarande koldioxidskatten (med bibehållande av undantagen för industrin och elproducenterna) till den nivå som krävs för att Sverige ska uppfylla Kyotoöverenskommelsen. Den höjda koldioxidskatten förändrar prisrelationerna i ekonomin och därmed förändras sektorernas produktionsbeslut. Effekten av denna anpassning är bland annat att en mindre mängd bränsle efterfrågas och byten mellan bränsle med hög kolintensitet och bränslen med låg kolintensitet sker. Det sker även en viss strukturomvandling i ekonomin, från energiintensiva sektorer som petroleumraffinaderier, kemisk industri samt massa- och pappersindustri till branscher som använder relativt sett mindre energi och därmed avger mindre koldioxid.

Förutsatt att ekonomin anpassar sig fullt ut till de nya priserna kommer BNP år 2015 att vara drygt sju miljarder kronor lägre om Kyotoöverenskommelsen följs jämfört med referensscenariot. Om det finns omställningssvårigheter i ekonomin ökar kostnaderna. I ett scenario med lönestelhet, dvs. att lönebildningen omöjliggör sänkta reallöner, blir kostnaderna nästan tre gånger så höga.

Modellresultaten visar även att ett alternativt skattesystem, som baserar sig på skatteväxlingskommitténs modell, kan förändra energianvändningen i ekonomin relativt kraftigt. De samhällsekonomiska kostnaderna för att upprätthålla Kyotoprotokollet blir något lägre än med nuvarande skattesystem i de två scenarierna där tillverkningsindustrin och el- och fjärrvärmesektorn endast betalar 50 respektive 30 procent av totala koldioxidskatten. Detta är en effekt av att el- och fjärrvärmesektorn behandlas likvärdigt med tillverkningsindustrin och får därmed ett lägre skattetryck, vilket ger positiva effekter på resten av ekonomin.

Ytterligare ett alternativt system studeras, där alla aktörer inom landet får köpa utsläppsrätter. Även de som tidigare varit undantagna eller haft nedsatt skatt omfattas av systemet. Detta motsvarar enhetlig koldioxidskatt och innebär att marginalkostnaderna för att reducera utsläppen minskar, eftersom alla är med och bär skattebördan. Generellt sett gäller att ju fler som är med och betalar skatten, desto lägre koldioxidskatt behövs för att Sverige ska kunna uppfylla Kyotoöverenskommelsen. Å andra sidan drabbas industrin och exporten hårdare, vilket gör att tillväxten i ekonomin blir svagare än i fallet utan nationell handel med utsläppsrätter.

I EMEC modelleras omvärlden exogent och representeras av världsmarknadspriserna. I dessa scenarier antas att världsmarknadspriserna inte förändras mellan referensfallet och scenariot där Sverige uppfyller Kyotoprotokollet. Detta innebär att Sverige ensidigt får ökade kostnader. Om alla andra länder, inklusive u-länderna, också fick högre produktionskostnader skulle det gynna svensk export. Utrikeshandels-effekterna är dock mer komplicerade än så, eftersom ökade kostnader utomlands innebär att den svenska importen blir dyrare. Det är därför svårt att analysera totaleffekten i en modell med bara ett land. Generellt sett är det dock dyrare att minska koldioxidutsläppen i Sverige än i de flesta andra länderna som deltar i Kyotoöverenskommelsen, på grund av att vi i Sverige redan har genomfört de enklaste och billigaste åtgärderna. För att belysa sannolika ekonomiska konsekvenser av global strävan efter att minska koldioxidutsläpp simuleras också internationell handel med utsläppsrätter för koldioxid.

I modellberäkningarna sker internationell handel med utsläppsrätter till priser som understiger de svenska marginalkostnaderna för att minska koldioxidutsläppen till den nivå som Kyotoprotokollet föreskriver. Konsekvensen är att kostnaderna för samhällsekonomin, mätt som tillväxttakt, minskar. Om utsläppsrätterna kostar 50 dollar/ton koldioxid, ungefär lika mycket som dagens svenska koldioxidskatt, skulle Sverige i modellen välja att nästan inte minska sina utsläpp alls och följaktligen köpa sig ett stort antal utsläppsrätter. Det skulle minska kostnaderna markant, men det skulle å andra sidan försämra statens skatteintäkter och tränga undan annan import. Hamnar utsläppsrättspriset på 100 dollar/ton reducerar Sverige ungefär 4/5 av utsläppen på hemmaplan och köper den resterande femtedelen från utlandet. Eftersom utsläppshandel innebär att mer fossila bränslen används i Sverige, är en konsekvens av att nedfallet av andra förbränningsrelaterade utsläpp som svaveldioxid och kväveoxider inte minskar här i samma utsträckning som de hade gjort om Sverige självt minskat sina koldioxidutsläpp.

Att uppfylla Kyotoöverenskommelsen har alltså positiva bieffekter i form av minskade utsläpp av andra ämnen. För att nå upp till miljömålen för dessa ämnen krävs dock mer än så. Därför har miljötillståndet år 2015 också beskrivits utifrån de 14 miljömål som Sverige satt upp förutom klimatmålet.

De olika former av miljöpåverkan som miljömålen omfattar har generellt sett minskat. Miljötillståndet har däremot inte förbättrats i motsvarande grad, dels på grund av att naturen läker långsamt, dels på grund av att nedfallet av föroreningar fortfarande ligger över de kritiska belastningsgränserna i vissa fall.

Den minskade försurningen till följd av Kyotorestriktionen uppskattas ha ett monetärt värde på cirka en miljard för skogssektorn i form av en bättre virkestillväxt för hela perioden 1997-2015. I övrigt kan inte miljövinster av utsläppsminskningarna i EMEC-simuleringarna tolkas i form av monetära intäkter. Detta beror för det första på att sambanden mellan miljöpåverkan och ekosystemens tillstånd i de allra flesta fall är svåra att mäta, och för det andra att många tillståndsförändringar i ekosystemen är svåra att värdera i ekonomiska termer. Förändringarna sker dessutom ofta över ett längre tidsspann än det som Långtidsutredningen behandlar.

Det kan ändå konstateras att växthuseffekten troligtvis kommer att gynna det svenska skogsbruket och jordbruket nationellt på grund av att de något karga växtbetingelserna förbättras. Den individuella risken för bönder och skogsägare kommer dock att öka p.g.a. de större vädervariationerna och ökade växtangrepp av olika slag. Ekosystemen kan också komma att störas av den snabba förändringstakten i klimatet. De verkliga farorna finns dock på andra håll i världen, där ett varmare klimat kan få stora negativa effekter.

## Referenser

- Barret, S. (1998) Political Economy of the Kyoto Protocol, *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 14, no.4.
- Bohm, P. (1998) *International Greenhouse Gas Emission Trading – With Special Reference to the Kyoto Protocol*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Böhringer, C., G.W. Harrison, och T. Rutherford (1998) *Sharing the Burden of Carbon Abatement in the European Union*, Paper presented at the joint IEW/EMF workshop on Integrated Assessment of Climate Change, Vienna, June 23-25, 1997.
- COM(1997)481, EU-commission.
- Cramton, P. och S. Kerr (1998) *Tradable Carbon permit Auction: How and Why to Auction Not Grandfather*, Discussion Paper 98-34, Resources for the Future.
- EiE (1996), Energy in Europe, *European Energy to 2020 – A scenario Approach*, Brussels.
- Energimyndigheten (1998) *Energiläget i Siffror*, Statens energimyndighet, Stockholm.
- European Commission (1998) *Domestic Tradable Quotas as an Instrument to reduce Carbon Dioxide Emissions, Proceedings*, EU RTD in Human Dimensions of Environmental Change Report Series EUR (18451).
- Finansdepartementet (1998) *Utredning av konsekvenserna av en ny energiskattemodell, deluppdrag 2*, ÅF-energikonsult Stockholm AB, Stockholm.
- Gerdholm, T. R. (1998) *Klimatpolitik efter Kyotomötet*, SNS, Stockholm.
- Interagency Analytical Team (1997) *Economic Effects of Global Climate Change Policies*, Results of the Research Efforts of the Interagency Analytical Team, May 30, 1997. Washington D.C.
- IPCC(1996) *Climate Change 1995*, Cambridge University Press.
- Jensen, J. (1998) *Carbon Abatement Policies with Assistance to Energy Intensive Industry*, MobiDK Project, Ministry of Business and Industry. <http://www.gams.com/projects/dk/mobidk.htm>



- Jensen, J. och T.N. Rasmussen (1998) *Allocation of CO2 Emission Permits: a General Equilibrium Analysis of Policy Instruments*, MobiDK Project, Ministry of Business and Industry.
- Kram, T. (1998) *The Energy Technology Systems Analysis Programme: History, the ETSAP Kyoto Statement and Post-Kyoto Analysis*, Paper presented at OECD Workshop "Climate Change and Economic Modelling: Background Analysis for the Kyoto Protocol", Paris, September 17-18, 1998.
- Manne, A.S. och R.G. Richels (1998) *The Kyoto protocol: A Cost-effective Strategy for Meeting Environmental Objectives?* Stanford University, EPRI, July 27, 1998.
- Miljöräkenskaper (1998) *Indikatorer för hållbar utveckling – en pilotstudie*, Rapport 1998:11, SCB, Stockholm.
- Mullins, F. och R. Baron (1997) *International Greenhouse Gas Emission Trading*, Annex I Expert Group on the United Nations Framework Convention on Climate Change, Working Paper No. 9, OECD/GD(97)76.
- Naturvårdsverket (1998) *de facto*; 98, Naturvårdsverket Stockholm.
- Naturvårdsverket (1996a) *Reduktion av svavelutsläppen efter år 2000 Fortsatt arbete med åtgärder och styrmedel*, Rapport 4645, Naturvårdsverket Stockholm.
- Naturvårdsverket (1996 b) *Minska utsläppen av koldioxid – kostnadseffektiva åtgärder*, Rapport 4632, Naturvårdsverket Stockholm.
- Naturvårdsverket (1993) *Monitor 13 - Nordens miljö*, Naturvårdsverket Stockholm.
- NUTEK (1997) *Klimatrapport 1997*, R1997:29, NUTEK Stockholm.
- NUTEK (1997a) *Effekter av ökad biobränsleanvändning En sammanställning av kunskapsläget*, R1997:37, NUTEK Stockholm.
- NUTEK (1997b) *Elmarknaderna runt Östersjön 1997*, R1997:81, NUTEK Stockholm.
- NUTEK (1996) *Resultat och möjligheter*, Effektivare Energianvändning, NUTEK och Energianvändningsrådet, NUTEK Stockholm.
- NUTEK (1995) *Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer*, del1 och del2, Underlagsmaterial till Energikommissionen. NUTEK Stockholm.
- OECD (1998) *Economic Modelling of Climate Change*, OECD Workshop Report, Paris, September 17-18, 1998.
- OECD(1997) *The World in 2020- towards a new global age*, OECD, Paris, France.

- 
- Parry, I, Williams, R. och L. Goulder (1997) *When Can carbon Abatement Policies Increase Welfare? The Fundamental Role of Distorted Factor Markets*, Working Paper 5967, National Bureau of Economic Research.
- Schmid, G. och P. Schaumann (1998) *Burden Sharing in a European Framework – carbon Reduction Strategies for 13 European Countries*, ETSAP Proceedings, Berlin, May 4-5, 1998.
- SOU (1995) *Omställning av energisystemet - Slutbetänkande av Energikommissionen*, SOU 1995:139, Fritzes, Stockholm.
- SOU(1997) *Skatter, miljö och sysselsättning*, SOU 1997:11, Fritzes, Stockholm.
- Statistiska centralbyrån (1993) *Naturmiljön i siffror*, SCB, Stockholm.
- UNCTAD (1998) *Greenhouse Gas Emissions Trading, Defining the Principles, Modalities, Rules and Guidelines for Verification, Reporting & Accountability*. UNCTAD, August 1998.
- Wiener, J. (1998) *Designing Markets for International Greenhouse Gas Control*, Resources for the Future.