

Tillväxt och miljö — en studie av målkonflikter

Ur KB:s samlingar

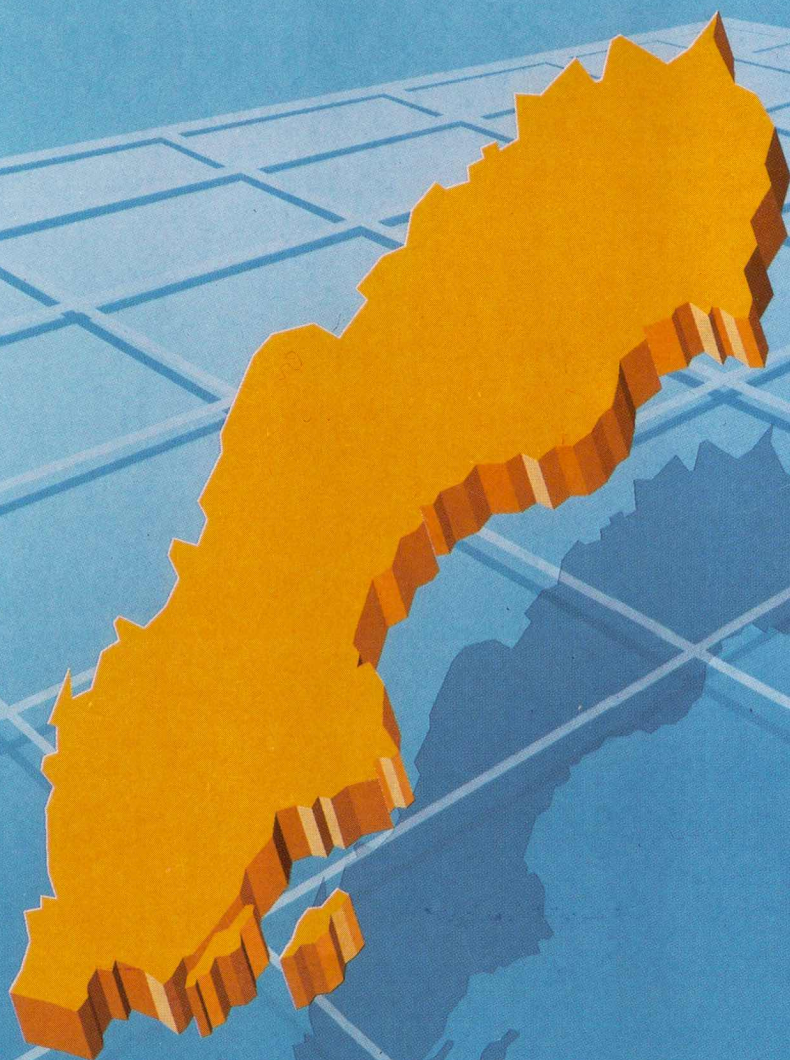
Digitaliserad år 2015



National Library
of Sweden

Bilaga 9 till LU90

Tillväxt och miljö — en studie av målkonflikter



Bilaga 9 till LU90

Ref 103

Occ

Son

199014



Finansdepartementet
Söckholm 1989

Tillväxt och miljö en studie av målkonflikter

Lars Bergman

Bilaga 9 till Långtidsutredningen 1990

Allmänna Förlaget har utgivit en bibliografi över SOU och Ds som omfattar åren 1981–1987. Den kan köpas från förlagets Kundtjänst, 106 47 STOCKHOLM.

Best. nr. 38-12078-X.

Beställare som är berättigade till remisseexemplar eller friexemplar kan beställa sådana under adress:

Regeringskansliets förvaltningskontor

SOU-förrådet

103 33 STOCKHOLM

Tel: 08/63 23 20 Telefontid 8¹⁰ – 12⁰⁰ (externt och internt)

08/763 1005 12⁰⁰ – 16⁰⁰ (endast internt)

Norstedts Tryckeri
Stockholm 1989
ISBN 91-38-10452-0
ISSN 0375-250X

Förord



Långtidsutredningen 1990 utarbetas inom finansdepartementets strukturpolitiska enhet. I samband med utredningen har ett antal specialstudier genomförts. Huvuddelen av dessa publiceras som bilagor till utredningens huvudrapport.

Föreliggande bilaga har utarbetats av Professor Lars Bergman, Handelshögskolan i Stockholm.

I bilagan analyseras effekterna på den svenska ekonomin under 1990-talet av kärnkraftsavvecklingen och av att de mål som riksdagen lagt fast med avseende på utsläpp av koldioxid, kväve och svavel uppfylls. Analysen baseras på ett antal räkneexempel utförda med hjälp av en numerisk modell för den svenska ekonomin. Inom ramen för denna modell belyses också effekter på näringslivets strukturomvandling.

Ansvaret för långtidsutredningens bilagor och för de bedömningar de innehåller vilar på respektive författare. Av den kommande huvudrapporten framgår hur bilagorna använts i utredningens arbete.

Finansdepartementets kontaktman har varit departementssekreteraren Yvonne Fredriksson.

Stockholm i november 1989

Lars Heikensten
Departementsråd

Innehåll

1. Syfte och uppläggning	7
2. Tillväxt, miljö och miljöpolitik	11
3. En modell av den svenska ekonomin	15
Allmänt	15
Resurser	15
Utbud av produktionsfaktorer	16
Sektorer	16
Faktorssubstitution och teknisk utveckling	20
Miljöutsläpp och utsläppsbegränsning	20
Empiriskt underlag	21
4. Gemensamma förutsättningar för kalkylerna	23
Kapitalbildning, arbetskraftsutbud och teknisk utveckling	23
Världsmarknadspriser och världsmarknadsförhållanden	24
Sektorn Värme & Vatten	25
Sektorn rening	25
5. Projektioner av den svenska ekonomins utveckling	27
Specifika förutsättningar för projektionerna	27
Definition av de studerade fallen	29
Utveckling av BNP och elanvändning	29
Utvecklingen på sektornivå	32
Utsläpp av svavel, kväve och koldioxid	33
6. Ekonomiska konsekvenser av utsläpps- begränsningar	35
Effekter på BNP och elanvändning	35
Effekter på globala utsläpp	36
Effekter på sektornivå	37
Marginella kostnader för utsläppsbegränsning	39

7. Slutsatser	41
Appendix 1	45
Appendix 2	59
Referenser	61

1. Syfte och uppläggning¹

Syftet med denna utredning är att analysera hur ett antal specifika miljöpolitiska mål och handlingsprogram kan väntas påverka huvuddragen i Sveriges ekonomiska utveckling de närmaste decennierna. Speciellt är avsikten att i kvantitativa termer belysa målkonflikter i den långsiktiga ekonomiska politiken, särskilt möjligheterna att samtidigt realisera de miljöpolitiska målen och mål knutna till bruttonationalproduktens (BNP) tillväxt och näringslivets struktur. Genomgående anläggs ett helhetsperspektiv på den ekonomiska utvecklingen, dvs. analysen avser såväl produktionens inriktning och resursernas fördelning mellan olika sektorer som priserna på produkter och produktionsfaktorer. Tidsperspektivet är tiden vid och efter sekelskiftet.

De aktuella miljöpolitiska målen grundas på beslut i Sveriges riksdag och kan sammanfattas i följande lista över restriktioner på utsläppen av vissa föroreningar eller på utnyttjandet av en viss resurs eller teknologi:

- De fyra ännu ej exploaterade Norrlandsälvarna skall skyddas från vattenkraftutbyggnad.
- All elproduktion baserad på kärnkraft skall avvecklas före 2010 och avvecklingen skall inledas under mitten av 1990-talet.
- Utsläppen av svaveloxider (SO_x) skall begränsas med 65 %² mellan 1980 och 1995.
- Utsläppen av kväveoxider (NO_x) skall begränsas med 50% mellan 1980–1986³ och 1995.
- Utsläppen av koldioxid (CO_2) skall inte överstiga den nivå som gällde 1988.

En miljöpolitisk strategi som leder till att dessa mål uppfylls har två slag av konsekvenser. För det första påverkas tillgången på olika slag av "miljökvalitet", dvs. halter av olika föroreningar i luft och vattendrag, påverkan på människors hälsa, inverkan på flora och fauna etc. Dock är sambanden mellan kvantitativa restriktioner av de här aktuella slagen och tillgången på "miljökvalitet" långt ifrån klarlagda. Icke desto mindre är detta miljöpolitikens intäktsida.

För det andra uppstår samhällsekonomiska kostnader och olika strukturanpassningar till följd av de miljöpolitiska restriktionerna. Dessa effekter, som alltså är miljöpolitikens kostnadssida, har sin grund i att miljöskyddsåtgärder kräver resurser som skulle kunna användas för andra konsumtions- eller investeringsändamål. Den ökade tillgången på olika former av "miljökvalitet" har alltså ett pris i form av minskad tillgång på andra nyttigheter.

En fullständig analys av ett miljöpolitiskt handlingsprogram bör innefat-

¹ Författaren är professor i nationalekonomi vid Handelshögskolan i Stockholm. Civilekonom Annika Persson har tagit fram och bearbetat delar av det empiriska underlaget till denna utredning samt skrivit Appendix 2.

² Riksdagen har också uttalat sig för en begränsning av dessa utsläpp med 80% av 1980 års nivå fram till sekelskiftet.

³ I detta fall har riksdagen inte angett basåret närmare än till perioden 1980–1986. I de kalkyler som redovisas längre fram i rapporten förutsätts emellertid att reduktionen av NO_x -utsläppen skall vara 50% av 1980 års nivå.

ta såväl intäktssidan som kostnadssidan. Vidare beror slutsatserna av en sådan analys inte på kostnadernas eller intäkternas absoluta storlek, utan på relationen mellan de kostnader och intäkter som programmet väntas leda till. Dessvärre är det inte möjligt att med godtagbar precision beräkna och värdera de intäkter i form av bättre "miljökvalitet" som åtgärdsprogram av det här aktuella slaget kan leda till. Av detta skäl är den analysen här begränsad till miljöpolitikens kostnader.

För att analysen och beräkningsresultaten skall bli meningsfulla måste emellertid kostnaderna relateras till en norm; det måste med andra ord vara möjligt att avgöra huruvida en beräknad kostnad är att betrakta som "stor" eller "liten". Det är inte uppenbart vilken norm som då skall användas.

Ett rimligt alternativ är att undersöka om kostnaderna för att realisera de miljöpolitiska målen är av en sådan omfattning att något annat mål för den ekonomiska politiken hotas. Man kan med andra ord undersöka om det föreligger konflikter mellan de miljöpolitiska målen och andra centrala mål för den ekonomiska utvecklingen i Sverige, speciellt mål relaterade till tillväxten i BNP.

En sådan analys av målkonflikter förutsätter emellertid att det finns mål för den ekonomiska tillväxten. Några explicita mål för den framtida tillväxten i BNP finns dock inte. Ändå kan man på goda grunder hävda att den tillväxttakt som varit normal under en längre tid etablerar ett slags implicit tillväxtmål. Några siffror kan ge en antydning om innebörden av ett sådant implicit tillväxtmål.

År 1900 uppgick BNP till ungefär 39 miljarder kronor i 1980 års prisnivå. Det betyder att BNP per capita var 7 600 kronor. Sedan dess har den genomsnittliga tillväxttakten i BNP varit 3,1 % per år, vilket innebär att 1987 års BNP (i 1980 års prisnivå) var nära 597 miljarder kronor. Spegelbilden av denna ökning av produktionen är växande reala inkomster för landets invånare. Mätt som BNP per capita ökade de reala inkomsterna med i genomsnitt 2,6 % per år från sekelskiftet fram till 1987. Det betyder att genomsnittssvensken kunde förfoga över ca nio gånger mer reala resurser 1987 än vid sekelskiftet. För Sveriges del kan 1900-talet med andra ord betraktas som en så gott som obruten period av snabb ekonomisk tillväxt. Dock har tillväxttakten avtagit markant under det senaste decenniet då den genomsnittliga tillväxttakten varit knappt 2 % per år.

Den långa perioden med ekonomisk tillväxt är något som i hög grad har påverkat levnadsbetingelserna i Sverige. Alla nu levande svenskar har levt sitt liv i ett samhälle präglat av ständigt ökande materiell levnadsstandard. Den ekonomiska tillväxten har blivit en del av tillvaron, en självklarhet som i hög grad präglar förväntningarna om framtiden. Ett exempel på detta är att ATP-systemet har en sådan konstruktion att det i praktiken förutsätter ekonomisk tillväxt i ungefär den takt som har varit normal under efterkrigstiden, dvs. 2–3 % per år.

En ekonomisk utvecklingsfas med långsam eller ingen tillväxt i BNP skulle med all sannolikhet innebära en stor omställning i samhället. En rimlig slutsats är därför att det finns ett implicit tillväxtmål som innebär att BNP långsiktigt bör växa med åtminstone 2 % per år. En huvudfråga i utredningen är således om de angivna miljömålen är förenliga en tillväxt-

takt i BNP som uppgår till åtminstone 2 % per år. Om så inte är fallet är det troligt att något eller några av de olika målen, inklusive det implicita tillväxtmålet, med tiden måste revideras. Hur och när detta eventuellt skall ske är dock en fråga som faller utanför ramen för utredningen.

En analys av miljöpolitikens inverkan på den ekonomiska tillväxten kan emellertid inte begränsas till effekterna på BNP. Välfärdseffekterna av ett visst tillväxtförlopp beror ju bland annat på hur tillväxten varierar mellan sektorer och regioner. Behovet att ta hänsyn till utvecklingen på sektornivå synes vara särskilt viktig när det gäller en studie av hur miljöpolitiska mål påverkar den ekonomiska tillväxten. Skälet till detta är att näringslivets olika sektorer skiljer sig markant när det gäller såväl miljöutsläpp som elanvändning per producerad enhet. Effekten av högre elpriser och skärpta miljökrav kan alltså väntas skilja sig markant mellan olika delar av näringslivet.

Detta förhållande speglar de speciella dragen i Sveriges ekonomiska utveckling. Den jämförelsevis rikliga tillgången på malm, skogsråvara och vattenkraft lade tidigt grunden för specialisering på gruvhantering och skogsbruk samt därtill knuten el- och råvaruintensiv stål- och skogsindustri. Under industrialiseringens senare fas skapade den goda tillgången på elenergi till låg kostnad goda förutsättningar även för andra slag av elintensiv basindustri.

Till den konventionella bilden av basindustrierna som råvaru- och energintensiva kan man lägga deras inverkan på den yttre miljön. Den stora material- och energiomsättningen i de aktuella produktionsprocesserna gör att verksamheten är förenad med förhållandevis stora utsläpp av olika föroreningar i luft och vatten. Detsamma gäller kraft- och värmeproduktion baserad på fossila bränslen. Dock kan utsläppen reduceras på olika sätt, vilket också skett till en betydande del (se text Bergman (1989 b)).

Ändå är det uppenbart att de miljöpolitiska målen har ändrat förutsättningarna för fortsatt expansion i de el- och utsläppsintensiva delarna av näringslivet. I den analys som genomförts inom ramen för utredningen har det svenska näringslivet, exklusive energisektorn, därför delats upp i fem olika sektorer och sektorindelningen har gjorts med hänsyn till skillnader i el- och utsläppsintensitet mellan de olika branscherna. Förutom miljöpolitikens effekter på tillväxten i BNP analyseras således även effekterna på sektornivå.

Rapporten är disponerad på följande sätt. Avsnitt 2 ägnas åt en kort principdiskussion om sambanden mellan BNP och tillgången på "miljö kvalitet". Syftet är att klarlägga förutsättningarna för och begränsningarna i den kvantitativa analys som redovisas längre fram i rapporten. Denna analys genomförs med hjälp av en modell av den svenska ekonomin. Modellen beskrivs översiktligt i avsnitt 3 och i detalj i Appendix 1. Avsnitt 4 ägnas åt en redovisning av de antaganden och allmänna förutsättningar som ligger till grund för den kvantitativa analysen.

I avsnitt 5 redovisas ett antal projektioner av den svenska ekonomins utveckling fram till år 2000. Speciellt diskuteras utvecklingen av SO_x -, NO_x - och CO_2 -utsläppen i förhållande till de av riksdagen angivna målen. Det visar sig då att dessa mål inte kan uppnås utan särskilda miljöpolitiska åtgärder. I avsnitt 6 analyseras därför effekterna på den ekonomiska ut-

vecklingen av miljöpolitiska åtgärder som gör att målen uppnås. Återigen rör det sig om ett antal projektioner av den ekonomiska utvecklingen under återstoden av detta sekel.

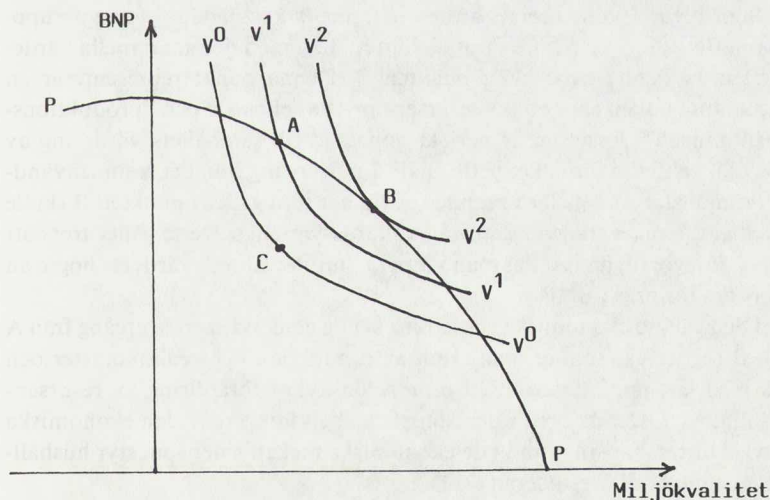
De modellbaserade analyser som redovisas i avsnitten 5 och 6 leder till kvantitativa uppskattningar av olika effekter under olika betingelser. Av naturliga skäl bygger modellanalysen på en rad förenklande förutsättningar och det finns mekanismer och reaktionsmönster i ekonomin som kan vara svåra eller omöjliga att ta hänsyn till i en formaliserad analys. Det finns därför skäl att diskutera kalkylresultaten i ett vidare perspektiv. Detta görs i avsnitt 7, där även de sammanfattande slutsatserna redovisas.

2. Tillväxt, miljö och miljöpolitik

Diskussionen i det inledande avsnittet antydde att det finns en motsättning mellan "miljö kvalitet" och ekonomisk tillväxt; bättre miljö måste köpas till priset av lägre ekonomisk tillväxt. Detta understryks av att det konventionella BNP-måttet inte innefattar tillgången på nyttigheten "miljö kvalitet". Ändå måste god miljö rimligen vara något som ingår i ett mått på den materiella välfärden i ett land. Mot denna bakgrund och som utgångspunkt för de kalkyler som redovisas längre fram i rapporten finns det skäl att här närmare precisera sambanden mellan BNP, "miljö kvalitet" och "välfärd".

En enkel figur kan läggas till grund för resonemanget. Kurvan PP i Figur 1 är en variant av en sk produktionsmöjlighetskurva. Tillgången på realkapital, arbetskraft, energi, råvaror och tekniskt kunnande samt, inte minst, möjligheterna att fritt deponera utsläpp och restprodukter i naturen, avgör hur mycket BNP som maximalt kan produceras vid en viss tidpunkt. Tillgången på miljöresurser i vid bemärkelse och belastningen på dessa genom utsläpp och annan miljöpåverkan avgör hur mycket "miljö kvalitet" som är tillgänglig⁴.

Produktionsmöjlighetskurvan illustrerar dels förhållandet att ekonomins samlade resurser och tekniska kunnande vid en given tidpunkt be-



Figur 1. Samband mellan BNP och "miljö kvalitet".

⁴ I många betydelsefulla fall har miljöpåverkan under en period effekter på vilka alternativ som kan väljas i framtiden. Det betyder att transformationskurvans utseende i period 2 beror på vilket val mellan BNP och miljö kvalitet som gjorts under period 1.

gränsar möjligheterna att producera olika nyttigheter, dels att det föreligger ett val mellan olika produktionsinriktningar. I figuren framställs detta som ett val mellan BNP och "miljökvalitet". I verkligheten är det också fråga om att välja innehåll i BNP, dvs. vilka varor och tjänster som skall produceras, liksom att välja mellan olika slag av miljökvalitet.

Kurvan PP anger alla de sätt att utnyttja ekonomins samlade resurser som är effektiva i den meningen att man inte kan framställa mer BNP utan att framställa mindre "miljökvalitet" eller vice versa. Punkterna A och B är således exempel på situationer då ekonomins samlade resurser utnyttjas effektivt, medan C innebär slöseri med en eller flera resurser; det går att uppnå högre "miljökvalitet" utan att minska BNP eller vice versa. Punkter till vänster om den lodräta axeln är ineffektiva trots att de ligger på randen till produktionsmöjlighetskurvan. Detta illustrerar förhållandet att om "miljökvaliteten" blir tillräckligt låg, så reduceras de ekonomiska resursernas produktivitet.

En diskussion om ekonomisk tillväxt i bemärkelsen "ökad materiell välfärd" förutsätter en rangordning av punkterna på och innanför PP. Man måste med andra ord införa ett välfärds-kriterium. Kurvorna V^0V^0 , V^1V^1 och V^2V^2 i Figur 1 representerar samhällets värdering av "miljökvalitet" i förhållande till BNP, dvs. hur mycket BNP som man på marginalen är villig att uppnå för att få tillgång till mer "miljökvalitet" vid olika välfärdsnivåer. Detta reflekterar den grundläggande förutsättningen att "miljökvalitet" är en nyttighet av betydelse för de flesta människors materiella välfärd.

Alla punkter på kurvan V^1V^1 representerar samma välfärdsnivå och tillika en välfärdsnivå som är högre än den som gäller för punkterna på V^0V^0 men lägre än den som gäller för punkterna på V^2V^2 . I verkligheten är våra kunskaper om dessa samband mycket begränsade. Dock är det rimligt att, liksom i Figur 1, utgå från att betalningsviljan för ytterligare "miljökvalitet" faller med ökande tillgång på denna nyttighet och minskande BNP.

Som Figur 1 konstruerats är den marginella kostnaden, i form av uppgiven BNP, för ytterligare "miljökvalitet" lika med den marginella värderingen av denna nyttighet i punkten B. Denna punkt representerar en situation i vilken ekonomins resurser utnyttjas effektivt och "produktionsinriktningen" dessutom är perfekt anpassad till samhällets värdering av "miljökvalitet" i förhållande till BNP. En övergång från det resursanvändningsmönster som gäller i punkten A till det som gäller i punkten B skulle med andra ord vara gynnsam från välfärdssynpunkt. Detta gäller trots att BNP är lägre i B än i A; det man vinner i "miljökvalitet" värderas högre än det som förloras i BNP.

I den gängse ekonomiska statistiken skulle emellertid en övergång från A till B registreras som en reduktion av produktion och realinkomster och därmed lätt uppfattas som en mindre önskvärd förändring av resursanvändningen. Denna brist i den statistiska belysningen av den ekonomiska utvecklingen har sin grund i de ekonomiska mekanismer som styr hushållningen med miljöresurserna.

Det grundläggande skälet till att tillgången på "miljökvalitet" inte inkluderas i de vanliga måtten på ekonomisk aktivitet är att det saknas reguljära

marknadspriser på de aktuella nyttigheterna⁵. Skälet till detta är i sin tur att "miljökvalitet" är sk kollektiv nyttighet, dvs. det är en nyttighet som samtidigt är tillgänglig för många individer och där den ens "konsumtion" inte inkräktar på den andres möjligheter att "konsumera" nyttigheten i fråga.

Principiellt är det emellertid fullt möjligt att integrera tillgången på miljökvalitet i nationalräkenskaperna. Problemen är av praktisk natur. Dock är de praktiska problemen så stora att nationalräkenskaperna under överskådlig tid av allt att döma kommer att vara bristfälliga i detta avseende. Det betyder att en välfärdsorienterad analys av den ekonomiska utvecklingen, även om man bortser från fördelningsaspekter, inte kan begränsas till en analys av tillväxten i BNP.

Samtidigt måste det understrykas att det inte finns någon enkel "korrektionsfaktor" med vars hjälp man kan få ett mer rättvisande mått. Det enda som säkert kan sägas är att om ett visst utvecklingsförlopp entydigt innebär sämre "miljökvalitet", så ger den uppmätta tillväxten i BNP en överskattning av den materiella välfärdens tillväxt. Omvänt gäller att om ett ekonomiskt utvecklingsförlopp innebär entydigt bättre miljökvalitet, så ger den uppmätta tillväxten i BNP en underskattning av den materiella välfärdens tillväxt. Så snart som olika indikatorer på "miljökvalitet" rör sig i olika riktning är situationen emellertid oklar.

Mot bakgrund av denna diskussion är det möjligt att karaktärisera de kalkyler som redovisas längre fram i denna rapport. Dessa är genomförda med hjälp av en modell av den svenska ekonomin. Modellen är konstruerad med utgångspunkten att ekonomins samlade resurser är fullt och effektivt utnyttjade. Man kan säga att varje numerisk lösning till modellen svarar mot en punkt på en flerdimensionell transformationskurva. Varje sådan punkt kan sägas innebära en sk långsiktig jämvikt i ekonomin. Vid i övrigt givna förhållanden⁶ läggs restriktioner på utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 och den därav följande reduktionen av BNP beräknas. Därmed erhålls ett underlag för att utvärdera de studerade miljöpolitiska målen; de bedömda miljömässiga vinsterna kan ställas mot de uppmätta kostnaderna i form av lägre BNP och krav på omstrukturering av ekonomin.

⁵ Se Bergman (1989 a) och Skogh (1989) för en diskussion om olika system för hushållning med miljöresurser.

⁶ Dock är det inte möjligt att hålla all annan miljöpåverkan konstant. Exempelvis innebär vissa av de studerade fallen längre drifttid i de befintliga kärnkraftverken och en större mängd använt kärnbränsle samtidigt som utsläppen av svavel, kväve och koldioxid är lägre än i andra fall.

3. En modell av den svenska ekonomin⁷

Allmänt

Den använda modellen är en så kallad flersektors tillväxtmodell av allmän jämviktstyp. Det innebär att tillgängliga resurser, via normala marknads-mekanismer, fördelas mellan de olika sektorerna så att det samtidigt råder jämvikt på alla produkt- och faktormarknader och därtill jämvikt i bytes-balansen.

Modellen är starkt aggregerad och statisk till sin karaktär. Det sistnämnda innebär att sparande och kapitalbildning bestäms utanför modellen, medan den totala kapitalstockens fördelning mellan ekonomins olika sektorer bestäms inom modellen. Den grundläggande förebilden är Johansen (1960) samt den litteratur som översiktligt beskrivs i Bergman (1989 c). Behandlingen av miljöutsläpp och åtgärder för utsläppsbegränsning liknar den ansats som utnyttjades i Görling (1988).

En modell av det här aktuella slaget kan belysa utvecklingen av produktion, priser och resursanvändning i ekonomins olika sektorer vid fullt kapacitetsutnyttjande, men är inte lämpad för analyser av konjunkturvariationer eller situationer med makroekonomiska balansbrister. Varje modellsimulering bygger på vissa förutsättningar beträffande kapitalbildning, teknisk utveckling, tillgång till arbetskraft och naturresurser samt priser på internationellt handlade varor och, inte minst, restriktioner på utsläppen av olika föroreningar.

I linje med den teori för internationell handel och specialisering som grundlades av svenskarna Eli Heckscher och Bertil Ohlin betraktas varor och tjänster som rörliga över gränserna, medan produktionsfaktorerna är bundna till det egna landet. Detta är en uppenbar förenkling av en verklighet som i ökande utsträckning präglas av migration och internationella kapitalrörelser, men framstår ändå som en godtagbar approximation.

Resurser

En numerisk ekonomisk modell måste alltid bygga på en aggregering av ekonomiska data. Hur denna aggregering görs, dvs. hur de producerande företagen delas in i sektorer och använda resurser i olika kategorier av "produktionsfaktorer", är av stor betydelse för modellens förmåga att belysa de problem som man är intresserad av. I den modell som är aktuell här har de inhemska produktionsresurserna delats in i fyra kategorier, nämligen KAPITAL, ARBETSKRAFT, FIXEL och SKOGSRÅVARA. Det innebär att det inte finns någon distinktion mellan olika typer av

⁷ En teknisk beskrivning av modellen finns i Appendix 1, medan sektordefinitioner och beskrivning av modellens databas finns i Appendix 2.

realkapital⁸ eller mellan olika typer av arbetskraft. Dessa produktionsfaktorer förutsätts också vara rörliga mellan sektorerna. Utöver de inhemska produktionsfaktorerna används importerade fossila bränslen, i fortsättningen kort och gott benämnda BRÄNSLE, och ett aggregat av importvaror som insatsvaror i produktionen.

Med FIXEL menas den elenergi som kan produceras i befintliga vatten- och kärnkraftverk samt el från så kallade kraftvärmeverk. Även vissa tillskott av vatten- och vindkraft samt viss effektivisering av elanvändningen räknas som FIXEL (se kapitel 5). Modellen är konstruerad på ett sätt som innebär att mängden tillgänglig FIXEL är given, dvs. i praktiken bestämd av politiska beslut. Om den inhemska elkraften är fullt utnyttjad kan ny elproduktionskapacitet tillföras. El från tillkommande kraftverk benämns FLEXEL och summan av FIXEL och FLEXEL blir det totala utbudet av produktionsfaktorn/konsumtionsvaran EL.

När det gäller produktionen av FLEXEL finns flera tekniska alternativ. Dessa skiljer sig med avseende på både kostnader och miljöutsläpp. I modellkalkylerna förutsätts att valet av teknik för tillkommande kraftproduktion är styrt av politiska beslut, medan mängden tillkommande kraft bestäms av ekonomiska överväganden.

Utbud av produktionsfaktorer

När det gäller utbudet av produktionsfaktorer förutsätts att tillgången på KAPITAL, ARBETSKRAFT och FIXEL är helt given och oberoende av priset på respektive faktor och att BRÄNSLE kan köpas i önskade kvantiteter till ett givet världsmarknadspris. Utbudet av SKOGSRÅVARA förutsätts däremot bero på priset på denna resurs.

När det gäller FIXEL framstår den gjorda förutsättningen som realistisk; försäljning av el från vatten- och kärnkraftverk, liksom el från kraftvärmeverk med goda avsättningsförhållanden för fjärrvärme, ger ett täckningsbidrag till fasta kostnader även vid mycket låga kraftpriser. Det är också en rimlig approximation av verkligheten att betrakta världsmarknadspriserna på olja, kol och naturgas som oberoende av den svenska bränsleimporten. Att timmerutbudet är beroende av timmerpriserna är belagt i empiriska studier av de svenska virkesmarknaderna.

Behandlingen av utbudet av ARBETSKRAFT och KAPITAL måste emellertid betraktas som en ganska grov approximation av verkligheten. Utbudet av arbetskraft beror av allt att döma på reallönenivån. Likaså har den internationella realräntenivån sannolikt betydelse för utbudet av och de reala avkastningskraven på realkapital i det svenska näringslivet. Förutsättningen om ett helt oelastiskt utbud av såväl ARBETSKRAFT som KAPITAL underlättar emellertid en jämförelse av resultaten i denna utredning med resultaten från andra kalkyler som görs inom ramen för långtidsutredningen. Detta förhållande har varit avgörande för modellens utformning i dessa avseenden.

Sektorer.

Det egentliga näringslivet är i modellen indelat i fem produktionssektorer. Till detta kommer en sektor för vattenförsörjning och produktion av

⁸ Dock betraktas det vid basåret (1985) befintliga realkapitalet i SKOGS-INDUSTRI och STÅL & BASKEMI som sk sektorspecifikt kapital, dvs. som realkapital bundet till dessa sektorer.

fjärrvärme, en sektor för den del av kraftsektorn som producerar FLEXEL samt den offentliga sektorn. Det finns en aggregerad sektor som svarar för all inhemsk slutlig efterfrågan på varor och tjänster, dvs. privat och offentlig konsumtions- och investeringsefterfrågan.

Den långtgående aggregeringen av slutanvändningssektorn betyder att modellen inte kan belysa effekter på den horisontella inkomstfördelningen, dvs. hur olika produkt- och faktorprisförändringar påverkar olika hushållstyper. Dock kan effekterna på den funktionella inkomstfördelningen, dvs. fördelningen av inkomster mellan olika produktionsfaktorer, belysas.

I Tabell 3.1 redovisas några nyckeltal (baserade på statistik för 1985) för de egentliga näringslivssektorerna. Dessa sektorer svarar för ca 2/3 av BNP. Det bör påpekas att "nettoexport" avser skillnaden mellan en sektors export och importen av insatsvaror till just denna sektor. Om man i stället skulle redovisa nettot av handeln med olika varugrupper skulle bilden bli en annan. Speciellt skulle nettoexporten av verkstadprodukter vara betydligt mindre än nettoexporten från sektorn VERKSTAD.

Det framgår av Tabell 3.1 att nettoexporten är stor i förhållande till förädlingsvärdet i SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI. Det är också sektorer i vilka företagen arbetar under intensiv internationell konkurrens. En central utgångspunkt för modellformuleringen är därför att priserna på dessa sektors produkter är bestämda på världsmarknaden och oberoende av hur mycket de svenska producenterna avsätter på de internationella marknaderna. De svenska producenterna antas med andra ord vara "pristagare".

Tabell 3.1. Förädlingsvärde, nettoexport och exportkvot i detsvenska näringslivet 1985 (109 SEK).

	Förädlingsvärde	Nettoexport*	Exportkvot** %
Skogsindustri	27,1	28,9	52,0
Stål & Baskemi —	46,1	28,3	44,9
Verkstad	88,4	71,1	53,1
Skyddad	153,7	19,0	13,8
Tjänst & Transport	232,4	—8,4	5,8

* Sektorns export minus import av importerade insatsvaror till sektorn.

** Export i förhållande till saluvärdet.

Källa: Egen bearbetning av nationalräkenskaperna.

En konsekvens av att världsmarknadspriserna är givna är att företagen inte kan övervältra inhemska kostnadsökningar "framåt" på produktpriserna. I ett tidsperspektiv på ett decennium eller mer framstår detta som en rimlig approximation av de förhållanden som gäller i verkligheten.

Ett annat gemensamt drag hos dessa båda sektorer är att att produktionstekniken är förhållandevis "elintensiv" och att den, jämfört med produktionen i resten av näringslivet, medför höga utsläpp av SO_x, NO_x och CO₂, per producerad enhet och totalt (se Tabell 3.2 och Tabell 3.4). Som framgår av Tabell 3.3 finns det emellertid betydande skillnader mellan olika delsektorer inom aggregaten när det gäller elkostnadernas andel av produktionskostnaderna. Det framgår också att det i vissa sektorer

krävs en mycket stor reduktion av löner och vinster, dvs. förädlingsvärdet, för att kompensera en given ökning av elpriserna.

Man kan också notera att kraftproduktion baserad på fossila bränslen ger upphov till stora utsläpp av SO_x , NO_x och CO_2 per producerad enhet. Det betyder att skärpta krav på utsläppsbegränsning påverkar produk-

Tabell 3.2. Elkostnad och utsläpp per producerad enhet i det svenska näringslivet 1985.*

	Elkostnad ¹	SO_x - ²	NO_x - ²	CO_2 - ³
Skogsindustri	4,1	0,759	0,349	0,042
Stål & Baskemi –	2,5	0,550	0,131	0,054
Verkstad	0,7	0,010	0,008	0,005
Skyddad	1,1	0,011	0,009	0,004
Tjänst & Transport –	1,1	0,062	0,271	0,051

¹ Procent av saluvärdet.

² 10^3 ton per 10^9 SEK i 1985 års priser.

³ 10^5 ton per 10^9 SEK i 1985 års priser.

Tabell 3.3. Elkostnader inom delbranscher inom SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI

	Elkostnad i förhållande till saluvärdet – (procent)	Elkostnad i förhållande till förädlingsvärdet (procent)
<i>SKOGSINDUSTRI</i>		
Skogsbruk	0,3	0,4
Massaindustri	4,8	20,5
Pappersindustri	6,6	21,9
Pappindustri	1,5	4,5
<i>STÅL & BASKEMI</i>		
Järngruvor	6,1	7,4
Icke järngruvor	6,4	12,0
Järn- och stålverk	3,2	12,4
Icke järnverk	2,8	15,9
Metallindustri	1,1	2,6
Baskemi	4,2	13,9
Annan kemisk industri	0,9	1,9
Plastindustri	2,4	6,3

Källa: Egen bearbetning av nationalräkenskaperna.

Tabell 3.4 Utsläpp av svaveldioxider (SO_x), kväveoxider (NO_x) och koldioxid (CO_2) i det svenska näringslivet 1985.*

	SO_x ¹	NO_x ²	CO_2 ²
Skogsindustri	41,0	23,5	2,8
Stål & Baskemi –	71,4	17,0	7,0
Verkstad –	2,3	1,9	1,1
Skyddad	3,4	2,7	1,3
Tjänst & Transport	24,8	112,4	21,2
Hela ekonomin	270,0	315,4	59,3

¹ Tusen ton.

² Miljoner ton.

tionskostnaderna i SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI både direkt via ökade kostnader för utsläppsbegränsning och indirekt via högre elkostnader.

Emellertid finns det också en betydelsefull skillnad mellan SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI. Denna skillnad har att göra med användningen av produktionsfaktorn SKOGSRÅVARA och prisbildningen på denna. Utgångspunkten för modellspecifikationen är antagandet att inhemsk skogsråvara huvudsakligen avsätts inom landet och att någon omfattande import eller export inte kan komma i fråga. Under dessa betingelser bestäms priset på skogsråvara av den inhemska efterfrågan på och det inhemska utbudet av denna resurs.

Detta betyder i sin tur att producenterna i SKOGSINDUSTRI till en del kan "överbältra" högre kostnader för el och utsläppsbegränsning "bakåt" på priset på SKOGSRÅVARA. När det gäller inhemsk järnmalm, som ju används i sektorn STÅL & BASKEMI, är utgångspunkten i stället att det existerar en internationell marknad för järnmalm och att lägre inhemsk efterfrågan på järnmalm leder till ökad export snarare än lägre inhemska järnmalmspriser. Någon möjlighet att överbältra t. ex. elkostnadsökningar "bakåt" på inhemska råvarupriser föreligger alltså inte i sektorn STÅL & BASKEMI.

Dessa förutsättningar är utan tvekan en "hårddragning" av de förhållande som råder i verkligheten. Givet ambitionen att hålla modellen så liten och enkel som möjligt framstår de gjorda förutsättningarna ändå som rimliga.

Övriga näringlivssektorer betecknas VERKSTAD, SKYDDAD och TJÄNST & TRANSPORT. Av dessa har VERKSTAD en omfattande export, medan exporten är betydligt mindre för SKYDDAD och så liten att den understiger importen för TJÄNST & TRANSPORT. Genomgående förutsätts att svenska produkter är nära men inte perfekta substitut till motsvarande produkter tillverkade i andra länder. Detta ger de svenska företagen även på längre sikt en viss autonomi i sin prissättning på de internationella marknaderna.

Detta innebär att inhemska kostnadsökningar till en del kan övervältras på produktpriserna, men också att ökad exportvolym förutsätter lägre exportpriser. Om således högre elpriser gör att nettoexporten från SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI minskar, så förutsätter en motsvarande exportökning från övriga sektorer lägre exportpriser, dvs. en försämring av Sveriges bytesförhållande (terms of trade). Den mängd importerade varor och tjänster som kan köpas för en given mängd exportvaror blir med andra ord mindre.

Det finns även två hemmamarknadsinriktade sektorer i modellkonomin: VÄRME & VATTEN samt OFFENTLIG. Den förstnämnda innefattar dels vattenförsörjningen, dels produktionen av fjärrvärme. Produktionen av fjärrvärme kan ske i såväl renodlade värmeverk som i s. k. kraftvärmeverk, dvs. anläggningar för samtidig produktion av el och fjärrvärme. I kalkylerna förutsätts att såväl den totala produktionen i VÄRME & VATTEN som dess fördelning mellan el och fjärrvärme är bestämd utanför modellen. Den el som produceras betraktas som ett tillskott till resursen FIXEL.

Faktorsubstitution och teknisk utveckling.

I ett tidsperspektiv på ett decennium eller mer kan teknisk utveckling och anpassning till ändrade faktorpriser ha en betydande effekt på näringslivets användning av olika resurser och utsläpp av olika föroreningar. Överfört till en modell av det här aktuella slaget gäller det att på ett realistiskt sätt representera såväl teknisk utveckling som substitutionsmöjligheterna mellan de olika produktionsfaktorerna. Givet syftet med utredningen är det också viktigt att ta hänsyn till möjligheterna att reducera utsläppen av olika föroreningar, liksom kostnaderna för detta.

När det gäller den tekniska utvecklingen förutsätts att åtgångstalen för KAPITAL, ARBETSKRAFT, SKOGSRÅVARA, EL och BRÄNSLE trendmässigt reduceras. Detta sker i en takt som normalt skiljer sig mellan sektorerna liksom mellan de olika produktionsfaktorerna. Speciellt antas den tekniska utvecklingen vara energibesparande i SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI. I dessa görs emellertid också en distinktion mellan, å ena sidan, det realkapital och den teknologi som fanns i utgångsläget (1985) och, å andra sidan, den kapacitet som tillkommer därefter.

Den i utgångsläget befintliga kapaciteten benämns "gamla" anläggningar, medan tillkommande kapacitet benämns "nya" anläggningar. I de förra är tekniken given och det befintliga realkapitalet saknar alternativutnyttjandevärde. Det betyder att anläggningarna kan drivas så länge som intäkterna överstiger de rörliga kostnaderna även om avkastningen på det bundna realkapitalet är låg. Dock förutsätts att mängden gammal kapacitet som hålls tillgänglig beror på driftöverskottens storlek; låg avkastning på bundet kapital leder till avveckling av delar av den befintliga kapaciteten.

I de nya anläggningarna kan man emellertid dra nytta av ny teknik och möjligheterna till substitution mellan olika produktionsfaktorer. Därmed blir produktionskostnaderna lägre i nya anläggningar än i gamla. Emellertid konkurrerar de nya anläggningarna om den mellan sektorerna rörliga produktionsfaktorn KAPITAL. Detta innebär att avkastningskraven på kapital i nya anläggningar i sektorerna SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI blir desamma som i andra sektorer.

Med denna utformning av modellen är det möjligt att dra vissa slutsatser angående strukturomvandlingen inom sektorerna SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI. Exempelvis kan minskad produktion i "gamla" anläggningar, vid oförändrad produktion i sektorn som helhet, ses som en indikation på att det studerade ekonomiska utvecklingsförloppet leder till en omstrukturering snarare än till en krympning av tex skogsindustrin. Detta är fallet om produktionen i "gamla" anläggningar minskar, medan produktionen i "nya" anläggningar ökar i motsvarande omfattning.

Miljöutsläpp och utsläppsbegränsning.

I grova drag är näringslivets miljöutsläpp och möjligheterna till utsläppsbegränsande åtgärder behandlade på följande sätt i modellen: De totala utsläppen från en sektor delas upp i processutsläpp och utsläpp från förbränning. Processutsläppen förutsätts vara proportionella mot produk-

tionen i sektorn, medan utsläppen från förbränning förutsätts vara proportionella mot användningen av BRÄNSLE. Utsläppen av CO_2 från en given sektor kan bara påverkas genom minskad bränsleanvändning per producerad enhet och/eller minskad produktion. Dessa möjligheter gäller även för SO_x och NO_x , men för dessa föroreningar finns dessutom möjligheter att reducera utsläppen genom direkta reningsåtgärder. Det förutsätts att reningen åstadkoms genom ökad kapitalinsats.

I modellkalkylerna har miljöpolitiken bland annat formen av restriktioner på de totala utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 . Ett sätt att beskriva miljöpolitiken i modellekonomin är att statsmakterna styr utsläppen med hjälp av likformiga utsläppsavgifter som anpassas så att man precis uppfyller utsläppsmålen. De intäkter för staten som då uppstår leder inte till ökade offentliga utgifter, utan betalas tillbaka till företag och hushåll i form av klumpsummetransfereringar.

En alternativ tolkning är att en system med överlåtelsebara utsläppsrätter införs. Den totala tillgången på utsläppsrätter är då sådan att man precis uppfyller utsläppsmålen. Varje enskild sektor, eller "källa", måste förfoga över utsläppsrätter som minst svarar mot de utsläpp som görs. Det finns en uppsättning utsläppsrätter för varje typ av utsläpp. Utsläppsrätternas priser bestäms på en marknad för utsläppsrätter. På marginalen kan en "källa" välja mellan direkta reningsinsatser och inköp av ytterligare utsläppsrätter. I det förra fallet får man stå för den direkta reningskostnaden, medan man i det senare får betala ett marknadspris som reflekterar reningskostnaden vid andra "källor".

Oavsett vilken tolkning som man föredrar är innebörden att det etableras ett pris på miljöutsläppen. Företag och hushåll har då anledning att jämföra detta pris med kostnaden för ytterligare reningsåtgärder. Slutresultatet blir att den marginella kostnaden för utsläppsbegränsning blir densamma i alla sektorer, dvs. de givna miljömålen uppnås till lägsta möjliga kostnad.

Empiriskt underlag.

Modellens databas har till största delen byggts upp från nationalräkenskaperna och data om energianvändning och utsläpp av SO_x , NO_x och CO_2 . En redovisning av sektordefinitioner och källor finns i Appendix 2. Flertalet av modellens parametrar kan skattas direkt från detta material. Skattningen av återstående parametrar bygger på extern information. En närmare redovisning ges i det avslutande avsnittet i Appendix 1.

4. Gemensamma förutsättningar för kalkylerna

I de två nästkommande kapitlen redovisas ett antal projektioner av den svenska ekonomins utveckling fram till år 2000. Dessa bygger på en rad förutsättningar om kapitalbildning, arbetskraftsutbud, teknisk utveckling och världsmarknadsförhållanden samt den inhemska miljö- och energipolitiken, dvs. alla de faktorer som är exogena i förhållande till modellen. En del av dessa förutsättningar är gemensamma för samtliga projektioner, medan andra är specifika för respektive projektion. I detta kapitel ges en kort redovisning av de för alla projektioner gemensamma förutsättningarna.

Kapitalbildning, arbetskraftsutbud och teknisk utveckling

Förutsättningarna om kapitalbildning, tillgång på arbetskraft och teknisk utveckling bygger i allt väsentligt på de bedömningar som ligger till grund för långtidsutredningen. Den samlade tillgången på KAPITAL antas växa med 2,0% per, medan tillgången på ARBETSKRAFT antas växa med 0,4% per år. Tillgången på SKOGSRÅVARA antas vara oförändrad på 1985 år nivå. Förutsättningarna angående tillgången på FIXEL skiljer sig mellan de olika fallen och diskuteras därför i nästa kapitel.

Den tekniska utvecklingen antas innebära att behovet av kapital och arbetskraft per producerad enhet minskar trendmässigt i alla sektorer i näringslivet. Dock skiljer sig takten i den tekniska utvecklingen mellan de olika sektorerna. Således förutsätts arbetskraftens och kapitalets produktivitet öka, dvs. användningen av dessa produktionsfaktorer per producerad enhet antas minska, med 2,0% per år i VERKSTAD, med 1,5% per år i STÅL & BASKEMI och SKYDDAD, och med 1,0% per år i SKOGSINDUSTRI och TJÄNST & TRANSPORT. I SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI förutsätts användningen av energi per producerad enhet minska med 0,5% per år och i SKOGSINDUSTRI förutsätts användningen av SKOGSRÅVARA per producerad enhet minska med 1,0% per år.

Antagandet om en jämfört med VERKSTAD något långsammare produktivitetsökning i basindustrierna, dvs. SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI, kan motiveras med skärpta krav på begränsning av andra utsläpp än SO_x , NO_x och CO_2 , t. ex. skogsindustrins klorutsläpp. Antagandet om den förhållandevis snabba tekniska utvecklingen i VERKSTAD motiveras av de ökade möjligheterna att dra nytta av stordriftsfördelar i produktionen av differentierade produkter som ett närmande till EG under 1990-talet kan innebära.

Dessa antaganden om teknisk utveckling och tillgång på produktionsfaktorer innebär att den genomsnittliga årliga tillväxten i BNP, vid oförändrad sektorstruktur, oförändrade marginalkostnader för elenergi och i frånvaro av ytterligare miljörestriktioner, kan väntas bli ca 2,3 %. Jämfört med genomsnittet för hela 1900-talet är detta en relativt låg tillväxttakt, men den är ändå en högre än genomsnittet för 1980-talet. Avveckling av befintlig kärnkraft, högre kostnader för tillkommande kraft och ytterligare miljörestriktioner är faktorer som kan medföra långsammare tillväxt. Förskjutning av efterfrågan och resursanvändning mot tjänstesektorerna, dvs. sektorer med långsam produktivitetutveckling, tenderar också att bromsa tillväxten i BNP.

Världsmarknadspriser och världsmarknadsförhållanden

Världsmarknadspriserna på all import är sk exogena variabler i modellen, dvs. bestämda av faktorer utanför modellen. Det betyder att kalkylerna måste bygga på explicita antaganden om prisutvecklingen på såväl BRÄNSLE som importerade insatsvaror, investeringsvaror och konsumtionsvaror. Motsvarande antaganden måste göras om världsmarknadspriserna på de varor som produceras i SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI samt priserna på de produkter som produceras av de utländska konkurrenterna till VERKSTAD, SKYDDAD och TJÄNST & TRANSPORT.

Det ligger i sakens natur att "priser" här avser prisindex för stora aggregat av relaterade produkter snarare än priser på enskilda produkter. Det bör också understrykas att priserna i modellekonomin är relativpriser i förhållande till priset på en s.k numerärvara. Detsamma gäller för världsmarknadspriserna. Valet av numerärvara saknar reell betydelse för resultaten. De val som gjorts här innebär att världsmarknadspriset, i svensk valuta, på produkterna från STÅL & BASKEMI är konstant och lika med ett. Det betyder att alla andra priser uttrycker prisrelationen mellan den aktuella produktgruppen och basårets prisnivå för produkter från STÅL & BASKEMI. Något antagande om inflationstakten behöver med andra ord inte göras.

De nationalräkenskapsdata som ligger till grund för modellens databas avser 1985. Antaganden om relativprisutvecklingen gäller alltså utvecklingen mellan 1985 och 2000. När det gäller den aggregerade varan BRÄNSLE är prisutvecklingen nära knuten till prisutvecklingen för olja och, i någon mån, kol och naturgas. Som bekant föll världsmarknadspriset på olja kraftigt under 1986 från den höga nivå som etablerades 1979–80. Det är en vanlig bedömning att oljepriserna kommer att stiga under 1990-talet, medan priset på naturgas, till följd av avreglering och ökad konkurrens, kommer att falla. Kolpriserna väntas stiga något.

Sammantaget har detta lett till ett antagande om att relativpriset på BRÄNSLE är detsamma år 2000 som det var 1985. Det bör emellertid understrykas att varje bedömning av prisutvecklingen på de internationella energimarknaderna är behäftad med stor osäkerhet.

När det gäller övriga världsmarknadspriser antas en långsam ökning för

bearbetade varor, dvs. för produkter av de slag som framställs i VERKSTAD och SKYDDAD. Detta kommer till uttryck i dels stigande relativpris på importerade insats-, konsumtions- och investeringsvaror (0,20 % per år), dels stigande världsmarknadspriser för de produkter som produceras av utländska konkurrenter till VERKSTAD och SKYDDAD (0,15 % respektive 0,25 % per år). Relativpriserna för produkter från SKOGSINDUSTRI och TJÄNST & TRANSPORT förutsätts vara konstanta under perioden. Sammantaget förutsätts således mycket små relativprisförändringar, vilket bland annat innebär ett i stort sett konstant bytesförhållande.

Den utländska efterfrågan på produkter från VERKSTAD, SKYDDAD och TJÄNST & TRANSPORT beror inte bara på relativprisutvecklingen, utan även på inkomstutveckling och en rad andra förhållanden på de utländska marknaderna. I modellen kommer detta till uttryck i en trendmässig förskjutning av efterfrågefunktionen för export från M-sektorerna, dvs. den efterfrågade kvantiteten vid ett visst relativprisförhållande ändras över tiden.

När det gäller omfattningen av denna efterfrågeförändring är det grundläggande antagandet att BNP i de relevanta delarna av vår omvärld kommer att växa med 2,5 % per år under den aktuella perioden. Av de enskilda sektorerna är VERKSTAD den i detta sammanhang mest betydelsefulla. För denna sektor antas att de inhemska producenterna, vid oförändrade relativpriser, kan behålla en konstant andel av den växande internationella marknaden. För de med hänsyn till utrikeshandeln mindre betydelsefulla sektorerna SKYDDAD och TJÄNST & TRANSPORT antas att motsvarande efterfrågeökning bara uppgår till 2,0 % per år.

Sektorn VÄRME & VATTEN.

Sektorn VÄRME & VATTEN står för vattenförsörjning och produktion av fjärrvärme. Efterfrågan antas vara exogent bestämd. Detta kan tolkas som att den kommunala energiplaneringen och annan samhällsplanering i allt väsentligt bestämmer efterfrågan på såväl vatten som fjärrvärme. Genomgående förutsätts att den exogent bestämda efterfrågan växer med 0,5 % per år under perioden. Underlaget för denna bedömning är Carlsson (1989) och de källor som anges där. När det gäller produktionsteknik och utsläpp i VÄRME & VATTEN skiljer sig förutsättningarna mellan de olika fall som analyseras i de nästföljande kapitlen. Dessa antaganden diskuteras därför i samband med presentationen av de olika fallen.

Sektorn RENING

Utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 per producerad enhet i de aggregerade sektorerna kan begränsas genom bränslebyte, tekniska åtgärder och ändrad produktionsinriktning. I modellekonomin representeras de direkta tekniska åtgärderna av tjänster producerade i sektorn RENING. Detta är givetvis inte en sektor i vanlig mening, utan snarast ett substitut för sektorspecifika kostnadsfunktioner för utsläppsbegränsning. Mer konkret

innebär den valda ansatsen att den marginella reala resursåtgången för att begränsa utsläppen av en viss förorening antas vara konstant och oberoende av utsläppsbegränsningens omfattning. Detta är inte tillfredsställande, men i brist på lämpligt empiriskt underlag framstår det ändå som det bästa alternativet.

Skattningen av en representativ marginell kostnad för begränsning av de olika utsläppen har gjorts mot bakgrund av tillgängliga data om dessa kostnader. När det gäller CO_2 tyder tillgängliga data på att tänkbara direkta tekniska åtgärder dels medför mycket höga kostnader, dels är oprövade i stor skala. Av detta skäl har utbudet av reningstjänster begränsats till SO_x och NO_x . Kostnaden för dessa tjänster har satts till ca 35 SEK/kg SO_x respektive ca 45 SEK/kg NO_x i 1985 år priser.

5. Projektioner av den svenska ekonomins utveckling

I detta kapitel redovisas ett antal projektioner av den svenska ekonomins utveckling fram till år 2000. De olika projektionerna bygger på skilda förutsättningar när det gäller teknik och resurser för kraftproduktion. En för alla projektioner gemensam förutsättning är att det inte finns några restriktioner på de totala utsläppen i miljön. Avsikten är att i detta kapitel belysa hur tillgång på och kostnader för elenergi kan väntas påverka utvecklingen av BNP, elanvändning och produktion i olika sektorer. I nästa kapitel analyseras effekterna av restriktioner på de totala utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 .

Det bör understrykas att beräkningsresultaten skall betraktas som konsistenta räkneexempel snarare än som prognoser. De antaganden som ligger till grund för kalkylerna är plausibla, men inte nödvändigtvis de mest sannolika. Dock kan det hävdas att resultaten ger betydelsefulla insikter när det gäller bedömningen av energi- och miljöpolitikens inverkan på den svenska ekonomins utveckling under de närmaste decennierna. Säkrare bedömningar än de som redovisas här skulle kräva mer tid och mer resurser.

Specifika förutsättningar för projektionerna

För var och en av de olika projektionerna görs specifika förutsättningar angående dels tillgången på FIXEL, dels vilken teknik för produktion av FLEXEL som är tillgänglig. När det gäller tillgången på FIXEL studeras tre fall. I den fortsatta framställningen betecknas dessa med romerska siffror, dvs. I, II och III. För produktionen av FLEXEL identifieras fyra alternativ som fortsättningsvis betecknas A, B, C och D. Det betyder att en projektion som bygger på FIXEL-alternativ II och FLEXEL-alternativ C betecknas IIC. I detta avsnitt skall de olika alternativen kortfattat beskrivas.

Under 1985 uppgick kraftproduktionen i Sverige till 132,7 TWh. Av detta svarade vattenkraften för 70,1, kärnkraften för 55,9 TWh, industriellt mottryck och kraftvärme för 5,7 TWh och kondenskraft och gasturbiner för 1,0 TWh. Dock var 1985 ett "våtår" och en del av den nu befintliga kärnkraften togs i drift under året, dvs. var ej i drift under hela året. Emellertid uppgick summan av vatten- och kärnkraftsproduktionen 1985 till ungefär den elenergimängd som dessa kraftslag nu kan väntas producera under normalårsförhållande för vattenkraften och fullt utnyttjande av kärnkraften. Med den terminologi som tillämpas i modellkalkylerna var således tillgången på FIXEL 131,7 TWh år 1985.

För år 2000 studeras tre alternativ för tillgången på FIXEL, nämligen

Alternativ I : 155 TWh

Alternativ II : 145 TWh

Alternativ III: 105 TWh

Dessa kraftbelopp avser produktion vid anläggningarna. Användningen av elenergi brukar oftast redovisas exklusive överföringsförluster och export. Överföringsförlusterna uppgår till knappt 10% av produktionen och nettoexporten är i allmänhet obetydlig. De tre FIXEL-alternativen möjliggör således en elanvändningsnivå på ca 139 TWh, 130 TWh respektive 94 TWh.

Några kommentarer om de överväganden som lett till dessa alternativ kan vara på sin plats. Gemensamt för alla alternativ är att produktionen i VÄRME & VATTEN till en del sker med kraftvärmeverk⁹. Sammantaget beräknas kraftvärme och industriellt mottryck vid sekelskiftet ge en årlig kraftproduktion som uppgår till 20 TWh per år. Vidare förutsätts produktionen i befintlig vattenkraft uppgå till 65 TWh per år.

Återstående FIXEL utgörs således av elenergi från befintlig kärnkraft och under perioden tillkommande vattenkraft och vindkraft. Till detta kan man lägga den elbesparing som eventuellt kan åstadkommas genom en viss typ av effektivisering av elanvändningen. Effektivare elanvändning kan alltså under vissa betingelser betraktas som ett substitut för ökad tillgång på FIXEL.

Det bör emellertid observeras att modellens konstruktion innebär att elanvändningen alltid anpassas till rådande prisrelationer så att ytterligare elbesparing på marginalen kostar lika mycket som ytterligare elproduktion. Om den ekonomiska utvecklingen innebär stigande elpriser, så kommer detta med andra ord att leda till ett visst mått av elbesparing; el kommer att ersättas av andra produktionsfaktorer. Detta kan inte räknas som ett bidrag till tillgången på FIXEL. Däremot kan det i utgångsläget finnas billigare alternativ till elanvändning som av olika anledningar inte utnyttjas. Om detta är fallet, så är det en form av elbesparingsmöjlighet som i kalkylerna kan betraktas som ett substitut till elproduktionskapacitet.

I den energipolitiska debatten har det hävdats att det finns en betydande potential för effektivisering av elanvändningen. Det är emellertid varken möjligt eller nödvändigt att här ta ställning till dessa bedömningar. Däremot är det uppenbart att de tre alternativen för tillgången på FIXEL kan tolkas på olika sätt.

Emellertid bör Alternativ I anses innebära att all nu befintlig kärnkraft och vattenkraft finns kvar vid sekelskiftet och åtminstone något decennium därefter. Alternativ II kan tolkas på olika sätt. En möjlighet är att den planerade avvecklingen av kärnkraften bara genomförs till en del. En annan möjlighet är att kärnkraften till stor del kan ersättas med tillkommande vatten- och vindkraft samt effektivare elanvändning. Summan av kvarvarande kärnkraft, tillkommande vattenkraft och vindkraft¹⁰ samt effektivisering av elanvändningen måste dock under alla omständigheter motsvara 60 TWh per år.

Även Alternativ III kan tolkas på olika sätt. En möjlig tolkning är att all kärnkraft är avvecklad och att summan av tillkommande vattenkraft och

⁹ Alla antaganden om produktionsteknik och utsläpp vid produktion av fjärrvärme bygger på analyser av de svenska energimarknaderna genomförda med energimarknadsmodellen EN-MARK. En översiktlig beskrivning av modellen och beräkningsförutsättningarna ges i Carlsson (1989). Med hjälp av EN-MARK har det varit möjligt att simulera energisektorns resursanvändning och miljöutsläpp utan respektive med restriktioner på de totala utsläppen av SO_x, NO_x och CO₂. Den väsentliga skillnaden mellan de två fallen är att naturgasbaserad kraftvärme har en snabb tillväxt då det inte finns några restriktioner på utsläppen av CO₂, medan biobränslebaserad kraftvärme växer snabbt då en sådan restriktion införs. I det senare fallet bedöms värmeförsörjningens årskostnad bli ca 4 500 MSEK (i 1985 års priser) högre än i det första. Dessa simuleringresultat har utnyttjats för att bedöma resursanvändning och utsläpp i VÄRME & VÄRME utan respektive med de aktuella utsläppsrestriktionerna.

¹⁰ Kostnaderna för tillkommande vattenkraft och vindkraft måste emellertid beaktas "utanför" modellkalkylen.

effektivisering av elanvändningen motsvarar 20 TWh per år. En annan möjlighet är att några av kärnkraftverken behålls i drift så länge som möjligt.

När det gäller FLEXEL studeras, som nämndes tidigare, fyra olika alternativ. Eftersom kraftvärmens bidrag till elförsörjningen behandlas som en del av resursen FIXEL, är de olika alternativen för produktion av FLEXEL fyra olika typer av kondenskraft. De olika alternativen är¹¹:

Alternativ A: Ny kärnkraft.

Alternativ B: Kolkondens med avancerad rening.

Alternativ C: Naturgaskondens.

Alternativ D: Biobränslekondens.

Givet definitionen av FIXEL torde detta vara en uttömmande lista på tekniskt tillgängliga alternativ för FLEXEL. Att det föreligger politiska och opinionsmässiga hinder mot utnyttjandet av flera av dessa alternativ är en annan sak.

Definition av de studerade fallen

Med tre FIXEL- och fyra FLEXEL-alternativ kan man konstruera tolv olika energialternativ för utvecklingen fram till år 2000. Flera av dessa kan emellertid uteslutas direkt. Om man således skulle tillåta ny kärnkraft, är det inte troligt att den nu befintliga kärnkraften skulle avvecklas. De teoretiskt tänkbara fallen IIA och IIIA kan därför uteslutas. Vidare är det inte sannolikt att några betydande kapacitetstillskott i kondenskraft skulle behövas under den aktuella perioden om all nu befintlig kärnkraftskapacitet behövs under hela sin ekonomiska livstid¹². Därmed kan fallen IB, IC och ID uteslutas. På något lösare grund har även fallet IID, dvs. fliskondens i kombination med relativt god tillgång på FIXEL, uteslutits.

De fall som studeras närmare är således:

IA : 155 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på kärnkraft.

IIB : 145 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på kolkondens.

IIC : 145 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på naturgaskondens.

IIIB: 105 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på kolkondens.

IIIC: 105 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på naturgaskondens.

IIID: 105 TWh FIXEL och FLEXEL baserad på biobränslekondens.

Utveckling av BNP och elanvändning

Enligt nationalräkenskaperna uppgick BNP 1985 till 920,7 miljarder SEK i det årets priser. Elanvändningen exklusive förluster och export uppgick till ca 120 TWh. I Tabell 5.1 redovisas den beräknade nivån för BNP och elanvändning år 2000 samt den genomsnittliga årliga procentuella förändringen i dessa storheter mellan 1985 och 2000.

Ett gemensamt drag för alla de studerade fallen är att elpriserna stiger kraftigt. I fall IA är elprisinivån således 45 % högre än 1985 och i fall IIID är motsvarande tal 88 %. De andra fallen innebär elprisökningar som ligger mellan dessa värden. Skillnaden mellan de olika fallen reflekterar givetvis

¹¹ Kostnadsberäkningarna för de olika alternativen bygger på Carlsson (1989).

¹² Detta bekräftas av genomförda modellsimuleringar.

Tabell 5.1 Beräknad utveckling av BNP och elanvändning.

	BNP 2000 (10 ⁹ SEK)	1985 – 2000 % per år	EL 2000 TWh	1985 – 2000 % per år
IA	1254,2	2,06	140	1,03
IIB	1247,4	2,02	134	0,74
IIC	1245,3	2,01	131	0,59
IIIB	1234,1	1,95	133	0,71
IIIC	1226,1	1,91	123	0,18
IIID	1224,8	1,90	120	0,00

kostnadsskillnader mellan olika alternativ för produktion av FLEXEL. Skillnaden jämfört med elprisnivån 1985 är ett uttryck för att skärpta miljö- och säkerhetskrav höjt kostnaderna för ny kraft, men är också en konsekvens av att den svenska elprisnivån var mycket låg vid mitten av 1980-talet.

De låga elpriserna under 1980-talet berodde delvis på god vattentillgång under några år, delvis på att en mycket stor mängd kärnkraftskapacitet togs i drift under 1980-talets första hälft. Därmed blev det svenska kraftsystemets marginella produktionskostnader mycket låga, vilket också påverkade kraftpriserna. Med stigande inkomster växer emellertid efterfrågan på el och därmed blir den befintliga elproduktionskapaciteten en allt knappare resurs. Detta driver upp kraftsystemets marginalkostnad vilket slår igenom i en stigande elprisnivå. Resultatet blir ett förlopp med stigande elpriser och långsam ökning av elanvändningen. Så småningom når dock elpriserna en nivå som gör investeringar i tillkommande kraft lönsamma.

Samtliga fall innebär ett utvecklingsmönster av detta slag. Det betyder att tillskotten av FLEXEL genomgående är små. Skillnaderna mellan fallen i såväl BNP som elanvändning reflekterar i första hand den olika stora tillgången på FIXEL. Det är en bedömningsfråga om skillnaden i BNP mellan de olika fallen är ”stor” eller ”liten”. Dock är det tydligt att Alternativ III för tillgången på FIXEL vid de givna förutsättningarna inte är förenlig med en BNP-tillväxt på minst 2 % per år.

Fallet IA innebär 2,4 % högre BNP vid sekelskiftet än fallet IIID. I absoluta tal är det ca 30 miljarder SEK per år i 1985 års priser. Detta belopp bör ses som en varaktig skillnad mellan de två fallen. Om man vill beräkna skillnaden mellan de olika fallen i termer av folkhushållets förmögenhet bör den årliga skillnaden därför räknas om till ett nuvärde. Några sådana kalkyler har dock inte genomförts här.

För att ge ytterligare belysning av samspelet mellan energi och ekonomisk tillväxt genomfördes en alternativ kalkyl under de betingelser som gäller för fall IIIB. I denna antogs den tekniska utvecklingen innebära en ytterligare reduktion av energiåtgången, dvs. användningen av EL och BRÄNSLE per producerad enhet i samtliga näringslivssektorer. Detta kan motiveras med att förväntningar om högre energipriser i framtiden stimulerar utvecklingen av energibesparande teknik. I enlighet med förutsättningen om oförändrad teknik i T-sektorernas (SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI) ”gamla” anläggningar påverkas dessa inte av den energibesparande tekniska utvecklingen.

Om den enda effekten av denna tekniska utveckling vore en reduktion av energiförbrukningen per producerad enhet i de aktuella verksamheter-na, så skulle näringslivets energianvändning (exklusive elanvändningen i T-sektorernas "gamla" anläggningar) växa 1,0% långsammare än i fall IIIB. För att anknyta till ett aktuellt språkbruk är detta vad man kan vänta sig vid frånvaro av "dynamiska effekter".

Emellertid är ökad energieffektivitet en form av produktivitetsökning, dvs. en teknisk förändring som möjliggör större produktion med givna resurser. Speciellt innebär ökad energieffektivitet lägre produktionskostnader och ökad konkurrensförmåga i de mest energiintensiva sektorerna. Det finns därför skäl att analysera hur den antagna högre energieffektiviteten påverkar elanvändningen när man tar hänsyn till de indirekta, eller "dynamiska", effekterna på ekonomin. Resultaten av en sådan analys sammanfattas i Tabell 5.2.

Tabell 5.2 Inverkan av ökad energieffektivitet.

	BNP 2000 (10 ⁹ SEK)	1985–2000 % per år	EL 2000 TWh	1985–2000 % per år
IIIB	1234,1	1,95	133	0,71
IIIB-E*	1257,6	2,08	122	0,11

* Användningen av energi per producerad enhet reduceras med ytterligare 1 % per år i näringslivet exklusive T-sektorernas "gamla" anläggningar.

Det framgår av Tabell 5.2 att elanvändningens tillväxt reduceras med 0,6 % per år till följd av den antagna tekniska utvecklingen. Bakom denna reduktion av elanvändningens tillväxt finns flera faktorer som verkar i olika riktningar. En effekt är att ökad energieffektivitet i delar av näringslivet leder till snabbare BNP-tillväxt och därmed växande efterfrågan på energi. Vidare gynnar den högre energieffektiviteten särskilt de energiintensiva basindustrierna, vilket innebär att BNP-ökningen tenderar att få en "energiintensiv" inriktning. Sammantaget dämpar dessa faktorer den nya teknikens energibesparande effekt.

Emellertid finns det också faktorer som verkar i motsatt riktning. En är att den snabbare tillväxten i BNP kommer till uttryck i högre faktorpriser, i detta fall högre kapitalavkastning. Eftersom FLEXEL baseras på kapitalintensiv teknik, leder detta till högre elprisnivå och därmed lägre elanvändning. En annan effekt, som också dämpar elanvändningen i alternativkalkylen, är att T-sektorerna omstruktureras på ett sätt som innebär att elanvändningen per producerad enhet reduceras. Mer konkret flyttas produktionen över från "gamla" till "nya" anläggningar som, till följd av den tekniska utvecklingen, har betydligt lägre elförbrukning per producerad enhet.

Dessa resultat visar att energikostnader och energieffektivitet har betydelse för ekonomins utveckling även i ett makroekonomiskt perspektiv. De visar också att effekten på energianvändningen av ökad energieffektivitet lätt kan överskattas om man inte tar hänsyn till de indirekta effekterna på produktion och inkomster. Med rimliga variationer i förutsättningarna för alternativkalkylen kan det till och med hända att ökad energieffektivitet leder till högre elvändning.

Utvecklingen på sektornivå

Som nämndes tidigare innebär samtliga fall stigande elpriser. Takten i (den reala) elprisstegringen varierar mellan 3 % och drygt 4 % per år. Även de andra faktorpriserna förändras över tiden. Således stiger reallönenivån med ca 1,8 % per år medan priset på skogsråvara faller med ca 0,8 % per år i samtliga fall. Avkastningen på kapital är dock i stort sett konstant. Dessa faktorprisförändringar påverkar näringslivets sektorer på olika sätt. Exempelvis innebär de högre elpriserna en betydande kostnadsökning i SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI, medan produktionskostnaderna i VERKSTAD inte påverkas nämnvärt. I Tabell 5.3 redovisas den beräknade årliga procentuella förändringen av produktionen i dessa sektorer.

Tabell 5.3 Beräknad förändring av produktionen i valda sektorer mellan 1985 och 2000 under olika antaganden.
(procent per år)

	SKOGSINDUSTRI	STÅL & BASKEMI	VERKSTAD
IA	0,42	0,00	3,66
IIB	-0,52	-0,13	3,71
IIC	-0,59	-0,26	3,73
IIIB	-0,51	0,33	3,71
IIIC	-0,81	0,24	3,79
IIID	-8,10	1,43	3,80

Dessa resultat tyder på att tiden fram till sekelskiftet, oavsett kärnkraftsavveckling och ytterligare skärpta miljökrav, kan innebära en omfattande omstrukturering av det svenska näringslivet. Skälet till detta är att den konkurrensfördel för den elintensiva industrin som 1980-talets låga elpriser innebar inte kan bibehållas om investeringar i tillkommande kraft skall underkastas samma avkastningskrav som investeringar i andra sektorer och alla elanvändare skall betala ett pris som svarar mot elproduktionens marginella kostnader. Avsteg från dessa principer dämpar struktureffekterna, men innebär samtidigt misshushållning med ekonomins samlade resurser och därmed långsammare tillväxt.

Resultaten för fall IIID kräver en särskild kommentar. I detta fall antas att FLEXEL produceras med biobränslebaserad kondenskraft. Biobränsle är till en betydande del skogsavfall och ved som annars inte skulle användas för massaframställning eller som sågat virke. Biobränslebaserad kraftvärme förutsätts vara baserad på denna typ av bränsle. Vid produktionen av FLEXEL förutsätt emellertid att kraftsektorn konkurrerar med SKOGSINDUSTRI om den inhemska resursen SKOGSRÅVARA. Detta antagande är något godtyckligt, men kalkylen visar ändå på en problematik som kan bli aktuell vid en storskalig utbyggnad av biobränslebaserad elproduktion; konkurrensen om skogsråvaran driver upp dess pris, vilket leder till en kontraktion av skogsindustrin. Då det empiriska underlaget för fall IIID är så osäkert kommer det emellertid inte att behandlas i den fortsatta framställningen.

Utsläpp av svavel, kväve och koldioxid

Som underlag för diskussionen i nästa kapitel är det av intresse att redovisa den utveckling av utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 som de olika fallen innebär. En sådan redovisning finns i Tabell 5.4. Tabellen innehåller också uppgifter om utsläppen 1985 och de utsläppsnivåer år 2000 som är förenliga med de miljömål som diskuterades i det inledande kapitlet.

Tabell 5.4 Beräknade utsläpp av SO_x , NO_x och CO_2 år 2000.

	SO_x^*	NO_x^*	CO_2^{**}
Faktiska utsläpp 1985	270	315	59
Målsatta utsläpp 2000	169	164	63
IA	296	374	85
IIB	300	377	88
IIC	297	377	86
IIIB	339	393	121
IIIC	305	400	100
IIID	305	394	86

* Tusen ton.

** Miljoner ton.

Vid skattningen av utsläppskoefficienterna i olika sektorer har hänsyn tagits till effekten på NO_x -utsläppen av att nya bilar förses med katalysatorer. Utsläppen från sektorn VATTEN & VÄRME har beräknats med hänsyn till de krav förbränningsteknik som för närvarande gäller och genomgående har utsläppskoefficienterna beräknats med utgångspunkt i gällande krav på svavelhalt i bränslen. Några ytterligare restriktioner på utsläppen har inte gällt i de redovisade fallen.

Som framgår av tabellen överstiger de beräknade utsläppen år 2000 de målsatta med bred marginal. Målen kan med andra ord nås bara om ytterligare utsläppsbegränsande åtgärder genomförs. Det framgår också att kärnkraftsfallet IA, jämfört med de övriga fallen, medför lägre utsläpp av de här aktuella slagen. Biobränslealternativet IIID innebär förhållandevis små utsläpp av CO_2 ; trots den betydligt lägre tillgången på FIXEL är utsläppen av CO_2 inte högre än i fallen IA, IIB och IIC. Naturgasfallen IIC och IIIC innebär förhållandevis små utsläpp av både SO_x och CO_2 . Dessa jämförelser mellan de olika fallen med avseende på miljöutsläpp är dock partiell; samtliga alternativ har också andra miljökonsekvenser som inte behandlas här.

6. Ekonomiska konsekvenser av utsläppsbegränsningar

De resultat som redovisades i föregående avsnitt visade att utsläppen av svavel, kväve och koldioxid i samtliga fall blev betydligt högre än de målsatta. Det betyder att särskilda miljöpolitiska åtgärder är nödvändiga om målen skall nås. Sådana åtgärder påverkar emellertid den ekonomiska utvecklingen även på andra sätt.

Syftet med detta avsnitt är att belysa konsekvenserna av de målsatta utsläppsbegränsningarna på BNP och näringslivets struktur. Det bör påpekas att i de redovisade kalkylerna har utsläppen från VATTEN & VÄRME justerats med hänsyn till utsläppsrestriktionernas beräknade effekter på produktionen av fjärrvärme. Som nämndes tidigare innefattar dessa effekter en betydande övergång till bibränslebaserad kraftvärme.

Effekter på BNP och elanvändning

Inledningsvis redovisas de beräknade effekterna på BNP och elanvändning. Kalkylresultaten sammanfattas i Tabell 6.1. De olika fallen betecknas på samma sätt som tidigare; tillägget "R" anger att kalkylförutsättningarna innefattar en av de miljöpolitiska målen given restriktion på utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 . Som nämndes tidigare har det empiriska underlaget för fall IIID bedömts vara så osäkert att det inte tas upp till särskild behandling här.

Tabell 6.1 Beräknad utveckling av BNP och elanvändning vid restriktioner på utsläppen av svavel, kväve och koldioxid.

	BNP 2000 (10 ⁹ SEK)	1985–2000 % per år	EL 2000 TWh	1985–2000 % per
IA	1254,2	2,06	140	1,03
IA-R	1197,5	1,75	140	1,03
IIB	1247,4	2,02	134	0,74
IIB-R	1178,7	1,65	131	0,06
IIC	1245,3	2,01	131	0,59
IIC-R	1178,7	1,65	131	0,59
IIIB	1234,1	1,95	133	0,71
IIIB-R	1157,3	1,53	102	–1,17
IIIC	1226,1	1,91	123	0,18
IIIC-R	1149,7	1,48	95	–1,58

I samtliga fall medför utsläppsrestriktionerna betydande BNP-förluster. Dessa förluster reflekterar både direkta och indirekta effekter av restriktionerna på utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 . De "direkta" effekterna är att reala resurser måste användas för att begränsa utsläppen i stället för att framställa varor och tjänster. Produktionen av varor och tjänster blir med andra ord lägre. På samma sätt leder för övrigt kärnkraftavvecklingen till "direkta" effekter genom att reala resurser måste användas för att ersätta befintlig elproduktionskapacitet.

De "indirekta" effekterna uppstår som en del i ekonomins anpassning till miljörestriktionerna. En viktig del i denna anpassning har sin grund i en omstrukturerings av utrikeshandeln. Således medför miljörestriktionerna högre kostnader och därmed sämre internationell konkurrensförmåga i de el- och utsläppsintensiva basindustrierna. Därmed blir export och produktion, liksom efterfrågan på arbetskraft och andra inhemska resurser, lägre i dessa sektorer. Den lägre efterfrågan på inhemska resurser innebär i sin tur att priserna på dessa blir lägre, vilket leder till lägre kostnader i sektorer med relativt låg el- och utsläppsintensitet. Därmed blir dessa sektors exportpriser lägre och exportvolym högre.

Slutresultatet är en situation med full sysselsättning och bytesbalansjämvikt vid ett mindre fördelaktigt bytesförhållande (terms of trade) och en lägre inkomstnivå (BNP) än i fallet utan miljörestriktioner. Detta kan också uttryckas som att en mindre del av den inhemska produktionen kan användas för inhemsk konsumtion, dvs man får ett mindre "konsumtionsutrymme".

Mot bakgrund av resultaten i Tabell 6.1 framstår de aktuella miljömålen som oförenliga med en BNP-tillväxt på minst 2 % per år. De åtgärder som krävs leder till en reduktion av den redan tidigare låga tillväxten i BNP med 0,3–0,5 % per år. Detta gäller även vid fortsatt utnyttjande av kärnkraft. Genomförda känslighetsanalyser tyder på att denna slutsats håller även vid betydligt högre substitutionselasticitet mellan kapital och energi (0.6 i stället för 0.3), liksom vid energibesparande teknisk utveckling (i enlighet med förutsättningarna för den sk alternativkalkylen i kapitel 5).

Även om konflikten mellan miljömål och tillväxtmål är uppenbar i samtliga fall, skiljer sig effekten på BNP av SO_x -, NO_x - och CO_2 -målen påtagligt mellan de olika fallen. Således innebär realiserandet av dessa mål en BNP-förlust med 56,7 miljarder SEK (i 1985 års priser) i fall IA, medan motsvarande siffra är 76,4 i fall IIIC. Man kan också notera att BNP i fall IA är 104,5 miljarder SEK, eller ca 9 %, högre än i fall IIIC-R. Den samlade effekten av kärnkrafts-, svavel-, kväve- och koldioxidrestriktionerna motsvarar således mycket stora ekonomiska resurser.

Frågan är då i vilken utsträckning som de negativa effekterna på BNP-tillväxten kan begränsas om man skulle ge avkall på något av miljömålen. När det gäller målet att avveckla kärnkraften belyses detta av resultaten i Tabell 6.1. Effekten av separata restriktioner på utsläppen av SO_x , NO_x respektive CO_2 , under de allmänna förutsättningar som gäller för fall IIIB, belyses av de resultat som redovisas i Tabell 6.2. I tabellen innebär tex fall IIIB- SO_x att förutsättningarna för fall IIIB gäller med tillägget att det finns en av de miljöpolitiska målen bestämd restriktion på de totala utsläppen av SO_x .

Tabell 6.2 Beräknad utveckling av BNP och elanvändning vid separata restriktioner på utsläppen av svavel, kväve och koldioxid.

	BNP 2000 (10 ⁹ SEK)	1985–2000 % per år	EL 2000 TWh	1985–2000 % per
IIIB	1234,1	1,95	133	0,71
IIIB-SO _x	1177,1	1,63	123	0,16
IIIB-NO _x	1194,9	1,74	108	–0,68
IIIB-CO ₂	1164,6	1,57	95	–1,59
IIIB-R	1157,3	1,53	102	–1,17

Dessa resultat tyder på att vart och ett av miljömålen har betydande negativa effekter på tillväxten i BNP. Emellertid har målet beträffande koldioxidutsläppen i stort sett samma effekt på BNP-tillväxten som alla tre utsläppsmålen tillsammans. Detta resultat är särskilt anmärkningsvärt med hänsyn till att koldioxidmålet är ett "nolltillväxtmål", medan svavel- och kvävemålen innebär avsevärda reduktioner i förhållande till tidigare utsläppsnivåer. Dock bör det upprepas att CO₂-målet inte kunde realiseras i fall IIIB; utsläppen blev 68,8 i stället för målsatta 62,9 miljoner ton.

Effekter på globala utsläpp

Som kommer att framgå av följande avsnitt har miljörestriktionerna effekter på näringslivets struktur; produktionen i "utsläppsintensiva" sektorer minskar mer än BNP. Den rimliga tolkningen av detta resultat är att produktionen i dessa näringsgrenar ökar utomlands i motsvarande mån snarare än att den globala förbrukningen av de aktuella varorna minskar. Frågan är då vad nettoeffekten på de globala utsläppen av de svenska restriktionerna kan väntas bli. Resultatet av den överslagskalkyl som redovisas i Tabell 6.3 kan belysa detta. Utgångspunkten är de resultat som erhöles i fall IIIB och ett antagande om att utsläppen per producerad enhet utomlands är desamma som i Sverige.

Tabell 6.3 Beräknade globala förändringar av utsläppen av svavel, kväve och koldioxid till följd av utsläppsrestriktioner i Sverige.

	Reduktion av utsläppen			
	Utläpp utan restriktioner	i Sverige	utomlands	globalt
SO _x *	339	– 170	+ 64	– 106
NO _x *	393	– 229	+ 11	– 218
CO ₂ **	121	– 53	+ 5	– 48

* 100 ton. ** Miljoner ton.

Resultaten tyder på att omlokalisering av produktion begränsar de svenska åtgärdernas effekter på de globala utsläppen. Ändå ger de svenska åtgärderna ett betydande bidrag till att reducera de globala utsläppen. Det innebär att direkta utsläpps begränsande åtgärder och lägre energianvändning står för större delen av de utsläpps begränsningar som utsläppsrestriktionerna medför.

Effekter på sektornivå.

Som bakgrund till belysningen av effekterna på sektornivå redovisas först de beräknade faktorpriserna i de olika fallen, dvs. jämviktspriserna på KAPITAL, ARBETSKRAFT, EL och SKOGSRÅVARA. Genomgående är det prisindex som 1985 hade värdet 1,00. De erhållna resultaten är sammanställda i Tabell 6.4.

Som framgår av tabellen är resultaten identiska för fallen IIB-R och IIC-R. Skälet till detta är att produktionen av FLEXEL är noll i båda dessa fall.

Tabell 6.4 Beräknade faktorpriser i olika fall (1985=1,00)

	KAPITAL	ARBETSKRAFT	EL	SKOGSRÅVARA
IA	1,018	1,332	1,452	0,905
IA-R	0,979	1,250	1,393	0,840
IIB	1,010	1,325	1,576	0,888
IIB-R	0,969	1,243	1,576	0,807
IIC	1,005	1,321	1,649	0,878
IIC-R	0,969	1,243	1,576	0,807
IIIB	1,018	1,318	1,582	0,888
IIIB-R	0,925	1,204	2,556	0,671
IIIC	1,004	1,305	1,833	0,855
IIIC-R	0,910	1,204	2,874	0,641

Därmed är den enda skillnaden i förutsättningarna för de två fallen betydelselös.

De redovisade resultaten tyder på att miljörestriktionerna leder till en reduktion av både reallöner och kapitalavkastning. Detta är alltså de faktorprisanpassningar som krävs för att miljörestriktionerna skall vara förenliga med full sysselsättning och jämvikt i bytesbalansen. Om faktorprisanpassningen inte kommer till stånd uppstår obalansfenomen med ytterligare förluster av BNP som följd. Det skulle emellertid föra för långt att här försöka precisera vilka balansproblem som ter sig mest sannolika och vilka effekter på ekonomin som dessa kan få.

Reduktionen av jämviktspriserna på KAPITAL och ARBETSKRAFT kan emellertid också innebära att förutsättningarna om kapitalbildning och utbud av arbetskraft bör revideras nedåt. Om exempelvis arbetskraftsutbudets priselasticitet skulle vara 0,2, så skulle en reallönereduktion med 10% leda till en reduktion av utbudet av arbetskraft med 2%. Detta skulle i sin tur leda till en reduktion av BNP med ytterligare 1–2%. Motsvarande räkneexempel kan göras för utbudet av kapital. Här räcker det emellertid att konstatera att i kalkylerna ej beaktade effekter på utbudet av produktionsfaktorer snarast förstärker de slutsatser som de tidigare redovisade resultaten föranleder.

Mot bakgrund av de faktorpriseffekter som redovisas i Tabell 6.4 och förhållandet att olika näringsgrenar använder produktionsfaktorer i olika proportioner kan man räkna med att miljörestriktionerna har betydande effekter på näringslivets struktur. Kalkylresultaten redovisas i Tabell 6.5.

Tabell 6.5 Beräknad produktion i valda sektorer år 2000 utan respektive med restriktioner på utsläppen av svavel, kväve och koldioxid (miljarder SEK i 1985 års priser).

	SKOGSINDUSTRI	STÅL & BASKEMI	VERKSTAD
1985	67,2	129,9	229,9
IA	63,1	129,8	398,3
IA-R	59,5	56,2	437,5
IIB	62,2	127,4	400,9
IIB-R	56,9	54,9	441,4
IIC	61,5	124,8	402,4
IIC-R	56,9	54,9	441,4
IIIB	62,3	136,5	401,0
IIIB-R	46,7	40,0	457,5
IIIC	59,5	134,6	406,1
IIIC-R	44,5	29,5	464,4

Mot bakgrund av dessa kalkylresultat ter sig struktureffekterna av de aktuella miljörestriktionerna dramatiska. Detta gäller särskilt STÅL & BASKEMI där produktionsminskningen jämfört med 1985 års nivå uppgår till mellan 57 % och 77 %. Effekterna på produktionen i SKOGSINDUSTRI dämpas av att kostnadsökningen delvis överväldras på priset på SKOGSRÅVARA. Ändå tyder resultaten på att miljörestriktionerna reducerar produktion, och därmed sysselsättning, i SKOGSINDUSTRI i förhållande till 1985 års nivå.

När det gäller VERKSTAD rör det sig i stället om en kraftig ökning av export och produktion. Bakgrunden är den lägre nettoexporten från basindustrierna och expansionen baseras framförallt på den reallöneanpassning som redovisades i Tabell 6.4. Återigen är det skäl att understryka att de redovisade resultaten i hög grad beror på att den nödvändiga faktorprisanpassningen kommer till stånd.

Marginella kostnader för utsläppsbegränsning

Utöver de totala effekterna av utsläppsrestriktionerna är det också av intresse att redovisa de beräknade marginella kostnaderna för begränsning av de olika typerna av utsläpp. Dessa kostnadsmått anger ju i princip vilka utsläppsavgifter, eller priser på överlåtelsebara utsläppsrätter, som gör att de aktuella miljömålen uppnås. De erhållna resultaten redovisas i Tabell 6.6.

Tabell 6.6 Beräknade marginella kostnader (SEK/kg) för begränsning av olika utsläpp år 2000 (SEK i 1985 års prisnivå).

	Marginell kostnad för att begränsa utsläpp av		
	SO _x	NO _x	CO ₂
IA-R	36	48	0
IIB-R	35	47	0
IIC-R	35	47	0
IIIB-R	34	45	0.23
IIIB-SO _x	35	0	0
IIIB-NO _x	0	47	0
IIIB-CO ₂	0	0	0.31
IIIC-R	33	44	0.16

De beräknade marginella kostnaderna för att begränsa utsläppen av SO_x och NO_x reflekterar den antagna reningskostnaden, dvs kostnaden för produktion av dessa tjänster i sektorn RENING. Skillnaderna mellan de olika fallen är ett uttryck skillnaderna i kapitalavkastningskrav (se Tabell 6.4). De underliggande kostnadsuppskattningarna är mycket osäkra. Till detta kommer att de marginella reningskostnaderna i verkligheten sannolikt är högre ju lägre de totala utsläppen är, medan de förutsatts vara konstanta i modellkalkylerna. Resultaten för SO_x och NO_x i Tabell 6.6 säger därför i praktiken inte så mycket om vilka utsläppsavgifter som skulle krävas för att nå de aktuella utsläppsmålen.

Den beräknade direkta reningskostnaden uppgår till högst ca 5.5 miljarder SEK i de kalkyler som anges i Tabell 6.6. I förhållande till den beräknade totala reduktionen av BNP till följd av miljörestriktionerna är detta belopp mindre än 10%. Osäkerheten i beräkningen av de marginella kostnaderna för utsläppsbegränsning torde därför inte ha någon väsentlig betydelse för de allmänna slutsatser som kan dras på grundval av kalkylresultaten.

När det gäller den beräknade marginella kostnaden för begränsning av CO_2 -utsläppen är situationen delvis en annan. Här finns ingen direkt reningsmöjlighet, åtminstone inte i modellekonomin. Det betyder att den beräknade marginella kostnaden reflekterar substitutionsmöjligheterna mellan olika produktionsfaktorer i de olika sektorer och substitutionsmöjligheterna mellan olika varugrupper i slutanvändningssektorn. Även här föreligger en betydande osäkerhet i de underliggande parameterskattningarna, men resultaten förtjänar ändå att tas på större allvar än de som avser SO_x och NO_x .

Förhållandet att den marginella kostnaden för begränsning av CO_2 -utsläppen blir noll i vissa kalkyler visar att CO_2 -restriktionen inte är bindande i dessa fall, dvs dessa utsläpp blir lägre än de målsatta som en "biprodukt" av reduktionen av andra utsläpp. Mer konkret är det så att de stora reduktioner av SO_x - och NO_x -utsläppen som åstadkoms genom lägre bränsleanvändning och ändrad sektorstruktur även medför lägre CO_2 -utsläpp. Detta gäller även i verkligheten, men i modellkalkylen tenderar den höga aggregeringsnivån att förstärka denna effekt.

Som tillägg till dessa resultat bör nämnas att målet för CO_2 -utsläppen inte kunde uppfyllas vid full sysselsättning i fallen IIIB och IIIC. I dessa fall blev utsläppen av CO_2 68,8 respektive 63,7 miljoner ton i stället för det målsatta värdet 62,9. De redovisade resultaten avser BNP och elanvändning vid full sysselsättning i samtliga fall.

Tabell 6.6. Beräknade marginella kostnader för utsläppsbegränsning (SEK/ton) i olika fall. Resultatet i parentes i slutet av raderna är den totala kostnaden för utsläppsbegränsning i SEK/ton.		Fall		Resultat	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	
		A		B	
		I		II	

7. Slutsatser

Åtgärder som avveckling av befintlig kärnkraftskapacitet och restriktioner på olika utsläpp leder till två typer av kostnader. Den första kan kallas *oundvikliga kostnader*. Dessa har sin grund i att produktivt realkapital skrotas, tekniska alternativ utesluts och resurser omfördelas till användningsområden där deras produktivitet är lägre. Sammantaget är dessa kostnader ett uttryck för den lägsta möjliga produktivitetsminskning i ekonomin som helhet som en viss uppsättning åtgärder kan väntas medföra. Därav benämningen *oundvikliga kostnader*.

Den andra typen av kostnader kan kallas *anpassningskostnader*. Här kan man urskilja två typer. Det ena har att göra med "flaskhalsproblem" av olika slag; i en snabb omställningsprocess kan det uppstå brist på vissa resurser. Till detta kommer att det helt enkelt tar tid att genomföra investeringar i produktionsanläggningar och försäljningsorganisationer, liksom att identifiera nya marknader och affärsmöjligheter. I samband med en snabb övergång från kärnkraft till andra kraftslag kan flaskhalsproblem och oväntade tidsutdräkter uppstå i samband med att nya anläggningar skall projekteras och byggas och att försörjningen med nya bränslen skall tryggas.

Den andra typen av anpassningskostnad har att göra med trögheter i anpassningen av produkt- och faktorpriser. Om anpassningen av relativpriserna inte kommer till stånd, kan detta leda till obalanser och temporärt lågt utnyttjande av tillgängliga resurser i form av arbetskraft och realkapital. Konsekvensen blir en lägre BNP än vad som annars hade varit möjligt.

Den analys som genomförts här avser uteslutande *oundvikliga kostnader*. Att på ett någorlunda uttömmande sätt analysera och kvantifiera *anpassningskostnader* ställer krav på dels en annan och betydligt mer komplicerad analysmetodik, dels en ganska långt driven precisering av innehållet i de miljö- och energipolitiska åtgärder som statsmakterna kommer att vidta i syfte att uppnå de aktuella miljömålen. Sammantaget har detta bedömts vara en alltför stor uppgift med ett alltför osäkert resultat.

Med hänsyn till slutsatserna av den analys som genomförts är det ändå viktigt att försöka ta hänsyn till de anpassningskostnader som kan bli aktuella i detta sammanhang. Man kan då först konstatera att inget talar för att anpassningskostnaderna skall bli negativa, dvs. att kärnkraftsavveckling och skärpta miljökrav skall bana vägen för produktivitetsökningar som annars inte skulle kunna uppnås. Allt talar i stället för att anpassningskostnader av skilda slag förstärker de slutsatser som kan dras av den genomförda analysen. Frågan är då om anpassningskostnaderna är "stora" eller "små" i förhållande till de "oundvikliga kostnader" som identifierats.

Något exakt svar på denna fråga kan inte ges. Dock ligger det i sakens natur att anpassningskostnader är av engångskaraktär, medan de "oundvikliga" kostnaderna är permanenta. I en nuvärdesberäkning torde därför anpassningskostnaderna i allmänhet väga ganska lätt i förhållande till de permanenta "oundvikliga" kostnaderna. Dock kan produktionsbortfall under en anpassningsprocess leda till minskad kapitalbildning och därmed varaktigt lägre tillgång på realkapital.

Den välfärdsutveckling som följer av ett visst ekonomiskt utvecklingsförlopp beror på hur inkomster och inkomstförändringar fördelas mellan olika grupper i samhället. Den genomförda analysen har i och för sig inte beaktat fördelningseffekterna av de studerade åtgärderna. De erhållna resultaten kan ändå utnyttjas för en översiktlig analys av fördelningseffekterna i de olika fallen. Mot bakgrund av resultaten för elprisutveckling och förändringar i näringslivets struktur är det speciellt två grupper i samhället som i hög grad kan påverkas av de aktuella miljörestriktionerna.

Den första gruppen är anställda i de mest el- och utsläppsintensiva delarna av basindustrierna. Kalkylresultaten tyder på en kraftig reduktion av produktion och sysselsättning i dessa näringsgrenar. Med hänsyn till de aktuella industriernas lokalisering är det troligt att en sådan omstrukturering av näringslivet kan ha stora direkta effekter på lokala marknader för arbetskraft samt därav följande indirekta effekter på lokala marknader för fastigheter, service m.m. Sammantaget kan detta innebära en betydande inkomst- och förmögenhetsförlust för de människor som bor och arbetar i vissa orter eller regioner.

Den andra gruppen som är särskilt utsatt utgörs av de hushåll som använder direktverkande elvärme. För dessa hushåll är elenergi en relativt stor utgiftspost. De har dessutom relativt små möjligheter att övergå till andra uppvärmningsformer. Det betyder att de högre elpriserna har en förhållandevis stor effekt på levnadsomkostnaderna för dessa hushåll. Sammantaget är det en relativt liten del av befolkningen som i första hand får bära kostnaderna för de studerade åtgärderna.

Fördelningseffekterna av miljö- och energipolitiska åtgärder kan emellertid påverkas genom undantagsregler och andra kompenserande åtgärder. Emellertid innebär sådana åtgärder att anpassningen till ökad knapphet på elenergi och restriktioner på de totala utsläppen flyttas till andra sektorer där kostnaden är högre. Det som kan vinnas i mindre negativa fördelningseffekter måste betalas med större förluster av BNP. Någon beräkning av kostnaderna för undantagsregler och andra typer av kompenserande åtgärder har dock inte genomförts.

Syftet med denna utredning är att undersöka om det på sannolika grunder föreligger en målkonflikt i den långsiktiga ekonomiska politiken i Sverige. Inledningsvis preciserades syfte till frågan om en viss uppsättning miljöpolitiska mål kan vara förenliga med en BNP-tillväxt på minst 2 % per år. De redovisade resultaten tyder på att detta inte är möjligt. Även om osäkerheten om den exakta tillväxten i BNP och utvecklingen på sektornivå är stor, är detta en mycket robust slutsats. En allmän värdering av vilka anpassningskostnader som kan uppstå och de ekonomisk-politiska reaktionerna på dessa tenderar att förstärka slutsatsen.

Alla de redovisade kalkylerna har genomförts under förutsättningen att

den svenska miljö- och energipolitiken inte samordnas med eller anpassas till utvecklingen på dessa områden i vår omvärld. Om en sådan samordning eller anpassning skulle komma till stånd är det troligt att effekterna i Sverige skulle bli väsentligt annorlunda. Speciellt är det troligt att omstruktureringen av näringslivet inte skulle bli lika omfattande.

Appendix 1. En numerisk allmän jämviktsmodell av den svenska ekonomin

Modellens allmänna egenskaper

De beräkningar som redovisas i huvudtexten har genomförts med hjälp av en numerisk modell av den svenska ekonomin. Modellen har utvecklats inom ramen för denna utredning. I detta appendix beskrivs modellen och i Appendix 2 redovisas dess empiriska underlag.

Modellen är en s. k. numerisk allmän jämviktsmodell i den tradition som har sin grund i Johansen (1960) och som översiktligt beskrivs i Bergman (1989 c). Det innebär att kapitalbildning, arbetskraftutbud och teknologisk utveckling bestäms utanför modellen, medan man med modellens hjälp kan identifiera den sektorvisa fördelning av tillgängliga resurser som vid en given framtida tidpunkt gör att ekonomins samtliga produkt- och faktormarknader samt bytesbalansen är i jämvikt.

Det förutsätts att alla produkt- och faktormarknader karaktäriseras av ren konkurrens och att samtliga produkt- och faktorpriser är flexibla. Modellen är statisk till sin karaktär och innehåller inga marknader för finansiella tillgångar. Enskilda delar av modellen bygger på Haaland m. fl. (1987), Bergman (1986), Görling (1988) och Lundgren (1985). Modellen är programmerad i PC-versionen av GAMS (se Brooke m. fl. (1988)).

Modellekonomin består av ett antal produktionssektorer och en aggregerad slutanvändningssektor. Denna står för all inhemsk efterfrågan på "färdiga" varor och tjänster, dvs. varor och tjänster som inte används som insatsvaror i näringslivet. Produktionssektorerna kan delas in i tre kategorier som benämns T-sektorer, M-sektorer och N-sektorer. Indelningen bygger på vilken typ av beroende av världsmarknadspriser och utrikeshandel som gäller i respektive sektor. I den här aktuella tillämpningen finns det två T-sektorer, tre M-sektorer och två N-sektorer. De olika sektorerna, som definieras med avseende på ingående branscher i Appendix 2, har följande beteckningar:

T-SEKTORER

SKOGSINDUSTRI
STÅL & BASKEMI

M-SEKTORER

VERKSTAD
SKYDDAD
TJÄNST & TRANSPORT

N-SEKTORER

VÄRME & VATTEN
OFFENTLIG

Dessutom finns sektorerna EL och RENING. De är båda N-sektorer med avseende på världsmarknadspriser och utrikeshandel, men behandlingen av dessa sektorer i övrigt är sådan att de lämpligen diskuteras för sig vid en beskrivning av modellen.

T-sektorerna är "pristagare" på internationella marknader. Det är alltså sektorer som förutsätts arbeta under samma betingelser som Heckscher-Ohlin modellens producenter. M-sektorerna har en omfattande utrikeshandel med differentierade produkter. På grund av produktdifferentieringen är de inhemska priserna på M-sektorernas produkter inte helt bestämda av världsmarknadspriserna. M-sektorerna kan därför i modellen behandlas på det sätt som föreslagits av Armington (1969). N-sektorerna, slutligen, är de sektorer som har helt obetydlig utrikeshandel och där alltså priserna är bestämda av inhemska efterfråge- och kostnadsförhållanden.

Produktionsteknologin antas vara sådan att olika produktionsfaktorer i varierande utsträckning kan ersätta varandra. Användningen av producerade insatsvaror utom energi förutsätts dock vara proportionell mot produktionen i respektive sektor. De substituerbara produktionsfaktorerna är arbetskraft, kapital, råvaror, el och bränslen. Emellertid är skogsråvara den enda typ av råvara som är identifierad i modellens empiriska underlag. Således är det bara skogsindustrin som har en positiv efterfrågan på råvaror i modellekonomin. De substituerbara produktionsfaktorerna benämns: ARBETSKRAFT (L), KAPITAL (K), SKOGSRÅVARA (N), EL (E) och BRÄNSLE (F). Beteckningarna inom parentes används i den matematiska beskrivningen av modellen.

Utbudet av ARBETSKRAFT och KAPITAL förutsätts vara helt oelastiskt, medan utbudet av SKOGSRÅVARA beror på priset på denna resurs. Utbudet av EL består till en del av elproduktionen i befintliga vatten- och kärnkraftverk samt elproduktionen i kraftvärmeverk. Denna elproduktion benämns FIXEL och utbudet förutsätts vara helt oelastiskt. Resten av elproduktionen kommer från tillkommande värmekraftverk (som inte är kraftvärmeverk) och benämns FLEXEL för att antyda att utbudet är flexibelt och beroende på efterfråge- och kostnadsförhållanden. BRÄNSLE är importerade fossila bränslen, dvs. olja, kol och naturgas. Utbudet förutsätts vara helt elastiskt vid det exogent givna världsmarknadspriset.

Utöver de resurser som tillgänglig ARBETSKRAFT, KAPITAL, SKOGSRÅVARA och FIXEL utgör, förfogar modellekonomin över resurser i form av befintlig kapacitet i T-sektorerna. Det realkapital som bundits i denna kapacitet antas sakna alternativutnyttjandevärde och åtgångstalen för olika produktionsfaktorer i de aktuella processerna antas vara givna och konstanta.

Både produktion och slutlig användning av varor och tjänster medför utsläpp av föroreningar. De föroreningar som identifieras i det empiriska underlaget är SO_x , NO_x och CO_2 . Generellt görs i modellen en distinktion mellan processutsläpp och utsläpp relaterade till förbränning. De förra förutsätts vara proportionella mot produktionen och de senare mot användningen av BRÄNSLE i respektive sektor. Varje sektor kan reducera sina utsläpp genom att köpa tjänster från sektorn RENING. Efterfrågan på sådana tjänster styrs av restriktioner på de totala utsläppen av olika föroreningar i ekonomin som helhet.

Teknologi och kostnader

För samtliga T-, M- och N-sektorer antas teknologin uppvisa konstant skalavkastning och kunna beskrivas av en produktionsfunktion av Leontief-typ i ett aggregat av substituerbara produktionsfaktorer samt producerade och importerade insatsvaror (utom energi). Användningen av den aggregerade produktionsfaktorn i sektor j betecknas Y_j . Användningen av producerad insatsvara i i sektor j betecknas X_{ij} och användningen av importerade insatsvaror i sektor j betecknas M_j , medan motsvarande förbrukning per producerad enhet betecknas a_{ij} respektive m_j . Produktionsfunktionen för sektor j kan alltså skrivas

$$X_j = \min \left\{ \frac{Y_j}{A_j}, \frac{X_{ij}}{a_{ij}}, \frac{M_j}{m_j} \right\} ; j \in T, M, N.$$

Den styckkostnadsfunktion som svarar mot denna produktionsfunktion är linjär i priserna på produktionsfaktorer och producerade insatsvaror. För att kunna definiera ett konsistent prisindex för den aggregerade produktionsfaktorn måste man beakta hur aggregeringen är gjord.

Den aggregerade produktionsfaktorn är definierad av fyra nivåer CES-funktioner. I "botten" bildas ett energiaggregat Q_j av EL och BRÄNSLE, dvs.

$$Q_j = Q_j(E_j, F_j) ; j \in T, M, N,$$

varav det följer att prisindex för energiaggregatet, P_{Qj} , kan skrivas

$$P_{Qj} = \left\{ \delta_{Qj} P_E^{1-\sigma_{Qj}} + (1-\delta_{Qj}) P_{Fj}^{1-\sigma_{Qj}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Qj}}} ; j \in T, M, N. \quad (1)$$

där P_E är priset på EL och P_{Fj} är priset på BRÄNSLE. Det sistnämnda priset skiljer sig mellan olika sektorer på grund av att utsläppen per enhet BRÄNSLE skiljer sig mellan sektorerna. Variabeln P_{Fj} definieras längre fram i modellbeskrivningen.

På nästa nivå definieras ett aggregat av kapital och energi som betecknas U_j . Liksom för energiaggregatet definieras den sammansatta produktionsfaktorn av en CES-funktion, dvs.

$$U_j = U_j(Q_j, K_j) ; j \in T, M, N,$$

och motsvarande prisindex kan skrivas

$$P_{Uj} = \left\{ \delta_{Uj} P_K^{1-\sigma_{Uj}} + (1-\delta_{Uj}) P_{Qj}^{1-\sigma_{Uj}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Uj}}} ; j \in T, M, N. \quad (2)$$

där således P_K är priset på kapitaltjänster.

På nästa nivå kombineras kapital-energi aggregatet med SKOGSRÅVARA till aggregatet H_j , dvs.

$$H_j = H_j(U_j, N_j) ; j = \text{SKOGSINDUSTRI}.$$

med prisindex

$$P_{Hj} = \left\{ \delta_{Hj} P_N^{1-\sigma_{Hj}} + (1-\delta_{Hj}) P_{Uj}^{1-\sigma_{Hj}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Hj}}}; j = \text{SKOGSINDUSTRI} \quad (3)$$

där P_N är priset på SKOGSRÅVARA. Eftersom denna faktor bara används i sektorn SKOGSINDUSTRI är det bara i denna sektor som det i praktiken är någon skillnad mellan U_j och H_j .

På den fjärde nivån kombineras aggregatet H_j med arbetskraft, L_j , till den aggregerade produktionsfaktorn Y_j enligt

$$Y_j = Y_j(H_j, L_j); j \in T, M, N,$$

varav det följer att prisindex för Y_j kan skrivas

$$P_{Yj} = \left\{ \delta_{Yj} P_L^{1-\sigma_{Yj}} + (1-\delta_{Yj}) P_{Hj}^{1-\sigma_{Yj}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Yj}}}; j \in T, M, N. \quad (4)$$

där P_L är priset på arbetskraft.

Mot denna bakgrund kan den marginella kostnaden, som på grund av konstant skalavkastning sammanfaller med styckkostnaden, i sektor j , C_j , skrivas

$$C_j = P_{Yj} A_j e^{-\lambda_j t} + \sum_i P_i^D a_{ij} + P^M m_j + b_j + V_j; j \in T, M, N, \quad (5)$$

där P_i^D är priset på producerad insatsvara i och P^M är priset på producerade insatsvaror. Parametrarna a_{ij} och m_j anger den konstanta förbrukningen av dessa insatsvaror per producerad enhet, medan b_j är en konstant styckskatt på sektor j 's produkter. Variabeln V_j , som definieras längre fram, reflekterar kostnaden för sektor j för de processutsläpp som verksamheten medför.

För de "gamla" anläggningarna i T-sektorerna gäller ett snarlikt uttryck, nämligen

$$\begin{aligned} C_j^0 &= R_j^0 k_j^0 + P_L^0 \ell_j^0 + P_N^0 n_j^0 + P_E^0 e_j^0 + P_{Fj}^0 f_j^0 + \sum_i P_i^D a_{ij} \\ &\quad + P^M m_j + b_j + V_j^0; \\ j &= \text{SKOGSINDUSTRI, STÅL\&BASKEMI} \end{aligned} \quad (6)$$

där de små bokstäverna representerar de konstanta åtgångstalen för olika produktionsfaktorer, inklusive den vid basåret befintliga kapaciteten. Variabeln R_j^0 anger driftöverskott per enhet "gammalt" kapital i sektor j .

Varupriser och varumarknadsjämvikt

Varje produktionssektor producerar en varugrupp och var och en av modellekonomin varugrupper produceras i en enda produktionssektor. Det finns alltså ingen egentlig skillnad mellan sektorer och varor när det

gäller inhemskt producerade varor. Genomgående betecknas producentpriset på en inhemskt producerad vara, t.ex. vara i , med P_i . Världsmarknadspriset på motsvarande varugrupp betecknas med P_i^W , medan det inhemska användarpriset betecknas med P_i^D . Relationen mellan dessa tre priser skiljer sig mellan de olika sektortyperna.

När det gäller T-sektorerna kan de inhemska priserna inte överstiga världsmarknadspriserna om de inhemska producenterna skall kunna finnas kvar på marknaden. De kan inte heller vara lägre än de internationella priserna; eftersom de inhemska producenterna kan avsätta de kvantiteter de önskar till rådande priser på de internationella marknaderna finns det inget skäl att hålla lägre priser på hemmamarknaden. Det måste alltså gälla att

$$P_i^D = P_i^W = P_i; i \in T \quad (7)$$

När det gäller M- och N-sektorerna finns det ingen direkt relation mellan inhemska priser och världsmarknadspriser, även om M-sektorernas internationella konkurrensförmåga i hög grad beror just på relationen mellan dessa priser. När det gäller modellens variabler kan man således utgå från relationen

$$P_i^D = P_i; i \in M, N. \quad (8)$$

Den inhemska slutliga efterfrågan på varugrupp i betecknas D_i och bestäms inom ramen för ett s. k. linjärt utgiftssystem, dvs.

$$D_i = \bar{D}_i + \frac{\beta_i}{P_i^D} \left\{ I - \sum_{i \in T, M} P_i^D \bar{D}_i - P_E \bar{D}_E - P_{FD} \bar{D}_F - P^M \bar{D}_M \right\}; i = T, M, N \quad (9)$$

$$D_E = \bar{D}_E + \frac{\beta_E}{P_E} \left\{ I - \sum_{i \in T, M} P_i^D \bar{D}_i - P_E \bar{D}_E - P_{FD} \bar{D}_F - P^M \bar{D}_M \right\}; \quad (10)$$

$$D_F = \bar{D}_F + \frac{\beta_F}{P_{FD}} \left\{ I - \sum_{i \in T, M} P_i^D \bar{D}_i - P_E \bar{D}_E - P_{FD} \bar{D}_F - P^M \bar{D}_M \right\}; \quad (11)$$

$$D_M = \bar{D}_M + \frac{\beta_M}{P^M} \left\{ I - \sum_{i \in T, M} P_i^D \bar{D}_i - P_E \bar{D}_E - P_{FD} \bar{D}_F - P^M \bar{D}_M \right\}; \quad (12)$$

där β_i och $\bar{D}_i$ är konstanta parametrar och I är den disponibla inkomsten minus sparande, medan D_E , D_F and D_M är efterfrågan på EL, BRÄNSLE och importerade varor för slutlig användning.

Den intermediära efterfrågan liksom efterfrågan på importerade insatsvaror bestäms av åtgångstalen a_{ij} och m_j i förening med den totala sektorvisa produktionen. T-sektorernas nettoexport är lika med skillnaden mellan produktion och inhemsk efterfrågan. I M-sektorerna är exportefterfrågan given av

$$Z_i = Z_j^0 \left[\frac{P_i}{P_i^w} \right]^{\epsilon_i} \cdot e^{\gamma_i}; i \in M \quad (13)$$

där således Z_i är den efterfrågade kvantiteten, ϵ_i exportefterfrågans elasticitet med avseende på relationen mellan det inhemska producentpriset och världsmarknadspriset, e^{γ_i} är ett index för världsmarknadens "storlek" vid tidpunkten t och Z_i^0 en konstant som anger exporten vid basårstidpunkten.

Den totala efterfrågan på importerade varor kan skrivas

$$M = \sum_{j \in T, M, N} m_j X_j + \sum_{j \in T} m_j X_j^0 + D_M; \quad (14)$$

där M är den totala importefterfrågan och X_j produktionen i sektor j . Produktionen i "gamla" anläggningar betecknas med X_j^0 .

Jämviktsvillkoren för varumarknaderna kan nu skrivas som

$$X_j^0 + X_i = \sum_{i \in T, M, N} a_{ij} X_j + \sum_{j \in T} a_{ij} X_j^0 + D_i + G_i + Z_i; i \in T. \quad (15)$$

$$X_i = \sum_{j \in T, M, N} a_{ij} X_j + \sum_{j \in T} a_{ij} X_j^0 + D_i + G_i + Z_i; i \in M. \quad (16)$$

$$X_i = \sum_{j \in T, M, N} a_{ij} X_j + \sum_{j \in T} a_{ij} X_j^0 + D_i + G_i; i \in N. \quad (17)$$

där G_i är en exogent bestämd efterfrågekomponent. I de kalkyler som utförts inom denna utredning spelar G_i en roll endast i sektorn VÄRME & VATTEN där hela efterfrågan förutsätts vara exogent bestämd. Det betyder att variabeln D_i antar värdet noll för denna sektor.

Producentbeteende och produktion

T-, M- och N-sektorer

Producenterna i de olika produktionssektorerna förutsätts välja de faktorkombinationer som, givet den tillgängliga teknologin, minimerar produktionskostnaderna och den produktionsvolym som maximerar vinsten. För de "nya" anläggningarna i T-sektorerna innebär detta att följande villkor måste vara uppfyllda i jämvikt

$$P_i - C_i \leq 0 \quad ; i \in T. \quad (18)$$

$$(P_i - C_i)X_i = 0 \quad ; i \in T. \quad (19)$$

$$X_i \geq 0 \quad ; i \in T. \quad (20)$$

Den "rena" vinsten per producerad enhet är icke-positiv och produktionen är icke-negativ samt positiv endast om den "rena" vinsten per producerad enhet är noll.

I T-sektorernas "gamla" anläggningar är avkastningen på det sektorspecifika kapitalet residuellt bestämd. Den vinstmaximerande produktionsvolymen är den som gör att villkoret

$$P_i = C_j^0 \quad ; \quad i \in T \quad (21)$$

kan uppfyllas. Emellertid kan det inträffa att avkastningen på det sektorspecifika kapitalet blir negativt. Ovanstående vinstmaximeringsvillkor för "gamla" anläggningar i T-sektorerna måste därför kompletteras med villkoret

$$X_j^0 \begin{cases} \geq 0 \text{ endast om } R_j^0 \geq 0 \\ = 0 \text{ om } R_j^0 < 0 \end{cases} \quad (22)$$

Den vid bastidpunkten tillgängliga kapaciteten i "gamla" anläggningar måste emellertid underhållas för att kunna vara tillgänglig i produktionen. Det är troligt att det finns ett samband mellan avkastningen på det kapital som är bundet i "gamla" anläggningar och insatserna för att underhålla anläggningarna. För att ta hänsyn till detta antas därför att utbudet av produktionskapacitet i T-sektorernas "gamla" anläggningar bestäms av

$$k_j^0 X_j^0 = (R_j^0)^{\rho_j} K_j^0 \quad (23)$$

där K_j^0 är kapitalanvändningen vid bastidpunkten och parametern j är kapacitetsutbudets elasticitet med avseende på kapitalavkastningen.

För M- och N-sektorerna är vinstmaximeringsvillkoret

$$P_i = C_i \quad ; \quad i \in M, N. \quad (24)$$

vilket bland annat innebär att producenterna i M-sektorerna agerar som pristagare trots att de som grupp skulle kunna tillämpa ett visst mått av monopolistisk prissättning på de internationella marknaderna.

Elsektorn

Det totala utbudet av EL är summan av FIXEL och FLEXEL eller, med andra beteckningar

$$E = \bar{X}_E + X_E$$

där $\bar{X}_E$ är det helt oelastiska utbudet av FIXEL och X_E är utbudet av FLEXEL. Storleken av detta utbud beror på den marginella kostnaden för FLEXEL och marknadens värdering av EL.

Den marginella kostnaden för FLEXEL kan skrivas

$$C_E = P_{FE} a_{FE} + P_K k_E + V_E \quad (25)$$

där a_{FE} och k_E är åtgångstalen för "BRÄNSLE" och KAPITAL och V_E är den kostnad som beror på utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 . Citations-tecknen anger att det importerade bränsle som används i tillkommande kraftverk kan vara ett annat aggregat av olja, kol och naturgas, och därför betinga ett annat pris, än det som används i ekonomin i övrigt. Givet detta kostnadssamband blir vinstmaximeringsvillkoret för produktionen av FLEXEL

$$P_E - C_E \leq 0 \quad ; \quad (26)$$

$$(P_E - C_E) X_E = 0 \quad ; \quad (27)$$

$$X_E \geq 0 \quad ; \quad (28)$$

Sektorn RENING

Priset på reningstjänster, dvs. de produkter som framställs av sektorn RENING, antas vara lika med marginella kostnaden för de aktuella tjänsterna. Det förutsätts att KAPITAL är den enda produktionsfaktorn som används i denna sektor. Det betyder att villkoret

$$P_{Ce} = P_k k_{Ce} \quad ; \quad e = SO_x, NO_x, CO_2. \quad (29)$$

alltid är uppfyllt i jämvikt.

De miljöpolitiska målen etablerar övre gränser för utsläppen av SO_x , NO_x och CO_2 . Om målen skall realiseras sätts, på ett eller annat sätt, ett "pris" på vart och ett av dessa slag av miljöutsläpp. Detta pris kan vara implicit och bestämt av direkta krav på rening, eller vara explicit och ha formen av en utsläppsavgift eller ett pris på överlåtelsebara utsläppsrätter (se Tietenberg (1985)). Vid beskrivningen av modellen är det naturligtast att resonera i termer av det sistnämnda alternativet.

Om således marknadspriset på utsläppsrätter för förorening e är Π_e , så är detta också ett mått på den marginella betalningsviljan för reningstjänster. Den vinstmaximerande produktionen i sektorn RENING, X_{Ce} , är således den som uppfyller villkoren

$$\Pi_e - P_k k_{Ce} \leq 0 \quad ; \quad (30)$$

$$X_{Ce}(\Pi_e - P_k k_{Ce}) = 0 \quad ; \quad e = SO_x, NO_x, CO_2 \quad (31)$$

$$X_{Ce} \geq 0 \quad ; \quad (32)$$

Faktorefterfrågan och faktormarknadsjämvikt

Med hjälp av Shephard's lemma (se Varian (1984)) kan faktorefterfrågan i en sektor bestämmas som den partiella derivatan av sektorns kostnadsfunktion med avseende på den aktuella faktorns pris. Därmed kan jämviktsvillkoren för de inhemska faktormarknaderna direkt skrivas som

$$K = \sum_{j \in T, M} \frac{\partial C_i}{\partial P_K} X_j + k_E X_E + \sum_e k_{Ce} X_{Ce}; \quad (33)$$

$$L = \sum_{j \in T, M} \frac{\partial C_i}{\partial P_L} X_j; \quad (34)$$

$$E = \sum_{j \in T, M, N} \frac{\partial C_i}{\partial P_E} X_j + D_E; \quad (35)$$

$$N = \frac{\partial P_i}{\partial P_N} X_j; \quad j = \text{SKOGSINDUSTRI} \quad (36)$$

Marknaden för utsläppsrätter

Som nämndes tidigare görs en distinktion mellan processutsläpp och utsläpp som är relaterade till förbränning. De förra förutsätts vara proportionella mot produktionen och de senare mot användningen av BRÄNSLE i respektive sektor. Mot denna bakgrund kan de totala utsläppen av förorening e skrivas

$$T_e = \sum_i f_{ei} \frac{\partial C_i}{\partial P_F} X_i + f_{eD} D_F + p_{eE} a_{FE} X_E + \sum_i p_{ei} X_i; \\ e = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{CO}_2 \quad (37)$$

där f_{ei} och f_{eD} är de förbränningsrelaterade utsläppen per enhet BRÄNSLE i sektor i respektive i slutanvändningssektorn medan p_{ei} och p_{eE} är de processrelaterade utsläppen i sektor i respektive i produktionen av FLEX-EL.

Givet dessa utsläppskoefficienter och de tidigare diskuterade priserna på utsläppsrätter, dvs. Π_e , kan de sektorspecifika användarpriserna på BRÄNSLE definieras som

$$P_{Fj} = P_F + \sum_e \Pi_e f_{ej}; \quad e = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{CO}_2 \quad (38)$$

$$P_{FD} = P_F + \sum_e \Pi_e f_{eD}; \quad e = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{CO}_2 \quad (39)$$

Vidare kan producenternas kostnad för processutsläppen, dvs. variablerna V_j och V_E , definieras som

$$V_j = \sum_e \Pi_e p_{ej}; \quad e = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{CO}_2 \quad (40)$$

$$V_E = \sum_e \Pi_e p_{eE} a_{FE}; \quad E = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{SO}_2 \quad (41)$$

De totala utsläppen av förorening e kan reduceras med hjälp av de tjänster som produceras i sektorn RENING, dvs. X_{Ce} . Emellertid kan de miljöpolitiska målen innebära att det finns en övre gräns, $\bar{T}_e$, för de utsläpp som återstår efter eventuell rening, dvs. skillnaden mellan T_e och X_{Ce} . Denna övre gräns kan betraktas som ett mått på den totala tillgången på utsläppsätter. Efterfrågan på utsläppsätter sammanfaller med skillnaden mellan T_e och X_{Ce} ; innehavet av utsläppsätter måste ju motsvara de utsläpp som inte elimineras med direkta reningsåtgärder. Utsläppsätterna förutsätts vara överlåtelsebara, vilket innebär att det kan uppstå en marknad för denna typ av tillgång. Jämvikt på marknaden för utsläppsätter förutsätter att

$$T_e - X_{Ce} - \bar{T}_e \leq 0; \quad (42)$$

$$\Pi_e(T_e - X_{Ce} - \bar{T}_e) = 0; \quad e = \text{SO}_x, \text{NO}_x, \text{CO}_2 \quad (43)$$

$$\Pi_e \geq 0; \quad (44)$$

Innebörden av dessa villkor är dels att efterfrågan på utsläppsätter högst får uppgå till utbudet, dels att priset på utsläppsätter måste vara icke-negativt. Vidare är priset på utsläppsätter positivt endast om efterfrågan är lika stor som utbudet. Det bör påpekas att modellformuleringen innebär att marknadspriset på utsläppsätter är priset att inneha en sådan rätt under en period.

Makroekonomisk jämvikt

I jämvikt måste alla agenter uppfylla sin budgetrestriktion, dvs. summan av utgifter på varor och tjänster och sparande får inte överstiga den disponibla inkomsten. Detta jämviktsvillkor kan uttryckas på olika sätt. Den formulering som valts här är att införa en restriktion på bytesbalansens saldo. Det betyder att slutanvändningssektorns disponibla inkomst, dvs. variabeln I , är indirekt bestämd av denna restriktion. Bytesbalansrestriktionen kan skrivas

$$\sum_{i \in T} P_i^W Z_i + \sum_{i \in M} P_i Z_i - P^M M - P_F F - P_{FE} F_E = S; \quad (45)$$

där S är det exogent givna bytesbalanssaldot och importen av BRÄNSLE, F , är bestämd av

$$F = \sum_{j \in T, M, N} \frac{\partial C_j}{\partial P_F} X_j + D_F; \quad (46)$$

och importen av bränsle till produktionen av FLEXEL, dvs. F_E , är bestämd av

$$F_E = a_{FE} \cdot X_E \quad (47)$$

Med detta är beskrivningen av modellen klar. Det återstår att diskutera modellens empiriska underlag och skattningen av dess parametrar. Dock kan det vara lämpligt att dessförinnan definiera BNP i termer av modellens variabler. Det mått på BNP som används vid redovisningen av kalkylresultaten är summan av faktorinkomster, inklusive avkastningen på sektorspecifikt kapital och innehav av utsläppsrätter, och indirekta skatter. Modellekonomins bruttointkomstmått är alltså ett "BNP till marknadspris". Med modellens variabler kan detta mått skrivas

$$\text{BNP} = P_K K + P_L L + P_E E + P_N N + \sum_{j \in T} R_j^0 (R_j)^{P_j} K_j^0 + \sum_e \Pi_e \bar{T} + \sum_{j \in T, M, N} b_j X_j ; \quad (48)$$

Empiriskt underlag och parameterskattningar

Modellens parametrar är skattade genom kalibrering till basårsdata och utnyttjande av extern information. Detta är den vanligaste ansatsen när det gäller skattning av parametrar i numeriska allmänna jämviktsmodeller (se Mansur och Whalley (1984)). Det bör dock understrykas att det är en mycket primitiv metod som egentligen bara kan försvaras med hänvisning till bristen på praktiskt realistiska alternativ.

En konsekvens av skattningsmetodiken är att det inte går att kvantifiera osäkerheten i modellens prediktioner. I någon mån kan detta kompenseras med känslighetsanalyser, dvs. att man undersöker resultatens känslighet för variationer i enskilda parametrar eller grupper av parametrar.

Modellen är kalibrerad till en nationalräkenskapsmatris ("Social Accounting Matrix" eller "SAM" med den vanligare engelska terminologin) för 1985. I grundmaterialet är 45 produktionssektorer identifierade. Dessa sektorer har aggregerats med utgångspunkt i dels faktorproportioner och utsläppsmönster, dels utrikeshandelns omfattning och inriktning på export respektive import. Sektordefinitioner redovisas i Appendix 2.

Flertalet av modellens parametrar bestäms genom kalibreringen till basårsdata. De som måste bestämmas på grundval av extern information är bland annat parametrarna i kostnadsfunktionerna, närmare bestämt substitutionselasticiteterna mellan olika produktionsfaktorer. Vidare måste parametrarna i slutanvändarsektorns efterfrågefunktioner och priskänslighetsparametrarna i M-sektorernas exportfunktioner bestämmas på grundval av extern information. Till detta kommer att utbudselasticiteten för SKOGRÅVARA måste ges ett numeriskt värde.

När det gäller substitutionselasticiteterna mellan olika produktionsfaktorer på sektornivå finns det en ganska omfattande litteratur att lägga till grund för de antaganden som görs. Dock finns det ingen studie på svenska data som avser just de sektoraggregat som är aktuella här, även om Walfridsson (1987) innehåller i sammanhanget värdefullt material. Ett generellt intryck från de ekonometriska resultat som redovisas i litteraturen är att substitutionselasticiteten mellan el och bränsle är relativt hög, medan

det motsatta gäller för substitutionselasticiteten mellan energi och kapital. Vidare tyder de flesta studier på att substitutionselasticiteten mellan arbete och kapital är ganska hög, dock i allmänhet lägre än ett.

Mot bakgrund av dessa observationer förutsätts här att substitutionselasticiteten mellan EL och BRÄNSLE i energiaggregatet Q är lika med 0.8 i alla sektorer.¹³ Vidare förutsätts att substitutionselasticiteten mellan Q och KAPITAL är lika med 0.3 i samtliga sektorer. Då detta är en för resultaten viktig parameter för vilken de ekonometriska resultaten är synnerligen motstridiga prövas även det alternativa värdet 0.6. När det gäller substitutionselasticiteten mellan ARBETSKRAFT och den aggregerade faktorn H, som alltså består av EL, BRÄNSLE och KAPITAL (och, i sektorn SKOGSINDUSTRI, dessutom SKOGSRÅVARA), förutsätts att substitutionselasticiteten är 0.8 i samtliga sektorer.

För skattningen av substitutionselasticiteten i sektorn SKOGSINDUSTRI mellan aggregatet U, som alltså består av EL, BRÄNSLE och KAPITAL, och SKOGSRÅVARA, finns det inte mycket empiriskt material att utgå från. Dock skiljer sig råvaruförbrukningen mellan olika typer av processer för massaframställning liksom mellan olika produktsortiment med samma marknadsvärde. Det finns således skäl att räkna med att råvaruförbrukningen per producerad enhet i skogsindustrin beror på de relativa faktorpriserna. Mot bakgrund av dessa allmänna överväganden har den aktuella substitutionselasticiteten satts till 0.5.

Parametrarna i slutanvändningssektorns efterfrågesystem har sifferats upp på enklast tänkbara sätt. Bakgrunden till detta är dels den allmänt höga aggregationsnivån, dels förhållandet att en mycket stor andel av den inhemska slutliga efterfrågan riktas mot tre sektorer: SKYDDAD, TJÄNST & TRANSPORT och OFFENTLIG. Under dessa omständigheter finns det skäl att räkna med ett mycket stabilt efterfrågemönster på den aggregationsnivå som modellkalkylerna avser.

Frågan är då om denna stabilitet i första hand gäller det reala förbrukningsmönstret eller utgifternas fördelning mellan varugrupperna. Den valda ansatsen kan sägas innebära ett medelvärde mellan dessa möjligheter. Konkret innebär detta att de marginella utgiftsparametrarna i efterfrågesystemet, dvs. parametrarna β_i , har bestämts med utgångspunkt i slutanvändningssektorns utgiftsfördelning under basåret, medan konstanterna $\bar{D}_i$ i efterfrågesystemet satts till 50 % av den reala förbrukningen under basåret.

När det gäller parametrarna ε_i , dvs. exportefterfrågans priskänslighet i M-sektorerna, finns det i och för sig en hel del ekonometriska resultat att grunda bedömningen på. Dessa resultat talar för att de aktuella priselasticiteterna ligger i intervallet mellan -1.0 och -2.0 . Emellertid är det tveksamt om dessa resultat, som i allmänhet avser kort eller medellång sikt, kan användas i en modell vars lösningar skall tolkas som långsiktiga jämviktstillstånd. Priskänsligheten på lång sikt kan väntas vara avsevärt högre, kanske så hög att även M-sektorerna i detta tidsperspektiv borde behandlas som pristagare på världsmarknaden. Frågan är då hur man skall förhålla sig till de tillgängliga ekonometriska skattningarna av de aktuella parametrarna.

Detta är en i hög grad betydelsefull fråga. Värdet på exportefterfrågans

¹³ Dock är samtliga substitutionselasticiteter lika med noll i T-sektorernas "gamla" anläggningar liksom i produktionen av FLEXEL och RENING.

priskänslighet kan nämligen väntas vara av stor betydelse för de resultat som erhålls; såväl låga som höga (absoluta) värden på dessa parametrar ger modellen egenskaper som kan te sig mindre rimliga. Om således exportefterfrågans priselasticitet är låg (i absolut värde), kan en inhemsk kostnadsökning till en betydande del övervältras på utländska köpare och förbättra bytesförhållandet (terms of trade). Om exportens priselasticitet däremot är hög, leder en sådan kostnadsökning huvudsakligen till reducerad exportvolym. Man kan säga att ju lägre (i absoluta tal) som exportens priselasticitet är, desto mindre problem skapar autonoma inhemsk kostnadsökningar. Mot denna bakgrund är det motiverat att utnyttja låga (absoluta) värden på exportpriselasticiteterna endast då mycket "starka" ekonometriska resultat föreligger.

I den här aktuella modellen är det emellertid bara M-sektorerna som möter en efterfrågefunktion på de internationella marknaderna; T-sektorerna antas ju vara pristagare på de internationella marknaderna. Om man nu utgår från att kostnadsökningar i T-sektorerna leder till en betydande reduktion av dessas export och att detta, åtminstone till en del, måste kompenseras med ökad export från M-sektorerna, är det emellertid (i absoluta tal) höga exportpriselasticiteter som kan ge en överdrivet positiv bild av anpassningen till autonoma inhemsk kostnadsökningar. Med hög priskänslighet i exportefterfrågan kan ju M-sektorernas exportvolym och exportintäkter ökas väsentligt vid en liten försämring av bytesförhållandet, medan försämringen av bytesförhållandet, och därmed reduktionen av de inhemsk realinkomsterna, måste vara avsevärt större om denna priskänslighet är låg.

Mot denna bakgrund har de aktuella parametrarna förhållandevis godtyckligt satts till -5.0 i samtliga M-sektorer. Detta innebär att exportens priskänslighet antas vara betydligt högre på lång än på kort och medellång sikt, samtidigt som exportvolymökningar i M-sektorerna även på lång sikt förutsätter en reduktion av de inhemsk priserna i förhållande till världsmarknadspriserna.

Utbudet av SKOGSRÅVARA antas ha en priselasticitet som är lika med 0.6 , vilket är helt i linje med de resultat som erhållits vid ekonometriska studier av data från de svenska virkesmarknaderna.

Appendix 2. Empiriskt underlag

Produktionssektorerna

De produktions- och konsumtionsdata som använts är hämtade från en icke publicerad 45-sektors SAM för 1985, konstruerad av Konjunkturinstitutet. Från SAM:en har produktionsdata aggregerats till nio sektorer: SKOGSINDUSTRI, STÅL & BASKEMI, VERKSTAD, SKYDDAD, TJÄNST & TRANSPORT, OFFENTLIG, VÄRME & VATTEN, EL samt BRÄNSLE. I dessa aggregat ingår följande SNI-sektorer:

SKOGSINDUSTRI: Skogsbruk (1200), massaindustri (3421), pappers- och pappindustri (3423) samt pappers- och pappförpackningar (3423).

STÅL & BASKEMI: Järnmalmgruvor (2100), icke järnmalmgruvor (2200), järn- och stålverk (3710), icke järnmetallverk (3720), metallvaruindustri (3811), baskemisk industri (3521), annan kemisk industri (3522) samt plastvaruindustri (3523).

VERKSTAD: Konkurrensutsatt livsmedelsindustri (3112), grafisk industri (3430), gummivaruindustri (3510), maskinindustri (3812), transportmedelsindustri (3813), instrument/optikindustri (3814), elektroindustri (3830), skeppsvarv (3843) samt annan tillverkningsindustri (3900).

SKYDDAD: Jordbruk (1100), fiske (1300), skyddad livsmedelsindustri (3111), dryckes- och tobaksindustri (3120), textil- och beklädnadsindustri (3200), sågverk (3411), trähus och snickerier (3412), gasverk (4200), vattenverk (4410), varuhandel (6100) samt uppdragsverksamhet (8500).

TJÄNST & TRANSPORT: Jord- och stenvaruindustri (3600), byggnadsverksamhet (5000), hotell och restaurang (6300), samfärdsl (7100), post och tele (7200), bank och försäkring (81/82), bostadsförvaltning (8300), annan fastighetsförvaltning (8400), fordonsreparationer (9510) samt övriga privata tjänster.

OFFENTLIG: Offentlig konsumtion och statlig verksamhet.

VÄRME & VATTEN: El- och värmeverk (4100), utom elproduktion i kärnkraftverk och vattenkraftverk.

EL: Elproduktion i kärnkraftverk och vattenkraftverk.

BRÄNSLE: Andra gruvor och mineralbrott (2300) samt petroleumraffinaderier (3530).

Negativa nettoinvesteringar i sektorn BRÄNSLE betraktas som import, då de utgörs av lagerminskningar. I alla sektorer utom SKOGSINDUSTRI och STÅL & BASKEMI har insatsvarorna som härrör från andra gruvor och mineralbrott betraktats såsom kommande från sektorn VÄRME & VATTEN för att hänsyn skall kunna tas till produktionen i och kolkraftverk.

Kapitalstocken i sektorn OFFENTLIG har ökats så att den är proportion-

nell mot kapitalstocken i TJÄNST & TRANSPORT för att motverka alltför kraftig påverkan av den offentliga konsumtionen vid förändrade priser på kapital. Därmed har också produktionen i sektorn OFFENTLIG ökat. All produktion i OFFENTLIG betraktas som konsumerad av hushållen.

I sektorn SKOGSINDUSTRI har skogsråvaran beräknats utgöra 60 % av kapitalstocken.

Importen till produktionssektorerna utgörs av ett aggregat av insatsvaror i produktionen. Importen för försäljning utgörs av import till slutanvändarsektorn.

Utsläppsberäkningar

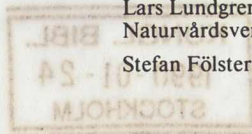
Utsläppen från bränsleanvändningen har beräknats utifrån SCB:s statistik över bränsleförbrukningen i olika sektorer 1985 (E 31 SM 8804 och E 20 SM 8702). Hushållens bränsleförbrukning samt emissionsfaktorerna för SO_x och NO_x är hämtade från Carlsson (1989). Emissionsfaktorerna för CO_2 är beräknade av Naturvårdsverket. Utsläppen från sektorn VÄRME & VATTEN samt utsläppen från industriprocesser har beräknats av SCB (Na 18 SM 8703). I sektorn OFFENTLIG har utsläppen av SO_x beräknats som differensen mellan totala utsläpp av SO_x (Na 18 SM 8703) och i egna beräkningar erhållna utsläpp.

Referenser

- Armington, P.S. (1969), "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production", *IMF Staff Papers*, pp.159 – 178.
- Bergman, L. (1986), "ELIAS" – A Model of Multisectoral Economic Growth in a Small Open Economy", i B-C Ysander, ed., *Two Models of an Open Economy*, Stockholm: Industriens Utredningsinstitut.
- Bergman, L. (1989 a), "Styrmedel i miljöpolitiken", i Bergman, L., *Värdera Miljön!* Stockholm: SNS Förlag.
- Bergman, L., (1989 b), "Miljölagar och miljöpolitik. Några ekonomiska aspekter", *Skandinaviska Enskilda Bankens Kvartalsskrift* 2: 1989.
- Bergman, L. (1989 c), The Development of Computable General Equilibrium Modeling, i Bergman, L., D.W. Jorgenson och E. Zalai, *General Equilibrium Modeling and Economic Policy Analysis*, London: Basil Blackwell.
- Brooke, A., D. Kendrick och A. Meraus (1988), *GAMS, A User's Guide*, The Scientific Press.
- Carlsson, A., (1989), Miljöavgifter och energimarknaderna. Stencil. Handelshögskolan i Stockholm.
- Görling, A. (1988), Ekonomisk tillväxt och miljö. Föreningensstruktur och ekonomiska effekter av olika miljövårdsprogram. Ekonomiska studier, 24. Nationalekonomiska institutionen, Göteborgs universitet.
- Haaland, J.I., V.D. Norman, T. Wergeland, and T. Rutherford, (1987), "VEMOD": A Ricardo-Heckscher-Ohlin-Jones Model of World Trade", *Scandinavian Journal of Economics* 89 (3), pp. 251 – 270.
- Johansen, L. (1960), *A Multisectoral Study of Economic Growth*, Amsterdam: North-Holland.
- Lundgren, S., (1985), *Model Integration and the Economics of Nuclear Power*, Stockholm School of Economics, The Economic Research Institute.
- Mansur, A. och J. Whalley (1984), Numerical Specification of Applied General Equilibrium Models: Estimation, Calibration and Data, i Scarf, H.E. och J.B. Shoven (red.), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Skogh, G. (1989), Rätten till miljön – en ekonomisk analys, i Bergman, L. (1989), *Värdera miljön!* Stockholm: SNS Förlag.
- Tietenburg, T.H. (1985), Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy, Washington D.C.: Resources for the Future.
- Varian, H.R. (1985), *Microeconomic Analysis*, New York: W.W. Norton & Company.
- Walfridson, B., (1987), Dynamic Models of Factor Demand. An application to Swedish industry, University of Gothenburg.

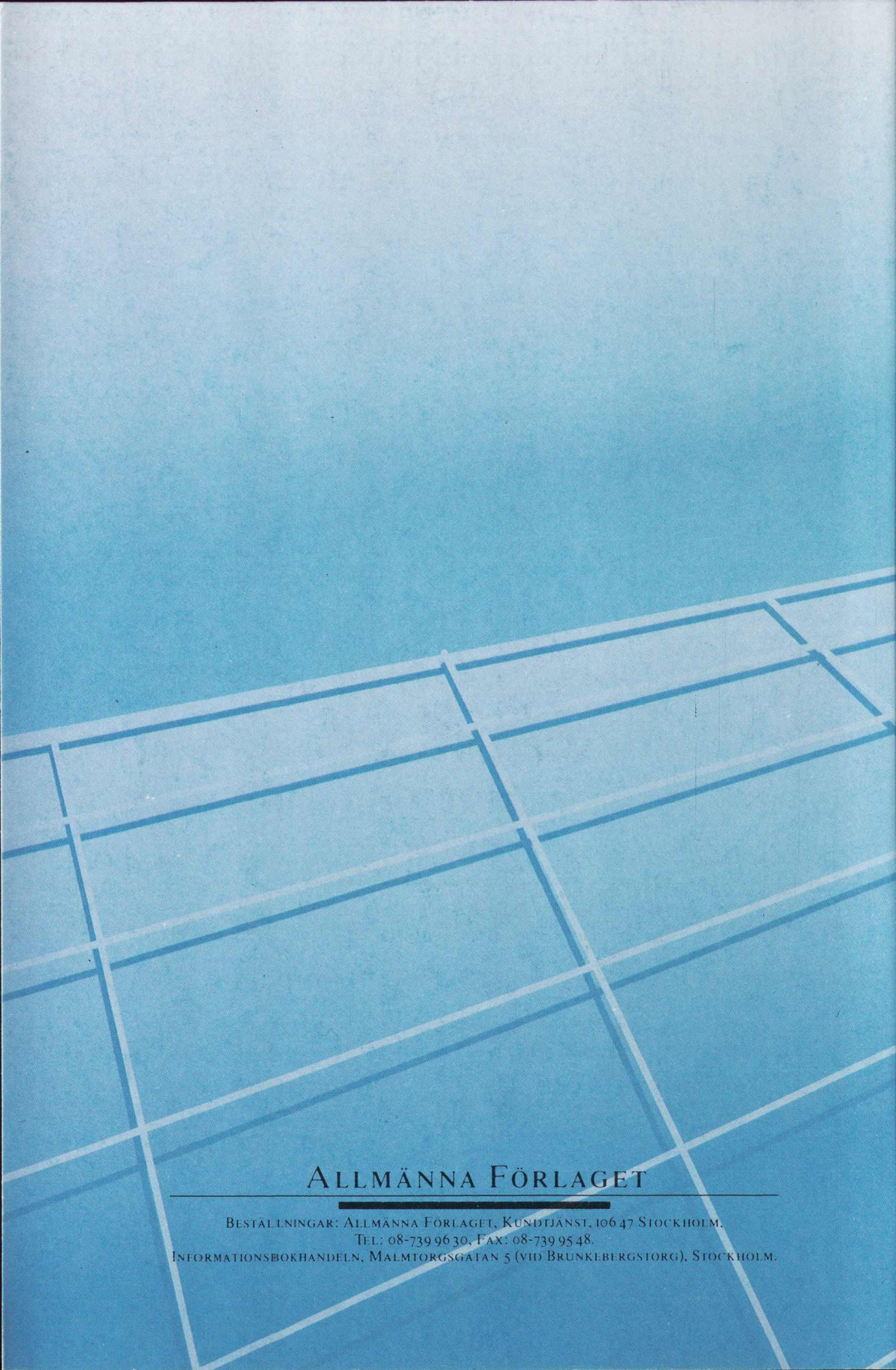
Bilagor till långtidsutredningen 1990

Nr Namn	Författare
1. Metoder, modeller och beräkningar	Finansdepartementet
2. Ekonomiska konsekvenser för Sverige av EG:s inre marknad	Harry Flam och Henrik Horn Institutet för internationell ekonomi, Stockholms universitet
3. Svenskt näringsliv och den europeiska integrationen	Lars Lundberg Industrins utredningsinstitut
4. Konsekvenser av fri arbetskraftsrörlighet mellan Sverige och EG	Per Lundborg Industrins utredningsinstitut
5. Finansiell integration, resursfördelning och penningpolitik	Lars Svensson Institutet för internationell ekonomi, Stockholms universitet
6. Det framtida arbetskraftsutbudet	Statistiska centralbyrån
7. Sveriges framtida befolkning	Kjell Jansson Statistiska centralbyrån
8. Skogsnäringen: Miljöfrågor, avreglering, framtidsutsikter	Lars Hultkrantz och Sören Wibe Lantbruksuniversitet i Umeå
9. Tillväxt och miljö — en studie av målkonflikter	Lars Bergman Handelshögskolan i Sthlm
10. Den internationella utvecklingen	Kjell Andersen
11. Svensk hälso- och sjukvård i ett internationellt perspektiv	Åke Blomqvist University of Western Ontario, Canada
12. Det omedvetna valet — nationell politik och regional obalans	Expertgruppen för forskning om regional utveckling
13. Kunskapsbildning för strukturell förnyelse	Lennart Ohlsson
14. Landsting	Landstingsförbundet
15. Bostadsmarknaden under 1990-talet	Bengt Turner m. fl. Statens institut för byggnadsforskning
16. Samhällsekonomens transportförsörjning	Folke Snickars
17. Privata tjänster	Statens industriverk
18. Industrin till år 2000 — ett tillväxtdecennium?	Statens industriverk
19. Den svenska inkomst- och förmögensfördelningen 1967–1987	Statistiska centralbyrån
20. Primärkommuner	Svenska kommunförbundet
21. Energipolitiken i ett samhällsekonomiskt perspektiv	Statens energiverk
22. Utbildning för 2000-talet	Karl-Gustav Andrén, Erik Wallin och Bengt Christer Ysander
23. Kvinnor och ekonomi	Inga Persson-Tanimura m. fl. Lunds universitet
24. Svensk lönebildning — teori, empiri, politik	Bertil Holmlund Uppsala universitet
25. Miljöproblemen i framtiden	Lars Lundgren m. fl. Naturvårdsverket
26. Den offentliga sektorn	Stefan Fölster



1. Målsättningar och utvärdering av verksamheten	1. Målsättningar och utvärdering av verksamheten
2. Ekonomiska och andra förhållanden	2. Ekonomiska och andra förhållanden
3. Samhälleliga förhållanden och verksamheten	3. Samhälleliga förhållanden och verksamheten
4. Kulturella förhållanden och verksamheten	4. Kulturella förhållanden och verksamheten
5. Föreningslivet och verksamheten	5. Föreningslivet och verksamheten
6. Föreningslivet och verksamheten	6. Föreningslivet och verksamheten
7. Föreningslivet och verksamheten	7. Föreningslivet och verksamheten
8. Föreningslivet och verksamheten	8. Föreningslivet och verksamheten
9. Föreningslivet och verksamheten	9. Föreningslivet och verksamheten
10. Föreningslivet och verksamheten	10. Föreningslivet och verksamheten
11. Föreningslivet och verksamheten	11. Föreningslivet och verksamheten
12. Föreningslivet och verksamheten	12. Föreningslivet och verksamheten
13. Föreningslivet och verksamheten	13. Föreningslivet och verksamheten
14. Föreningslivet och verksamheten	14. Föreningslivet och verksamheten
15. Föreningslivet och verksamheten	15. Föreningslivet och verksamheten
16. Föreningslivet och verksamheten	16. Föreningslivet och verksamheten
17. Föreningslivet och verksamheten	17. Föreningslivet och verksamheten
18. Föreningslivet och verksamheten	18. Föreningslivet och verksamheten
19. Föreningslivet och verksamheten	19. Föreningslivet och verksamheten
20. Föreningslivet och verksamheten	20. Föreningslivet och verksamheten
21. Föreningslivet och verksamheten	21. Föreningslivet och verksamheten
22. Föreningslivet och verksamheten	22. Föreningslivet och verksamheten
23. Föreningslivet och verksamheten	23. Föreningslivet och verksamheten
24. Föreningslivet och verksamheten	24. Föreningslivet och verksamheten
25. Föreningslivet och verksamheten	25. Föreningslivet och verksamheten
26. Föreningslivet och verksamheten	26. Föreningslivet och verksamheten

STOCKHOLM
1990-01-24
KINOL BIL



ALLMÄNNA FÖRLAGET

BESTÄLLNINGAR: ALLMÄNNA FÖRLAGET, KUNDTJÄNST, 106 47 STOCKHOLM.
TEL: 08-739 96 30, FAX: 08-739 95 48.

INFORMATIONSBOKHANDELN, MALMTORGSGATAN 5 (VID BRUNKEBERGSTORG), STOCKHOLM.