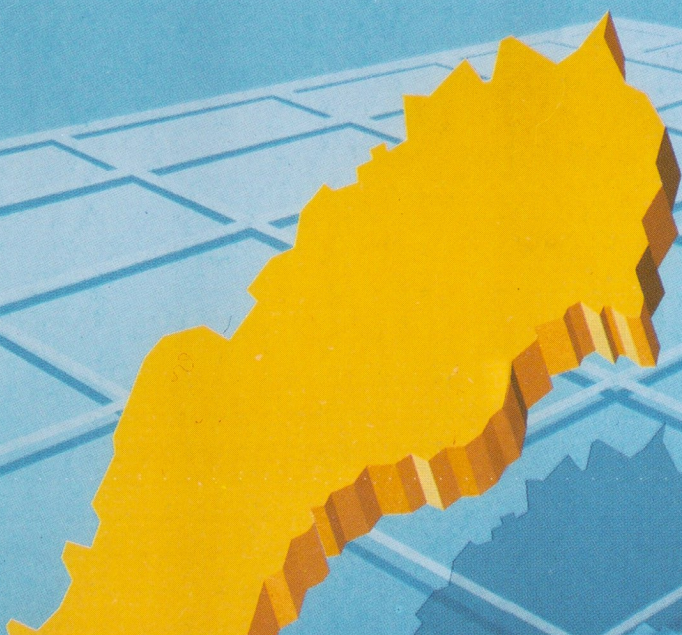


Energi – miljö – ekonomi



Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2015

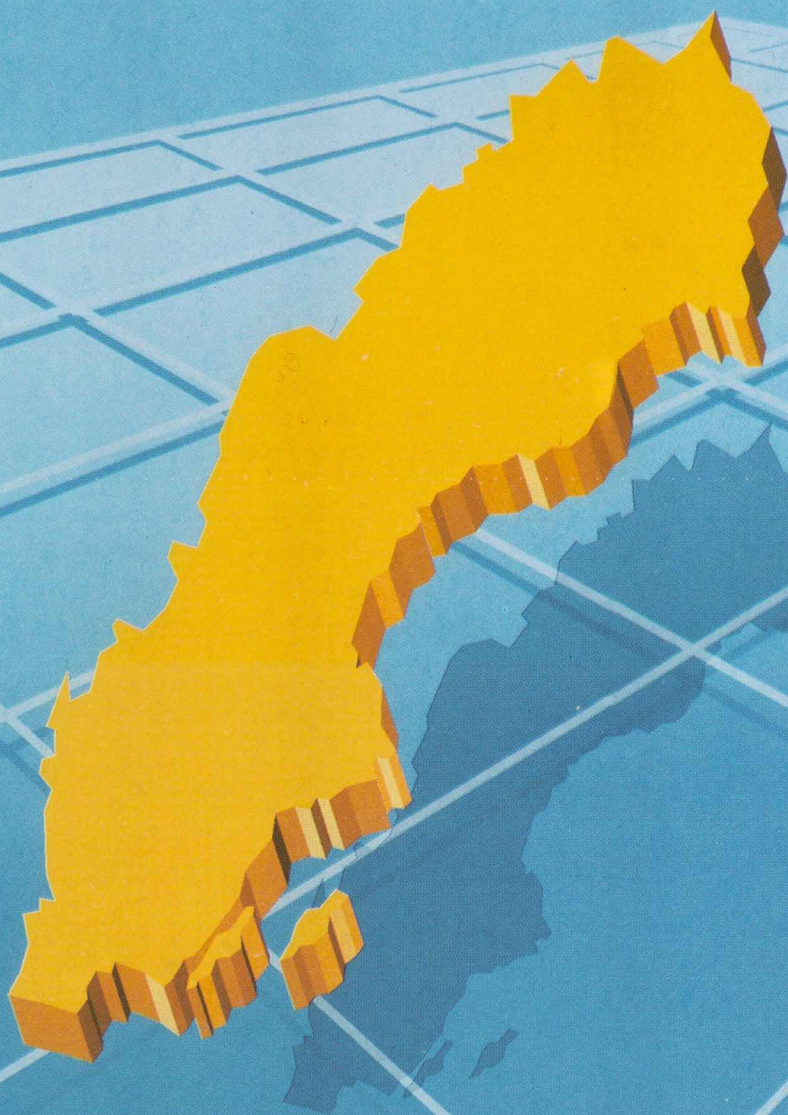


National Library
of Sweden



Bilaga 2 I till LU90

Energi – miljö – ekonomi



Bilaga 2 I till LU90

RefKE

Occ

SOU

1990:14



Finansdepartementet
Stockholm 1990

Energi — miljö — ekonomi

Statens energiverk

Bilaga 21 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: 08/763 23 20 Telefontid 8¹⁰–12⁰⁰ (extern och internt)

08/763 10 05 12⁰⁰–16⁰⁰ (endast internt)

Norstedts Tryckeri
Stockholm 1989
ISBN 91-38-10505-5
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 vid statens energiverk. Ansvarig för arbetet har varit avdelningsdirektören Per-Erik Springfelt.

I bilagan analyseras samspelet mellan miljö- och energipolitiken och den allmänekonomiska utvecklingen under de närmaste decennierna. En central frågan är om – och i så fall hur – det går att förena en avveckling av kärnkraften och de mål riksdagen satt upp för att begränsa utsläppen av koldioxid, kväve och svavel med en god ekonomisk utveckling. Analysen genomförs bl. a. med utgångspunkt från fyra kvantifierade scenarier för den svenska ekonomins utveckling fram till år 2015.

Ansvar 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 januari 1990

Lars Heikensten
Departementsråd

Innehållsförteckning

	sid
Energiverkets förord	7
 1 Inledning	 9
 2 Miljöanpassade scenarier	 13
Vad är en bra miljö?	13
Denna utrednings ansats	14
Övriga förutsättningar	15
 3 Historia och framtid	 17
Historisk återblick	17
Anpassningsmekanismer i ekonomin	27
Svårigheten med att göra framtidsbedömningar	31
 4 Energibalanser	 33
Utgångspunkter	33
Industrin	37
Transporter	43
Bostäder, service m. m.	47
Elmarknaden	51
Fjärrvärmemarknaderna	55
Total energibalans	56
 5 Konsekvensbedömning	 59
Kostnader	59
Ekonomisk tillväxt (fall där investeringarna reduceras)	64
Miljö, hälsa och risker	66

6 Några sektorproblem	75
Vad händer med skogen?	75
Hur går det för basnäringarna?	82
Hur kan transportsystemet ändras?	94
Sjuka hus	100
Ny energiteknik	104
Arbetskraftsåtgång och elproduktion	113
7 Global begränsning av växthusgaser	117
Internationella energiscenarier	117
Hur skulle industrin påverkas?	123
8 Elmarknaden	133
Konsekvenser med annan prissättningsprincip	133
Vad händer med den svenska elmarknadsmodellen?	139
9 Naturgas	151
Naturgasens egenskaper	151
Är naturgasens fördelar tillräckligt stora?	152
Metanutsläpp	153
Konkurrens mellan naturgas och förnyelsebara energikällor	155
10 Strategier	157
Behov av ökad kunskap	157
Vad ska styras?	158
Effektiv styrning?	159
11 Avslutande kommentarer	165

Energiverkets förord

Statens energiverk har det senaste året arbetat med regeringsuppdraget "Ett miljöanpassat energisystem". Detta arbete har skett i samarbete med statens naturvårdsverk. Föreliggande rapport baseras på ovannämnda studie. Här tar vi dock upp en del problem av mer ekonomiskt/politiskt intresse, samt vissa avvägningsproblem.

Rapporten har utarbetats vid verkets utredningsavdelning och skrivits av byråcheferna Per Anders Bergendahl, Becky Petsala och Åsa Sohlman (t. o. m. 1 sept.), avdelningsdirektörerna Olle Björk, Randal Bowie och Per Erik Springfeldt, byrådirektörerna Peter Fritz, Maria Gerholm, Christina Oettinger-Biberg och Katarina Swartling, byråsekreterarna Björn Carlén, Peter Eurénus, Zofia Gonera, Hans Ohlsson och Sari Söderström. För utskrifterna har ansvarat Satu Eek, Anneli Pettersson och Sari Åkerfelt. Projektledare har varit Per Erik Springfeldt.

Stockholm i december 1989

Hans Rode
Generaldirektör

Tord Eng
Utredningschef

1 Inledning

Sedan 1970-talet har energifrågorna stått i fokus. År 1973 kom den första chockhöjningen av oljepriset, för att sedan följas av ännu en 1978–79. Dessa dramatiska oljeprishöjningar satte djupa spår. Den ekonomiska tillväxten mattades av i de flesta länder. Oljans andel av energitillförseln minskade kraftigt i de flesta länder, inte minst i Sverige. Under 1985 och 1986 sjönk sedan oljepriserna plötsligt kraftigt, vilket bidrog till den ekonomiska tillväxten även om oljans betydelse idag är mindre än den var på 1970-talet. De mer långsiktiga effekterna av dessa prisändringar är det dock ännu för tidigt att uttala sig om.

Under 1970-talet inleddes det svenska kärnkraftsprogrammet, som nu har lett till att vi har mer kärnkraft per capita än något annat land i världen. Programmet – eller kärnkraftens vara eller icke-vara – har dock ifrågasatts redan från början, och stundtals har kärnkraftsdebatten varit mycket intensiv. Detta ledde fram till ett beslut om folkomröstning 1980. En bidragande orsak var Harrisburg-olyckan.

Folkomröstningen ledde fram till riksdagsbeslutet att alla reaktorer skulle vara avvecklade år 2010, om villkor för ekonomi, sysselsättning och miljö var uppfyllda. Här följer ett utdrag ur näringsutskottets betänkande efter folkomröstningen (NU 1979/80: 70):

”Utskottet konstaterar att samtliga riksdagspartier utom vänsterpartiet kommunisterna anser att resultatet av folkomröstningen bör ligga till grund för inriktningen av den framtida energipolitiken.

Detta innebär att ingen ytterligare kärnkraftsutbyggnad skall förekomma utöver de tolv reaktorer som är i drift, färdiga eller under arbete. Kärnkraften skall avvecklas i den takt som är möjlig med hänsyn till behovet av elektrisk kraft för att upprätthålla sysselsättning och välfärd.

Säkerhetssynpunkter bör vara avgörande för i vilken ordningsföljd reaktorerna skall tas ur drift.”

I naturresurslagen har riksdagen bestämt att vattenkraftens normalårsproduktion ska begränsas till 66 TWh per år. Det är 2–3 TWh mer än den nuvarande vattenkraftsproduktionen.

De senaste åren har oron bland vetenskapsmän och politiker ökat för att klimatet ska bli varmare och att polernas ismassor ska smälta. Koldioxid, tillsammans med metan, freon, dikväveoxid m. m., är orsaken till växthuseffekten. Osäkerheten är dock stor om såväl styrkan i som hastigheten på växthuseffekten.

I juni 1988 beslutade riksdagen att koldioxidutsläppen i alla fall inte bör öka. I Jordbruksutskottets betänkande JoU 1987/88: 23 sägs det att:

”Utskottet vill i sammanhanget erinra om att koldioxidproblemet är av

global natur. Det kan icke lösas genom nationella åtgärder. En internationell reglering är nödvändig. Det är emellertid först nödvändigt att vinna nationellt erkännande av problemet. Som ett led i ansträngningarna härför och mot bakgrund av vad som framkommit ansluter sig utskottet till förslaget i motion Jo30 om att regeringen bör klarlägga energianvändningens effekter på koldioxidhalten i atmosfären och utarbeta ett program för att minska utsläppen till vad naturen tål. Som ett nationellt delmål bör anges att koldioxidutsläppen 'icke bör ökas utöver den nivå de har idag.'"

I den svenska energipolitiken ingår sedan länge strävan att minska oljeberoendet. I denna studie har vi dock begränsat oss till att ta upp kärnkraftsavveckling, begränsad vattenkraftutbyggnad och konstanta koldioxidutsläpp.

Riksdagen har också uttalat sig för energihushållning. Under 1970-talet stod oljan i fokus, men numera inriktar sig åtgärderna på en effektivare elanvändning. Denna inriktning kommer vi att ta stor hänsyn till i rapporten.

I denna utredning ska vi försöka bedöma hur de gällande riksdagsbesluten slår. Så här står det bl. a. i uppdraget:

"Utgångspunkterna för analysen skall vara följande:

- Några scenarier över den allmänna ekonomiska utvecklingen (utförs av finansdepartementet).
- Gällande miljö- och energipolitiska riktlinjer. (De energipolitiska riktlinjerna när det gäller kärnkraftsavvecklingen innebär att en första reaktor skall tas ur drift år 1995, en andra år 1996 samt att den sista kärnkraftsreaktorn skall stängas senast år 2010).
- Alla miljömål skall följas (det gäller t. ex. riksdagsbeslutet att inte öka utsläppen av koldioxid)."

"Scenarierna bör åskådliggöra de samhällsekonomiska konsekvenserna av olika tänkbara handlingsalternativ inom miljö- och energipolitiken. Exempel på frågeställningar som skall belysas är

- vilka är de samhällsekonomiska kostnaderna av olika sätt att avveckla kärnkraften
- hur påverkas utvecklingen i olika branscher och regionalt
- hur påverkas konkurrenskraften — mellan svenska företag och gentemot utlandet
- hur påverkas efterfrågan av olika typer av transporter och vad betyder det för miljömålen

Naturligtvis finns också ett samspel i motsatt riktning — från den ekonomiska utvecklingen i allmänhet till energi- och miljöpolitiken. Även detta bör belysas.

Analysen av scenarierna bör vara problemorienterad. Den bör åskådliggöra de positiva effekter och eventuella problem som kommer att uppstå till följd av en mera miljöanpassad svensk energiförsörjning. Den bör också åskådliggöra hur man till lägsta kostnad kan uppfylla de miljö- och energipolitiska ambitioner vi i dag ser framför oss.

Beskrivning av tänkbara åtgärder för att åstadkomma en samhällsekonomiskt effektiv omvandling av energisystemet enligt de energi- och miljöpolitiska målen — t. ex. via olika typer och storlekar på skatter och avgif-

ter, val av prissättningsstrategier, forskning, utbildning och andra omställningincitament.

Beskrivningen bör särskilt belysa effekterna av marginal- respektive genomsnittskostnadsprissättning på energi (el, fjärrvärme och bränslen), samt ge förslag till åtgärder som kan neutralisera en del av de negativa effekter som kan förväntas uppstå vid tillämpning av de respektive principerna.”

2 Miljöanpassade scenarier

Till att börja med ska vi ta upp de grundläggande utgångspunkterna för denna utredning. Därefter anger vi förutsättningarna för utredningsarbetet, dvs. vilka antaganden vi har gjort om ekonomisk tillväxt, energipriser m. m.

Vad är en bra miljö?

Det första många tänker på när de hör ordet miljö är de sjöar som har drabbats av förorening, skogsskadorna, luftföroreningarna och olika giftutsläpp. Under senare år har oron också ökat för vilka konsekvenser ett skadat ozonlager och växthuseffekten kommer att få.

Andra stora frågor som debatteras är bristen på mat och vatten i utvecklingsländerna, liksom den stora mängden atomvapen i världen. Öknarnas utbredning och skogsskövlingen krymper också hela tiden jordens skogsbestånd.

I vårt land diskuterar vi också "sjuka hus", dvs. hus som människor blir sjuka av på grund av bl. a. dålig ventilation, olämpligt byggnadsmaterial eller höga radonhalter. Även stress, skilsmässor och arbetsmiljöproblem har tagits upp som miljöfrågor.

De axplock på problemställningar som vi nu har nämnt spänner över hela fältet, från individer och familjer till de stora globala problemen. De har dock alla med människors välfärd och välbefinnande att göra. En del av problemen kan leda till stora konsekvenser för naturen. Vissa problem är mer specifika för Sverige, andra berör även Norden och Europa och en del är globala hot. Vissa problem är aktuella idag och andra är aktuella imorgon.

Frågan — Vad är en bra miljö? — är alltså inte lätt att besvara. Svaret beror helt på vilket synsätt och vilka avgränsningar man väljer. Dessutom saknas i väsentliga stycken kunskap om olika miljö- och hälsoproblem. Ytterligare ett problem är hur vi ska värdera miljön. Först när vi vet hur samhällets kollektiva värderingar av en "god miljö" ser ut kan vi få fram en intresseavvägning mellan god miljö, enligt något synsätt, och andra varor och tjänster. En bra och väl genomtänkt målformulering är dock en förutsättning för att få fram effektiva styrmedel/strategier (se kapitel 10).

Ett sätt att se på miljön är att utgå från människors välbefinnande. Viktiga komponenter är då människors hälsa och de risker människan utsätts för vilket kan mätas i t. ex. människans genomsnittliga livslängd. I det måttet ligger då olycksrisker, hälsoeffekter av olika utsläpp, inomhusmiljön och kanske till och med människans psykiska välbefinnande.

Om alla miljövariabler enbart används för att definiera människans hälsa och välbefinnande, dvs. något tillspetsat, om vi antar att "naturen är till för människan", kanske man inte skulle komma så långt ifrån måttet (eller målet) lång livslängd. Om vi däremot tog hänsyn till hela det ekologiska systemet, dvs. inte bara människan utan också alla växt- och djurarter, skulle målet troligen se något annorlunda ut. Kanske hamnade vi då till slut i någon sorts syntes där människornas värderingar får styra, men där människans välbefinnande till stor del ändå beror på hur naturen mår.

Vad gäller värderingen av god miljö så går det ibland att beräkna de direkta företagsekonomiska kostnaderna för föroreningar, t. ex. korrosion och det försämrade virkesuttaget som förorsakas av luftföroreningar. Men det finns också kostnader som är mycket svåra att beräkna. Hur värderas t. ex. det förlorade rekreativsvärdet av skogen i kronor? Eller att folk mister en naturtyp de vill ha kvar? Hur värderar vi framtida generationers försämrade hälsa och förkortade livslängd osv.

Problemet är svårt. Men för att kunna göra effektiva miljöbedömningar behöver vi en analys av intäktssidan. Även uppskattningar som är behäftade med fel och osäkerheter kan vara bättre än bara godtyckliga bedömningar, eller inga bedömningar alls.

Denna utrednings ansats

I denna rapport "operationaliserar" vi miljöproblemen genom att utgå ifrån några centrala riksdagsbeslut.

Dessa beslut är följande.

- 1) Kärnkraften ska avvecklas till år 2010.
- 2) Koldioxidutsläppen får inte öka.
- 3) Utsläppen av svavel- och kväveoxider ska reduceras med 80 % respektive 50 % räknat från 1980 års nivå.
- 4) Stopp för utbyggnad av vattenkraften vid 66 TWh (i dag är vattenkraftproduktionen knappt 64 TWh).

Här kan vi notera att punkterna 1, 3 och 4 i huvudsak avser lokala problem. 1 och 3 har även vissa regionala aspekter, medan punkt 2 avser ett globalt problem. Om man utvecklade dessa formuleringar så kunde man kanske utgå ifrån att meningen är att riskerna och effekterna på miljö och hälsa av olika energislag skall optimeras med hänsyn till kostnaderna.

När det gäller punkt 2 är det så att utsläppen av koldioxid, enligt aktuella bedömningar, svarar för ca 50 % av den totala växthuseffekten. Resten står utsläpp av freon, metan, ozon och kväveoxider för. I denna utredning koncentrerar vi oss på den restriktion som är inriktad på att hålla koldioxidutsläppen konstanta. I kapitel 9 för vi också en diskussion om växthuseffekten i samband med metanutsläpp från naturgashantering.

En kommentar till punkt 3, som är ett exempel på ett regionalt problem, kan också vara befogad. Även om vi kan reducera utsläppen av svavel och kväveoxider i Sverige kommer detta inte att innebära att nedfallet och effekterna av dessa ämnen minskar nämnvärt i de försurade områdena i södra och sydvästra Sverige. För att förbättra miljön i dessa områden skulle det för svensk del vara effektivare att reducera utsläppen i andra

länder i vår närhet. Dessutom skulle dessa länders miljö då också förbättras radikalt. Sveriges nuvarande utsläpp är förhållandevis små; försurningen orsakas av att vinden för med sig andra länders utsläpp till våra mest känsliga områden. Våra egna utsläpp påverkar i huvudsak de norra delarna av landet, där naturen är relativt opåverkad och dessutom är ganska "tålig".

När vi i det följande studerar konsekvenserna av de energi- och miljöpolitiska riksdagsbeluten, kompletterar vi med en bedömning av vissa effekter på miljön, människors hälsa och eventuella risker. Vår målsättning är annars att klara riksdagsbesluten till lägsta möjliga kostnad. Enligt ekonomisk teori klaras detta effektivast genom olika former av utsläppsavgifter, rörliga utsläppsavgifter i form av överförbara utsläppstillstånd eller fasta utsläppsavgifter. I våra beräkningar låter vi styrmedlen representeras av en koldioxidavgift. Denna kan också tolkas som den kostnad som är förknippad med anpassningen till något annat effektivt verksamt styrmedel.

Övriga förutsättningar

Vi har inte behandlat vare sig frågan om vidare vattenkraftutbyggnad eller avvecklingen av kärnkraften fram till år 2010, eftersom vi förutsätter att dessa restriktioner är uppfyllda. Endast kostnaderna för och konsekvenserna av restriktionen att utsläppen av koldioxid inte får överstiga 1987 års nivå, *givet* att vattenkraftproduktionen är 66 TWh och att kärnkraften är avvecklad år 2015, redovisas alltså.

Den ekonomiska utvecklingen i Sverige och internationellt är av avgörande betydelse för resultaten. På så lång sikt som fram till år 2015 måste alla bedömningar bli mycket osäkra, och vi har därför valt att arbeta med två antaganden om den ekonomiska utvecklingen.

Våra två basalternativ är scenarier för hur det svenska energisystemet skulle kunna utvecklas fram till år 2015 om inga åtgärder vidtas för att minska utsläppen av koldioxid. Vi utgår från dagens punktskattesystem och nu gällande miljökrav för svavel- och kväveoxider.

I de miljöanpassade scenarierna har vi infört restriktionen att koldioxidutsläppen ska hållas konstanta samt att svavel- och kväveutsläppen ska minska med 80 % respektive 50 % från 1980 års nivå fram till sekelskiftet. Här har vi också räknat med moms på energi.

Vi har försökt bygga upp miljöscenarierna utifrån målet att koldioxidutsläppen ska hållas konstanta. För att uppnå detta mål har vi i det praktiska arbetet utgått från vissa styrmedelsantaganden i stället för att arbeta med kvantitativa restriktioner. En koldioxidskatt på alla bränslen införs. Olika bränslen belastas med olika skatter beroende på hur stora mängder koldioxid de producerar vid förbränningen. Momsen beräknas sedan på summan av koldioxidskatten och bränslepriset. Uppbindning av koldioxid premieras. För biobränslen gäller t. ex. att den mängd koldioxid som avges vid förbränning är densamma som växterna har tagit upp under sin vegetationsperiod, och de får därför ingen koldioxidskatt. Andra bedömare anser dock – med viss rätt – att även biobränslen bör beläggas med koldioxidskatt.

I verkligheten kan man tänka sig andra modeller än koldioxidbeskattning. I avsnitt 10 diskuterar vi också styrmedelsproblemen.

Vi har i våra förutsättningar undantagit den energiintensiva industrin från koldioxidbeskattningen. Anledningen är att utsläpp av koldioxid är ett globalt problem. Om vi i Sverige börjar beskatta den energiintensiva industrin leder detta till att industrin minskar sin produktion och på så sätt håller ner koldioxidutsläppen. Denna industriproduktion kommer då med stor sannolikhet att ersättas med motsvarande industriproduktion i andra länder. Om den produktionen då baseras på fossilbränslebaserad el reduceras inte de globala koldioxidutsläppen. Det skulle tvärtom kunna bli så att de globala koldioxidutsläppen ökade om den ersättande industri- och elproduktionen är mindre effektiv än den svenska.

I en känslighetsanalys av miljöscenariet har vi dock även låtit den energiintensiva industrin betala koldioxidskatter.

Nedan sammanfattas förutsättningarna för de fem olika alternativ vi har räknat på.

Tabell 2.1 Förutsättningar år 2015

	<i>Basalternativ</i>		<i>Miljöscenario</i>	
	Hög ekonomisk utveckling	Låg ekonomisk utveckling	Hög ekonomisk utveckling	Låg ekonomisk utveckling
Allmänna förutsättningar	Kärnkraftsavveckling Punktskatter Elpris = marginalkostnad		Kärnkraftsavveckling Moms Elpris = marginalkostnad Konstanta koldioxidutsläpp; koldioxidskatt styrmedel. Energiintensiv industri undantas koldioxidskatt och får bränsle- och elpriser enligt basalternativen.	
Årlig BNP-tillväxt	2,4	1,1	2,3	1,0
<i>Känslighetskalkyl på miljöscenariet med hög tillväxttakt</i> Även energiintensiv industri betalar koldioxidskatter.				

BNP-siffrorna har baserats på finansdepartementets bedömningar. De ligger dock 0,1 % lägre per år i basalternativen beroende på dels en beräknad avmattning av befolkningsutvecklingen efter sekelskiftet, dels kostnadsökningar på grund av kärnkraftsavvecklingen. I de miljöanpassade scenarierna har vi minskat tillväxttakten med ytterligare 0,1 % per år för att illustrera de ökade kostnader som miljörestriktionerna medför.

Utöver restriktionen att koldioxidutsläppen ska hållas på en konstant nivå har vi även målet att minska utsläppen av svavel- och kvävedioxider med 80 % respektive med 50 % fram till år 2015. Vi har under arbetets gång antagit att om koldioxidutsläppen hålls konstanta uppfylls även de övriga målen med minskade utsläpp.

Vi har vidare antagit att kostnaderna vid införandet av dessa miljörestriktioner kommer att dras från det privata konsumtionsutrymmet och inte på investeringarna. I avsnitt 5 diskuterar vi sedan vad som kan hända om även investeringarna påverkas.

3 Historia och framtid

I detta kapitel ger vi först en beskrivning av hur det svenska energisystemet har utvecklats i ett historiskt perspektiv. Därefter diskuteras olika anpassningsmekanismer i samhällsekonomin som har haft och kommer att få betydelse för hur energisystemet kan förändras. Slutligen diskuteras kort svårigheterna att göra prognoser och andra framtidsbedömningar, särskilt när tidshorisonten ligger så långt bort som år 2015.

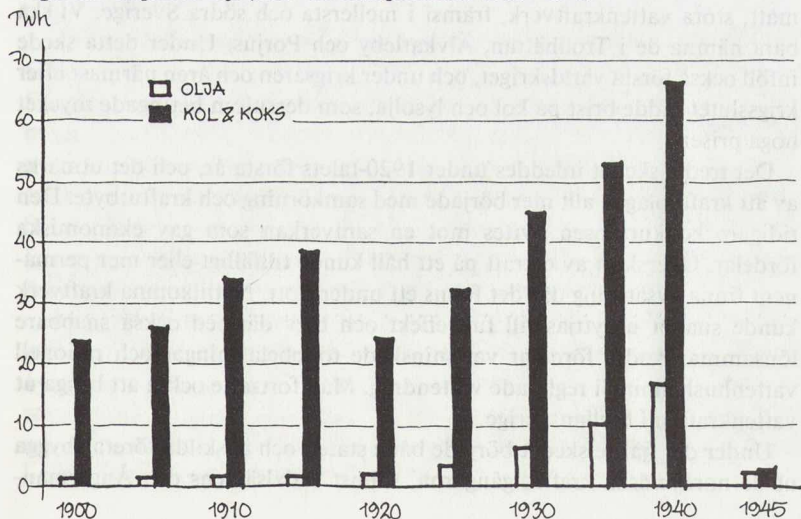
Historisk återblick

Vi börjar med en återblick på den första halvan av 1900-talet, därefter följer en beskrivning av utvecklingen under perioden 1970–1987. Inga siffror för 1950- och 60-talen redovisas.

Energianvändningen 1900–1940 samt under avspärrningen 1939–1945

Uppgifterna i detta avsnitt bygger i allt väsentligt på publikationen "Sveriges industri", utgiven av Sveriges industriförbund 1948, kapitlet "Kraft och bränsle". Hur importen av olje-, kol- och koksprodukter såg ut under denna period framgår av figur 3.1. Eftersom all olja, och den största delen

Figur 3.1 Import av olje-, kol- och koksprodukter 1900–1945



av kolet, importerades gäller den följande diskussionen i huvudsak också användningens utveckling.

Ökningen efter 1925 beror i huvudsak på att vi började kunna raffinera råolja i oljeraffinaderiet i Nynäshamn som anlades 1928 och sedan utvidgades under 1939–41.

Även om oljeanvändningen under tiden fram till andra världskrigets utbrott kom att spela en allt större roll i bränslebalansen var ändå kol och koks fortfarande de viktigaste energikällorna.

När andra världskriget bröt ut år 1939 isolerades Sverige och de normala importvägarna stängdes helt eller delvis. Tillgången på huvudbränslet kol, som under mellankrigsåren huvudsakligen hade importerats från Tyskland, Polen, England och USA, sjönk då kraftigt genom att England och USA försvann som exportörer. Av bränslestatistiken framgår det att bränsleanvändningen också minskade kraftigt under avspärrningsåren, efter det att konsumtionen fram till 1939 visat en klart stigande tendens.

Elförsörjningen 1913–40

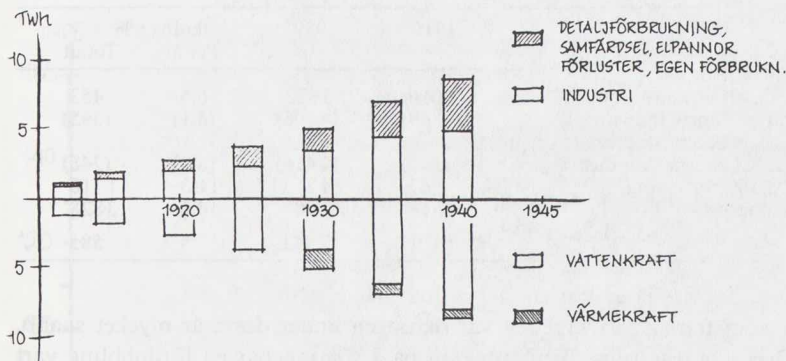
Vattenkraften har gamla anor i Sverige och redan på 1400- och 1500-talen utnyttjades den av järnindustrin. Ända fram till 1870-talet, när vattenturbinen mer allmänt togs i bruk, utnyttjades emellertid vattenkraften i mycket enkla former. Det var först på 1890-talet som man tack vare det elektriska trefasssystemet inte längre var bunden till platsen för vattenfallet eller forsen, utan kunde distribuera elkraften till städer och orter långt från kraftstationen. Utvecklingen gick naturligtvis inte så snabbt i början. Under det första skedet, som inföll under de sista åren på 1800-talet och de första åren på 1900-talet, byggdes i huvudsak bara små kraftverk med uppgift att förse en eller några industrier eller samhällen med elkraft.

Det andra skedet, som inleddes några år in på 1900-talet, utmärks av tillkomsten av flera stora kraftföretag, bl. a. Sydsvenska Kraft AB, Kraft AB Gullspång-Munkfors, Yngeredsfors Kraft AB, Stora Kopparbergs Bergslags AB, Uddeholms AB samt att staten och kommunerna också gick in på kraftområdet. Under detta skede byggdes många, efter den tidens mått, stora vattenkraftverk, främst i mellersta och södra Sverige. Vi ska bara nämna de i Trollhättan, Älvkarleby och Porjus. Under detta skede inföll också första världskriget, och under krigsåren och åren närmast efter krigsslutet rådde brist på kol och lysolja, som dessutom betingade mycket höga priser.

Det tredje skedet inleddes under 1920-talets första år, och det utmärks av att kraftbolagen allt mer började med samkörning och kraftutbyte. Den tidigare konkurrensen byttes mot en samverkan som gav ekonomiska fördelar. Överskott av elkraft på ett håll kunde tillfälligt eller mer permanent finna avsättning där det fanns ett underskott. Nyttillkomna kraftverk kunde snabbt utnyttjas till full effekt och blev därmed också snabbare lönsamma. Andra fördelar var minskade toppbelastningar och rationell vattenhushållning i reglerade vattendrag. Man fortsatte också att bygga ut vattenkraften i Mellansverige.

Under det fjärde skedet började både staten och enskilda företag bygga ut de norrländska krafttillgångarna, främst Indalsälvens och Ångerman-

Figur 3.2 Elanvändning och elproduktion 1912–1946 (GWh)



älvens flodområden som hade gott om lättreglerade sjöar. När Krångedefallen hade byggts ut överfördes kraften till ägarna i mellersta Sverige genom en kraftledning på 200 kV, den första i Sverige med denna höga spänning. Senare under detta skede tillkom flera 200 kV-ledningar för kraftöverföring till mellersta och södra Sverige. Samtidigt gjordes också stora utbyggnader i de södra och mellersta delarna av landet, men den stora utbyggnaden kom till för att tillgodose kraftbehoven i Norrland. Här var det främst de stora norrländska industriföretagen som drev på, men även i kommunal regi gjordes stora utbyggnader.

Den femte epoken i vattenkraftens historia i början av 50-talet, inleddes när beslutet fattades om att bygga ut Harsprånget och överföra huvudparten av kraften söderut genom en 380 kV-ledning. Härigenom skulle den för all framtid största vattenkraftstationen byggas. Samtidigt blev i stort sett hela landet anslutet i ett riksnät. Endast Gotland och spridda företag i skogs- och fjällbygder stod nu utanför.

I figur 3.2 har elbalanser upprättats för vart femte år för tiden 1912–1946. Balanserna baseras på statistik från Kommerskollegiums publikation "Industri".

Av figuren framgår att 1912 uppgick den totala elproduktionen till 1 111 GWh och att industrins andel var 91,4%. Något som inte framgår av figuren är att under samtliga redovisade år utgör elanvändningen i elkemisk och eltermisk industri en mycket stor andel, under flera år över 30%, av den totala industrins elanvändning. Detta återspeglar kraftverksbyggarens strävan att säkerställa en snabb avsättning för kraftproduktionen. Som exempel kan nämnas att när Porjus kraftstation stod färdig 1915 fanns det i dess omedelbara närhet ett smältverk som tillhörde Wargöns AB, där kraftverket fick avsättning för sina produkter.

År 1940 sjönk industrins elanvändning mycket kraftigt jämfört med året innan. Totalt var nedgången 12,3%, varav den större industrin stod för 14,4% och den elkemiska och eltermiska med 6,1%. För att ge en rättvisande bild av elanvändningens utveckling under den här redovisade perioden har vi därför valt förhållandena under 1939 i stället för 1940. Utvecklingen framgår av nedanstående tabell.

Tabell 3.1 Elanvändningens utveckling, GWh

	1912	1939	Ökning i % Per år	Totalt
Industrin totalt	1 016	5 622	6,5	453
varav Större industri	(849)	(4 206)	(6,1)	(395)
Elkemisk och eltermisk industri	(167)	(1 416)	(8,2)	(748)
Detaljförbrukning	67	1 213	11,3	1 710
Samfärdsel	18	707	14,6	3 828
Totalt	1 101	7 542	7,4	585

Som framgår av tabellen var ökningen under dessa år mycket snabb. Den genomsnittliga ökningstakten på 7,4 % innebär en fördubbling vart tionde år. Industrin är ännu 1939 klart dominerande, men de två andra grupperna ökar nu snabbare än industrin vars andel har sjunkit till tre fjärdedelar av den totala elkonsumtionen. Samfärdselens snabba ökningstakt återspeglar elektrifieringen av järnvägsnätet. Även detaljförbrukningen ökar snabbt, men den kvantitativt sett mycket låga elförbrukningen antyder ändå låg standard jämfört med standarden i våra dagars hushåll och offentliga lokaler.

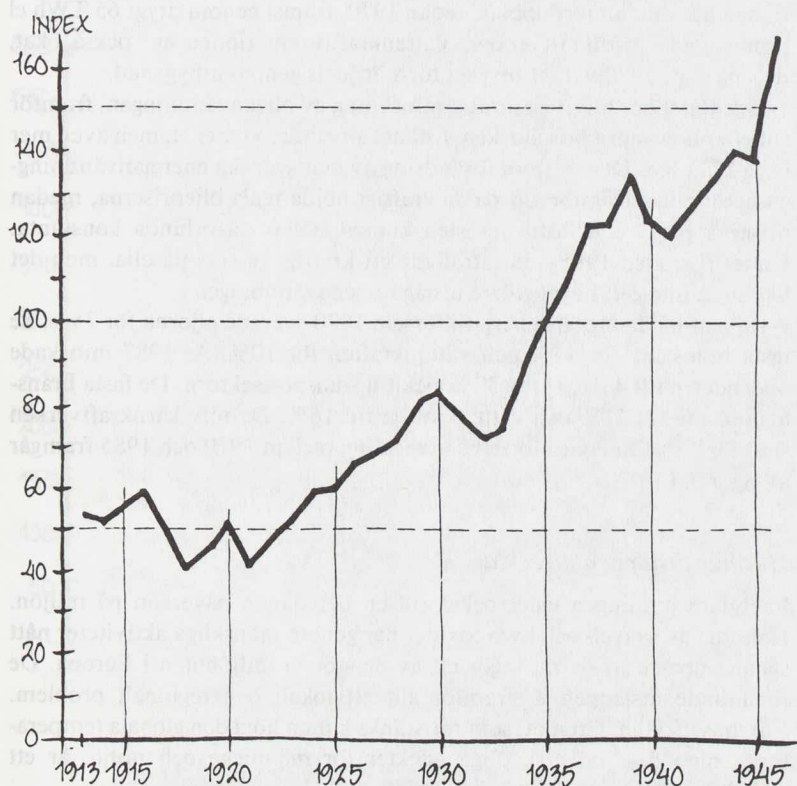
Industrins energianvändning

Industriproduktionsindex för åren 1913–46 visas i figur 3.3 där 1935=100.

Figuren visar tydligt hur negativt det första världskrigets och de konjunktursvaga åren i början av 1920-talet påverkade industrin. Den ekonomiska krisen i början av 1930-talet syns också tydligt, trots att den var förhållandevis kort, endast ca tre år. Krisen började i USA 1929, men först 1931 sjönk produktionsindex i Sverige till under 1929 års nivå, och 1932 nåddes botten med en produktionsnivå som låg ca 11 % under 1929 års nivå. Därefter följde en period på sju år med utomordentlig snabb tillväxt. Index för 1932 var 72, och det steg till 134 år 1939, vilket motsvarar en genomsnittlig tillväxt på 9,3 % per år. Under krigsåren låg index under 1939 års värde, men 1944 och 1945 nåddes något högre produktionsvolym än 1939. År 1946 steg industriproduktionen med hela 21 % jämfört med året innan, vilket visar hur snabbt industrin kom igång efter kriget.

Den genomsnittliga ökningstakten i industrins produktionsvolym var för åren 1913–40 drygt 3 %, och om man bortser från raset under 1940 ökar värdet till 3,6 %. Industrins elförbrukning ökade under samma period med 6,5 % per år eller ungefär dubbelt så snabbt som produktionen. Detta förhållande indikerar en stark mekanisering och rationalisering som ökade energibehovet, och speciellt då elbehovet. Under perioden 1955–86 utvecklades dock industriproduktionen och energianvändningen lite annorlunda. Energiförbrukningen ökade under denna period långsammare än industriproduktionen, men elförbrukningen ökade fortfarande mer än industriproduktionen.

Figur 3.3 Industriproduktionsindex 1913–46 (1935=100)



Tabell 3.2 Utvecklingen av industriproduktionen, bränsleanvändningen och elanvändningen 1955–1986, TWh.

	1955	ökning 1973 i %	100	ökning 1986 i %	
Produktionsindex	39	5,4	100	0,7	110
Bränslen	63,0	3,9	125,7	-2,4	91,7
Prima el	13,1	5,9	36,6	1,5	44,7
Energi totalt	76,1	4,3	162,3	-1,3	136,4

Energianvändningen 1970–1987

Den totala energianvändningen och därmed den totala energitillförseln har under perioden 1970–1987 legat kvar på ungefär oförändrad nivå. Under 1970 medförde vattenbristen ett underskott i elproduktionen och trots att all tillgänglig kapacitet för oljebaserad elproduktion utnyttjades kunde inte bortfallet av vattenkraft kompenseras helt, utan elransonering fick tillgripas. Oljeinsatsen enbart för elproduktion uppgick till nära 48 TWh, och utgjorde därmed över 10% av den totala energitillförseln som blev ca 450 TWh.

Sedan 1970 har oljepriset chockhöjts två gånger, 1973 och 1979. År 1973

inleddes också det svenska kärnkraftsprogrammet. Den svenska elproduktionen har mer än fördubblats sedan 1970, främst genom drygt 65 TWh el producerad i kärnkraftverken. Vattenkraftproduktionen har också ökat, dels pga. att 1970 var ett mycket torrt år, dels genom utbyggnad.

Resultatet har blivit en kraftig minskning av oljeanvändningen, framför allt efter den andra prischocken. I stället använder vi mer el, men även mer fasta bränslen. Denna stora förändring av den svenska energianvändningen beror alltså framför allt på de kraftigt höjda reala oljepriserna, medan priserna på el och fasta bränslen kunnat hållas någorlunda konstanta. Under perioden 1985–86 inträffade ett kraftigt prisras på olja, men det har ännu inte gett något större utslag i oljeanvändningen.

Räknat på den totala energitillförseln 1970 svarade oljorna för 75 %, de fasta bränslena för 15 % och vattenkraften för 10 %. År 1987 minskade oljeandelen till 46 %, varav 37 % gick till transportsektorn. De fasta bränslena ökade till 22 % och vattenkraften till 16 %. De tolv kärnkraftverken stod för 15 %. Energitillförselns utveckling mellan 1970 och 1985 framgår av figur 3.4.

Hur har utsläppen utvecklats?

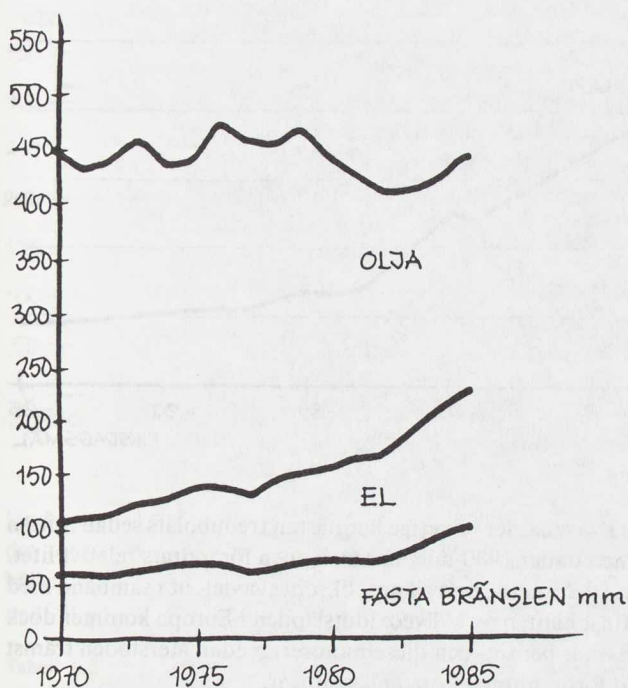
Energianvändningen leder också till en betydande påverkan på miljön. Halterna av svavel- och kväveoxider har genom mänskliga aktiviteter nått sådana nivåer att de nu utgör ett av de största miljöhoten i Europa. De försurande utsläppen är framför allt ett lokalt och regionalt problem. Växthuseffekten däremot, som misstänks kunna höja den globala temperaturen med dess oöverskådliga effekter för människa och miljö, är ett globalt problem.

Försurande luftföroreningar

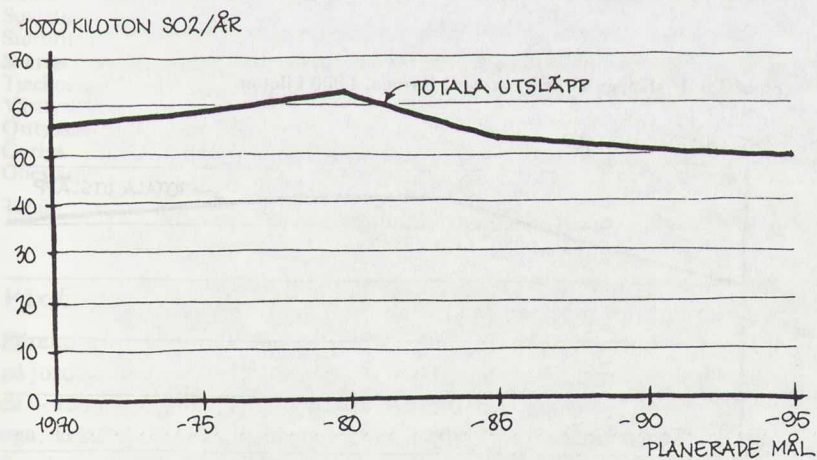
Historien om försurningen började för länge sedan. Så länge som svavlets naturliga kretslopp fortgick ostört förblev svavelhalterna i luft, mark och vatten sannolikt relativt oförändrade. Under det senaste århundradet har dock vi människor radikalt förändrat svavlets omsättning i miljön. Genom att bränna fossila bränslen har vi på kort tid frigjort miljarderna ton svavel som under årmiljoners lopp har lagrats i jordskorpan. Samtidigt fortsätter den naturliga svaveltillförseln till atmosfären i oförminskad omfattning.

I dag tillförs ungefär lika stora mängder gasformiga svavelföreningar genom människans verksamhet som från naturliga källor. I tätbefolkade regioner med långt driven industrialisering som t.ex. Europa, är människans svavelutsläpp drygt tio gånger större än den naturliga svaveltillförseln till atmosfären. Svavelutsläppen ökade starkt i Sverige under 1950- och 60-talen. Från och med början av 1970-talet har dock utsläppen minskat. Minskningen från 1980 till 1985 uppgår till ca 45 %. Även svaveldioxidutsläppen i Europa har minskat under 1980-talet. Fram till 1995 väntas utsläppen av svaveldioxid i hela Europa minska med ungefär en fjärdedel, jämfört med 1980 års nivå. Svavelutsläppen förorsakas framför allt av produktion av el och värme.

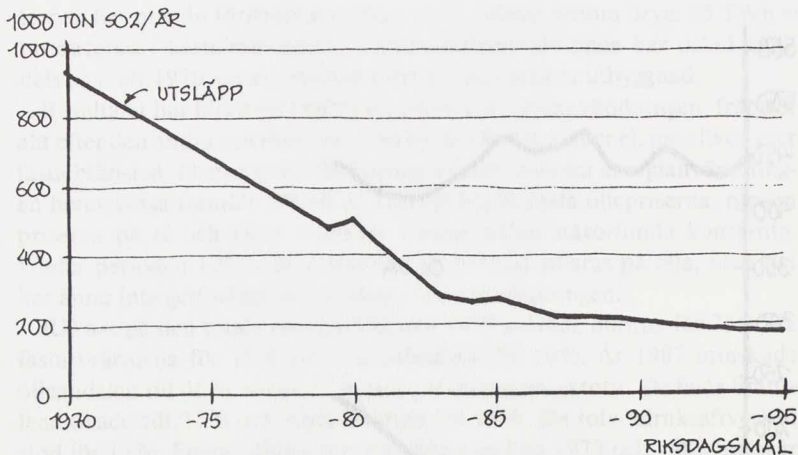
Figur 3.4 A Energitillförsel 1970–1985



Figur 3.4 B Utsläppen av svaveldioxid i Europa, 1 000 kiloton



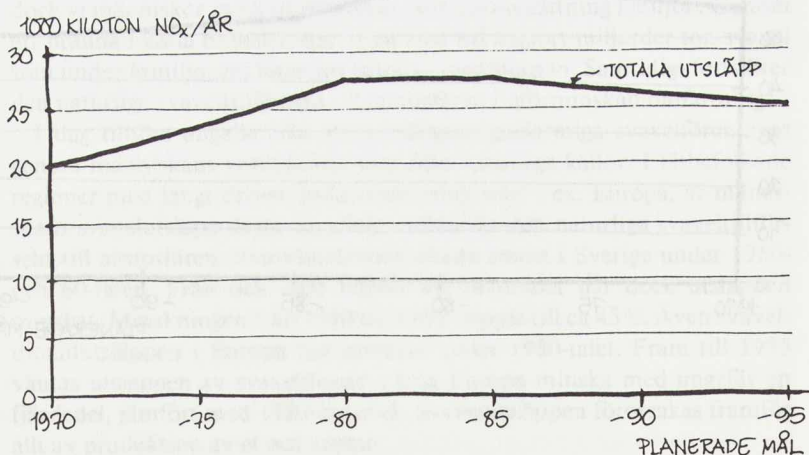
Figur 3.5 Utsläppen av svaveldioxid i Sverige, 1000 ton



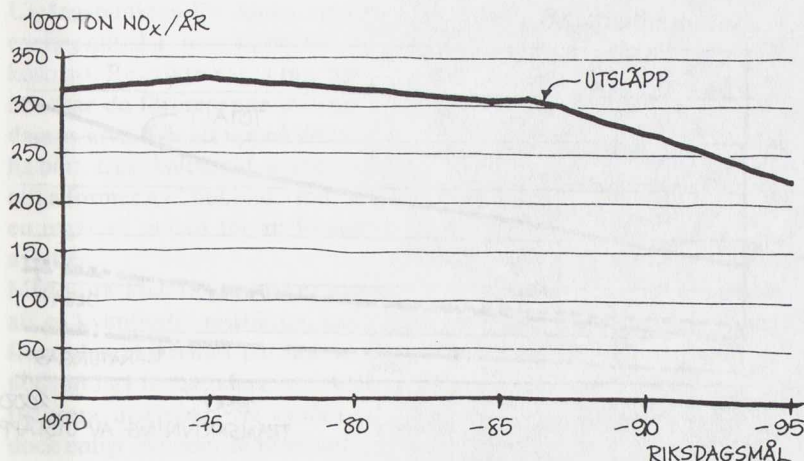
Utsläppen av kväveoxider i Sverige har nästan tredubblats sedan mitten av 1950-talet, men under 1980-talet har utsläppen förändrats relativt litet. En stor del av kväveföreningarna släpps, liksom svavlet, ut i samband med förbränning. Minst hälften av kväveoxidutsläppen i Europa kommer dock numera från bilarnas bensin- och dieselmotorer, medan återstoden främst uppkommer vid förbränning i fasta anläggningar.

Svavel- och kväveföreningar kan färdas tusentals kilometer från utsläppskällorna innan de återförs till marken. Det betyder att utsläppen i andra länder starkt bidrar till nedfallet av föroreningar i vårt land. Sverige befinner sig i vindriktningen från Europas stora industriområden och tätorter, och får därmed den största andelen av sitt sura nedfall från andra

Figur 3.6 Utsläppen av kväveoxider i Europa, 1000 kiloton



Figur 3.7 Utsläppen av kväveoxider i Sverige, 1 000 ton



länder. Endast omkring 10 % av det totala svavelnedfallet och 15–30 % av det totala nedfallet av kväveföreningar beräknas komma från inhemska källor. Sverige kan alltså bara i mycket liten utsträckning påverka sitt sura nedfall genom inhemska åtgärder.

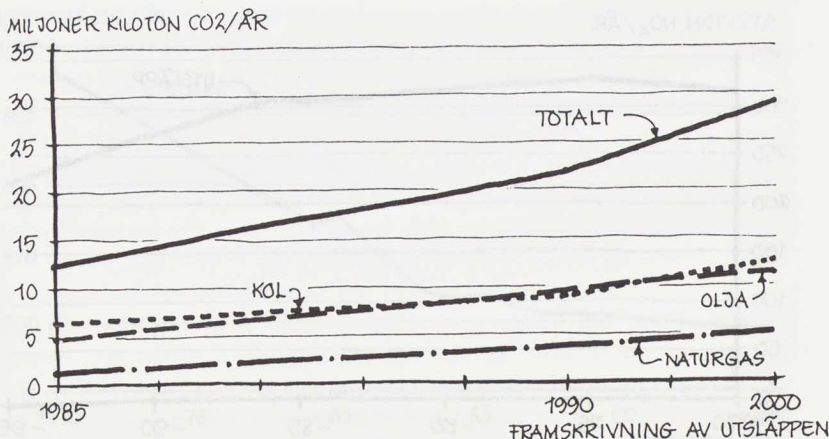
Tabell 3.3 Totalt nedfall av svavel i Sverige från olika källor, 1 000 ton.

Utsläppsland	1980	1987
Danmark	16	13
Finland	10	8
Frankrike	5	5
Nederländerna	2	2
Norge	6	4
Polen	18	33
Sovjetunionen	15	23
Storbritannien	18	13
Sverige	74	37
Tjeckoslovakien	10	12
Västtyskland	14	12
Östtyskland	24	33
Övriga	13	11
Obestämt	108	103
Totalt	333	307

Växthusgaser

Förekomsten av så kallade växthusgaser är en förutsättning för att klimatet på jorden ska bli drägligt. Utan dessa gaser skulle medeltemperaturen vara ca -15°C i stället för nuvarande $+15^{\circ}\text{C}$. Viktiga växthusgaser är vattennga, koldioxid, freoner, metan och dikväveoxid. Vid förbränningen av fossila bränslen bildas koldioxid. De globala utsläppen av koldioxid från användning av fossila bränslen uppgår till ca 20 miljarder ton per år. Av dessa utsläpp svarar Sverige för ca tre promille, dvs. 60 miljoner ton. Koldioxiden anses svara för närmare hälften av växthuseffekten, varav markförstöring och skogsskövling svarar för 10–20%.

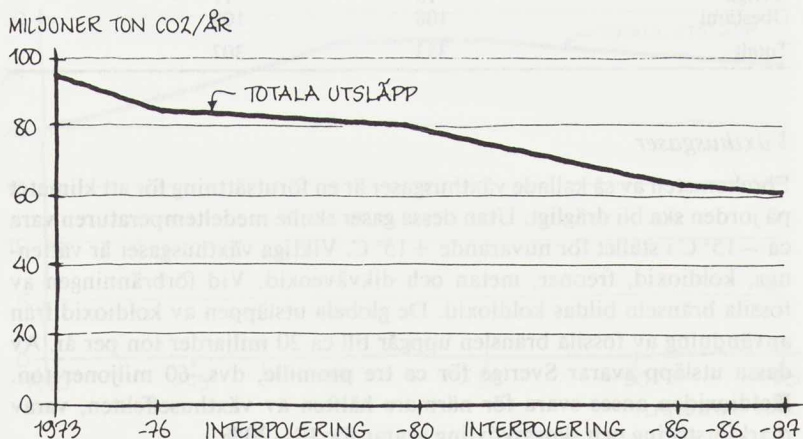
Figur 3.8 Utsläppen av koldioxid i världen, miljoner kiloton



Det befaras att den kraftiga ökningen av växthusgaserna under de senaste 100 åren kan påverka klimatet på jorden. Förväntade effekter är högre medeltemperatur, förändrat nederbördsmonster och en höjning av havsytans nivå. Detta skulle innebära stora globala socio-ekonomiska följder. De negativa följderna av en förskjutning av temperaturzonerna skulle främst drabba de redan hårt prövade områdena i utvecklingsländerna.

Möjligheterna att på ett tekniskt-ekonomiskt realistiskt sätt rena och deponera koldioxid ur rökgas existerar, i alla fall i dagsläget, ännu inte. Detta innebär att minskade koldioxidutsläpp måste uppnås bl. a. genom en minskad global användning av fossila bränslen. Om sådana åtgärder i framtiden kommer fram till rimliga kostnader kan det bli möjligt att reducera koldioxidutsläppen till mindre kostnader, och mildare konsekvenser i övrigt, än vad vi kommit fram till i denna utredning. Vi har således inte räknat med koldioxidrening i föreliggande rapport.

Figur 3.9 Utsläppen av koldioxid i Sverige, miljoner ton



Anpassningsmekanismer i ekonomin

Utgångspunkten för denna utredning är att uppfylla de olika miljö- och energipolitiska restriktionerna till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnad. Restriktionerna innebär att vi slipper riskerna med kärnkraften, minskar de förorenande utsläppen och kan hålla koldioxidutsläppen på dagens nivå. För att uppnå detta mål lägger vi avgifter på de utsläpp vi vill ha bort, t. ex. koldioxid, svavel- och kväveoxider. Man kan också tänka sig olika former av "bubblor" som skulle få en liknande effekt. I fortsättningen utgår vi, enbart för att förenkla diskussionen, från att man använder avgifter.

Med tillräckligt höga avgifter kan man styra bort så stor del av utsläppen att en kvantitativ restriktion kan uppfyllas, t.ex. att koldioxidutsläppen i framtiden ska hållas på dagens nivå. Ekonomiska styrmedel är således nödvändiga för att klara restriktionerna, såvida vi inte väljer att försöka reducera utsläppen via omfattande regleringar. En regleringsväg leder dock enligt ekonomisk teori lätt till ineffektivitet, till skillnad från marknadsekonomiska styrmedel. Centrala regleringar tillåter oftast inte heller en avvägning av olika kostnader och intäkter hos berörda företag och konsumenter, och skulle de göra det blev resultatet omfattande kostnader för administration och kontroll. Med de svenska restriktionerna på det framtida energisystemet skulle det dessutom bli frågan om mycket omfattande regleringar varför denna väg inte kan anses vara realistisk. Bl. a. skulle med stor säkerhet redan från början höga samhällsekonomiska kostnaderna bli ännu högre. I vissa fall kan dock regleringar vara bättre än ekonomiska styrmedel.

Förutom att vi utgår ifrån att miljöavgifter kommer att införas, antar vi också att elpriserna baseras på marginalkostnaderna i elsystemet. Denna modell har vi använt oss av i våra tidigare utredningar även om den ibland har kompletterats med resonemang om andra prissättningsprinciper.

Vi börjar därför med en beskrivning av vad högre energipriser kan leda till utan några anpassningar av ekonomin. Analysen vinner i klarhet om de grundläggande problemen först redovisas. Därefter diskuteras de olika anpassningsmekanismer som kan lindra problemen. Om industrin skyddas faller en del av problemställningen i detta avsnitt bort.

Vad innebär energiprisökningar?

Ökade energipriser leder till lägre total energianvändning. Eftersom prisökningarna blir olika stora för olika energislag, kommer förskjutningar till förmån för de energislag som ger minst utsläpp och därmed lägsta avgifter att äga rum. Detta betyder att användningen av energislag som inte ger några utsläpp, eller bara låga halter, ökar medan de som medför stora utsläpp minskar.

I elsystemet blir mottrycksproduktion (där man får ut både el och värme/ånga) fördelaktig, medan kondensproduktion (där spillvärmen som uppgår till 50–70 % inte används) får höga kostnader. Sol-, vind- och vågkraft blir än mer fördelaktigt än mottrycksproduktion, eftersom de inte ger upphov till några utsläpp överhuvudtaget annat än i tillverkningsleden.

Att reducera svaveldioxid-, kväveoxid- eller koldioxidutsläppen försvårar

ras av kärnkraftsavvecklingen eftersom många alternativ till kärnkraft ger upphov till sådana utsläpp. Kärnkraft ger ju inte dessa miljöproblem.

En sådan omvandling av energisystemet kommer att påverka uppvärmningsstrukturen kraftigt. En övergång från elvärme till fjärrvärme, olje- och vedeldning kommer att äga rum. Fjärrvärme ger möjlighet till ökad produktion med kommunalt mottryck (kraftvärme) vilket alltså är gynnsamt och antas visa sig i konkurrenskraftiga fjärrvärmesatser. Inom transportsektorn minskas den totala efterfrågan till följd av högre bensin- och dieselpreiser.

Nettoeffekten blir förmodligen ändå en ökad användning av fossila bränslen som innebär påfrestningar på betalningsbalansen. Det beror dock på att kärnkraften till stor del måste ersättas med annan energi.

Ökade energipreiser kommer också leda till mer allmänna energibesparingar där energi kan ersättas med kapital, arbete, minskad komfort osv.

Dessa effekter kommer också påverka industrin, men här tillkommer också stora struktureffekter. Ökade energipreiser kommer att drabba vissa företag så hårt att de tvingas lägga ned, medan andra företag inte kommer att märka så mycket av det i resultaträkningen. Människor som arbetar på energiintensiva företag, deras underleverantörer och efter en tid även anställda i kringnäringar på de drabbade orterna, skulle alltså riskera att förlora sina arbeten.

Eftersom de energiintensiva basnäringarna exporterar en stor del av sin produktion och har låg import, kommer sådana nedläggningar leda till försämrade bytesbalans. Den ökade bränsleimporten förstärker dessutom den negativa tendensen.

De företag som har höga energikostnader ligger till stor del i Norrland, Bergslagen och Värmland. Det rör sig alltså om områden som redan i utgångsläget har sysselsättningsproblem. Tiotusentals, upp till kanske mer än hundratusen människors arbeten hotas alltså. Exakt hur många beror på den ekonomiska tillväxten, antalet miljö- och energipolitiska restriktioner, bränslepriserna osv.

Under varvskrisen på 1970- och 80-talen förlorade 22 000 människor sina arbeten på varven mellan 1974 och 1985. Dessutom förlorade ett stort antal sina arbeten som underleverantörer, i privat och offentlig service. Ungefär 4% av vår nettoexport drabbades. Det är mycket troligt att de energi- och miljöpolitiska besluten leder till problem på arbetsmarknaden och för bytesbalansen.

I de följande avsnitten ska vi se vad man kan göra för att mildra dessa problem.

Ekonomiska anpassningsmekanismer – allmänt

Ökade energipreiser leder alltså till arbetslöshet, bytesbalansproblem och regionala spänningar om inga förändringar i ekonomin inträffar som motverkar detta.

En negativ bytesbalans kan på lite längre sikt inte accepteras. Det skulle förutsätta att andra länder skulle vara villiga att låna ut ständigt större belopp till Sverige och att vi drar på oss en allt större utlandsskuld, vilket är orimligt.

Arbetslöshet leder till att våra mänskliga resurser inte utnyttjas fullt ut. Vår gemensamma kaka blir då mindre. Dessutom blir de sociala konsekvenserna svåra.

På något sätt måste vi alltså söka mildra problemen i de energiintensiva företagen och/eller stimulera tillväxten i någon annan mer energisnål industri, som kan lyfta bytesbalansen och sysselsättningen. Växer det upp ny industri på de gamla orterna kan vi undvika de regionala problemen. Blir tillväxten däremot störst i storstäderna måste människorna flytta.

Det första som görs ute i företagen när energipriserna ökar är att se över olika energibesparingsprojekt. Därefter försöker man vältra över kostnadsökningarna på kunderna. Detta kan dock bli svårt, eftersom de energiintensiva basnäringarna oftast arbetar mot världsmarknaden där priserna i stor utsträckning är givna. Höjer man priset för mycket är risken alltså stor att man inte får något sålt, annat än på mycket kort sikt.

Industrins kostnadsläge i förhållande till konkurrentländerna måste alltså förbättras. Då mildras problemen för de mest energiintensiva företagen något, men framför allt lockas den mer energisnåla industrin att expandera. Det allmänna kostnadsläget för den energisnåla industrin behöver inte sänkas så mycket för att den ska kunna kompensera de ökade energikostnaderna, eftersom energikostnaderna utgör en mindre andel av deras totala kostnader.

Hur kan man då åstadkomma denna nödvändiga förbättring av industrins kostnadsläge? Hur kan man vältra över kostnadshöjningen bakåt? Det naturligaste sättet är nog att löneökningarna reduceras under en omställningsperiod. Eftersom industrins elkostnader är ca 2% av de totala kostnaderna (och avsevärt mindre för de energisnåla företagen) och arbetskraftskostnaden, konsoliderad för hela ekonomin, utgör 70–80%, behöver det bara bli frågan om att reducera löneökningarna i liten utsträckning. Å andra sidan rör det sig om dubblade elpriser eller mer. Dessutom påverkas även kostnaderna för andra energislag.

Detta ställer stora krav på fackföreningarna, speciellt med tanke på att många medlemmar redan har fått se sina uppvärmningskostnader, transportkostnader osv. öka kraftigt. Men klarar vi inte detta blir följden – som vanligt – bytesbalansproblem och arbetslöshet. Bytesbalansproblemen, men inte arbetslösheten, kan lösas med höjda räntenivåer. Båda problemen skulle kunna lösas med en devalvering av kronan.

Liksom lönerna bestäms också priset på vedråvara till stor del av de förhållanden som råder i Sverige. Produktionsminskningen inom massa- och pappersindustrin leder till minskad vedefterfrågan och därmed lägre vedpriser. Den omvända effekten, alltså en ökad vedanvändning som ersättning för el och fossila bränslen, är dock högre i våra miljöanpassade scenarier. Vi räknar därför med vedprisökningar. Det är dock mycket möjligt att priserna på den mer värdefulla vedråvara som industrin använder inte kommer att pressas upp så mycket. Det beror på att vedråvaran går till olika marknader (träindustri, massaindustri och energisektorn) med delvis oberoende prisbildning.

Prisvariationerna på el, arbetskraft och ved leder till stora omfördelningar i samhället, förmodligen åtskilliga tiotals miljarder per år. Detta skulle kunna aktualisera frågor av typen övervinstbeskattning.

Övervältring framåt — prishöjningar

Vilka prishöjningar som företagen kan ta ut — i detta fall till följd av högre energipriser — beror på vilken priskänslighet efterfrågan på deras produkter har och hur mycket andra länders utbud kan varieras.

De energiintensiva företagen producerar t. ex. massa och papper, järnmalm, järn och stål, metaller och kemiska basprodukter. De flesta produkterna produceras för världsmarknaden eller till svenska marknader som är utsatta för importkonkurrens.

En analys om vad som händer vid ensidiga svenska energiprisökningar bör således utgå från hur världsmarknaden fungerar. De svenska basnäringarna har traditionellt sin starkaste ställning i framför allt Västeuropa.

Studerar man enbart efterfrågans priskänslighet på europamarknaden kan man i många fall få intrycket att de svenska företagen kan höja sina priser ganska ordentligt utan att förlora alltför mycket i volym. Från de svenska företagens horisont är dock efterfrågans priskänslighet på exportmarknaden inte relevant mer än i begränsad utsträckning, eftersom vi konkurrerar med andra länders företag. Skulle svenska företag höja sina priser för mycket kommer utländska företag in och höjer sitt utbud på europamarknaden på Sveriges bekostnad.

Detta blir speciellt kännbart på lång sikt samt när det rör sig om standardiserade bulkprodukter. På kort sikt hinner kanske inte de utländska företagen anpassa sitt utbud på europamarknaden så mycket. Är det frågan om högt specialiserade produkter kanske bara ytterst få, eller inte ens några, utländska företag har något liknande att erbjuda. Då är det givetvis lättare att höja priserna, dvs. övervältra energikostnadshöjningarna framåt, till kunderna.

I huvudsak kan den svenska exporten från våra energiintensiva basnäringar beskrivas som mycket priskänslig. Därmed inte sagt att priserna helt och hållet sätts på världsmarknaden, eftersom produktspecialiseringen redan har gått ganska långt och går längre för varje år.

Övervältring bakåt — löner

De nedläggningar i våra basnäringar som vi bedömer blir resultatet av ökade energipriser leder till en minskad nettoexport. Samtidigt ökar troligen importen när vi ska ersätta kärnkraften, som innehåller en liten importandel. För att undvika en negativ bytesbalans och arbetslöshet måste en kostnadsanpassning ske, dvs. en omfördelning från främst arbetstagare till kapitalägare. Det naturliga vore att ta hänsyn till detta vid avtalsförhandlingarna. Tillåts dessutom mer flexibla löner mellan olika branscher och regioner skulle de specifika problemen för vissa branscher och regioner kunna lindras något.

Tar man inte hänsyn till detta i avtalsförhandlingarna kommer de negativa resultaten att märkas ganska snart. Många kommer att förlora sina arbeten i Norrland, Bergslagen och Värmland. De kan inte heller räkna med några nya arbeten eftersom det inte finns någon extra morot att starta nya företag i stor skala.

På lång sikt kan man dock ändå räkna med att den för sysselsättningen och bytesbalansen nödvändiga kostnadsanpassningen kommer till stånd

på något sätt, men i värsta fall kommer det ta lång tid. Vi har t. ex. ännu inte jämnat ut obalanserna som uppkom i början av 1970-talet. Det blir då dyrare att klara de energipolitiska besluten än om vi genomför kostnadsanpassningen direkt.

På kort sikt är det alltså möjligt att det uppstår både arbetslöshet och bytesbalansunderskott. En avsevärd övervältring bakåt kan då komma att realiseras. Det kan t. ex. bli frågan om en prispress nedåt på bostäder i utsatta regioner. De billigare bostadskostnaderna skulle sedan kunna kompensera lönesänkningarna något i dessa områden. Detta gäller dock inte för dem som själva äger sina bostäder.

I våra huvudalternativ kommer vi dock att utgå ifrån en snabb anpassning inom ekonomin för att komma fram till en lägsta tänkbara kostnad. Vi diskuterar också det mer realistiska alternativet att anpassningsmekanismerna i samhällsekonomin tar längre tid på sig att verka. Kostnaderna blir då högre eftersom resultatet blir en lägre tillväxtkraft i ekonomin under en tid.

Svårigheten med att göra framtidsbedömningar

Att försöka förutsäga utvecklingen 25 år framåt är givetvis en omöjlig uppgift. Detta gäller i speciellt stor utsträckning när det blir frågan om så genomgripande förändringar som vi ser i denna utredning.

För att få perspektiv på svårigheterna kan vi tänka på vad framtidsforskare funderade på 1965. Kunde de se vad som skulle inträffa 25 år framåt? T. ex. oroade de sig för en eventuellt framtida istid, inte för växthuseffekten. De tänkte sig en kraftigt ökad oljeanvändning, en utbyggnad av kärnkraften liksom en stadigt ökande stålproduktion. De svenska varven spelade säkert stor roll i framtidsbedömningarna för den svenska industrin.

Vår framtidsbedömning bygger också på en mängd antaganden som är mycket osäkra. Tekniska genombrott är t. ex. alltid svåra att förutsäga. Denna studie bör därför inte ses som en allvarligt menad prognos för år 2015. I stället är den en skiss över hur t. ex. energi-, industri- och bostadsstrukturen kan se ut då, förutsatt att man försöker genomföra dagens riksdagsbeslut.

Vi hyser inte förhoppning om att våra bedömningar ska visa sig vara träffsäkra. Däremot hoppas vi kunna fånga vissa grundläggande tendenser. Vi hoppas också kunna beskriva hur olika delar hänger ihop via diverse samband. Att känna till vissa samband i grova drag från en studie som blickar 25 år framåt kan vara nyttigt även i dagsläget. För att kunna välja en bra väg är det nödvändigt att ha en bild av slutdestinationen, även om denna bild ständigt måste revideras.

Överhuvudtaget kan ett någorlunda koncist scenario — om än mer eller mindre ”felaktigt” — vara ett hjälpmedel för att härleda och peka på kritiska samband i utvecklingen. En sådan här studie måste dock ses i sin helhet. Enstaka avsnitt, uttryckta ur sitt sammanhang, kan vara grovt missvisande.

En omställning av energisystemet i enlighet med de riktlinjer som riksdagen har dragit upp kräver omfattande insatser av många olika aktörer.

I de scenarier som presenteras i utredningen beskrivs olika jämviktslägen i ekonomin. Vi har nått dit via en mer eller mindre smärtsam anpassningsprocess vilken oftast behandlats mera summariskt. Denna process är resultatet av miljontals beslut som olika individer fattar, ofta baserade på förväntningar på framtiden; t. ex. framtida elpriser, framtida behov av naturgas, vinster av energihushållningsåtgärder, komfort osv..

I våra utredningar antar vi oftast ganska *rationella beteenden*, dvs. beslut som blir så ekonomiskt fördelaktiga för beslutsfattaren som möjligt. Att besluten som fattas är rationella är speciellt viktigt i denna utredning eftersom vi i princip redan i morgon måste börja anpassningen mot en "miljöanpassad energiförsörjning" och varje beslut som fattas måste därför vara riktigt, dvs. besluten måste på bästa sätt underlätta anpassningen.

Att anta att aktörerna agerar rationellt är praktiskt i utredningssammanhang. Man kan på så sätt belysa vad som krävs för att de samhällsekonomiska kostnaderna ska minimeras. Att det är praktiskt behöver emellertid inte betyda att det är realistiskt.

Många av våra läsare kommer att ställa sig tveksamma till delar av utredningen. Är det t. ex. realistiskt att vi år 2015 ska ha energiskogsodlingar på en yta motsvarande hela Gotland? För att åstadkomma detta krävs för det första en jordbrukspolitik som möjliggör att stora arealer åkermark frigörs och att markägarna har ekonomiska incitament att satsa på energiskogsodling redan under 90-talet. Det krävs en utveckling både vad avser växtmaterial och maskinell utrustning. Efterfrågan på energiskogsflis måste också finnas inom rimliga transportavstånd. Naturgasintroduktionen i stor skala under början av 90-talet kan vara ett hot mot energiflis. Binder man sig tidigt vid naturgas i värmeverk och kraftvärmeverk blir det mycket dyrt att senare gå över till flis.

Som vi ser det förutsätter en kraftig ökning av t. ex. energiskogsodling ett stort antal väl avvägda beslut både av politiker och av marknadsaktörer.

Det är marknadsaktörerna, dvs. energiproducenterna, distributörerna och energikonsumenter, som ska genomföra omställningen. Industripolitiska eller fördelningspolitiska hänsynstaganden kan emellertid ibland te sig svåra att förena med de krav en omställning av energisystemet ställer. Ett exempel är prisnivån på el. Statens styrning av Vattenfall antas utformas på ett sätt som möjliggör en marginalkostnadsbaserad elprisnivå.

Omställningen av energisystemet i enlighet med våra scenarier förutsätter att stora insatser görs inom energihushållningsområdet. Här antar vi att många av de problem och svårigheter vi ser i dag går att hantera i framtiden. Inomhusklimatet är ett sådant problem som måste lösas.

Den energieffektivisering som förutsätts inom industrin är i stor utsträckning avhängig den svenska industrins allmänna utveckling. Utvecklingen måste vara så gynnsam att den tid och de finansiella resurser som krävs för energihushållningsarbete ska finnas tillgängliga.

Utrymmet för att vidta andra rationaliseringsåtgärder får naturligtvis inte minska så att produktionsstörningarna ökar i antal eller att arbetsmiljöåtgärderna sätts på undantag.

4 Energibalanser

I detta kapitel ska vi kortfattat beskriva vår bedömning av hur de olika energimarknaderna kommer att utvecklas fram till år 2015. Denna bedömning bildar sedan basen för de följande kapitlen, där vi bl. a. gör kostnadsbedömningar och tar upp vissa större sektorsproblem.

Utgångspunkter

Vi börjar med att sammanfatta de skatter och priser som vi har antagit för scenarierna. Som beskrevs i avsnitten "Övriga förutsättningar" i kapitel 2, har vi valt att studera två fall, de s. k. basalternativen och de miljöanpassade scenarierna. I bägge fallen arbetar vi med två antaganden om den ekonomiska utvecklingen.

I tabell 4.1 sammanfattas sedan förutsättningarna för basalternativen och de miljöanpassade scenarierna. Miljöscenarierna skiljer sig från basalternativen på det sättet att vi där har haft som en övergripande målsättning att koldioxidutsläppen inte får öka från 1987 års nivå. Dessutom har vi i basalternativen räknat med dagens punktskattesystem, medan vi i miljöscenarierna har tänkt oss en övergång till moms på energi.

För att kunna uppnå målet konstanta koldioxidutsläpp har vi som styrmedel utgått från en koldioxidskatt som läggs på bränslepriserna. Den energiintensiva industrin undantas dock från koldioxidskatter och får betala samma bränsle- och elpriser i miljöscenarierna som i basalternativen.

Att vi har räknat med koldioxidskatter beror egentligen bara på att vi har velat förenkla utredningsarbetet. I praktiken kan man alltså välja andra styrmedel, t. ex. överförbara utsläppsrätter. Styrmedelsproblemen diskuteras sedan mer ingående i kapitel 10. Slutresultatet är dock att kostnaderna i samhället ökar vid en reduktion av koldioxidutsläppen, oberoende av vilket styrmedel vi än väljer.

Bränslepriser

Antagandena om de internationella bränslepriserna är avhängiga den ekonomiska utvecklingen. En hög ekonomisk utveckling antas medföra stor efterfrågan på energi i världen och följaktligen även höga bränslepriser. Det motsatta gäller i alternativen med låg ekonomisk utveckling.

De internationella bränslepriser vi har räknat med visas i tabell 4.1. I basalternativen tillkommer inte någon koldioxidskatt.

Hur snabbt koldioxidutsläppen kommer att öka i framtiden – om inga åtgärder vidtas för att förhindra detta – är i hög grad beroende av den ekonomiska utvecklingstakten. En starkare ekonomisk utveckling medför normalt också en större ökning av koldioxidutsläppen. Vi har därför under arbetets gång behövt öka koldioxidskatten i miljöscenariets högfallet. Detta har resulterat i en betydligt högre koldioxidskatt i högfallet jämfört med i lågfallet. I högfallet räknar vi med 100 öre/kg koldioxid, och i lågfallet med 35 öre/kg koldioxid.

Koldioxidskatten belastar olika bränslen i förhållande till hur mycket koldioxid de avger vid förbränning. Kol avger mer koldioxid än olja, 92 gram koldioxid per MJ kol resp 78 gram koldioxid per MJ olja. Vi får då en höjning av kolpriset med 33,1 öre/kWh i högfallet och med 11,6 öre/kWh i lågfallet, medan oljepriserna höjs med 28,1 öre/kWh respektive 9,8 öre/l. Wh. Detta resulterar i de bränslepriser för miljöscenarierna som visas i tabell 4.1 under rubriken ”Bränslepriser inkl koldioxidavgifter”.

Dessa bränslepriser betalas av samtliga användare utom den energiintensiva industrin.

I denna utredning räknar vi inte med att vedeldningen kommer att innebära några koldioxidutsläpp. Det beror på att veden minskar koldioxidhalten i atmosfären medan den växer. I avsnitt 6.1 diskuteras reserva-

Tabell 4.1 Scenarieförutsättningar

	År 2015				
	Basalternativ Ekonomisk tillväxt		Miljöscenarier Ekonomisk tillväxt		
	Hög	Låg	Hög	Låg	
<i>Allmänna förutsättningar</i>	Kärnkraftsavveckling Punktskatter Elpris = marginalkostnad		Kärnkraftsavveckling Moms Elpris = marginalkostnad Konstanta koldioxid- utsläpp – koldioxid- skatt styrmedel Energiintensiv industri <i>betalar inte</i> koldioxid- skatt		
<i>Årlig BNP-tillväxt</i>	2,4	1,1	2,3	1,0	
<i>Bränslepriser (öre/kWh)</i>					(1987)
<i>Internationella bränslepriser¹</i>					
Lätt eldningsolja (Eo 1)	18,3	11,5	18,3	11,5	(8,8)
Tung eldningsolja (Eo 5)	13,3	8,4	13,3	8,4	(6,6)
Kol	5,7	4,7	5,7	4,7	(3,4)
<i>Koldioxidskatt (öre/kg koldioxid)</i>	—	—	100	35	
			<i>Bränslepriser inkl koldioxidskatt</i>		
Lätt eldningsolja (Eo 1)			46,4	21,3	
Tung eldningsolja (Eo 5)			41,4	18,2	
Kol			38,8	16,3	
<i>Vedpriser</i>	10	10	30	10	(ca 10)

¹ Motsvarar priset för skattebefriade elproducerande kraftbolag. För övriga användare tillkommer distributionsavgifter m. m.

tioner mot en sådan ansats. Vedpriserna påverkas inte direkt av en koldioxidskatt, men vi har antagit att de ökar så att den totala kostnaden – inklusive transportkostnader och pannkostnader – för vedanvändningen ligger strax under kostnaden för det billigaste alternativet med olja och kol. Detta antagande bygger dock på att största delen av den svenska flispotentialen utnyttjas. Vi har räknat med en vedprisökning på runt 20 öre/kWh till drygt 30 öre/kWh i högfallet, och med dagens vedpriser på drygt 10 öre/kWh i lågfallet. I avsnitt 6.1 diskuteras hur vedmarknaden och vedpriserna kan tänkas påverkas.

Den energiintensiva industrin skyddas mot vedprishöjningarna och får betala dagens vedpriser även i högfallet.

I samtliga scenarier har vi räknat med en naturgastillförsel på 50 TWh. För närvarande förhandlar Sverige med Norge och Sovjet om köp av naturgas. Priset på naturgasen beror på hur eventuella kontrakt utformas. Vi har antagit att naturgaspriset sätts så att den totala kostnaden, inklusive koldioxidskatten, för naturgasbaserad elproduktion motsvarar kostnaden för det billigaste alternativet.

El- och fjärrvärmepreiser

Vi räknar med betydande elprishöjningar i miljöscenarierna. Elpriset antas öka i takt med marginalkostnaderna.

Med ett marginalkostnadsbaserat elpris får användarna information om kostnaden för att producera ytterligare en kilowattimme el. För att samhällets resurser ska kunna utnyttjas effektivt måste vi bl. a. få till stånd en god avvägning mellan tillförsel och sparande. Sparande är lönsamt tills det kostar lika mycket att spara som att tillföra ytterligare en kilowattimme. I avsnitt 8.1 diskuteras olika prissättningsprinciper på el.

I denna utredning har vi dessutom som övergripande målsättning att koldioxidutsläppen i Sverige ska hållas konstanta. Utan betydande elprisökningar är det inte möjligt att åstadkomma ett så omfattande sparande att det målet kan uppnås.

I tabell 4.2 visas de elpriser vi har räknat med i miljöscenarierna.

I basalternativet har vi räknat med elpriser i producentledet på knappt 30 öre/kWh, vilket ungefär motsvarar marginalkostnaderna när kärnkraften ersätts av främst naturgas- och kolbaserad kondensproduktion.

I de miljöanpassade scenarierna ökar elpriserna väsentligt, utom för den elintensiva industrin som antas betala samma pris i miljöscenarierna som i basalternativen. För övriga användare har vi antagit en elprisökning med 75 öre/kWh i högfallet, och 40 öre/kWh i lågfallet. Vi får då elpriserna 90 öre/kWh respektive 55 öre/kWh i producentledet. Dessa höga elpriser ska motsvara elproduktionskostnaderna för den kraftvärme som tillsammans med en betydande utbyggnad av nya tekniker, t. ex. vindkraft, får ersätta kärnkraften i de miljöanpassade scenarierna.

I de elpriser som betalas av olika användare ingår också alla påslag för administration och distribution. Dessa påslag förmodas vara oförändrade till år 2015.

De elprisökningar vi räknar med i framförallt de miljöanpassade scenarierna är ett uttryck för extremt kraftiga styrmedel. Elanvändarnas räk-

ningar skulle öka med mellan 35 och omkring 100 miljarder om året. Därutöver kommer kraftiga ökningar för andra energislag. Per hushåll rör det sig om höjningar på tiotusentals kronor per år. Eftersom stora delar av dessa kostnader avser betalning av koldioxidskatt, som tillfaller statskassan, kan dock hushållen också räkna med att andra skatter kan sänkas.

Fjärrvärmepriserna antas inte öka lika mycket som elpriserna. Priserna på fjärrvärme är kopplade till elpriserna. I de miljöanpassade scenarierna antar vi att större delen av fjärrvärmeunderlaget utnyttjas för kraftvärmeproduktion. De totala intäkterna från el- och värmeproduktionen ska täcka kostnaderna för att bygga och driva ett kraftvärmeverk. Ju högre elpriserna blir desto större möjlighet finns det att hålla nere fjärrvärmepriserna.

Med lägre fjärrvärmepriser blir fjärrvärme en konkurrenskraftig uppvärmningsform jämfört med el och olja i de områden där fjärrvärmeutbyggnad är möjlig med hänsyn till värmetäthet, och fjärrvärmeanvänd-

Tabell 4.2 Elpriser och fjärrvärmepriser

	<i>Elpriser (öre/kWh)</i>		Elvärme	Hushåll	Service m. m.
	Elintensiv industri	Lätt industri			
<i>1987</i>					
Elpris	16	23	28	40	23
Skatt	ca 3	5	7	7	7
Elpris inkl skatt	19	28	35	47	30
<i>Basalternativ</i>					
– hög/låg					
Elpris	28	35	40	52	35
Skatt ¹	ca 3	7	9	9	9
Elpris inkl skatt	31	42	49	61	44
<i>Miljöscenario hög</i>					
Elpris	28	98	103	115	98
Elpris inkl moms (23,46 %)	28	98	127	142	98–121
<i>Miljöscenario låg</i>					
Elpris	28	63	68	80	63
Elpris inkl moms	28	63	84	99	63–78
<i>Fjärrvärmepriser (öre/kWh)</i>					
	Industri		Bostäder, service m. m.		
<i>1987</i>					
Fjärrvärmepris	10–12		32		
<i>Basalternativ – hög</i>					
Fjärrvärmepris	14–16		36		
<i>Basalternativ – låg</i>					
Fjärrvärmepris	13–15		35		
<i>Miljöscenario hög</i>					
Fjärrvärmepris	32–34		54		
Fjärrvärmepris inkl moms	32–34		67		
<i>Miljöscenario låg</i>					
Fjärrvärmepris ²	5–7		27		
Fjärrvärmepris inkl moms	5–7		33		

¹ Energibeskattningsfr. o. m. 890701

² En övergång från punktskatter till moms innebär för industrins del en prissänkning på fjärrvärmens i lågfallet.

ningen expanderar där. Därmed är det också möjligt att öka kraftvärme-produktionen, som har bättre totalverkningsgrad av bränslet än kondens-produktionen. En effektiv bränsleutnyttjning är nödvändig om vi ska kunna reducera koldioxidutsläppen.

I tabell 4.2 framgår vilka fjärrvärmepriser vi har utgått ifrån för industri-sektorn respektive sektorn bostäder, service m. m.

Om vi i stället skulle klara elproduktionen med kol- eller naturgasba-serad kondensproduktion, skulle koldioxidutsläppen öka. Produktions-kostnaderna skulle då också öka genom koldioxidskatten. Marginalkost-nadsprissättning på el innebär alltså höjda elpriser, vilket i sin tur ökar lönsamheten för kraftvärmen.

Alternativt skulle fliskondens kunna användas, i den mån våra skogstill-gångar räcker till. Med de prisantaganden på el respektive energived vi gjort i miljöscenarierna blir dock inte fliskondens lönsam.

Industrin

I detta avsnitt presenterar vi våra antaganden om industrins energi-användning vid övergången till ett miljöanpassat energisystem. Vi börjar med att beskriva situationen för industrin om inget görs på miljöområdet. Sedan går vi vidare med att beskriva antagandena om de olika branschernas produktion med hänsyn till den ekonomiska utvecklingen, om miljö-skatter införs i industrin.

Industrins produktion och energianvändning i basalternativen

När vi bedömer industrins energianvändning är det i huvudsak två fakto-rer vi i vanliga fall beaktar: antagandena om produktionsutvecklingen inom de olika branscherna och möjligheterna till att effektivisera energi-användningen som en följd av den tekniska utvecklingen. Båda dessa faktorer hänger samman med de antaganden som görs om hur energipri-serna kan komma att utvecklas i framtiden. Inom de energitunga branscherna är energiprisernas utveckling en viktig faktor, eftersom energikost-naden kan vara en tung post i produktionskostnaderna. En ökad kostnad som inte kan pareras på något sätt försämrar företagets lönsamhet, och därmed även deras förutsättningar att utvecklas i framtiden.

I basalternativet med hög ekonomisk utveckling ökar industriproduk-tionen med 2,6 % per år mellan 1987 och 2015. I detta alternativ expan-derar praktiskt taget alla branscher, trots de högre elpriserna, lika mycket som t.ex. verkstadsindustrin. Industrins struktur är med få undantag densamma som vi har i dag. Viktiga basnäringar som massa- och pappers-industrin samt kemikalieindustrin fortsätter att växa. Järn- och stålver-kens produktion får tack vare den gynnsamma situationen i omvärlden en stabil utveckling. Utan elprisökningar skulle dock tillväxten ökat kraftigare än i basalternativen. Däremot väntas elprisökningarna få ett kraftigare genomslag på mer elpriskänsliga branscher, som metallverken och inom gruvindustrin. Produktionen i dessa två branscher väntas minska, helt eller delvis beroende på elprisutvecklingen. Våra antaganden av produk-

tionsutvecklingen, branschsammanställningen och energieffektiviseringen återspeglas i industrins energianvändning. I alternativet med hög ekonomisk utveckling väntas den uppgå till 197 TWh, vilket innebär en ökning med 56 TWh jämfört med energianvändningen 1987. Hur energianvändningen fördelas på olika energislag och -bärare framgår av tabell 4.3.

I basalternativet med låg ekonomisk utveckling väntas industrins energianvändning sjunka i förhållande till 1987. Nedgången beräknas till totalt 18 TWh eller 13%. Här är det antagandena om en förhållandevis svag produktion som ligger till grund för beräkningen. Industriproduktionen har i detta alternativ antagits växa med knappt 1 % per år. I samband med den svaga ekonomiska tillväxten väntas industrin också genomgå en relativt kraftig strukturförändring. Effekten av elprisökningarna blir då svårare att bära än i alternativet med hög ekonomisk tillväxt. De elintensiva branschernas produktion bedöms då antingen stagnera eller krympa, vilket återspeglas i industrins totala energianvändning. I detta fall får även massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin problem. Vad en sådan utveckling innebär för användningen av de olika energislagen framgår av tabell 4.3.

Tabell 4.3 Industrins energianvändning 1987 och 2015, basalternativen, TWh

	1987	2015 Högalt	2015 Lågalt
Kol och koks	15,6	18,1	9,5
Inhemska bränslen	41,6	60,5	39,5
Oljeprodukter	27,3	35,6	21,5
Naturgas	1,9	5,9	4,3
Fjärrvärme	4,0	8,0	6,0
El	50,5	68,6	42,0
Totalt	140,8	196,6	122,8

Avrundningsfel av totalerna förekommer.

Vi sammanfattar. Industrins energianvändning beror i stor utsträckning på de produktionsantaganden som görs för varje bransch. Produktionsantagandena hänger i sin tur samman med den ekonomiska utvecklingen i Sverige och i omvärlden. En hög ekonomisk utveckling leder till att industrin dels kan kompensera sig för den ekonomiska påfrestning som uppstår vid högre elpriser, dels kan effektivisera elanvändningen så att denna kostnadsökning i någon mån motverkas. Motsatta förhållanden gäller om den ekonomiska utvecklingen i stället blir svag.

Produktion och energianvändning i miljöscenarierna

En miljöanpassad energisektor med koldioxidskatt kommer att medföra stigande energipriser, som beskrivits i avsnitt 4.1. De energipriser som industrin kan komma att konfronteras med är betydligt högre än de annars skulle ha varit. I samband med det har vi i våra bedömningar utgått från att industrin kommer att öka ansträngningarna mot dels en effektivare energianvändning, dels en övergång till andra bränslen som inte påverkar miljön så negativt.

Den industristruktur vi utgår ifrån i basalternativen kommer att påverkas om industrin inte kompenseras för de kraftigt stigande energipriserna.

Miljörestriktionernas inverkan på energipriserna slår hårt mot den fossila bränsleanvändningen i den energitunga industrin. Men denna inverkan är ändå inte stor jämfört med miljöbeskattningens inverkan på elmarknaden. Det är alltså på elmarknaden, och vid de elpriser som kan komma att råda, som den största effekten av miljöbeskattningen kan påvisas.

Övergången till ett miljöanpassat energisystem leder således även till kraftiga elprishöjningar. Detta gör i sin tur att ökningarna av industrins produktionskostnader på elsidan blir flera gånger större än med kostnadsökningarna på enbart bränslesidan.

Produktionen i de elintensiva branscherna kommer därför att minska. Konsumtionen av och efterfrågan på dessa branschers produkter hemma och internationellt kommer dock inte att minska. Den inhemska marknadens behov av dessa varor kommer i stället att tillgodoses med hjälp av import. Den internationella marknadens behov kommer att tillgodoses genom utländska producenter. Eftersom det handlar om de svenska basnäringarna blir effekten på ekonomin mycket stor. Den globala effekten på klimatet kan också bli mycket negativ, om produktionen flyttas till länder som använder produktionsprocesser som ger större utsläpp.

Därför har vi i våra huvudscenarier antagit att den energitunga industrin kan få fortsätta att utvecklas med enbart de restriktioner som finns i basalternativet. Vad som händer när miljörestriktionerna slår igenom i alla branscher kommer att analyseras närmare i kapitel 6.2.

I miljöscenariets ena alternativ, som återspeglar en hög ekonomisk utveckling, har vi antagit att industriproduktionen växer med en genomsnittlig takt av 2,5 % per år. I det andra alternativet – med låg ekonomisk tillväxt – är motsvarande siffra 0,8 % per år. Båda dessa utvecklingstakter är något än antagandena i basalternativen. Detta är avhängigt de generella antagandena om en något lägre ekonomisk tillväxt i den svenska ekonomin, som blir en följd av de kostnaderna som de strängare miljökraven medför. I kapitel 5 diskuteras några fall där denna negativa tillväxteffekt kan bli större. Med hjälp av dessa antaganden och de enskilda branschernas priskänslighet och anpassningsförmåga, har vi beräknat de skilda tillväxtförutsättningarna på branschnivå. Utgångspunkten har varit det underlagsmaterial som vi har använt oss av i utredningen "Elpriser och svensk industri"¹, modifierat efter de antaganden som gäller i föreliggande utredning. Här räknar vi t. ex. med lägre elprisökningar. Vidare har basnäringarna utvecklas positivt de senaste åren, även om en avmattning kan skönjas i skrivande stund.

Vår samlade bedömning visas i tabell 4.4.

Eftersom miljöskatterna inte har fått slå igenom i de energikrävande basnäringarna blir det inte heller några större skillnader mellan antagandena om de enskilda branschernas produktionsvolym år 2015 jämfört med basalternativet. I det höga miljöskattealternativet bidrar den internationella efterfrågan till att de exportinriktade basnäringarna kan fortsätta sin produktion. Motsvarande förhållanden gäller även i det låga miljöalternativet. Det är framför allt den internationella utvecklingen som tillsammans med elprisökningarna bestämmer basnäringarnas produktionsutveckling.

¹ Statens energiverk 1988:7.

Tabell 4.4 Industrins produktion år 2015 för miljöalternativen, men med skyddade basnäringar. (1987=100)

	Tillväxtalternativ	
	Högalternativ	Lågalternativ
Gruvindustri	49	21
Livsmedelsindustri	136	132
Textil- och beklädnadsindustri	73	50
Trävaruindustri	132	122
Massa- och pappersindustri	160	82
Grafisk industri	170	132
Gummivaruindustri	100	89
Kemikalieindustri	130	43
Annan kemisk industri	240	174
Plastvaruindustri	229	165
Petroleum- och kolindustri	112	106
Jord- och stenvaruindustri	112	82
Järn- och stålverk	95	43
Ickejärnmetallverk	49	32
Verkstadsindustri (exkl varv)	300	165
Varvsindustri	57	37
Annan tillverkningsindustri	229	189
Totalt	200	125

Som vidare framgår av tabell 4.4 väntas de elintensiva basnäringarnas produktion ändå inte kunna öka i samma takt som industri i stort, ens i alternativet med hög ekonomisk tillväxt. Det hänger samman med de antaganden vi har gjort

om elprisernas utveckling redan vid bedömningen i basalternativet. Vid de elprishöjningar som vi har utgått ifrån, 12 öre/kWh, kommer flera elintensiva branscher eller produkter att hamna i ett försämrat konkurrensläge.

Vi har således redan i basalternativet kommit fram till att några av de elintensiva branscherna inte skulle kunna upprätthålla produktionen på 1987 års nivå ens i ett högt utvecklingsalternativ. De största neddragningarna av produktionen väntas inträffa inom gruvindustrin och icke-järn-metallverken. Sedan följer järn- och stålverken, men där bedömer vi att produktionsnedgången blir begränsad i det höga alternativet.

Som framgår av tabellen väntas massa- och pappersindustrin fortsätta expandera till en produktionsvolym som i värde termer ligger 60 % högre än basårets.

Om vi ska sammanfatta det höga miljöalternativet väntas industriproduktionen fördubblas i förhållande till 1987 års nivå. Att den elintensiva industrin undantas från miljöskatt leder till att även de elintensiva branscherna med några undantag kan komma att expandera, men inte lika mycket som verkstadsindustrin. Dess andel av den totala industriproduktionen väntas stiga från 38 % år 1987 till 56 % år 2015.

I det låga miljöalternativet väntas situationen bli helt annorlunda. Avmattningen i ekonomin är i det fallet mycket viktig, men elpriserna förstärker också denna effekt ytterligare. För flera branscher väntas produktionen minska till under 1987 års nivå.

Nedgången märks i såväl icke-energiintensiva branscher där miljöskatterna antas få fullt genomslag, som i de energi- och elintensiva som har

undantagits från pålagor. Den totala produktionsvolymen antas växa med totalt 25 %.

Industrins energianvändning uppgick till 141 TWh år 1987. I det höga basalternativet bedöms den öka till 197 TWh. Elanvändningen ökar från dagens 50 TWh till drygt 68 TWh. I det låga basalternativet uppgår energianvändningen till 123 TWh, en minskning med totalt 18 TWh. Av det kan ungefär hälften, eller 8,5 TWh, tillskrivas en minskad elanvändning.

Införandet av miljöskatterna har lett till ökade ansträngningar att effektivisera industrins energianvändning. Resultaten av den samlade bedömningen visas i tabellerna 4.5 och 4.6.

Tabell 4.5 Industrins energianvändning år 2015, det höga miljöalternativet, branscher, TWh

Bransch	Kol och koks	Inhemska bränslen	Olje-prod	Natur-gas	Fjärr-värme	El	Totalt
Gruvindustri	0,1	—	0,6	—	—	1,2	2,0
Livsmedelsindustri	0,6	0,1	4,0	2,0	0,3	2,5	9,5
Textil- och beklädnadsindustri	—	..	0,4	0,1	..	0,3	0,8
Trävaruindustri	—	7,8	1,6	0,1	—	2,1	11,7
Massa- och pappersindustri	1,9	47,2	8,0	0,5	..	21,6	79,2
Grafisk industri	—	..	0,2	..	0,6	0,8	1,6
Gummivaruindustri	—	..	0,2	..	0,5	0,7	1,5
Kemisk basindustri	0,8	0,4	1,5	1,0	..	4,9	8,6
Annan kemisk industri	—	..	0,9	0,1	1,4	0,9	3,3
Plastvaruindustri	..	..	0,2	0,1	0,5	0,9	1,7
Jord- och stenvaruindustri	3,0	—	2,6	0,4	..	1,2	7,1
Järn- och stålverk	9,1	..	3,3	0,5	..	4,1	17,0
Metallverk	0,2	—	0,3	—	0,1	0,7	1,3
Verkstadsindustri	0,7	0,2	12,4	1,8	6,5	14,3	35,7
Övriga, småindustri	—	—	0,3	0,1	—	4,4	4,8
Industrin totalt	16,4	55,8	32,6	6,5	10,0	60,5	185,8

Avrundningsfel av totalerna förekommer.

I det höga alternativet bedöms således den totala energianvändningen öka med ca 30 % till år 2015, samtidigt som industriproduktionen fördubblas. Dessutom får vi en övergång från energiintensiva till energisnåla branscher, trots att såväl massa- och pappersindustri samt järn- och stålindustri bibehåller dagens produktion, eller t.o.m. ökar den. Det beror på att framför allt verkstadsindustrin ökar sin produktion väsentligt.

Trots att våra beräkningar visar på ökningar i industrins energiefterfrågan, är den energieffektiveringen vi har räknat med omfattande. Utan en effektiviserad energianvändning och strukturförändringar skulle efterfrågan med hänsyn till industrins produktionsutveckling i stället uppgå till 280 TWh. Energibesparingen uppgår således till nära 100 TWh.

I miljöscenariets låga alternativ begränsas energianvändningen till 118 TWh, vilket framgår av tabell 4.6. Den svaga tillväxten i ekonomin är huvudorsaken till detta. Tillväxtförutsättningarna i det fallet ger upphov till en mer omfattande strukturuomvandling av industrin. Alla de energiintensiva branschernas produktion påverkas av denna utveckling, men struktureffekten väntas trots allt inte bli lika stor som i det höga alternati-

Tabell 4.6 Industrins energianvändning år 2015, det låga miljöalternativet, branscher, TWh

Bransch	Kol och koks	Inhemska bränslen	Olje-prod	Natur-gas	Fjärr-värme	El	Totalt
Gruvindustri	0,1	—	0,4	—	—	0,6	1,1
Livsmedelsindustri	0,5	0,1	2,9	2,0	0,3	2,1	7,9
Textil- och beklädnads-industri	—	..	0,2	..	..	0,1	0,4
Trävaruindustri	—	7,4	1,5	0,1	—	1,8	10,7
Massa- och pappersindustri	0,9	29,1	6,0	..	..	11,5	47,6
Grafisk industri	—	..	0,2	..	0,6	0,5	1,3
Gummivaruindustri	—	—	0,2	..	..	0,2	0,4
Kemisk basindustri	0,7	0,4	1,0	0,7	..	1,5	4,2
Annan kemisk industri	—	—	0,9	0,1	1,0	0,7	2,6
Plastvaruindustri	..	—	0,2	..	0,5	0,7	1,4
Jord- och stenvaruindustri	2,6	..	2,2	0,3	—	1,0	6,0
Järn- och stålverk	3,7	0,1	1,7	0,1	..	2,1	7,7
Metallverk	0,2	—	0,2	—	..	0,3	0,7
Verkstadsindustri	0,4	0,1	7,2	1,4	4,2	8,6	21,9
Övriga, småindustri	—	—	0,3	..	—	3,8	4,1
Industrin totalt	9,0	37,2	25,1	4,6	6,7	35,5	118,2

Avrundningsfel av totalerna förekommer.

vet. Anledningen till detta är att även de icke-energiintensiva branschernas utveckling påverkas negativt.

Energianvändningen minskar då med 23 TWh jämfört med utgångsläget 1987. Jämfört med basalternativets motsvarande fall beräknas minskningen bli 5 TWh. Minskningen i energianvändningen fördelas med få undantag på alla energislag och -bärare. En sammanställning av utgångsläget 1987 samt miljöscenariets hög- och lågalternativ finns i tabell 4.7.

Tabell 4.7 Industrins energianvändning, 1987 och 2015, miljöscenariet, TWh

	1987	2015 Högalt	2015 Lågalt
Kol och koks	15,6	16,4	9,0
Inhemska bränslen	41,6	55,8	37,2
Oljeprodukter	27,3	34,6	24,1
Naturgas	1,9	6,5	4,6
Fjärrvärme	4,0	12,0	7,7
El	50,5	60,5	35,5
Totalt	140,8	185,8	118,2
Koldioxidutsläpp i miljoner ton			
Totalt	13,3	17,1	10,9

Avrundningsfel av totalerna förekommer.

I detta alternativ ger produktionsnedgången, strukturförändringen och energieffektiveringen en total energispareffekt på 58 TWh. Utan denna effekt hade energianvändningen behövt uppgå till 176 TWh.

Transporter

Transportsektorns energianvändning består främst av motorbensin, dieselsolja och flygbränslen. Vidare har vi den spårbundna trafikens elanvändning samt sjöfartens användning av s.k. bunkerolja. Av Sveriges totala olje användning ligger 45 % inom transportsektorn, vars energianvändning till 60 % består av bensin och 25 % av diesel. Förändringen av transportsektorns energianvändning beror till stor del på drivmedelspriserna och den ekonomiska utvecklingen. För att kunna särskilja effekterna av en koldioxidskatt har vi arbetat med fyra alternativ; hög respektive låg ekonomisk utveckling utan koldioxidskatt och hög resp låg ekonomisk utveckling med en koldioxidskatt på 100 öre eller 35 öre/kg utsläpp.

Transporternas energianvändning år 1987 och den beräknade användningen år 2015 för de olika alternativen återfinns i tabell 4.8.

Tabell 4.8 Transportsektorns energianvändning

		1987	Basalternativ 2015 Hög ek. utv.	2015 Låg ek. utv.	Miljöscenarier 2015 Hög ek. utv.	2015 Låg ek. utv.
Bensin	1 000 m ³	5 533	7 500	7 000	5 500	5 200
Diesel/						
Eo 1	1 000 m ³	2 053	3 050	2 200	2 800	2 100
Eo 2–5	1 000 m ³	112	160	130	180	150
Flyg- bränsle	1 000 m ³	865	1 480	1 000	1 400	970
Gasol	1 000 ton	2	0	0	0	0
Alt. drivm ¹	1 000 m ³	—	—	—	—	—
El	GWh	2 587	3 300	3 300	4 400	3 800
Totalt	TWh	80,5	114,5	96,9	95,2	80,7

Utrikes sjöfart

Eo 1	1 000 m ³	131	130	130	130	130
Eo 2–5	1 000 m ³	739	900	800	800	750
Totalt	TWh	9,3	11,0	9,9	9,9	9,4

Totala koldioxidutsläpp i milj ton exkl. utrikes sjöfart och flyg

Mton		20,3	28,8	24,4	23,5	20,0
------	--	------	------	------	------	------

¹ Vi har inte räknat med alternativa drivmedel i transportsektorns energianvändningsprognos. I avsnitt 6.3 nämns de framtida förtjänsterna. Vid en eventuell framtida användning av dessa bränslen blir bensin- och dieselanvändningen lägre om koldioxidskatt tillämpas.

Bensin

Den prognosmodell som vi utnyttjar för bensin användningen tar hänsyn till förändringar i bensinpriset och hushållens disponibla inkomst genom pris- och inkomstelasticiteter.² Personbilarnas specifika bränsleförbrukning antas i genomsnitt minska med 0,3 % per år. Med det prognostiserade bilnehavet år 2015 antas ett tak för bensinförbrukningen vara 7,5 miljoner m³.

² Pris- och inkomstelasticiteten antas vara –0,6 respektive 1,0.

I alternativen utan koldioxidskatt beräknas bensin användningen år 2015 uppgå till 7,5 respektive 7 miljoner m³. De höga nivåerna på bensin användningen är främst en följd av låga bensinpriser, som framgår av tabell 4.9. Den högre användningen avser alternativet med en kraftig tillväxt av hushållens disponibla inkomst, 2,2 % per år, medan den lägre användningen avser en låg tillväxt av den disponibla inkomsten, 1,1 % per år.

En koldioxidskatt beräknas kunna minska bensin användningen avsevärt, eftersom bensin användarna på lång sikt antas vara relativt priskänsliga. Våra beräkningar visar att en koldioxidskatt på 100 öre/kg utsläpp, i alternativet med hög ekonomisk utveckling, ger en bensin användning som är 27 % lägre än i alternativet utan koldioxidskatt. I fallet med en låg ekonomisk utveckling och en koldioxidskatt på 35 öre/kg utsläpp får vi, enligt prognoserna, en bensin användning som är 26 % lägre än annars.

Effekter på hushållens ekonomi

De högre bensinpriserna till följd av koldioxidskatt och moms får stora effekter på hushållens årliga bensinkostnad. Hur stor effekten blir beror på i vilken omfattning hushållen kan minska sitt bilåkande. Detta beror i sin tur på i vilken utsträckning bilen kan ersättas med andra transportmedel, och det varierar kraftigt för olika delar av landet. I storstäderna är t.ex. kollektivtrafiken väl utbyggd i jämförelse med glesbyggnaden. Den sämre tillgången på kollektiva färdmedel och de längre avstånden är två anledningar till att den genomsnittliga körsträckan för bilar är högre i glesbyggnaden än i storstäderna. Tabell 4.9 visar bensinkostnaden i de olika alternativen för två körsträckor. 1 500 mil/år antas vara den genomsnittliga körsträckan för personbilar år 2015, medan hushåll med ett stort transportbehov antas ha en körsträcka på 3 000 mil/år.

Tabell 4.9 Bensinkostnaden år 2015 för hushåll med en körsträcka på 1 500 resp 3 000 mil/år i de olika alternativen

Alternativ	Basalternativ	Miljöscenarier	
	Hög ek utv	Låg ek utv	Hög ek utv
kr/liter	5,58	4,78	9,76
Mil/år			
1 500	7 780	6 670	13 620
3 000	15 580	13 340	27 230

Med en kraftig ekonomisk tillväxt stiger bensinpriset från 5,58 till 9,76 kr/år till följd av koldioxidskatten på 100 öre/kg utsläpp och moms. Bensinkostnaden ökar därför med 5 840 kr/år för ett hushåll som kör 1 500 mil/år. Vid en körsträcka på 3 000 mil/år blir kostnadsökningen 11 650 kr/år.

I alternativet med låg ekonomisk tillväxt stiger bensinpriset från 4,78 till 6,90 kr/liter till följd av koldioxidskatten på 35 öre/kg utsläpp och momsen. För ett hushåll med en körsträcka på 1 500 mil/år ökar då kostnaden med 2 960 kr/år och vid en körsträcka på 3 000 mil/år blir kostnadsökningen 5 910 kr/år.

Kostnadsökningarna kommer sannolikt att slå olika hårt för olika regioner beroende på skillnader i avstånd och kollektivtrafikens utbyggnad. De ekonomiska konsekvenserna för hushållen blir som synes mycket stora, om de inte har möjlighet att minska eller ersätta sina personbilstransporter. Med en kraftigare teknisk utveckling än den som är antagen i dessa prognoser blir de ekonomiska konsekvenserna för hushållen mindre.

Diesel

Dieselanvändningen är inte lika priskänslig som bensinanvändningen eftersom den i så stor utsträckning är kopplad till industrins utveckling.³ Särskilt intressant är utvecklingen i sektorer med stor betydelse ur transportsynpunkt. Dit räknas gruv- och stålindustrin, skogsindustrin, bygginindustrin samt transporter av energiråvaror och livsmedel. I prognoserna har vi antagit att dieselfordonens specifika bränsleförbrukning i genomsnitt minskar med 0,6 % per år.

Tabell 4.10 Dieselpreis och användning år 2015

	Basalternativ Hög ek utv	Låg ek utv	Miljöscenarier Hög ek utv	Låg ek utv
Industrins tillväxt % per år	2,6	0,9	2,5	0,8
kr/l exklusive km skatt	3,35	2,68	6,36	3,30
Total användning, 1 000 m ³	3 050	2 200	2 800	2 100

Den höga användningen i alternativet med hög ekonomisk tillväxt utan koldioxidskatt beror på en kraftig tillväxt av industrin och ett lågt dieselpreis. Med en koldioxidskatt på 100 öre/kg utsläpp kommer dieselpriiset, exklusive kilometerskatt, år 2015 nästan nästan att ha fördubblats jämfört med priset utan koldioxidskatt. Trots det reduceras dieselanvändningen inte mer än 8 %. I fallet med låg ekonomisk tillväxt beräknas en koldioxidskatt på 35 öre/kg medföra att dieselanvändningen minskar med 5 %. Att en koldioxidskatt på diesel inte ger en större minskning av användningen beror på dieselanvändarnas låga priskänslighet och att transportbehovet ökar till följd av en ökad användning av inhemskt träbränsle.

Flygbränslen antas inte generellt slippa koldioxidbeskattning i dessa scenarier. Dock undantas den del av flygbränsleanvändningen som går åt för utrikes användning. Efterfrågan på flygtransporter antas inte vara speciellt priskänslig utan mer bero på den ekonomiska utvecklingen.⁴ Vi har i prognoserna antagit en kraftig energieffektivisering för flygtrafiken, nämligen 0,8 % per år.

I alternativen med hög respektive låg ekonomisk tillväxt utan koldioxidskatt beräknas användningen uppgå till knappt 1,5 respektive 1 miljon m³ år 2015. En koldioxidskatt beräknas medföra en flygbränsleanvändning som är 5 % respektive 3 % lägre.

Koldioxidskatten får således mindre effekt på flygbränsleanvändningen än den ekonomiska utvecklingen.

³ Priselasticiteten antas vara -0,13. Elasticiteten som avser förändringar i industrins produktion har vi antagit uppgår till 1,0.

⁴ Vi har antagit en elasticitet med avseende på BNP per capita på 1,3.

Övriga drivmedel och el

De tunga eldningsoljorna används huvudsakligen till inrikes sjöfart och vi har antagit att de kommer att beläggas med koldioxidskatt. Inrikes sjöfartstransporter består i huvudsak av energitransporter. Sjöfartens transportarbete beror därför till stor del på vilken/vilka energibärare som kommer att användas för uppvärmning och elgenerering.

I alternativen med koldioxidskatt förväntas användningen av träbränsle öka. Det beräknas medföra ett ökat transportarbete för inrikes sjöfart. Vidare ökar sjöfartens konkurrenskraft gentemot lastbils- och järnvägstrafiken till följd av en koldioxidskatt, eftersom sjöfartens bränslekostnadsandel är lägre. Användningen av tunga eldningsoljor beräknas således bli något större i alternativen med koldioxidskatt än i alternativen utan koldioxidskatt.

I vilken utsträckning alternativa bränslen kan komma till användning inom transportsektorn i ett framtida perspektiv är naturligtvis svårt att avgöra. Alternativa bränslen som naturgas och naturgasbaserad metanol eller etanol ger förhållandevis låga koldioxidutsläpp. De skulle därmed bli mera konkurrenskraftiga gentemot bensin och diesel när dessa beläggs med en koldioxidskatt. Biobaserade bränslen antas vara undantagna en koldioxidbeskattning, varvid de relativt sett blir billigare. Vid drift med alkohol och biobränslen förväntas bränslekostnaderna ändå överstiga kostnaden vid bensin och dieseldrift, om de beskattas utifrån energiinnehållet och om moms på drivmedel införs.

Elanvändningen inom transportsektorn är i dag mycket liten och ligger i huvudsak på järn- och spårvägar. De svarar tillsammans för knappt 2 % av landets totala elanvändning.

I dag svarar SJ för 80 % av transportsektorns elanvändning och ca 50 % av denna användning går till godstransporter. När vi har räknat med koldioxidskatt antar vi här att den del av minskningen av vägtransporter och flygtrafik som beror på skatten till stor del ersätts med järnvägstransporter. I framtiden är det också möjligt att eldrivna personbilar utför ett stort transportarbete. Men eftersom detta är en stor och omfattande investering som sannolikt inte kommer till stånd utan politiska beslut, har vi i denna prognos inte räknat med några eldrivna personbilar. I kapitel 6.3 redovisas ett räkneexempel på hybridfordon (bensin/el) som visar tillkommande elanvändningen inom transportsektorn i ett sådant fall.

I alternativen utan koldioxidskatt, hög respektive låg ekonomisk utveckling, beräknas elanvändningen uppgå till 3 300 GWh.

I alternativet med hög ekonomisk tillväxt och en koldioxidskatt på 100 öre/kg utsläpp, beräknas elanvändningen uppgå till 4 400 GWh. Koldioxidskatten beräknas därmed öka elanvändningen inom transportsektorn med 1 100 GWh.

I fallet med låg ekonomisk tillväxt förväntas en koldioxidskatt på 35 öre/kg leda till att elanvändningen ökar med 500 GWh, som då uppgår till 3 800 GWh år 2015.

Olja till inrikes sjöfart består av både lätta och tunga eldningsoljor. Faktorer som påverkar bunkeruttaget av dessa oljor är bl. a. bunkerpriset i Sverige ställt i relation till priset på bunkerolja i närbelägna länder och utrikeshandelns storlek. Bunkerolja för utrikes sjöfart antas vara befriade av en koldioxidskatt.

I alternativen utan koldioxidskatt beräknas åtgången år 2015 vara ca 1 respektive 0,9 miljoner m³. Den högre åtgången avser alternativet med hög ekonomisk tillväxt.

I alternativen med koldioxidskatt beräknas bunkeruttaget år 2015 bli 930 000 respektive 880 000 m³. Att användningen i alternativen med koldioxidskatt blir lägre trots en beräknad överföring av transporter till sjöfarten, beror på en minskad kolanvändning.

Avslutande kommentarer

En koldioxidskatt på drivmedel får stor effekt på bensinanvändningen, eftersom den stora användargruppen (hushållen) antas vara relativt pris-känslig jämfört med dieselanvändningen. Eftersom diesel i huvudsak används inom industriproduktionen får en koldioxidskatt på diesel mest indirekta effekter, som att vissa branscher får lägre tillväxt och därigenom lägre transportbehov. Emellertid leder en koldioxidskatt troligen också till att vissa transporter ersätts med järnvägstrafik och sjöfart. Denna överföring skulle dessutom kunna bli större om åtgärder som höjde järnvägens kapacitet och kvaliteten på transportererna vidtogs samtidigt.

I fallen utan koldioxidskatt uppgår enligt prognoserna transportsektorns koldioxidutsläpp inom landet till 28,8 miljoner ton respektive 24,4 miljoner ton, där den högre utsläppsnivån avser hög ekonomisk tillväxt och den lägre utsläppsnivån låg ekonomisk tillväxt. I bägge alternativen förutspås en kraftig ökning jämfört med 1987 års nivå på 20,3 miljoner ton.

I alternativen med koldioxidskatt väntas transportsektorns koldioxidutsläpp bli lägre dvs. 23,5 miljoner ton vid hög ekonomisk tillväxt och 20 miljoner ton vid låg ekonomisk tillväxt. Det är således enbart i alternativet med låg ekonomisk tillväxt och en koldioxidskatt på 35 öre/kg utsläpp som utsläppen år 2015 väntas understiga 1987 års nivå. Att den höga koldioxidskatten (100 öre/kg utsläpp) inte medför ett lägre koldioxidutsläpp beror på att den ekonomiska tillväxten till stor del neutraliserar skatters effekter. Att ersätta bensin- och dieselfordon med eldrivna fordon skulle kunna medföra en avsevärd minskning av transportsektorns koldioxidutsläpp, men det leder också till ökad elanvändning. Totalt skulle dock utsläppen av koldioxid i Sverige minska om användningen av eldrivna fordon ökade.

Bostäder, service m. m.

Energianvändningen i sektorn bostäder, service m. m. utgör i dag ca 40 % av landets totala energianvändning. Den övervägande delen, ca 70 %, används för uppvärmning och varmvatten i bostäder och lokaler (ej industrilokaler). Energiåtgången för belysning, drift av hushållsapparater m. m. i bostäder svarar för ca 10 %. Resten, ca 20 %, är el som främst använts till apparater och dylikt i lokalsektorn.

För uppvärmningen är fortfarande olja det vanligaste energislaget och den utgör drygt 35 %. Fjärrvärmens andel är idag ca 30 %, medan elvärmeandelen är drygt 20 %. Resterande del utgörs till största delen av ved.

Tabell 4.11 Energianvändningen i sektorn bostäder, service m. m. 1987–2015, TWh

TWh	1987	2015		Miljöscenario	
		Basalternativ Hög tillväxt	Låg tillväxt	Hög tillväxt	Låg tillväxt
Eldningsolja	43	50	48	34	36
Fjärrvärme	35	43	42	49	50
El	66	70	64	61	52
Träbränsle	12	14	15	16	18
Övrigt	6	13	13	13	12
Totalt	162	190	182	173	168
Varav:					
Elvärme	27	22	20	16	12
Övrigt, icke värme	5	7	6	7	6

De kraftigaste drivkrafterna bakom sektorns förändrade energianvändning i de olika scenarierna är energiprisförändringarna, utvecklingen av bostäder och lokaler samt den tekniska utvecklingen. Analysen är i huvudsak uppbyggd kring dessa parametrar.

I och med att vi har antagit en ekonomisk tillväxt och en befolkningsökning i samtliga scenarier, ökar antalet tillämpningar för energi. Större bostads- och lokalytor ska värmas, mer belysning krävs, fler brödskivor ska rostas osv.. Men samtidigt äger en teknisk utveckling rum, delvis till följd av energiprisökningarna men även till följd av den allmänna effektiveringen av tekniken i en världsekonomi som är stadd i utveckling.

Den tekniska utvecklingen medför att energin kan utnyttjas bättre, dvs. med mindre förluster. Vi ser här en utveckling mot t. ex. bättre verkningsgrad för uppvärmningssystemen, energisnåla hushålls- och kontorsapparater och belysning.

När man talar om energieffektivisering är det viktigt att skilja mellan teknisk effektivitet och kostnadseffektivitet. Med teknisk effektivitet menas att förlusterna minimeras, t. ex. värmeförlusterna från ett hus. Med kostnadseffektivitet menas att de totala kostnaderna för en viss funktion för att t. ex. hålla ett hus varmt, minimeras. Detta betyder att alla kostnader för den köpta energin, för isolering, värmeåtervinningsutrustning osv.. såväl som kostnaderna för tidsuppooffring, bekvämlighet osv.. tas med i beräkningen. I utredningen utgår vi från att endast åtgärder som är kostnadseffektiva kommer att genomföras.

I tabell 4.12 redovisas våra antaganden om bebyggelsens utveckling.

Tabell 4.12 Ökningen i uppvärmd yta, milj m², 1987–2015

TWh	1987	2015		Miljöscenario	
		Basalternativ Hög tillväxt	Låg tillväxt	Hög tillväxt	Låg tillväxt
Småhus	253	45	41	54	41
Flerbostadshus	145	45	46	44	48
Lokaler	147	88	56	83	51
Totalt	545	188	147	180	140

Vi antar att vi får betydligt högre nybyggnadsverksamhet totalt i de alternativ där den allmänna ekonomiska utvecklingen är gynnsam. Det är i första hand utvecklingen i lokalbeståndet som antas vara beroende av den ekonomiska tillväxten. Ökningstakten av lokalbeståndet är dock behäftad med stor osäkerhet. Efterfrågan på småhus antas också öka i scenarier med hög ekonomisk tillväxt.

I tabell 4.13 redovisas våra bedömningar av hur mycket det specifika behovet av uppvärmningsenergi kan minska i framtiden.

Tabell 4.13 Genomsnittligt nettobehov för värme och varmvatten per m² uppvärmd yta, KWh/m²

1987 års bestånd	1987	2015 BasalternativMiljöscenario		Hög tillväxt	Låg tillväxt
		Hög tillväxt	Låg tillväxt		
Småhus	141	128	131	122	123
Flerbostadshus	181	158	164	154	162
Lokaler	200	170	174	149	165
Nyproduktion (genomsnitt under perioden)					
Småhus	106	75	80	69	73
Flerbostadshus	135	106	110	90	95
Lokaler	162	118	125	114	124

Med nettoenergibehovet menas här den köpta energi som behöver tillföras en byggnad och som där nyttiggörs som värme och varmvatten.

Det som talar för att sparandet kommer att vara omfattande är det faktum att energipriserna under hela prognosperioden väntas bli betydligt högre än de är i dag, åtminstone i miljöscenarierna. För sparandet talar också det långa tidsperspektivet; nya tekniker i kombination med de höga energipriserna kan få mycket stort genomslag. Det som talar emot sparandet är att vi faktiskt sparar mycket redan nu, och det med hjälp av de billigaste sparåtgärderna. Emot sparandet talar också det dåliga inomhusklimatet. Åtgärder för att förbättra inomhusklimatet kräver nämligen ofta energitillskott.

Konsumenternas val av uppvärmningssystem är en viktig parameter för att bestämma energianvändningsnivåerna i de olika scenarierna. Här är det i första hand de olika energibärarnas tillgänglighet och relativpriser som styr, men även omfattningen av energihushållningsåtgärder påverkar valet av uppvärmningssystem.

Hur kommer då prisutvecklingen att se ut i de olika scenarierna? I tabell 4.14 redovisas energipriserna i konsumentledet för de viktigaste bränslena och energibärarna. Värden inom parentes avser kostnaderna inklusive omvandlings- och distributionsförluster. Eftersom vi utgår ifrån en ytterligare teknisk utveckling av uppvärmningssystemen dämpas effekterna av energiprisökningarna något.

Tabell 4.14 Enerprisutveckling 1987–2015, öre/KWh.

Öre/KWh	1987	2015		Miljöscenario	
		Basalternativ Hög tillväxt	Låg tillväxt	Hög tillväxt	Låg tillväxt
Elvärme	35(40)	49(54)	49(55)	127(140)	84(93)
Fjärrvärme	32(40)	36(44)	35(43)	67(74)	33(38)
Eldningsolja 1	20(27)	33(41)	26(33)	63(73)	33(39)
Eldningsolja 2–5	14(17)	24(27)	19(22)	53(59)	24(27)

Vi ser att elvärmepriset ökar förhållandevis kraftigt i scenarierna, speciellt i miljöscenariet med hög ekonomisk tillväxt. Priset på fjärrvärme och eldningsolja antas dock få en betydligt lugnare utveckling.

Den elvärme som återstår i sektorn år 2015 i miljöscenarierna är främst för uppvärmning av förhållandevis energisnåla fastigheter vilka saknar vattenburna distributionssystem. Att fjärrvärmens expandera kraftigt beror mycket på att vi antar att nyproducerade fastigheter i stor utsträckning ansluts till fjärrvärme. Vi antar vidare att fjärrvärmetakorna kommer att kunna hållas låga, delvis till följd av omfattande satsningar på kraftvärmens. I scenarierna med höga elpriser förutses en subventionering av värmetakorna från eltakorna, dvs. energiverkens intäkter från elförsäljningen kommer värmekonsumenterna till godo.

För den el som i huvudsak används för belysning och drift av apparater i bostäder och lokaler ser vi två olika tendenser. Antalet apparater ökar visserligen mycket kraftigt, men vi får också en utveckling mot mera energisnåla apparater och mera energisnål belysning.

För lokalsektorn tror vi att den senare tendensen kommer att överväga och leda till en minskning av den specifika förbrukningen. Den ökning i elanvändningen vi ser i vissa scenarier beror därför huvudsakligen på att verksamheterna förutses expandera. Dessa bedömningar är emellertid bekräftade med stor osäkerhet. Den specifika förbrukningen kan öka från dagens nivå istället för att minska. Ytexpansionen kan likaledes vara snabbare eller långsammare än vad som är förutsett.

Tabell 4.15 El för drift av apparater, belysning m. m. 1987–2015, TWh

	1987	2015		Miljöscenario	
		Basalternativ Hög tillväxt	Låg tillväxt	Hög tillväxt	Låg tillväxt
Småhus	8,1	9,5	8,8	8,9	7,9
Flerbostadshus	6,4	8,5	8,2	8,3	8,1
Lokaler m. m.	24,6	30,2	26,8	27,6	23,5

För småhusen är apparatinnehavet redan mycket högt, och det bör därmed öka ganska måttligt i framtiden. Den pågående utvecklingen mot mera energisnåla apparater kan därför leda till en lägre genomsnittlig förbrukning av hushållsel i småhusen. I lägenheter i flerbostadshus är det genomsnittliga apparatinnehavet lägre (även med hänsyn tagen till gemensamma anläggningar). En högre specifik hushållsförbrukning kan därför

förväntas i detta bestånd. Nivån på elanvändningar i tabell 4.15 bestäms dock till stor del av den antagna ytexpansionen.

Elmarknaden

Den prima elanvändningen inklusive förluster uppgick 1987 till drygt 132 TWh. Av dessa 132 TWh användes 51 TWh inom industrin, 66 TWh inom sektorn bostäder, service m. m. och 2,5 TWh till transporter.

I *basalternativet* räknar vi med elprishöjningar på ca 12 öre/kWh när kärnkraften avvecklas och ersätts med kol- och naturgasbaserad kondensproduktion. Denna prisökning är lägre än i våra tidigare bedömningar. Det beror inte på några annorlunda kostnadsbedömningar av betydelse. Anledningen är i stället att ett fossileldat kraftverk producerar mer under torrår (då marginalkostnaderna är höga) och mindre under ett våtår (då marginalkostnaderna är låga). Detta gör det lönsamt att investera i ett kraftverk trots att elpriserna är något lägre än kostnaden för kraftverket.

I *basalternativet* med hög ekonomisk tillväxt ökar elanvändningen med ca 28 TWh till 160 TWh år 2015. Det är framför allt industrins elanvändning som ökar, med 18 TWh. Inom sektorn bostäder, service m. m. förväntas driftelen öka samtidigt som elvärmeanvändningen minskar. Totalt ökar sektorns elanvändning med 4 TWh.

I fallet med låg ekonomisk tillväxt får elprishöjningen större effekter pga. den svaga ekonomiska utvecklingen, och elanvändningen minskar till 124 TWh. Det är då framför allt industrins elanvändning som minskar.

En ökning av elanvändningen till 160 TWh år 2015, som i *basalternativets* högfall, motsvarar en årlig ökning med 0,5%. Detta är betydligt mindre än tillväxttakten på BNP som vi har antagit blir 2,4% per år. Historiskt har den årliga ökningen av elanvändningen varit större än tillväxten av BNP. Mellan 1970 och 1987 ökade elanvändningen med 4% per år. Även i *basalternativets* högfall representerar därför nivån på elanvändningen ett trendbrott.

I *miljöscenarierna* medför koldioxidskatterna ytterligare elprisökningar. Med en elprisökning på hela 75 öre/kWh, dvs. ett elpris på ca 90 öre/kWh i producentledet, får vi i högfallet en minskning av elanvändningen jämfört med *basalternativets* högfall till ca 140 TWh. Elanvändningsnivån överstiger dock dagens 132 TWh. Att elanvändningen inte minskar mer förklaras till stor del av att basnäringarna skyddas i de miljöanpassade scenarierna. Industrins elanvändning är 9 TWh högre i miljöscenariets högfall än den var år 1987. Inom bostads- och servicesektorn däremot får de höga elpriserna stora effekter, och elanvändningen minskar med 5 TWh jämfört med år 1987. De höga bensinpriserna till följd av koldioxidskatter leder till en något ökad elanvändning inom transportsektorn.

I miljöscenariets lågfall medför en elprisökning på 40 öre/kWh, dvs. elpriset 55 öre/kWh i producentledet, en minskning av elanvändningen till 103 TWh. Användningen förväntas då minska både inom industrin och bostads- och servicesektorn.

I tabell 4.16 visas elbalanserna för *basalternativen* och *miljöscenarierna*. För samtliga fall tänker vi oss ett jämviktsläge på elmarknaden, där ut-

byggnaden av ny elproduktion är genomförd så att det råder balans mellan utbud och efterfrågan på el.

Tabell 4.16 Elbalanser (TWh)

		1987 Basalternativ		2015 Miljöscenario	
		Hög ek utv	Låg ek utv	Hög ek utv	Låg ek utv
<i>Användning</i>					
Industri	51	69	42	60	36
Transporter	3	3	3	4	4
Bostäder, service m. m.	66	70	64	61	52
Fjärrvärme, raffinaderier	7	5	5	4	4
Distributionsförluster	11	13	10	11	8
Total användning	133 ¹	160	124	140	103
<i>Tillförsel</i>					
Vattenkraft ²	71	66	66	66	66
Vindkraft m. m.	0	2	2	23	8
Kärnkraft	64	0	0	0	0
Industriellt mottryck	3	7	6	15	8
Mottryck kraftvärme	3	12	10	34	19
Kolkondens	0	60	28	0	0
Naturgas kombi	0	10	10	0	0
Oljekondens	0,4	2	2	2	2
Gasturbiner	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Total tillförsel	138	160	124	140	103

¹ Användning exklusive avkopplingsbara elpannor.

² 1987 var ett år med rikligare nederbörd än normalt.

Vi har haft följande utgångspunkter för tillförsels scenarierna.

Vattenkraftproduktionen ett normalt nederbördsår förväntas uppgå till 66 TWh år 2015 i enlighet med riksdagens utbyggnadsplan. Detta innebär ett tillskott på drygt 2 TWh jämfört med i dag. Under ett riktigt torrår kan dock produktionen begränsas till 50 TWh.

Mot bakgrund av de höga elpriserna främst i miljöscenariet med hög ekonomisk tillväxt har vi antagit omfattande utbyggnader av *nya tekniker* som inte medför koldioxidutsläpp. Det kan t. ex. vara vindkraft, solkraft eller vågkraft. Det rör sig då om tekniker som i dag befinner sig på försöksstadiet. Ska dessa tekniker kunna bidra med ett ordentligt produktionstillskott omkring år 2015 bör de vara färdigutvecklade och kommersiellt tillgängliga mellan år 1995 och 2005, med tanke på de långa ledtider som gäller vid kraftutbyggnad och den mängd kraftverk som det här skulle vara frågan om. Ledtiderna för ny basproduktionskapacitet är minst fyra år, oftast längre. Den nya kraft som ska ersätta kärnkraften måste ju kunna komma in när kärnkraften avvecklas, dvs. mellan år 2000 och 2010.

Med en större andel vindkraft t. ex. ställs stora krav på det övriga elproduktionssystemet. Vindenergi kan ju bara utvinnas när vindförhållandena så tillåter, och vindkraften kan därför inte delta i den reglering som fordras för att anpassa produktionen efter elkonsumentens variation. I stället måste andra kraftslag – främst vattenkraft men även värmekraft – regleras hårdare för att kunna kompensera för den varierande vind-

kraftproduktionen. Detta ställer också mycket höga krav på kraftöverföringssystemet.

I dag har vi en kapacitet på omkring 5 TWh *industriell mottrycksproduktion* inom framför allt massa- och pappersindustrin. I basalternativen liksom i miljöscenariets lågfall, antas den industriella kraftproduktionen öka med en eller ett par TWh. I miljöscenariets högfall, när produktionen inom massa- och pappersindustrin förväntas öka med mer än 50 % och elpriserna är sexdubblade jämfört med i dag, borde dock mottrycksproduktionen inom industrin kunna öka betydligt mer. Vi antar att industrin får betalt enligt de höga elpriserna, trots att deras konsumtionspriser är skyddade.

Kraftvärmen byggs ut i samtliga fall. Vi har en kraftigt ökad fjärrvärmeanvändning framför allt i miljöscenarierna men även i basalternativen, vilket ger en bra grund för kraftvärmeutbyggnad. I miljöscenariet med hög tillväxt räknar vi med att ca 80 % av fjärrvärmeunderlaget, bortsett från värmepumpar och spetsproduktion, utnyttjas för kraftvärmeutbyggnad. Med de elprisantaganden som vi har gjort skulle en sådan kraftvärmeutbyggnad kunna vara lönsam trots koldioxidskatter. I miljöscenariets lågfall används knappt 50- i basalternativen mellan 60 och 70 % av fjärrvärmeunderlaget till kraftvärme.

I basalternativen baseras kraftvärmen framför allt på kol och naturgas. I miljöscenarierna gäller att andelen av bränsleinsatsen för kraftvärmen ser ut på följande sätt. För naturgasen ca 45 %, för oljan knappt 20 % och för inhemska bränslen ca 35 %. Naturgasens och oljans andelar är stora, eftersom naturgasen och oljan ger ett högre elutbyte än fasta bränslen.

Vi har utgått från en naturgastillgång om totalt ca 50 TWh i såväl basalternativen som i miljöscenarierna.

I basalternativen används drygt hälften för elproduktion i kraftvärmeverk och naturgaskombianläggningar.

Naturgaskombikraftverk antas i dessa alternativ få samma totala elproduktionskostnader som *kolkondens*, och det är dessa som utöver kraftvärmen används som baskraft i stället för kärnkraften i basalternativen.

I miljöscenarierna medför koldioxidskatten att kondensproduktion med naturgas och kol blir olönsam. Kolkondens, men även naturgaskombi innebär ju stora mängder koldioxidutsläpp, och vi har utgått från att det inte är möjligt att rena utsläppen från koldioxid.

Vi har inte tagit med någon fliskondensproduktion i våra miljöscenarier. Givet ett elpris i producentledet på 90 öre/kWh, som i miljöscenariets högfall, är inte elproduktion med fliskondens lönsamt med de prisökningar på energived som vi har antagit.

Att vi inte har någon kondenskraft i tillförselsscenarierna ställer mycket stora krav på elutbytet vid kraftvärmeproduktionen. Kan inte det höga elutbytet vi har antagit uppnås blir kondensproduktion nödvändig för att efterfrågan på el ska kunna tillgodoses.

Vi utgår ifrån att dagens effekt- och energileveranssäkerhetskrav ska vara uppfyllda. I dag befintliga *oljekondensanläggningar* utgör en energireserv på drygt 20 TWh i händelse av torrår. På motsvarande sätt utgör *gasturbinerna* främst en reserv för effektoppar.

De utsläppsrestriktioner för svavel och kväveoxider som riksdagen har

beslutat ska gälla för befintliga anläggningar fr.o.m. 1992 resp 1995, kommer att inverka på produktionskapaciteten i oljekondenskraftverk och gasturbiner. Vi har dock inte tagit några hänsyn till detta i våra elbalanser.

De produktionskostnader vi har utgått ifrån i högfällen framgår av tabell 4.17.

Vi har förutsatt att priset på naturgas sätts så att produktionskostnaden för naturgasbaserad kondens respektive kraftvärme är i nivå med det billigaste alternativet.

Produktionskostnaderna för kraftvärmen är beroende av i vilken omfattning kraftvärmen byggs ut. I miljöscenarierna har vi tänkt oss att fjärrvärmenäten byggs för ett glesare värmeunderlag än i basalternativen, vilket ökar ledningskostnaderna. Vidare har vi antagit en mer småskalig kraftvärmeutbyggnad i miljöscenarierna, vilket också medför högre produktionskostnader.

Kostnaden för att producera el med stora vindkraftverk kan inte med säkerhet förutsägas i dag. Det finns ännu bara ett fåtal försöksanläggningar i den storleksordningen det skulle vara frågan om. Dessutom tillkommer en ökande s. k. integreringskostnad för stora mängder vindkraft. Vindkraften är inte reglerbar, och därmed ställs större krav på det övriga produktionssystemet, vilket också leder till ökade kostnader.

Den elproduktionsbedömning som har gjorts i framför allt miljöscenariernas högfall förutsätter kraftiga styrmedel, mycket snabb teknikutveckling samt att alla aktörer samverkar. Vi är medvetna om att vår bedömning är mycket optimistisk. Å andra sidan är våra styrmedelsantaganden mycket långtgående.

Tabell 4.17 Elproduktionskostnader år 2015 (öre/kWh)

	Basalternativet hög ek utv	Miljöscenario hög ek utv
<i>Bränslepriser (öre/kWh)</i>		
Lätt eldningsolja	18,3	46,4
Tung eldningsolja	13,3	41,4
Kol	5,7	38,8
Flis	11,4	30,0
<i>Kraftvärme</i>		
Kol	30–35	60–90
Naturgas	30–35	50–90
Olja	30–35	60–90
Flis	30–35	50–90
<i>Kondens</i>		
Kol	ca 35	ca 115
Naturgas	ca 35	ca 110
Olja	ca 45	ca 115
Flis	ca 60	ca 110
Vindkraft		30–70

Skulle det i framtiden bli möjligt att rena och deponera koldioxiden på ett tillräckligt billigt sätt kan kostnaderna i systemet bli lägre. Olika koncept för detta föreligger, men vi har inte tagit med dem i våra scenarier.

Fjärrvärmemarknaderna

Fjärrvärmeanvändningen ökar med 0,7–1,0% om året i basalternativen. Detta, tillsammans med att äldre anläggningar måste ersättas, gör att värmeunderlaget för kraftvärmeproduktion ökar.

I de miljöanpassade scenarierna ökar användningen med ytterligare ca 8 TWh. Här har vi räknat med mer gynnsam fjärrvärmeprisutveckling jämfört med alternativa uppvärmningskostnader, vilket är en viktig förklaring till den extra fjärrvärmeexpansionen. Därför antar vi att fjärrvärmeanvändningen ökar med 1,3–1,5% per år i de miljöanpassade scenarierna. Detta gör en kraftig satsning på kraftvärme möjlig i dessa alternativ. En sådan kraftig fjärrvärmeexpansion kräver dock att man går ut i allt mer glesbygda, och därmed kostsammare områden. Vi är medvetna om att realismen i detta scenario kan ifrågasättas.

Användning och tillförsel framgår av tabell 4.18.

Tabell 4.18 Fjärrvärmebalans för år 1987 samt prognoser för år 2015

TWh	1987	Basalternativ		Miljöscenario	
		Hög	Låg	Hög	Låg
<i>Användning:</i>	47,5	58,3	56,3	75,6	71,3
Bostäder, service	34,6	43,0	42,0	49,0	49,7
Industri	4,5	8,0	6,0	10,0	6,7
Förluster	8,5	7,3	8,3	16,6	14,9
<i>Tillförsel:</i>	47,5	58,3	56,3	75,6	71,2
Kol	12,3	15,0	15,5	0,0	0,0
Inhemska bränslen	9,1	0,0	0,0	22,1	18,2
Olja	11,5	14,4	14,3	22,1	15,1
Naturgas	0,5	12,2	12,5	18,3	25,8
Elpannor	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmepumpar	6,6	10,0	9,4	6,0	6,0
(därav elinsats)	(2,2)	(3,0)	(2,8)	(1,8)	(1,8)
Spillvärme	3,4	6,0	4,0	7,0	6,0
Övrigt	0,6	0,7	0,7	0,1	0,1
Koldioxidutsläpp, miljoner ton	7,6	13,3	13,5	12,3	12,8

I samtliga scenarier används stora mängder naturgas i fjärrvärmesektorn. Det blir mindre till fjärrvärmesektorn i basalternativen, eftersom en stor del används till naturgaskombikraftverk i elsystemet.

I *basalternativen* ökar kolanvändningen något, liksom den tjocka eldningsoljan. Värmepumparna ökar också, men då har vi antagit att en fullgod ersättare till freon har tagits fram. Värmepumparna byggs ut framförallt under 1990-talet och dessutom har deras verkningsgrad antagits öka. Värmepumpsproblematiken diskuteras mer ingående i kapitel 8, men vi har antagit att de inhemska bränslena trängs ut av naturgas och värmepumpar.

I de *miljöanpassade scenarierna* har vi bedömt att en stor del av värmeunderlaget kommer att användas för kombinerad värme- och kraftproduktion. Undantagen är tung eldningsolja som behövs för att klara värmetopparna, spillvärme m. m. och en del av de redan nu befintliga eldrivna värmepumparna. När det gäller de senare är reinvesteringskostnaden bara en bråkdel av kostnaden för att bygga nya värmepumpar. Därför bedömer

vi att de kommer att finnas kvar trots de höga elpriserna i de miljöanpassade scenarierna.

Total energibalans

Den inhemska energianvändningen, exklusive förluster och utrikes sjöfart, uppgick till 384 TWh år 1987.

I basalternativen får vi en ökning med ca 30 % i högfallet, från 384 TWh till drygt 500 TWh, medan energianvändningen i lågfallet endast ökar till drygt 400 TWh.

I de miljöanpassade scenarierna antas energianvändningen bli lägre än i basalternativen. Energianvändningen ökar i högfallet till 453 TWh, medan vi i lågfallet får en minskning jämfört med 1987 års nivå, till 366 TWh.

Industrins energianvändning ökar i både basalternativet och miljöscenariet med hög tillväxt. Den energiintensiva industrin skyddas och behöver inte betala några koldioxidskatter. Även inom sektorerna transporter och bostäder, service m. m. ökar energianvändningen såväl i basalternativets högfall som i miljöscenariets högfall. För dessa sektorer dämpas dock ökningen i miljöscenariet eftersom de drabbas av höga energipriser till följd av koldioxidskatter.

I bäge fallen med låg ekonomisk tillväxt minskar energianvändningen inom industrin – den sektor vars energianvändning påverkas mest av den ekonomiska utvecklingen – medan energianvändningen inom de övriga användarsektorerna ökar något eller är konstant.

Hur användningen i de olika alternativen är fördelad mellan användarsektorer liksom olika bränslens andel av den totala bränsleinsatsen för energitillförseln, framgår av tabell 4.19.

Tabell 4.19 Energibalanser (TWh)

	1987	2015			
		Basalternativ		Miljöscenario	
		Hög ek	Låg ek	Hög ek	Låg ek
		utv	utv	utv	utv
<i>Användning</i>					
Industri	141	197	123	185	118
Transporter	80	114	97	95	81
Bostäder, service	163	191	182	172	167
Total inhemsk anv	384	502	401	453	366
Total energi anv ¹	456	754	552	553	442
<i>Tillförsel</i>					
Kol	34	245	119	19	12
Inhemska bränslen	66	83	61	119	90
Olja	209	294	242	263	205
Naturgas	3	50	50	50	50
Total tillförsel av bränsle	312	672	472	452	357
Total tillförsel ²	456	754	552	553	442

¹ I den totala energianvändningen ingår även energianvändning för utrikes sjöfart samt förluster.

² I den totala tillförseln ingår förutom bränsletillförsel även vattenkraft, vindkraft samt import-export av el.

År 1987 utgjorde kol ca 7 % och olja drygt 45 % av den totala energitillförseln. Användningen av inhemska bränslen uppgick till drygt 66 TWh, eller 14 % av total tillförsel. Av dessa 66 TWh utgjordes 29 TWh av lutar, 31 TWh av skogsbränslen, 2,5 TWh av torv och 4 TWh av avfall.

Med en industriell struktur som liknar dagens bedöms totalt omkring 100 TWh skogsbränslen och industriella biprodukter finnas tillgängliga för energiproduktion i framtiden.

Odling av framförallt energiskog, men även t.ex. halm, skulle kunna ge ett tillskott på 20 TWh eller mer, bl. a. beroende på vilka miljöhänsyn som tas.

Vi har utgått från en naturgastillförsel om 50 TWh i såväl basalternativen som i de miljöanpassade scenarierna.

I basalternativen har kolets andel ökat till drygt 30 % i högfallet och till drygt 20 % i lågfallet. Oljans andel minskar något men är fortfarande runt 40 % av den totala energitillförseln i bägge fallen. Användningen av inhemska bränslen ökar i högfallet till 83 TWh. I lågfallet minskar den till 61 TWh. Detta motsvarar 11 % av tillförseln i bägge fallen.

I båda miljöscenarierna minskar kolets andel från dagens 7 % till runt 3 % av den totala tillförseln. Oljans andel är ungefär densamma som i dag nämligen drygt 45 %. I absoluta tal har dock oljeanvändningen minskat i miljöscenarierna jämfört med i basalternativen. I miljöscenariernas lågfall används 90 TWh inhemska bränslen, medan vi i högfallet har räknat med ca 120 TWh. Då förutsätts odling av energiskog på runt 20 TWh. Ca 20 % av tillförseln utgörs med andra ord av inhemska bränslen i de bägge miljöscenarierna.

Koldioxidutsläpp

Med de antaganden och beräkningar som vi har presenterat i detta avsnitt skulle en utveckling som den i basalternativen innebära att koldioxidutsläppen i Sverige i högfallet ökar med runt 160 % och i lågfallet med ca 70 % till år 2015. Den ekonomiska utvecklingen kan dock påverka utsläppen kraftigt. En stark ekonomisk utveckling medför ökade utsläpp, men samtidigt finns då också ökade resurser i samhället till bl. a. miljöändamål.

I vårt arbete med miljöscenarierna har vi gjort flera drastiska styrmedelsantaganden. Vidare har vi antagit en väldig teknikutveckling och en massiv utbyggnad åren 2000 – 2010 med en teknik som i vissa fall inte ens existerar i dag. Trots detta har vi i miljöscenariets högfall inte uppnått målet konstanta koldioxidutsläpp utan de beräknas öka med 25 %. I miljöscenariet med en lägre ekonomisk tillväxttakt hålls däremot koldioxidutsläppen ungefär på dagens nivå.

Koldioxidutsläpp från de olika användarsektorerna samt från fjärrvärme- och elproduktionen i basalternativen och miljöscenarierna visas i tabell 4.20.

I basalternativen kommer den största ökningen av koldioxidutsläppen från elproduktionen då kärnkraften ersätts av framför allt kol och naturgas. Denna ökning är i sig större än dagens totala koldioxidutsläpp.

Även i miljöscenariets högfall är det främst elproduktionen och fjärrvärmeproduktionen som medför ökade utsläpp jämfört med år 1987. Efterfrå-

Tabell 4.20 Koldioxidutsläpp, miljoner ton

	1987	2015			
		Basalt Hög ek utv	Låg ek utv	Miljöscenario Hög ek utv Låg ek utv	
Industri	13,3	17,4	10,1	17,1	10,9
Transporter	20,3	28,8	24,4	23,5	20,0
Bostäder, service	13,9	17,3	16,5	12,5	12,8
Elproduktion	2,0	76,9	37,8	8,8	4,6
Fjärrvärmeproduktion	7,6	13,3	13,5	12,3	12,8
Totalt	61,4	158,0	104,9	77,4	61,7
Procentuell ökning		157	71	26	0

gan på framför allt el men också på fjärrvärme blir högre då den energiintensiva industrin inte betalar koldioxidskatter, vilket varit fallet i detta kapitel. I kapitel 6 diskuteras vad som skulle hända om även energiintensiv industri får betala höga koldioxidskatter.

I basalternativen beräknas utsläppen av svaveldioxid respektive kväveoxider öka med 17% respektive 54% i högfallet, och i lågfallet minska med 21% respektive öka med 3%. Allt jämfört med år 1987.

Med de antaganden som redovisats för miljöscenariet skulle detta innebära att svaveldioxidutsläppen i högfallet minska med 25% och i lågfallet med 43% jämfört med år 1987. För kväveoxider gäller att dessa ökar med 8% i högfallet och minskar med 17% i lågfallet jämfört med 1987.

Detta betyder att riksdagens mål för svavel- och kväveoxider inte klaras, möjligen med undantag för svaveldioxidutsläppen i miljöscenariets lågfall.

5 Konsekvensbedömning

I detta kapitel ska vi försöka skissera konsekvenserna av de miljö- och energipolitiska besluten. Vi börjar med en uppskattning av kostnaderna vid en perfekt anpassning till samhällsekonomin. Därefter diskuterar vi de "ojämviktskostnader" som med stor säkerhet tillkommer. Slutligen försöker vi bedöma effekterna på miljö, hälsa och risker.

Kostnader

De olika utsläppskraven och begränsningen av vattenkraftutbyggnaden gör avvecklingen av kärnkraften dyrare, eftersom vi inte kan välja de billigaste alternativen utan måste ta till dyrare. Omvänt gör en avveckling det dyrare att klara besluten om svavel- och kväveoxider samt koldioxid, eftersom vi tar bort en energityp som inte ger några sådana utsläpp.

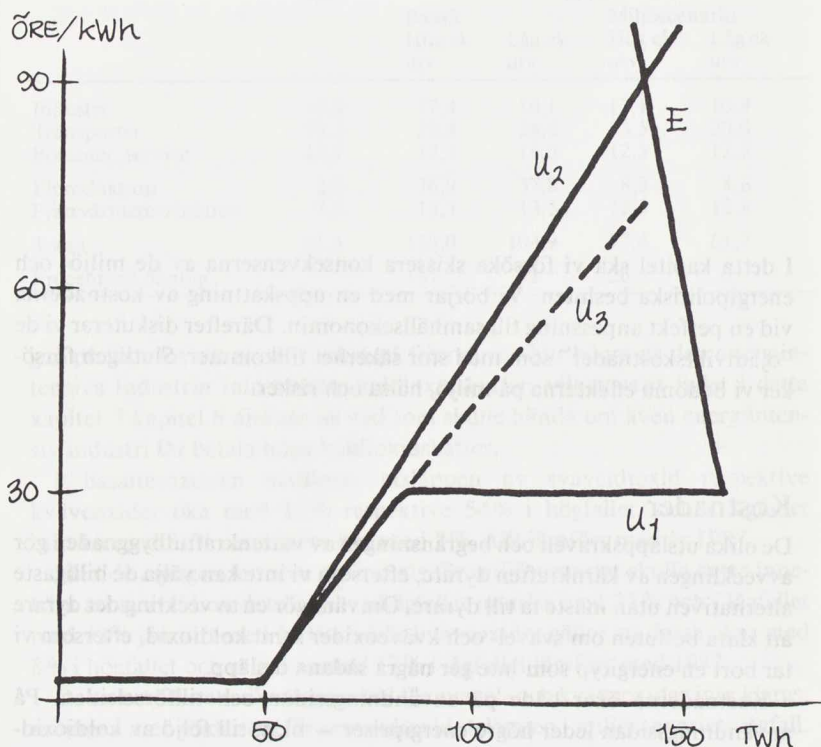
Kostnaderna ökar både på användningssidan och tillförselsidan. På användningssidan leder högre energipriser — bl. a. till följd av koldioxidskatten — till högre energisparande. Då ersätts energi med exempelvis kapital (isolering, nya energisnålare maskiner), nya pannor för att kunna utnyttja andra bränslen med lägre utsläpp, minskad komfort osv. På tillförselsidan ersätts energislag som ger stora utsläpp (t. ex. kol, olja) med energislag som ger låga koldioxidutsläpp (t. ex. vind, flis, sol). Vissa typer som varken ger några utsläpp av koldioxid, svavel- eller kväveoxider kan dock inte tillåtas enligt riksdagsbeslut och utredningsdirektiv. De är, i kostnadsordning, den kärnkraft vi redan har, ny vattenkraft (de fyra orörda älvarna) och ny kärnkraft. Anpassningarna på såväl användnings- som tillförselsidan leder sannolikt till ekonomiska uppostringar.

Vi börjar med att studera kostnaderna i elsektorn och sedan diskuterar vi kostnaderna på de andra energiområdena. Bedömningarna gör inte anspråk på att vara samhällsekonomiska eftersom vi då bl. a. skulle behöva ta med effekterna på miljö, hälsa och risker. Dessa effekter belyses i stället senare i kapitlet. Vi kommer dock inte att försöka sätta något pris på dem. I kostnadsbedömningarna har inte heller hänsyn tagits till olika former av "ojämviktsproblem" som t. ex. arbetslöshet men detta tas upp senare.

Elkraft

I denna partiella kostnadsanalys utgår vi ifrån de energianvändningsprognoser som redovisades i kapitel 4. De ger vissa jämviktspunkter för både pris och kvantitet. I kostnadsberäkningarna har vi sedan antagit att det går

Figur 5.1 Utbud och efterfrågan för de fall i basalternativen och de miljöanpassade scenarierna med hög ekonomisk utveckling



E = Efterfrågan

U_1 = Utbud utan koldioxidskatt

U_2 = Utbud i kostnader inklusive koldioxidskatt (schematiskt utritad)

U_3 = Utbud i reala kostnader i koldioxidskattfallet (exklusive koldioxidskatt, schematiskt utritad)

att dra rätta linjer mellan punkterna, vilket givetvis är en kraftig förenkling.

I en partiell kostnadsanalys måste man beakta både förändringar i efterfrågan och utbudet. De totala kostnaderna för att producera och tillhandahålla en viss kvantitet bestäms av ytan under utbudskurvan och det totala värdet av en viss kvantitet bestäms av ytan under efterfrågekurvan. Vissa fel kan dock uppstå här beroende på inkomsteffekten av en prisändring.

Figur 5.1 visar utbuds- och efterfrågekurvorna för de två högalternativen som vi har belyst i denna studie. Fallet med måttliga elprisökningar illustrerar basalternativet och fallet med kraftiga elprisökningar avser det miljöanpassade scenariet. Elanvändarnas elpriser är nedskalade till producentprisinivån.

Utbudskurvan U_2 avser den kraftproducerande enhetens kostnader, som också inkluderar skatten på koldioxid. Eftersom skattedelen först överförs till staten, och sedan vidare till landets invånare, bör den elimineras om vi vill få fram den samhällsekonomiska kostnaden. Därför är

utbudskurva U_3 ritad så att koldioxidskatten har eliminerats. Kvar återstår då bara de verkliga elproduktionskostnaderna. Korrigering har även gjorts på vedkostnaderna. Vedpriserna i våra scenarier är ju betydligt högre än de genomsnittliga kostnaderna.

Kostnader och energimängder per kraftslag framgår av tabell 5.1.

Tabell 5.1 Kostnader och energimängder per kraftslag och för sparande, hög tillväxt

Typ	TWh		Kostnadsintervall inkl skatt (öre/kWh)	Kostnadsintervall exkl skatt (öre/kWh)	Kostnad jämfört med basalternativen (miljarder kr per år)
	Basalternativ	Miljöscenario			
Kraftvärme:	12,0	34,4			
Olja		5	40–90	20–60	0,6
Naturgas		17	40–90	20–70	2,7
Flis		13	30–70	30–50	1,3
Vind m. m.	2,0	23,0	30–70	30–70	4,2
Övrigt		13	30–70	30–70	2,6
Total tillförsel					11,4
Sparande	159,9	137,5	30–90	30–90	7,8
Total kostnad					19,2

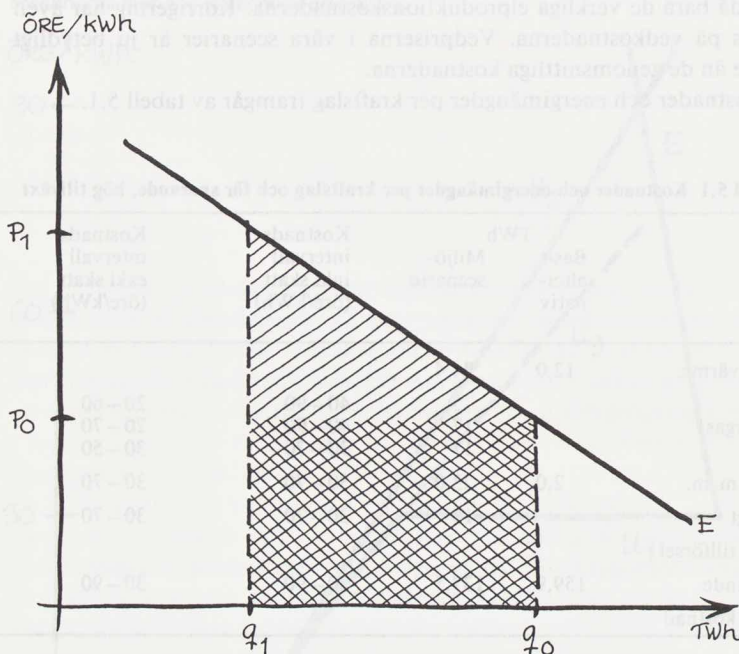
Som ett exempel på hur kostnaderna har beräknats kan vi ta vindkraften. Vi antar att den billigaste vindkraftutbyggnaden ligger kring 30 öre/kWh. Efter utbyggnaden till 23 TWh har kostnaden antagits gå upp till 70 öre/kWh beroende på sämre vindförhållanden, större svårigheter och kostnader med att integrera in vindkraften i det svenska elsystemet. I genomsnitt antas vindkraften kosta 50 öre/kWh (eller 0,5 kr/kWh), dvs. värdet mellan 30 och 70 öre/kWh. Eftersom alternativkostnaden utgörs av kolkondensens totala produktionskostnader (ca 30 öre/kWh eller 0,3 kr/kWh) blir kostnaden $(0,5 - 0,3) \times (23 - 2) = 4,2$ miljarder kr per år. En TWh är ju en miljon kWh.

Kraftvärmeproduktionen med t. ex. naturgas skulle ha kommit till stånd även i basalternativen, om än i mindre omfattning. Denna del ska alltså inte ses som en kostnad jämfört med basalternativen. Därför har kvantiteterna reducerats för de kraftslag med utbyggnadskostnader som ligger under 30 öre/kWh.

Kostnaden blir alltså ca 20 miljarder kr per år om vi ska klara både avvecklingen och koldioxidkravet jämfört med enbart avvecklingen. Den totala avvecklingskostnaden har i tidigare utredningar bedömts uppgå till ca 10 miljarder kr per år. Vi kan vidare notera att koldioxidutsläppen ändå ökar i detta fall jämfört med dagens nivå. Den bedömning av produktionsstrukturen som ligger till grund för kostnadskalkylen är vidare mycket optimistisk, vilket också inverkar på kostnaderna.

En liknande bedömning för fallet med låg ekonomisk tillväxt hamnar runt 5 miljarder kr per år, där drygt hälften av kostnaden ligger på användningssidan.

Figur 5.2 Förändring på en energimarknad då en koldioxidskatt införs?



Kostnader för användarsektorer och fjärrvärme

Hittills har vi i den partiella kostnadsanalysen bara beaktat elmarknaden. I användarsektorerna — industri, samfärdsel, bostäder och service m. m. — samt i fjärrvärmesystemet förekommer också kostnadshöjningar som tar sig andra uttryck än i minskad elanvändning, t. ex. högre nota för olja, kol, fjärrvärme m. m. De kan uppkomma t. ex. p.g.a. en substitution till dyrare energislag, t. ex. flis, ökat sparande eller en ändrad produktionsstruktur i industrin.

Hur kan vi då i en partiell analys försöka uppskatta kostnaderna för alla dessa ytterligare förändringar som äger rum i samhället när en koldioxidskatt införs? Ett sätt är att gå vidare på liknande vis som för elmarknaden och koppla de bedömningar som gjorts i prognoserna med en enkel modell över utbud och efterfrågan. Modellen illustreras i figur 5.2.

I utgångsläget har vi ingen koldioxidavgift och priset är P_0 (öre/kWh) och kvantiteten q_0 (TWh) på en viss energimarknad. När sedan en koldioxidskatt införs ökar priset till p_1 , varför bara q_1 efterfrågas. Kostnaden för den undanträngda efterfrågan visas av ytan under efterfrågekurvan (de streckade och rutade ytor). Rör det sig om t. ex. ett importerat bränsle slipper vi betala för bränslet, vilket utgör en intäkt som motsvarar den rutade ytan. Den samhällsekonomiska kostnaden för att minska efterfrågan från q_0 till q_1 , på billigast möjliga sätt, blir därför den streckade ytan.

Minskningen i efterfrågan kan bero på många olika faktorer. Ett ökat sparande kostar t. ex. i form av isolering eller minskad komfort. En övergång till bränslen, som ger mindre koldioxidutsläpp, har också sin kostnad

– t. ex. i form av dyra flispannor. Man kan också vänta sig att naturgasexportörerna höjer sina priser när vi ökar kostnaden för de billigaste energialternativen som tillåts, såvida vi inte kan hålla dessa vinster inom landet via någon sorts ”importskatt”. En strukturomvandling av industrin leder också till kostnadsökningar, kapitalförstöring, sämre utnyttjande av samhällets kompetens och infrastruktur och sociala problem vid nedläggning av industri. I alla dessa fall ser vi att samhällets kostnader ökar ju mer efterfrågan minskar på energimarknaden.

I en tidigare studie har vi undersökt ett fall med oförändrade elpriser, men där en koldioxidavgift på 50 öre/kg koldioxid införs. Den samhälls-ekonomiska kostnaden blev då ca 5 miljarder kr per år. Med högre koldioxidavgift, som i högalternativet, skulle kostnaden bli ännu högre. I denna utredning kan vi inte göra en motsvarande bedömning. Det är inte bara bränslepriserna som ökar, utan elpriserna ökar också. Detta skulle leda till ett kraftigt skift i efterfrågekurvan i figur 5.2. Metodiken i en sådan bestämning går därmed inte att använda.

5 miljarder kr per år var den *isolerade* kostnaden av koldioxidskatter på 50 öre/kg koldioxid. Hur stor den *totala* effekten blev av både koldioxidskatt och elprisökningar hade vi inte möjlighet att beräkna utifrån sektorstudierna. Det beror nämligen på om el och annan energi huvudsakligen ska betraktas som substitut eller som komplement till varandra. Inom uppvärmningen överväger sannolikt substitutaspekten och inom industrin kanske komplementaspekten.

För transportsektorn är däremot efterfrågan på olika transporter mer oberoende av elpriserna. Det rör sig här om kostnader på ca 4 miljarder kr per år i högfallet och ca 2 miljarder kr per år i lågfallet. Dessa skulle då kunna läggas till kostnaderna i elsektorn. Hur stora de övriga kostnaderna kan bli är således osäkert.

Totalt skulle kostnaderna i förhållande till basalternativen kunna bli 25–30 miljarder kr per år i högfallet, och 7–12 miljarder kr per år i lågfallet. Räknar vi in avvecklingen blir det ytterligare ca 10 miljarder kr per år i båda fallen. Detta ska betraktas som grova kostnadsbedömningar.

Betydelsen av olika restriktioner

Det faktum att vi inte har behandlat en fortsatt vattenkraftutbyggnad, fortsatt drift av de tolv befintliga kärnkraftsreaktorerna efter 2010 och inte heller någon utbyggnad av kärnkraft påverkar naturligtvis resultaten. Resultaten skulle ha blivit helt annorlunda om man i stället hade varierat restriktionerna på vatten- och kärnkraft. Dessa restriktioner kvantifieras i tabell 5.2.

Tabell 5.2 Storlek och värde av restriktionerna på vatten- och kärnkraft

Restriktion	Kostnad (öre/kWh)	Energimängd (TWh)
Befintlig kärnkraft	över 10	ca 60
De fyra orörda älvarna	15–25	ca 20
Ny kärnkraft	20–35	obegränsat

När det gäller den befintliga kärnkraften bedöms den ha en teknisk och ekonomisk livslängd på minst 40 år (enligt SKI och de krav som ASEA konstruerade dem för) eller 40–60 år (enligt kraftföretagen). Undantaget är Oskarshamn 1 som beräknas gå i minst 30 år. Bl. a. därför har vi angett ca 60 TWh i stället för dagens kapacitet på omkring 70 TWh i tabell 2.1. Fram till 2015 torde våra befintliga kärnkraftverk kräva en del reinvesteringar. Är reinvesteringsbehovet litet kan kostnaden hamna nära dagens årskostnader på ca 10 öre/kWh. Är behovet stort blir kostnaden naturligtvis högre. Som exempel kan här nämnas att bytet av en ånggenerator i Ringhals 2 kostade några öre/kWh, förutsatt att kostnaden fördelas fram till år 1995, vilket är den kortaste tänkbara tiden. Ett sådant ånggeneratorbyte tillhör de större reinvesteringar man kan tänka sig. Vi kan dock inte göra någon bedömning av reinvesteringsbehovet, och därför inte heller någon bedömning av den framtida kostnadsutvecklingen.

Utöver de fyra orörda älvarna finns ytterligare vattenkraftspotential, men då till högre kostnader.

Även när det gäller ny kärnkraft har vi dåligt underlag. Det finns visserligen en kostnadsbedömning för de sista två reaktorerna som ligger i den nedre delen av intervallet, men å andra sidan mycket har hänt de senaste åren; byggnadskostnaderna har ökat, säkerhetskraven har skärpts m. m.

Tabellen indikerar att kärnkraftrestriktionerna är de begränsningar som slår hårdast. Vattenkraftsbegränsningen ger de minsta energimängderna, ca 20 TWh och kostnaden är sannolikt högre än för den befintliga kärnkraften.

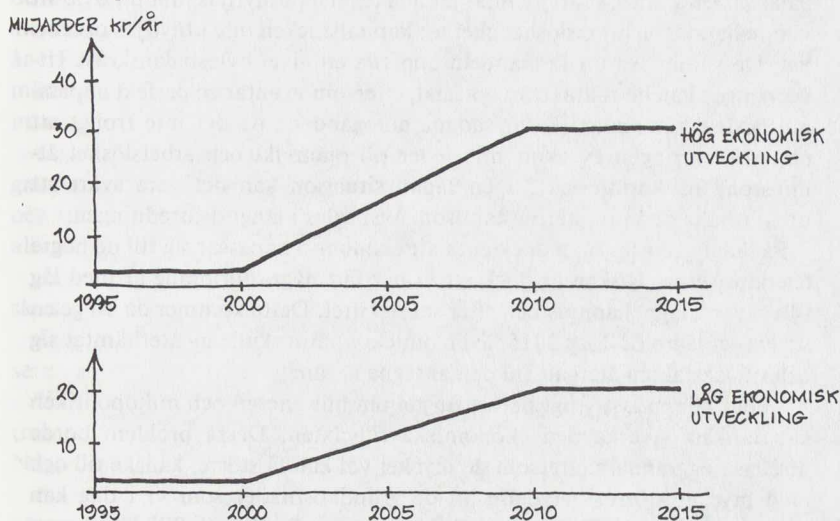
Priset på dessa restriktioner beror bl. a. på vad elproduktionskostnaderna blir i framtiden, dvs. vilka alternativ som kommer att tillåtas.

Ekonomisk tillväxt

Hur ändras den ekonomiska utvecklingen i stort av de miljö- och energipolitiska besluten? Hur påverkas ekonomiska storheter som BNP, privat konsumtion och investeringar? Dessa frågor är svåra att ge några exakta svar på och vi ska därför i följande avsnitt endast försöka översiktligt belysa problemen. Ett första steg är då att bestämma de kostnader som uppkommer vid en omställning av energisystemet.

I föregående avsnitt beräknades kostnaderna i elsystemet i högtillväxtfallet öka med drygt 19 miljarder kr per år. Till detta ska vi sedan lägga kostnaderna för kärnkraftsavvecklingen som uppgår till ca 10 miljarder kr per år. Om vi uppskattar kostnaderna i användarsektorerna och i fjärrvärmeproduktionen till drygt 5 miljarder kr per år skulle den totala notan för kärnkraftsavveckling plus miljörestriktioner uppgå till ca 35 miljarder kr per år under den period som belastningen på ekonomin är som störst dvs. under perioden 2010–2015. Mellan åren 1995 när avvecklingen antas starta och 2010, blir de årliga kostnaderna lägre. Dessa kostnader förutsätter dock att miljö- och energipolitiken inte leder till några negativa bieffekter i samhällsekonomin. Det är således de lägsta möjliga kostnaderna som beskrivs.

Figur 5.3 Kostnader för kärnkraftsavveckling och miljöavgifter för åren 1995–2015, 1987 års priser



I lågtillväxtfallet beräknades merkostnaderna i elsystemet vid en koldioxidavgift belöpa sig till ca 5 miljarder per år. Tar vi hänsyn till merkostnaderna i övriga delar av ekonomin och kostnaderna för kärnkraftsavvecklingen innebär de miljö- och energipolitiska besluten i lågtillväxtfallet en totalkostnad på ca 20 miljarder kr per år under perioden 2010–2015.

Kostnadsbilden för hela perioden 1995–2015 i de båda tillväxtfallen visas i figur 5.3. Andra avvecklingsprofiler ger givetvis andra kostnadsförlopp. Det enda riksdagen beslutat är att avvecklingen ska starta 1995 och vara avslutad år 2010. Därför kan vi inte veta hur kostnadsbilden ser ut i detalj.

Hur kommer då de ovan beskrivna kostnaderna att fördelas? Resurser måste överföras till framför allt elsektorn och elsparandet, och dessa kan frigöras antingen genom en minskad konsumtion eller genom att övriga investeringar skjuts upp. Vi har här uteslutit möjligheterna att uppskjuta betalningarna genom ökad utlandsupplåning.

Våra grundantaganden innebär att vi låter hela kostnaden drabba utrymmet för privat konsumtion. De investeringar som är nödvändiga för att energi- och miljöpolitiken ska kunna genomföras läggs ovanpå de investeringar som annars skulle ha kommit till stånd. De totala investeringarna blir därmed större än de som anges i långtidsutredningens förutsättningar. På så sätt skyddas tillväxten i ekonomin och några märkbara effekter på BNP är svåra att urskilja.

Det är dock långt ifrån givet att den privata konsumtionen kommer att bära hela bördan av de ökade energi- och miljöpolitiska kostnaderna. Det kan finnas risk för överhettning och flaskhalsar i ekonomin när de totala investeringarna ökar, och då kan det hända att investeringarna i elproduktion och elhushållning kommer att tränga undan övriga investeringar. I så fall får vi negativa effekter på den ekonomiska tillväxten som kan uppgå till några procent av BNP-nivån år 2015.

Vi har i våra kalkyler hela tiden utgått från att ekonomin befinner sig i balans. Detta innebär att vi antar att alla resurser utnyttjas fullt ut, dvs. att vi inte har någon arbetslöshet eller att kapitalstocken inte utnyttjas ordentligt. Dessutom ska utrikeshandeln uppfylla ett givet bytesbalanskrav. Utvecklingen kan betraktas som optimal, eftersom vi antar en perfekt anpassning. Men hur realistiska är sådana antaganden? Är det inte troligt att omstruktureringen av ekonomin leder till ojämvt och arbetslöshet åtminstone på kortare sikt? I en sådan situation kan det vara svårt att upprätthålla den investeringstakt som avspeglas i långtidsutredningen.

På längre sikt får man dock anta att ekonomin anpassar sig till de högre energipriserna. Risker är dock att vi har fått några förlorade år med låg tillväxt och lägre kapitalstock efter sekelskiftet. Detta kommer då att ge en väsentligt lägre BNP år 2015, även om ekonomin skulle ha återhämtat sig och tillväxttakten återgått till den antagna nivån.

Vi har här endast ytligt berört frågan om hur energi- och miljöpolitiken kan tänkas påverka den ekonomiska tillväxten. Dessa problem borde utredas noggrannare eftersom de mycket väl kan få större, kanske till och med mycket större, betydelse än de grundkostnader som vi i dag kan beräkna. Det är därför mycket viktigt med en effektiv och följsam ekonomisk politik i samband med en omställning av energisystemet. Andra åtgärder kan också bli nödvändiga t.ex. inom regional, bostads- och arbetsmarknadspolitiken.

Miljö, hälsa och risker

Energitillförsel och energianvändning är — liksom all annan mänsklig verksamhet — förknippad med olycksrisker, hälsorisker, ekonomiska och andra risker. Möjliga olyckor kan ha olika karaktär och variera i omfattning. Tillförsel och användning av energi innebär en påverkan på miljön och, på olika sätt, på människors hälsa.

En kort definition av de begrepp vi använder i detta avsnitt är på sin plats. Med *sannolikhet* avses hur stor möjligheten är för att en viss händelse skall inträffa. De följder en viss händelse kan få benämnas *utfall eller konsekvens*. Ordet *risk* refererar till att konsekvenserna av en handling är osäkra och begreppet används här i den allmänna betydelsen för både sannolikhet och konsekvens.

Exempel på konsekvenser inom energiområdet

Olyckor kan ha olika omfattning och innebära direkta och indirekta konsekvenser. Här följer några exempel på stora olyckor inom energiområdet som har inträffat de senaste åren:

Harrisburg 1979: En härdsmläta i en lättvattenreaktor med inneslutning utan mer omfattande utsläpp till omgivningen. Inga dödsfall kan hänföras till olyckan, men via ett teoretiskt antagande om lågdosstrålning bedömer man att en person kommer att omkomma på grund av olyckan.

Tjernobyl 1986: Härdsmläta i grafitmodererad kärnkraftreaktor utan inneslutning. Över 30 personer har till dags dato enligt uppgift omkommit

till följd av Tjernobylolyckan, och via det teoretiska antagandet om lågdosstrålning bedömer man att mellan 6 000 och 20 000 människor kommer att omkomma på olika håll i världen. Beräkningsperioden sträcker sig 50 år framåt i tiden. Eftersom stora landområden kontaminerats har många människor evakuerats, restriktioner inom jordbruk har behövt införas m. m.

Gasexplosion i Sovjet 1989: Gas läckte ut i närheten av en järnväg. En gnista från ett tåg antände gasmolnet. Enligt uppgifter omkom mellan 600 och 800 människor av gasens giftighet eller brändes ihjäl. Flera hundra fick allvarliga brännskador.

Alaska 1989: En oljetanker släppte ut stora mängder olja. Ett rikt djurliv skadades, liksom naturen i stort.

Kolgruvor: Här inträffar större olyckor flera gånger om året. Konsekvenserna av stora olyckor kan bli tiotals upp till hundratals förolyckade.

Vid sidan av riskerna för dylika plötsliga olyckor finns risker för negativa utfall som följd av mer utdragna förlopp vid normalt utnyttjande. Några exempel inom energiområdet är:

Svavel- och kväveoxidutsläpp: Leder till ökad försurning som påverkar växter, djur, byggnader, rostangrepp på bilar m. m. Dessutom kan utsläppen påverka människors hälsa.

Koldioxidutsläpp: Forskarna tror att dessa utsläpp leder till ett varmare klimat och att nivån i världshaven kommer att stiga. Det kan leda till ökenutbredning, att stora landområden översvämmas och att förutsättningarna för jordbruk, skogsbruk och fiske förändras.

Metaller: Flera bränslen innehåller metaller i varierande omfattning. Många kan påverka det ekologiska systemet inklusive människan om halterna blir för höga. Försurningen leder också till att metaller bundna till markpartiklar kommer i omlopp och kan därför anrikas i andra ekosystem.

Geotoxiska ämnen: Förbränning av bränslen och drivmedel ger utsläpp av luftföroreningar som kan vara cancerframkallande eller mutagena. Bilavgaserna anses stå för merparten av den cancerframkallande effekten. Naturvårdsverket bedömer att närmare 1 000 cancerfall per år (500 döda per år) orsakas av luftföroreningar i tätort.

Radonhus: Statens strålskyddsinstitut bedömer att omkring 1 100 människor dör per år pga. strålning från radon i våra hus. Bedömningen är osäker. Man tror att det rör sig om mellan 100 och 3 000 fall per år. Även här har man använt sig av det teoretiska antagandet om lågdosstrålning. Detta är relevant eftersom en ökad luftomsättning och därmed mera uppvärmningsenergi kan minska problemet avsevärt.

Riskbedömning

I uppdraget till denna utredning står det att vi ska "åskådliggöra de positiva effekter och eventuella problem som kommer att uppstå till följd av en mera miljöanpassad svensk energiförsörjning". En positiv effekt av de miljö- och energipolitiska besluten är att vi slipper kärnkraftens risker och får mindre mängder kärnavfall. En annan positiv effekt följer av de minskade utsläppen av svavel och kväveoxid, även om det svenska bidra-

get till nedfallet i landet allmänt sett är ringa. Problemen består, i att identifiera vilka effekter på miljö, hälsa och risker som kommer att uppstå vid andra strukturer i energisystemet. Här föreligger en rad naturvetenskapliga problem. På många områden känner vetenskapen i dag inte till några samband överhuvudtaget.

Man kan skilja mellan olyckor som inträffar relativt ofta (där det finns en mätbar *frekvens*) och olyckor som inträffar så sällan att det är nödvändigt att göra någon sorts *teoretisk* bedömning av riskerna.

Tabell 5.3 visar antalet olycksfall med dödlig utgång i Sverige 1983. En del av dessa olyckor inträffar så ofta att man kan räkna ut den faktiska olycksfrekvensen.

Tabell 5.3 Typer av olycksfall som lett till döden i Sverige 1983

Olyckshändelse	Sammanlagt	Män	Kvinnor
Fall	1 060	496	564
Motorfordon	804	572	232
Förgiftning	246	200	46
Kvävning	143	81	62
Drunkning	127	103	24
Eld, explosion	113	87	26
Sjötrafik	95	91	4
Lufttrafik	26	19	7
Maskinolyckor	25	25	—
Elektrisk ström	5	5	—
Blixt	2	2	—
Övrigt	243	164	79
Totalt	2 889	1 845	1 044

Källa: Harms-Ringdahl, L, "Säkerhetsanalys i skyddsarbetet", Folksam, 1987.

Då det finns regelbundenhet kan man räkna ut olycksfrekvensen genom att ta antalet utfall per år (t.ex. fallolyckor) och dividera med t. ex. antalet människor, dvs. 8 miljoner i detta fall. Frekvensen för att förolyckas i fall blir då omkring 1/8 000 per innevånare och år i Sverige.

Dylika frekvenser kan användas som underlag för att uppskatta hur många fallolyckor med dödlig utgång som inträffar t. ex. nästa år. På detta sätt kan man bedöma hur många människor som kommer att dö i trafiken, på arbetet, i cancer etc. Frekvenserna kan här betraktas som sannolikheter. Genom att vidta olika åtgärder kan naturligtvis sannolikheterna förändras. I detta fall är sannolikheten en historiskt betingad uppskattning av hur stor möjligheten är för att en viss händelse skall inträffa.

Vissa andra olyckor inträffar så sällan, eller kanske aldrig, att man inte kan tala om frekvenser. Här måste man i stället försöka bedöma riskerna på annat sätt. Det kan gälla riskerna för en härdsmaita i ett kärnkraftverk, stora gasolyckor etc.

En teoretisk riskbedömning måste då göras. Med hjälp av olika teoretiska metoder, t. ex. felträdsanalys, kan vi skaffa oss en (grov) bild av sannolikheten för vissa utfall och vilka konsekvenser olika åtgärder kan få.

Empiriska data rörande olika delar av ett system kan här blandas med mer subjektiva expertbedömningar. Ett problem är att man alltid måste förutse och beakta alla möjliga utfall i förväg. Missar man något tänkbart utfall blir analysen ofullständig och mer eller mindre missvisande.

Vid den slutliga riskbedömningen måste man sedan väga in osäkerheter i såväl de empiriska som teoretiska uppskattningarna. I detta fall är sannolikheten en kalkylerad uppfattning utifrån tillgänglig kunskap om orsaks-samband, möjliga händelseförlopp m. m.

Det finns olika sätt att minska risker. Detta kan i princip göras antingen genom att minska sannolikheten för att en olycka skall inträffa (öka sannolikheten för att fel upptäcks) eller genom att vissa utfallsmöjligheter elimineras.

Ett sätt att minska riskerna, som använts inom t. ex. kärnkraftområdet, är att bygga in många ”barriärer” som var och en skyddar omgivningen från farliga utsläpp. Brister en barriär ska det finnas andra som kan ta vid. På liknande sätt kan man arbeta med alla säkerhetssystem. Arbetar dessa säkerhetssystem efter olika grundprinciper (mekaniska, elektriska, hydrauliska) kan säkerheten förbättras ytterligare. Föreskrifter gällande skydd, säkerhetsmarginaler i konstruktioner m. m. är exempel på andra sätt att reducera riskerna. Sådana finns på många områden, arbetsmiljö och gas-hantering är några exempel.

Riskvärdering

Följande exempel avser att illustrera olika risksituationer och hur olika aktörer kan se på risker. En villaägare kan köpa en brandförsäkring från ett större försäkringsbolag. Vi antar att han är en av försäkringsbolagets en miljon (brand)försäkringstagare och att brandförsäkringen kostar 250 kr per år. I tabell 5.4 visas de ekonomiska effekterna vid olika möjliga utfall för försäkringstagaren.

Tabell 5.4 Möjliga ekonomiska utfall för försäkringstagare, kr.

	Brinner ej	Brinner
Ingen försäkring	0	- 1 000 000
Försäkring	- 250	0

Det som för en försäkringstagare är en mycket ovanlig och omfattande händelse, dvs. ett nerbrunnet hus, blir för ett större försäkringsbolag en normal händelse. Ett par gånger i veckan kan försäkringsbolaget räkna med att betala ut en miljon kr. Företaget kan vara ganska förvissade om att deras utbetalningar vid bränder kommer att ligga inom vissa marginaler, uträknade via en historisk brandfrekvens.

Sannolikheten för en brand (vi antar att den är 1/10 000 per år) multiplicerad med konsekvensen vid en brand (1 000 000 kr), eller det *förväntade värdet*, blir bara 100 kr per år. Det förväntade värdet är således väsentligt lägre än försäkringspremien, beroende på försäkringsbolagets omkostnader och dess krav på vinst. Detta är högst relevant för försäkringsbolagets värdering och beslut rörande premieavgifter m.m, men inte lika centralt för försäkringstagarens värdering och beslut om han skall försäkra sig eller ej. För försäkringstagaren är utfallsmöjligheten att han kan förlora 1 milj kr en långt mer central beslutsvariabel.

En individs egna värderingar avgör om han är risktagare, riskavert eller

riskneutral i olika situationer. Det beror på individens eget tycke och smak. Det kan till och med vara rationellt att vara risktagare samtidigt som man har riskaversion. Man kan t.ex. ha en brandförsäkring (för att skydda sin baskonsumtion) samtidigt som man köper lotter (riskerar sin toppkonsumtion).

Effekter av ändringar i energisystemet – ett antal exempel

Här ska vi kortfattat försöka beskriva olika (mer eller mindre frekventa) effekter på miljö, hälsa och risker vid tillförsel och sparande av el. Med ökad kunskap i framtiden kan man t.ex. räkna med att människan får kännedom om nya faror. Vi har inte redovisat någon bedömning när det gäller andra energiformer än el. När det t.ex. gäller användandet av bränslen för uppvärmning skulle man behöva beakta skillnader i verkningsgrad, distributionshantering m. m. Givetvis kan vi i det följande inte beakta alla relevanta förhållanden.

Sparande

"Sjuka hus": Många hus förorsakar problem för människors hälsa. Radonhus ger, via en teoretisk bedömning av lågdosstrålning, ökad risk för cancer och dödsfall. I "Allergiutredningen" (SOU 1989: 76) gör man bedömningen att vissa av problemen med astma, allergier och eksem hänger samman med en försämrad inomhusmiljö. Förbättrad ventilation skulle minska såväl radonproblemen som problemen med astma och allergier. Ökad luftomsättning kräver dock en högre energiförbrukning, eventuellt kombinerat med ett värmeåtervinningssystem.¹

Strukturomvandling i industrin: Högre energipriser leder till förändringar i industristrukturen. Detta får psyko-sociala effekter för de människor som berörs. Det kan röra sig om byte av arbete, byte av bostadsort och kanske även arbetslöshet. Oftast påverkas människor negativt av dessa förändringar, men ibland kan situationen efter t.ex. ett arbetsbyte faktiskt upplevas som bättre.²

Elolyckor: En minskad elanvändning kan förväntas leda till ett minskat antal elolyckor.

Tillförsel

Kolkondens/kraftvärme: Stora arbetsskaderisker³ föreligger i kolgruvor, liksom i senare led. Stora utsläpp av t.ex. svavel- och kväveoxider, som dock till stor del går att rena. Stora avfallsmängder med bl. a. tungmetaller. Joniserande strålning i gruvor och vid kraftverken. Bidrar starkt till växthuseffekten.

Oljekondens/kraftvärme: Arbetsskaderisker vid utvinningen och i senare led. Risk för stora olyckor vid oljeplattformar och i raffinaderier (det senare baseras på teoretiska bedömningar). Stora oljeutsläpp kan inträffa som skadar naturen. Utsläpp som till stor del går att rena. Tungmetaller i tung eldningsolja, men betydligt mindre i den lätta eldningsoljan. Bidrar till växthuseffekten, men något mindre än kol.

¹ En mer utförlig diskussion finns i verkets underlagsrapport "Inomhusluften och energi".

² Detta beskrivs mer ingående i verkets underlagsrapport av Anna Fritz "Strukturomvandling i industrin, konsekvenser för individer", juli 1989.

³ Arbetsskaderisker vid olika sorters energitillförsel behandlas i verkets underlagsrapport "Arbetsmiljö/energi" av Yngve Hagerman.

Naturgaskombi: Mindre arbetsskaderisker vid utvinningen och i senare led. Risk för stora olyckor vid oljeplattformar samt vid hanteringen i senare led (explosioner m. m. — vissa risker uppskattade på teoretisk väg). Mindre utsläpp än med kol och olja (t.ex. försumbart svavelinnehåll), som går att rena. Försumbara avfallsmängder. Omkring hälften så stora koldioxidutsläpp som kol. Däremot kan växthuseffekten bli stor om metanutsläppen blir stora.

Fliskondens/kraftvärme: Ganska stora arbetsskaderisker vid utvinning i skogen samt i senare led. Utsläpp av svavel- och kväveoxider. Tungmetaller i avfallet. Bidrar eventuellt till växthuseffekten, men i så fall mindre än de fossila bränslena. Landskapspåverkan vid t. ex. energiskogsodling.

Torvkondens/kraftvärme: Arbetsskaderisker vid utvinningen. Stora utsläpp av svavel- och kväveoxider, som till stor del går att rena. Tungmetaller. Joniserande strålning. Komlicerat att uttala sig om bidraget till växthuseffekten. Landskapspåverkan.

Vindkraft: Arbetsskaderisker, även om vindkraften ligger rätt gynnsamt till jämfört med andra kraftslag. Inga utsläpp vid elproduktion. Landskapspåverkan.

Solceller: Solkraft i form av solceller bedöms ge mycket ogynnsamma arbetsmiljöförhållanden. Landskapspåverkan. Inga utsläpp vid elproduktion.

Vattenkraft: Landskapspåverkan. Mindre arbetsskaderisker. Inga utsläpp vid elproduktion. Stora dammolyckor har inträffat, dock inte i Sverige. Teoretisk bedömning av de svenska riskerna för dammolyckor.

Kärnkraft: Mindre arbetsskaderisker vid uranutvinning och i senare led. Risk för stora olyckor (härdsmltor). Man arbetar med flera skyddande barriärer, i övrigt (fler)dubbla säkerhetssystem m.m. Avfallet är både starkt radioaktivt och toxiskt. Radioaktiviteten klingar av till normala nivåer först efter mycket lång tid. Den teoretiska bedömningen är att avfallet ska kunna hållas åtskillt från människa och natur. Med hjälp av teoretiska riskbedömningar har man bl. a. kommit fram till att riskerna för radioaktiva utsläpp i svenska kärnkraftverk är väsentligt lägre än i reaktorer av Tjernobylytp. Det rör sig om helt andra grundkonstruktioner och stor skillnad vad gäller säkerhetssystem.

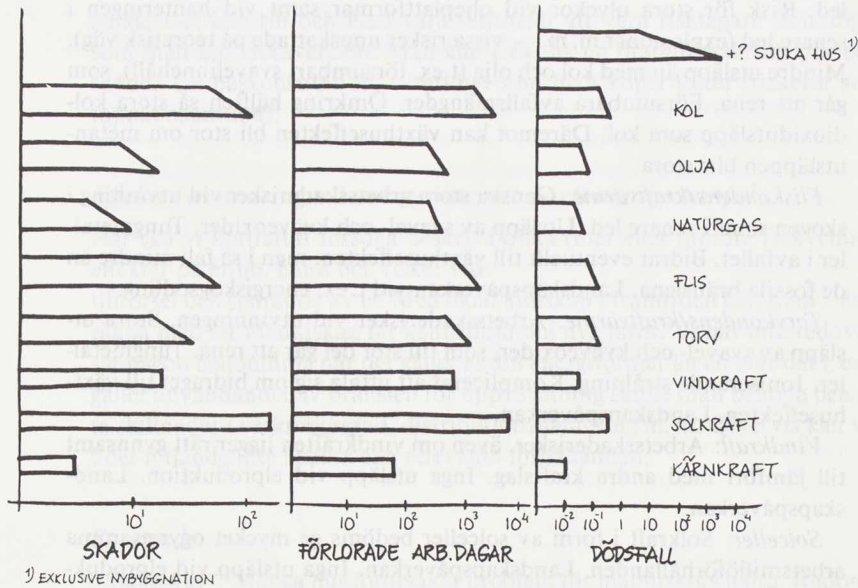
Tablåer över effekter på miljö, hälsa och risker

Här visas två figurer som belyser effekterna på arbetsskador, hälsoeffekterna vid sparande i sjuka hus och riskerna för stora olyckor⁴. Hälsoeffekterna av utsläppen, liksom deras naturpåverkan har inte beaktats. När det gäller sparande i bostäder m.m har vi endast beaktat riskerna med radon, därtill kommer risker för astma, allergier och eksem. Vad gäller konsekvenserna redovisas enbart dödsrisker, skaderisker och antalet förlorade arbetsdagar. Egentligen är dock problemen mer mångfacetterade. Andra effekter som kan uppstå är sjukdomar, landskapspåverkan, effekter på djur och växter, ekonomiska konsekvenser etc.

Ju spetsigare en riskparameter är desto större är osäkerheten i bedömningen. Detta är mer avsett att vara en markering. Vi vill återigen påpeka den stora osäkerheten i bedömningarna. En viktig reservation är att vissa

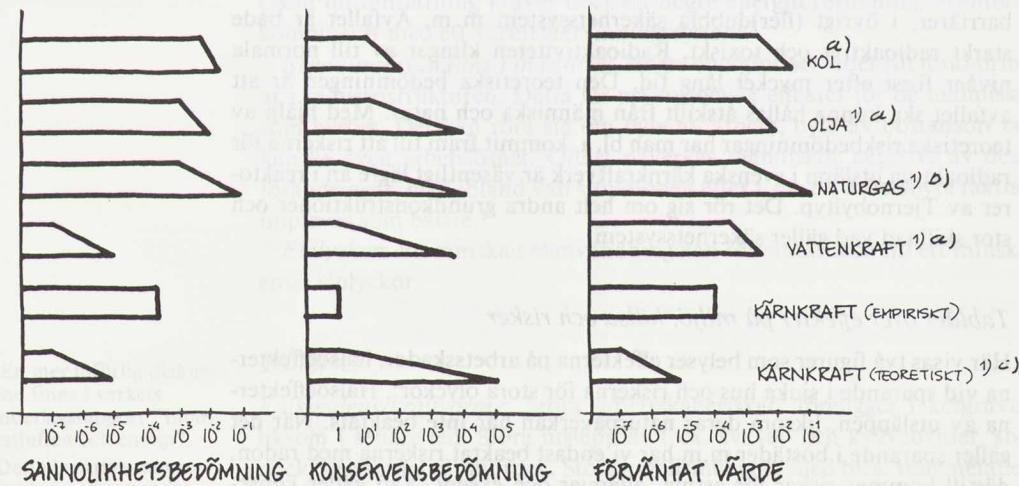
⁴ En mer utförlig diskussion kommer att finnas i underlagsrapporten "Effekter på miljö, hälsa och risker inom energiområdet" som är under utarbetande.

Figur 5.4 Arbetsskaderisker, samt hälsorisker vid sparande i sjuka hus, per TWh el



Källa: "Arbetsmiljö/energi", Yngve Hagerman och "Inomhusluften och energi".

Figur 5.5 Sannolikheter och konsekvenser för stora olyckor samt förväntat antal dödsfall, per TWh tillförd el



Källor:
a) Fritzsche, AF, "Gesundheitsrisiken von Energi versorgungssystemen, 1988 (eget utdrag).
b) "Health and Safety Comission, 'Canvay'", 1978 samt UK Atomic Energy Authority (eget utdrag).
c) Egna beräkningar baserade på "Efter Tjernobyl", DSI 1986: 11, Rasmussenrapporten, "Reactor Safety Study", US Atomic Energy Comission, 1974 m. m.
"Effekter på miljö, hälsa och risker inom energiområdet". Kommande underlagsrapport.

bedömningar avser andra förhållanden än de vi har i Sverige. Med annan tekniknivå på riskförebyggande åtgärder, befolkningstäthet m. m. kan givetvis resultaten bli annorlunda.

När det gäller figur 5.5 skall två förhållanden särskilt noteras. Det ena är att figuren till stor del är baserad på teoretiska riskbedömningar. Det andra är att vi i figuren har multiplicerat sannolikhet och konsekvens, dvs. räknat fram det förväntade värdet. Som vi tidigare illustrerade är väntevärden bara en del av ett bedömningsunderlag. Om ett beslut enbart grundas på förväntade värden betyder det att beslutsfattaren är helt riskneutral.

6 Några sektorproblem

Med utgångspunkt från de gjorda bedömningarna ska vi i detta kapitel ta upp några större sektorproblem. Frågeställningarna spänner över stora områden; vad som händer med skogen och basnäringarna, arbetskraftsbehovet i energisektorn, teknikutvecklingen på energiområdet osv. Att vi här har en mer problemorienterad ansats beror på att en omställning av energisystemet är av så grundläggande natur att den skulle påverka andra samhällssektorer i stor utsträckning.

Vad händer med skogen?

Den svenska skogen som råvarutillgång och den industri som baserar sin tillverkning på skogsråvaror är av utomordentligt stor betydelse för det svenska samhället. Skogsnäringens produktionsvärde uppgår till ca 100 miljarder kronor årligen.

Närmare 50 % av dessa skogs- och skogsindustriprodukter går på export, och de utgör därmed ca 17 % av landets totala export. Samtidigt är importen av insatsvaror till denna bransch relativt liten.

Utvecklingen inom den svenska skogsnäringen har därmed också stora effekter på samhällsekonomin. Förutom effekter på bytesbalansen är det sannolikt effekter på sysselsättningen i speciellt utsatta regioner som är av störst betydelse i detta avseende.

I detta avsnitt ska vi försöka belysa den koppling som finns mellan skogsnäringens utveckling och utvecklingen på energimarknaden.

- Massa- och pappersindustrin som i dag svarar för nära hälften av skogsindustrins produktionsvärde har en hög energikostnadsandel. Det gäller speciellt tillverkning av mekanisk pappersmassa där förbrukningen av el är mycket stor.
- Skogsbränsle är alternativ till andra bränslen. Ett högt utnyttjande av avverkningsrester, energiskog samt eventuellt industrived är av många bedömare nödvändigt i framtiden.

Ökade energipriser, t. ex. via ökade miljöavgifter, leder till förändringar av skogsindustrin — dess efterfrågan på energi och på vedråvara förändras. Samtidigt ökar efterfrågan på skogsbränsle från energisektorn — vedpriser och energipriser anpassas till en ny situation. Det hela utmynnar i en komplicerad väv. Vi har i de olika scenarierna räknat med betydande insatser av energived. Vi ska här försöka beskriva vad som ligger bakom dessa antaganden och nysta lite i denna väv av samband som finns mellan energi- och skogssektorn.

Hur utnyttjas skogen i dag?

Tillväxten i den svenska skogen är för närvarande ca 95 miljoner m³sk (skogskubikmeter). Den årliga avverkningen i dag är emellertid endast 68 miljoner m³sk, dvs. betydligt lägre än tillväxten. Avverkningen väntas dock öka kring sekelskiftet.

Tabell 6.1 Total avverkning 1987–88

Sortiment	milj m ³ sk
Sågtimmer	22
Massaved	32
Brännved	4
Övrigt virke	1
Kvarlämnade, fällda hela träd	4
Summa	68

Avverkningen av skog för andra ändamål än att framställa trävaror eller pappersmassa är mycket blygsam. Den relativt stora kvantitet träbränsle som används redan i dag består i första hand av restprodukter vid annan tillverkning. Vi räknar med att vi i dag använder 31 TWh ved och flis och 30 TWh avlutar. Avlutar är en biprodukt inom massaindustrin, och den används också inom samma industri som bränsle. Ca 12 TWh ved används för uppvärmning av småhus. Biprodukter i form av bark och spån används inom både massaindustrin och trävaruindustrin i en kvantitet av totalt ca 15 TWh. Hyggesrester m. m. från vilket man får flis tas om hand endast i en begränsad omfattning. Man räknar med att ca 4 TWh flis produceras, till största delen för att användas som bränsle i fjärrvärmeverk och blockcentraler.

Utöver den skog vi själva producerar importeras årligen ca 7 miljoner m³sk ved, främst då massaved.

Vad är det då för skillnader mellan träd som används till timmer, träd som används till pappersmassa och träd som bränns upp?

Till sågverken går de grövre exemplaren av gran och tall. Som snickerivirke används också vissa lövträd som ek, bok, ask och i viss mån björk. För sågverkstimmer finns också den högsta betalningsviljan. Prisnivån ligger på ca 400 kr/m³fub (fast kubikmeter under bark) och uppåt. Omräknat blir det ca 30 öre/kWh.

Till massaved används klenare dimensioner av gran, tall och björk. Prisnivån på massaved ligger på ca 300–350 kr/m³fub, eller på ca 20 öre/kWh.

Till energived används främst träddelar som blir över vid avverknings-tillfället vid sågverket och vid massavedsfabriken. Någon alternativ användning av energived finns i dag inte, varför prisnivån i princip baseras på produktions- och transportkostnader. Det saknas emellertid många gånger ett marknadspris för energived. Veden finns ofta gratis för den som har tid och ork att ta reda på den. För de ca 3 TWh energiflis som används i värmeverk finns det dock en marknad. Prisnivån har reellt sett sjunkit de senaste åren, bl. a. på grund av konkurrensen från fossila bränslen, och ligger i dag på ca 10 öre/kWh.

Utgångspunkten i denna utredning är att allt skogsbränsle befrias från koldioxidskatt. Motivet bakom en sådan skattebefrielse är att skogen binder lika stora mängder koldioxid när den växer som den mängd som frigörs vid förbränning av bibränslet. Även om vi väljer att inte elda upp veden frigörs samma mängd koldioxid i samband med den biologiska nedbrytningen, dock under längre tidsperiod.

Denna fråga är emellertid mera komplicerad än så. Skogen fungerar också som lager av koldioxid — mera koldioxid bunden i skogen betyder mindre koldioxid i atmosfären. T.ex. är ett alternativ till att odla energiskog, dvs. träd som avverkas efter tre år och därefter förbränns, att plantera vanlig skog som slutavverkas först efter 100 år. Med det senare alternativet binds i genomsnitt avsevärt mera koldioxid i skogen. Även effekten på skogstillväxten av ett ökat uttag av avverkningsrester är av intresse.

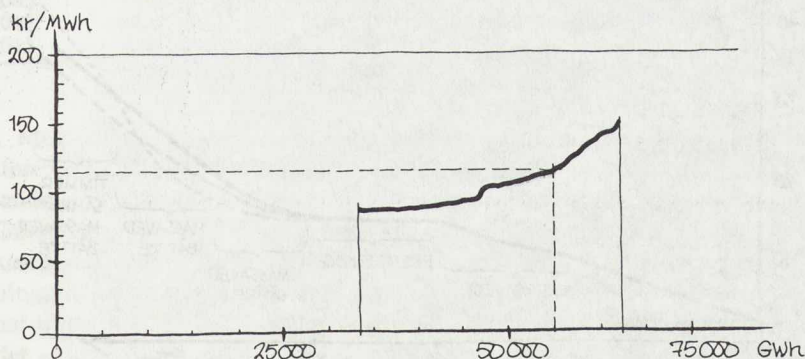
I en rapport från Sveriges Lantbruksuniversitet¹ behandlas dessa frågor. Med några exempel illustrerar man i rapporten att de nettoutsläpp en ökad användning av bibränslen ger upphov till inte kan negligeras.

Hur kan produktionen av energived öka?

Från en avverkning på 68 miljoner m³sk skulle man teoretiskt kunna få fram ca 44 miljoner m³fub av biomassa utöver de ca 54 miljoner m³fub industrived som tas ut i dag. Detta skulle motsvara drygt 90 TWh energived. All denna biomassa är dock varken praktiskt eller ekonomiskt möjlig att ta hand om. Enligt bedömningar från Sveriges Lantbruksuniversitet² uppgår den totala tillgängliga volymen träbränsle till 62 TWh. Det betyder en ökningspotential av ca 30 TWh jämfört med dagens nivå. Kostnaderna för att producera denna volym beskrivs i figur 6.1.

Enligt utredningen ligger marginalkostnaden för att ta till vara avverkningsrester m.m. till en volym på 60 TWh/år på ca 15 öre/kWh. Man förutsätter här "ett fullständigt och rationellt utnyttjande av i dag känd och närmast färdigutvecklad teknik". Man har också antagit rimliga avstånd mellan skogen och användaren, eller som mest 12 mil. Att transportavståndet är av stor betydelse förstår man när man beaktar att energiflis per energienhet är ca 18 gånger så skrymmande som olja.

Figur 6.1 Marginalkostnaden för produktion av träbränsle



¹ "Skall bibränslen beläggas med koldioxidskatt?", Sören Wibe, Institutet för skogsekonomi, Sveriges Lantbruksuniversitet (stencil). December 1989.

² "Kostnader och tillgänglighet för avverkningsrester på lång sikt — en utredning på uppdrag av statens energiverk". Sveriges Lantbruksuniversitet 1989-10-05.

Många bedömare menar att upp till 20% av den åkermark som i dag används för livsmedelsproduktion borde användas för andra ändamål, t.ex. produktion av energiskog. Den frigjorda jordbruksmarken, upp till 500 000 ha, är främst belägen i södra Sverige, vilket är en fördel med tanke på var efterfrågan finns. I dag finns det försöksodlingar av energiskog om 500 ha, och en första generation teknik är prövad. Med beaktande av begränsningen hos växtmaterial, teknik och organisatoriska faktorer i produktionsledet har statens energiverk gjort följande bedömningar av potentialen för energiskogsproduktionen.

En möjlig odlingsareal år 2015 kan vara 320 000 ha, vilket skulle ge ca 20 TWh energiflis. Det betyder energiskogsodling totalt på en yta motsvarande hela Gotland. Den energiskog som i praktiken är möjlig att utnyttja i samband med kärnkraftsavvecklingen, dvs. före år 2010, är dock begränsad till 10–18 TWh.

Bedömningen av kostnaderna för energiskogsflis baseras på de försöksanläggningar som finns, och uppgår till ca 15 öre/kWh fritt konsument. Förhoppningarna är dock stora att kunna sänka dessa kostnader med hjälp av teknisk utveckling.

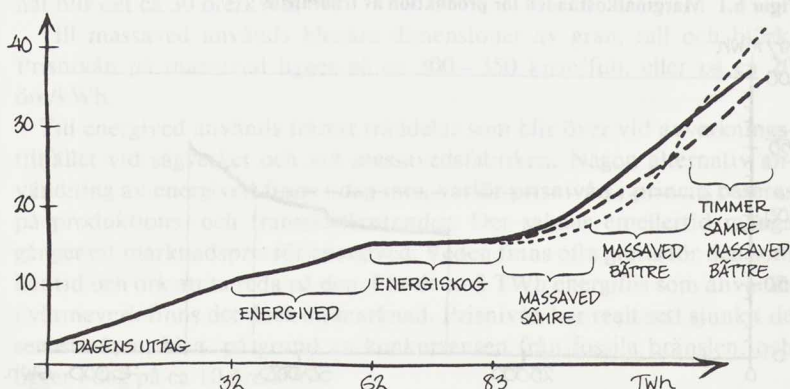
En tredje stor potential av energived är den ved som i dag används inom den träbearbetande industrin, i första hand då massa- och pappersindustri. Dessa potentiella tillgångar av industrived för energiändamål är teoretiskt mycket stora, givet att man är beredd att betala tillräckligt bra för veden.

Utbudet av industrived bestäms inte av de faktiska produktionskostnaderna utan av betalningsförmågan inom den träbearbetande industrin. Genom att t.ex. införa en koldioxidskatt som belastar industrin minskar vissa delbranschers förmåga att betala för vedråvaran. Detta illustreras av den streckade linjen i figur 6.2.

Var kommer flisen att användas?

Transportkostnaderna för flis är höga, liksom lagerkostnaderna. Det beror på flisens låga energitäthet. Det är därför viktigt att veta var vedråvaran finns och var behoven finns. Följande punkter måste då vara med.

Figur 6.2 Framtida utbudskurva för energived



- Tillgången på energiflis för den trädbearbetade industrin underlättas av industrins lokalisering, eftersom energiveden då inte behöver transporteras så långt.
- Flisbehov för uppvärmning i Syd- och Mellansverige där befolkningsunderlaget är stort tenderar att ge ett ”underskott” av vedråvara. I södra Sverige finns dock de bästa förutsättningarna för energiskogsodling.
- Naturgasintroduktionen och dess geografiska fördelning kan få en undanträngande effekt på en energiskogsintroduktion. Nu introduceras den t. ex. i södra och västra delarna av Sverige där energiskogsodling för närvarande är som gynnsammast.
- Värmebehovet för småhus i glesbygd kan enkelt klaras med egna eller andra närliggande skogstillgångar.
- Flisbehovet för de minsta fjärrvärmeverken kan klaras lokalt. Å andra sidan blir anläggningskostnaderna för små flisanläggningar mycket höga, räknat per kWh.
- Flisbehovet för mellanstora fjärrvärmeanläggningar kan troligen klaras lokalt och regionalt i de fall större skogsarealer eller jordbruksarealer i närheten kan användas till energiskogsodling. Anläggningskostnaderna kan här bli lägre per kWh värme.
- Värmebehovet i de största fjärrvärmesystemen i storstäderna måste troligtvis till största delen klaras med fossila bränslen m. m. Transport- och lagerproblemen blir annars mycket omfattande.
- El- och skogsindustriproduktionen antas bli förlagd där vedråvaran finns. Ett undantag är givetvis kraftvärmeproduktion som måste vara belägen i de tätorter där värmeunderlaget är stort.

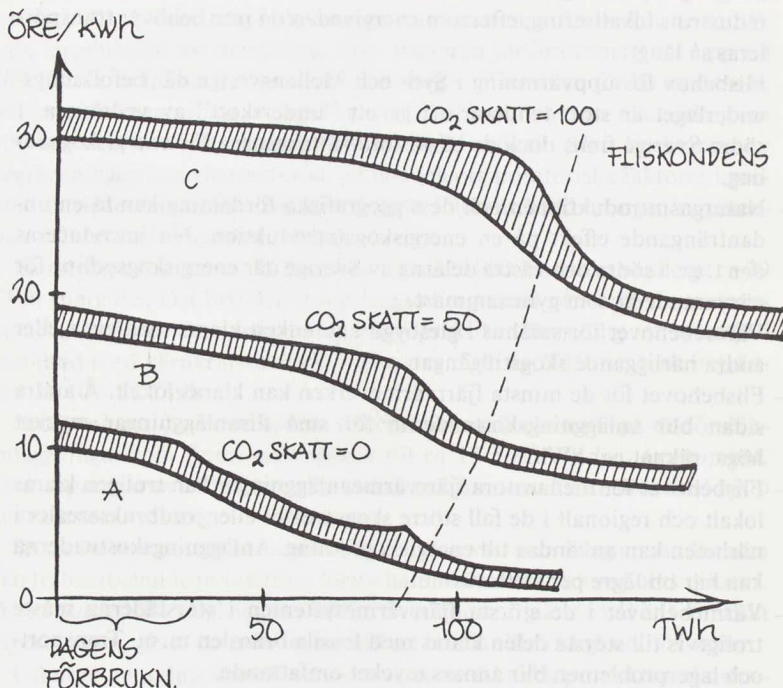
Sammanfattningsvis utgör den regionala uppdelningen av utbud och efterfrågan på vedråvara ett komplicerat mönster som vi inte hunnit studera i denna utredning.

Tabell 6.2 Möjlig energiskogsproduktion, 1990–2015

År	Odlad areal 1 000 ha	Skördad areal 1 000 ha	Bränsleproduktion TWh/år
1990	0,7	0,2	0,3
1995	35	10	1,5
2000	100	30	5
2005	170	55	10
2010	290	95	18
2015	320	105	20

Möjligheterna att använda energiflis för uppvärmning och kraftproduktion varierar som synes mellan olika tillämpningar och olika platser i landet. Det gör det mycket svårt att beskriva efterfrågan på ett enkelt sätt. Givet alla dessa restriktioner bestäms efterfrågan dock till stor del av kostnaderna för alternativa bränslen. Man kan uttrycka det som att betalningsförmågan för energived är strax under priserna för fossila bränslen, naturligtvis med hänsyn till pannkostnader, verkningsgrader m. m. När det gäller ved för elkondensproduktion gäller att verkningsgraden ligger

Figur 6.3 Exempel på efterfrågekurvor för energived vid varierande koldioxidskatt



kring 30 %. En vedprisökning på 10 öre/kWh leder därför till en elprisökning på ca 30 öre/kWh.

Eftersom avvecklingen av kärnkraften innebär ett produktionsbortfall på ca 70 TWh kommer vedefterfrågan automatiskt öka mycket, givet att kondensproduktion blir lönsamt. Man måste dock hålla i minnet att möjligheterna att ersätta kärnkraft med fliskondens är begränsade. Genom att t. ex. utnyttja all den ved som idag går till massa- och pappersindustrin för kondensproduktion skulle man maximalt kunna få fram 20–25 TWh el.

Med förgasningsteknik kan verkningsgraden öka till knappt 50 %, vilket skulle göra elproduktionen något mindre vedpriskänslig.

I figur 6.3 redovisas tre olika efterfrågekurvor för energived. Dessa efterfrågekurvor illustrerar sambandet mellan kostnaderna för alternativa bränslen och efterfrågan på energived. Kurva A illustrerar dagens situation, dvs. utan några koldioxidskatter. Det innebär att en ökad förbrukning utöver dagens 30 TWh kräver rejäla prissänkningar för att ved ska kunna konkurrera med olja.

Prisökningarna på fossila bränslen, t. ex. till följd av en koldioxidskatt på 50 öre/kg koldioxid, i kurva B medför att vedanvändningen kan öka betydligt även om priserna närmar sig 15–20 öre/kWh. Ökningen ligger inom den träbearbetade industrin samt i värmeverk upp till ca 80 TWh.

Kurva C illustrerar en situation där koldioxidskatten är så högt satt att fliskondens kan bli ett ekonomiskt alternativ även med vedpriser på 20 öre per kWh.

Den streckade linjen i figur 6.3 markerar brytpunkten där fliskondens kan tänkas komma in i energisystemet. Lutningen på linjen beror på sambandet mellan elprisökningar och möjlig kraftvärmeproduktion. Ett högt elpris antas leda till lägre fjärrvärmeförbrukning eftersom kraftvärmeverkets intäkter är summan av intäkterna från försäljningen av el och försäljningen av värme. Lägre fjärrvärmeförbrukning leder till större anslutning dvs. större värmeunderlag, vilket gör att kraftvärmen kan byggas ut.

Konkurrensen mellan energived och industrived

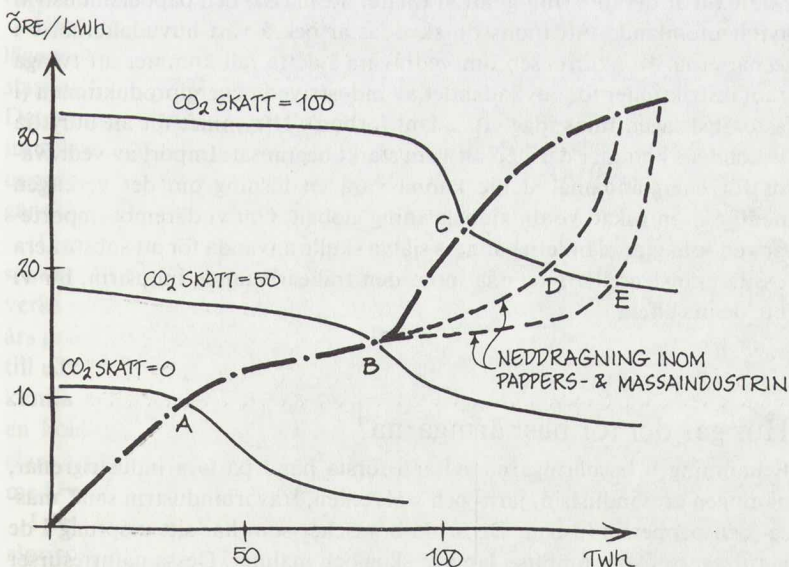
I en framtid där kärnkraften är avvecklad och förbränning av fossila bränslen är belagd med en koldioxidskatt kommer efterfrågan på ved för energiändamål att öka. Det kommer naturligtvis att medföra prisökningar på energived. En central frågeställning är om även priset på industrived kommer att pressas upp och om vi t. o. m. kommer att använda massaved och timmer att elda med.

Med dagens punktskatter på fossila bränslen men utan någon koldioxidskatt befinner vi oss i ett jämviktsväge där priset på energived är ca 10 öre/kWh och den uttagna kvantiteten ca 32 TWh. (Punkt A).

Införandet av en koldioxidskatt på t. ex. 50 öre/kg koldioxid leder till prishöjningar på olja och kol men även på naturgas. I första hand vill man öka användningen av energived inom den träbearbetande industrin samt för att producera värme och el i kraftvärmeverk eller för värmeproduktion i fjärrvärmeverk. (Småskalig eldning med vedpannor kan öka från dagens nivå men pga. bland annat miljö- och hälsoaspekter är denna potential inte speciellt stor).

För att tillfredsställa denna efterfrågan måste vi utnyttja de träddelar som i samband med gallring och slutavverkning blir kvar i skogen betydligt

Figur 6.4 Utbud och efterfrågan på skogsbränsle vid varierande koldioxidskatt



bättre än i dag. Vi måste också i stor utsträckning utnyttja den åkermark som inte behövs för matproduktion för odling av energiskog.

Punkt B beskriver ett jämviktsläge där vi i princip har utnyttjat avverkningsrester och energiskog så långt det är praktiskt möjligt. Utbyggnaden av kraftvärme begränsas av storleken på värmeunderlaget. Totalt drygt 80 TWh energived antas kunna efterfrågas vid ett jämviktspris på ca 15 öre/kWh.

Trots att priset på energived börjar närma sig dagens pris på de sämre massavedskvaliteterna behöver inte priset på industrived öka. Genom att den årliga avverkningen i skog ökar till en nivå som överensstämmer med den årliga tillväxten finns det även utrymme för den träbearbetande industrin att expandera utan att råvarubrist behöver uppstå. I dag är avverkningen ca 68 milj m³sk medan den årliga tillväxten bedöms vara ca 95 milj m³sk.

Genom att öka koldioxidskatten till 100 öre/kg koldioxid ökar betalningsviljan för energived ytterligare, Punkt C beskriver ett jämviktsläge där priset på energived ökat till 25 öre/kWh. (Ännu har vi inte antagit att fliskondenskraftverk byggs). Vedkvaliteter som i dag används som industrived antas här behövas för energiproduktion. Möjligheten att öka produktionen inom pappers- och massaindustrin utöver dagens nivå begränsas därmed. Denna industri, som i dag betalar upp till 25 öre/kWh för sin ved, måste här välja mellan att antingen betala mer för veden eller att lägga ned verksamheten. Massaindustrin blir hårt pressad från två håll, högre elpriser och högre vedpriser. Resultatet blir sannolikt en dramatisk bantning av industrin.

De streckade linjerna i figur 6.4 beskriver effekterna på utbudet av vedråvara till följd av en bantning av pappers- och massaindustrin. I en sådan situation torde det finnas ett visst utrymme även för fliskondens (punkt D och E).

Om syftet med koldioxidskatten är att minska de globala utsläppen av koldioxid är det inte rimligt att vi tillåter att massa- och pappersindustrin flyttar utomlands. Att industrin skyddas är också vårt huvudalternativ i scenarierna. Konkurrensen om vedråvara i detta fall kommer att tvinga fram restriktioner för användandet av industrived i energiproduktionen (i fastbränslelagen finns idag ett sådant förbud). Utrymmet för att utnyttja fliskondens kommer därmed att vara starkt begränsat. Import av vedråvaror för energiändamål skulle kunna vara en lösning om det verkligen medför en minskad koldioxidbelastning globalt. Om vi däremot importerar ved som grannländerna annars själva skulle använda för att substituera fossila bränslen eller använda inom den träbearbetande industrin, får vi inte denna effekt.

Hur går det för basnäringarna?

Benämningen basnäringarna syftar i första hand på fyra industrigrenar, nämligen gruvindustrin, järn- och stålverken, trävaruindustrin samt massa- och pappersindustrin. De är de branscher som har sitt ursprung i de naturresurser som funnits i landet: skog och malmer. Dessa naturresurser

har lett till att näringarna kunnat verka framgångsrikt över flera århundraden. Dessa branschers produktion har förädlats i varierande grad med hänsyn till marknadens krav och med hjälp av en annan naturresurs, nämligen vattenkraften. Under årens lopp har dessa branscher genomgått flera mer eller mindre omfattande strukturförändringar som betingats av den ekonomiska utvecklingen världen över.

När vi ska analysera en övergång till ett miljöanpassat energisystem, är det i första hand dessa branscher som vi förutser komma att beröras. Innan vi går vidare med att analysera utvecklingen under de antaganden som gäller i denna studie är det på sin plats att inledningsvis kort referera till dessa branschers allmänna utvecklingsmöjligheter. Det är här intressant att notera att basnäringarnas framtidsutsikter var mörkare när vi senast studerade deras framtidsmöjligheter vid högre elpriser.³ Sedan dess har de utvecklats positivt, även om man just nu kan skönja en avmattning i efterfrågan. Vi kommer dock att här utgå ifrån de tidigare studier som gjorts.

Gruvindustri

Järnmalmgruvorna har sedan 70-talet konfronterats med stora problem som internationell överkapacitet på järnmalm, olämpligt hög fosforhalt och dyr underjordsbrytning. Branschens fördelar är den avancerade tekniken, hög arbetsproduktivitet och konkurrenskraftig framställning av pellets.

Även inom delbranschen icke-järnmalmgruvor är de svenska företagen ledande i teknikutvecklingen, mätt med internationella mått: separations-teknik, pulpröntgen, hydrometallurgi för att nämna några.³ Arbetsproduktiviteten är även här mycket hög.

Två faktorer har stor betydelse i båda dessa branschers planering, metallpriserna, som sätts på den internationella marknaden, och valutakursförändringarna.

Även under en i övrigt gynnsam ekonomisk utveckling är branschens läge sådant att man inte kan vänta någon expansion. Snarare tvärtom. En stagnation eller t. o. m. minskning av branschens produktion kan väntas.³ Det är framför allt inom järnmalmindustrin som denna nedgång beräknas inträffa. Inom icke-järnmalmgruvorna antas produktionen fortsätta på ungefär samma nivå som dagens. För tillfället är dock marknadsläget ganska ljus.

Högre elpriser innebär en ytterligare lönsamhetsminskning för branschen. Vid en elprisökning på 20 öre/kWh räknar SIND⁴ (statens industriverk) med ett produktionsbortfall på 50 % år 2010 i förhållande till 1985 års produktionsnivå. Inom denna bransch kan vi inte se några möjligheter till effektivisering av energianvändningen och elanvändningen som skulle kunna kompensera för de kraftiga elprishöjningar som kan bli följden av en koldioxidbeskattning. Det kan tvärtom bli frågan om ökad specifik elanvändning om produktionen ska fortsätta. Detta hänger bl. a. samman med behovet av bättre miljö i gruvorna.

I det alternativ där industrin skyddas från koldioxidskatten, men får en elprisökning på 12 öre/kWh, räknar vi med att branschens volym år 2015

³ Statens energiverk, Elpriser och svensk industri, 1988: 7.

⁴ SIND, Stålindustri och gruvindustri om elpriserna stiger starkt, PM 1988:2.

uppgår till 50% av dagens. I det scenario där industrin betalar koldioxid-skatt beräknas gruvindustrins verksamhet i det närmaste upphöra. Detta gäller båda delbranscherna.

Järn- och stålverk

Branschen har redan gått igenom en internationell kris sedan mitten av 70-talet. Den hade förorsakats av alltför optimistiska bedömningar av efterfrågan på stål, som ledde till en internationell överkapacitet i produktionen. De svenska järn- och stålverken har, tack vare en omfattande omstrukturering och nedskärning av produktionskapaciteten, återfått sin internationella konkurrenskraft. Det handlar i första hand om specialisering av produktionen. Rationaliseringsprocessen har inneburit att antalet anställda sjönk från 53 000 1975 till 33 000 1987.

Enligt SINDs bedömning⁵ kan branschens produktion utveckla sig relativt svagt den kommande tioårsperioden. I samband med en avveckling av två reaktorer i mitten av 1990-talet kan branschens lönsamhet försämrast så pass kraftigt att det ger återverkningar på produktionen. Detta trots att elprishöjningarna inte beräknades bli så kraftiga. Med de elpriser vi räknade med till år 2010 bedömde SIND att branschens produktion skulle falla till 50% i referensfallet. Elprishöjningarna i det fallet uppgick till 20 öre/kWh.

Inför en koldioxidskatt drabbas järn- och stålverken från två olika håll: det första är själva skatten på bränslena, kol och koks och det andra koldioxidskattens inverkan på elpriset. Det elpris vi antagit här är flera gånger högre jämfört med ovannämnda studien.

En konsekvens av detta är att branschens produktion kan komma att sjunka ytterligare. Den nivå det kan bli frågan om ligger på 20% av produktionen 1987. Detta bör ses som en markering snarare än en regelrätt "prognos".

Det bör finnas vissa möjligheter till fortsatt verksamhet även i en sådan bransch som järn- och stålverken. Man kan kanske importera råvaror och halvfabrikat för vidareförädling i landet. I denna bransch kan man importera vissa stålämnen för vidareförädling till framförallt specialstålprodukter inom de områden man i dag har världsledande ställning. Importen ska i det fallet komma från länder som inte har infört samma restriktioner på koldioxidutsläpp och elproduktion som Sverige. På lång sikt är det dock oklart om man kan bibehålla den kompetensnivån som man i dag har inom landet när branschen successivt antas krympa.

Några liknande möjligheter till importbaserad produktion väntas dock inte föreligga för de elintensiva ferrolegeringsverken. Produktionen i landet bedöms upphöra.

Inom branschen icke-järnmetaller kan man relativt lättare anta att en viss produktion av t.ex. aluminium ska kunna finnas kvar. Detta avser dock ej primäraluminium, som framställs genom den elkrävande elektrolytprocessen, utan aluminium som importeras i tackor för omsmältning och vidare bearbetning.

⁵ SIND, Stålindustri och gruvindustri om elpriser - na stiger starkt, PM 1988:2.

Massa- och pappersindustri

Massa- och pappersindustrin hör till de viktigaste branscherna inom den svenska industrin. Inom branschen förädlas en svensk naturresurs och av dess produktion säljs nära 70 % på den internationella marknaden. Vid en internationell jämförelse placeras den svenska massaindustrin på en tredje plats bland världens massaproducenter. På papperssidan ligger Sverige på femte plats.

I generella termer ser branschens framtidsutsikter mycket bra ut med tanke på den kontinuerligt ökande efterfrågan på papper världen över. Läget kan dock komma att förändras. Det är en kombinerad effekt av flera olika faktorer som samverkar i samma riktning.

- Elprishöjningar i samband med kärnkraftsavveckling och/eller en kraftigt ökad elanvändning. Effekten av en fördubbling av elpriset från dagens nivå har beskrivits i verkets utredning "Elpriser och svensk industri". Där kom vi fram till minskningar i produktionen på 35 % jämfört med en utveckling med konstanta elpriser.
- De effekter som uppstår i samband med åtgärder som måste vidtas för att reducera utsläppen av klororganiska substanser.
- De effekter som kan uppstå vid införandet av en koldioxidskatt på bränslen och dess inverkan på elpriset. Det handlar om en mångdubbling av elpriset. Med en tillräckligt hög koldioxidskatt kan även branschens vedpriser komma att öka.

Flera av dessa förändringar är i första hand ensidiga svenska företeelser. Konkurrenten kommer till stor del från amerikanska och kanadensiska producenter som än så länge inte har sådana krav exempelvis vad avser klorutsläpp.

De öknings av produktionskostnaderna det kan bli fråga om kan enligt flera bedömare inte kompenseras med hjälp av ny teknik. Det kan endast bli frågan om en dämpning av effekten, som inte anses tillräcklig för att branschens konkurrenskraft ska upprätthållas. Ny teknik för raffinering av mekanisk massa att studeras just nu. Skulle denna teknik visa sig hållbar betyder det mycket för eleffektivisering och branschens möjligheter att klara elprisökningar.

Stor osäkerhet råder och i samband med den är det lämpligt att tonvikten flyttas över till kvalitativa bedömningar.

Vad beträffar massa- och pappersindustrin har vi utgått från att den elintensiva produktionen av mekanisk massa- och tidningspapper har flyttats utomlands, då elpriserna i det närmaste fyrdubblats, vilket är fallet om industrin belastas med koldioxidavgifter. Papperstillverkning kan också få lönsamhetsproblem. Det som återstår är produktionen av kemisk massa, som dock inte förmår att lyfta branschens totala produktionsnivå i någon större utsträckning. En anledning är de ökade produktionskostnaderna i samband med reduktionen av de toxiska utsläppen på blekt kemisk massa. En annan anledning är att en sådan omstrukturering av branschen, dvs. en återgång till 60- eller 70-talets produktmix, är både kostsam och tidskrävande. Vid den ekonomiska avmattningen som vi antar präglade energi- och eltunga branscherna är det tveksamt om massa- och pappersindustrin kan företa sig de nödvändiga investeringarna för en sådan om-

strukturering emot branschens nuvarande inriktning mot mekanisk massa och integrerad produktion.

En annan faktor är konkurrenssituationen på virkesmarknaden. Det gäller inom vissa intervall av virkeskvaliteter. Denna kan komma att skärpas om vedeldning eller fliskondens blir undantagna koldioxidskatten. En omständighet som kan hindra att branschens produktion i det närmaste halveras är om omfördelningar äger rum mellan produktion i Sverige och utomlands. I det fallet kan den internationellt väletablerade massa- och pappersindustrin flytta de elintensiva produkternas framställning till sina anläggningar utomlands. I gengäld kan man expandera de icke elintensiva produkterna i Sverige.

Trävaruindustri

Branschen hör inte till de mest utsatta när det gäller elpriskänslighet. Att den tas upp här beror i första hand på dess interdependens med massa- och pappersindustrin. Även denna bransch konkurrerar till viss del med massaindustrin om virket. Branschen i sig har genomgått en kraftig strukturförändring som medfört såväl produktions- som sysselsättningsbortfall. Mellan 1974 och 1987 har produktionens värde sjunkit med 16% och sysselsättningen 30%. Men det finns behov av ytterligare rationaliseringar.

Enligt vissa bedömare kan trävaruindustrins produktion komma att fånga upp bortfallet inom massa- och pappersindustrin. Detta är givetvis möjligt men bara till en del enligt motiveringen ovan. En anledning är att branscherna inte konkurrerar om samma kvalitet på virkesråvaran. En viktig möjlighet, som vi bedömer det, är att ändra produktionsinriktning mot mer kvalificerade produkter. Det gäller framför allt den känsliga delbranschen sågverk. Det skulle då vara viktigt att inte som tidigare såga/sälja stapelvaror utan att specialisera sig, och i samband med det öka förädlingsgraden i produktionen. Det gäller att komma fram till mer förädlade slutprodukter, helst i form av skräddarsydda halvfabrikat.

Att branschen ska kunna fånga upp ett produktionsbortfall inom massaindustrin på uppemot 50% anser vi dock som orealistiskt. En motverkande tendens skulle kunna vara att en koldioxidskatt kan leda till högre råvarupriser. Efterfrågan på träbränslen skulle öka. Det förefaller dock osannolikt att industrins råvarupriser skulle påverkas som framgick av föregående avsnitt.

Sammanfattningsvis kan vi säga att det inte är på industrins och basnäringarnas bränsleanvändning de stora effekterna av en koldioxidbeskattning väntas inträffa. Det är i första hand koldioxidbeskattningens inverkan på elproduktionen och de elpriser denna beskattning kan leda till, som förväntas medföra de största förändringarna i dessa branscher.

Produktionsutveckling

Om den energi- och elintensiva industrin blir tvungen att bära dessa ökade kostnader kan effekterna bli mycket kraftiga. Deras återverkningar kommer in i alla samhällssektorer.

För att man ska få en uppfattning om vad det kan röra sig om när det

gäller industrins förändrade kostnadsläge har vi försökt att analysera hur energi- och elprishöjningarna inverkar på industrins produktionsmöjligheter.

Den metod vi använder oss av går ut på att utifrån industrins ökade produktionskostnader bedöma de olika branschernas framtida produktionsutveckling. Hur hårt skulle en koldioxidavgift slå på industrin både direkt och indirekt via högre el- och fjärrvärmepriser? För att ge en uppfattning om vad en koldioxidbeskattning på bränslena innebär för de mest energiintensiva branschernas kostnadsbild har vi sammanställt tabell 6.3. Tabellen baseras på 1987 års kol- och oljeanvändning.

Tabell 6.3 Bränslenas andel av industrins produktionskostnader vid koldioxidbeskattning med 100 öre/kg koldioxid, procent. Ökade produktionskostnader samt nettovinsten, 1987, miljarder kr.

	Kostnadsandel	Ökade kostnader, mdr kr	Nettovinst mdr kr
Järn- och stålverk	4,5 ¹	4,5	3,1
Jord- och stenvaru- industri	4,5	1,8	2,5
Massa- och pappers- industri	2,4	2,6	8,0
Kemisk basindustri	1,0	5,1	69,2
Industrin totalt	1,3	14,0	82,8

¹ Stålverkens koksanvändning ingår.

Som framgår av tabellen blir skattens inverkan som störst inom järn- och stålverksbranschen. Totalt motsvarar kostnadsökningen en och en halv gång branschens beräknade nettovinst 1987. Det hänger i och för sig samman med att vi antagit att koldioxidskatt betalas även för branschens koksanvändning. Koks används i stålreduktionen varvid inga koldioxidutsläpp förekommer vid produktionstillfället. Men däremot då de senare rostar. Beskattningen på koksanvändningen utgör den största delen av produktionskostnadernas ökning inom stålverken. Den motsvarar 3,2 mdr kr. Om man i stället antar att branschen inte behöver betala koldioxidskatt på koksen, reduceras skattens negativa effekt på nettovinsterna till 42 % av dagens nettovinst.

I ett sådant fall blir skattens inverkan störst inom jord- och stenvaruindustrin (i huvudsak cementtillverkningen) där den utgör drygt 70 % av branschens beräknade vinst.

Inom massa- och pappersindustrin beräknas koldioxidskatten reducera vinsten med drygt 30 %. Inom den icke-energiintensiva industrin blir motsvarande vinstreduktion 7 %, medan den för industrin som helhet blir uppemot 17 %.

I denna beräkning utgår vi från att alla branscher betalar fullt ut alla miljöskatter som har lagts på bränslen och elenergin. Prisutvecklingen för dessa energislag har beskrivits i ovanstående avsnitt.

Här blir struktureffekten betydligt större än i det fall vi presenterade tidigare, där vi utgick från att de energitunga branschernas produktion inte påverkades annat än genom de elprishöjningar som vi arbetade med i basalternativen.

Vår bedömning av de energi- och elintensiva branschernas produktion redovisas i tabell 6.4. Den avser ett fall då industrin belastas med måttliga energiprisökningar enligt basalternativen.

Tabell 6.4 Industrins produktion 2015, hög ekonomisk tillväxt

	Produktionsindex 1987=100
Gruvindustri	49
Massa- och pappersindustri	160
Kemisk basindustri	130
Jord- och stenvaruindustri	112
Järn- och stålverk	95
Metallverk	49
Verkstadsindustri	300
Industrin totalt	200

I tabellen redovisar vi de branscher som i tidigare beräkning med hög ekonomisk utveckling har skyddats från miljöskatternas inverkan på produktionskostnaderna. Vi redovisar även våra bedömningar av verkstadsindustrins produktion. Verkstadsindustrin ingår inte i de branscher som undantagits miljöbeskattningen men är mycket viktig i sammanhanget, framför allt när det gäller sammansättningen av den totala industriproduktionen.

När man lägger på miljöskatter på 100 öre/kg koldioxid i dessa branschers produktionskostnader blir ökningarna mycket kraftiga, som framgår av tabell 6.5. Här har även de ökade elkostnaderna inkluderats.

Tabell 6.5 Effekter på industrins vinster vid införande av koldioxidskatt på 100 öre/kg koldioxid samt elprishöjningar på 58 öre/kWh efter anpassning till de högre energipriserna

	Kol	Oljor	Naturgas	Fjv	El	Tot	Netto vinst	Vinst försämring procent
Gruvindustri	..	0,2	—	—	0,7	0,9	0,9	100
Massa- och pappers- industri	0,6	2,2	0,1	—	12,5	15,5	21,6	72
Kemisk basindustri	0,3	0,4	0,2	..	2,8	3,7	7,1	52
Jord- och stenindustri	1,0	0,7	0,1	..	0,7	2,5	4,8	52
Järn- och stålverk	3,0	0,9	0,1	..	2,4	6,4	6,2	103
Metallverk	0,1	0,1	—	..	0,4	0,6	1,0	60
Verkstadsindustri	0,2	3,5	0,3	1,9	9,3	15,2	176,7	9
Övrig industri	0,2	2,2	0,4	1,0	7,3	11,1	70,4	16
Industrin totalt	5,4	10,3	1,2	2,9	39,3	59,1	288,7	20

Som framgår av tabellen uppgår de beräknade kostnadsökningarna till närmare 60 miljarder kronor. Dessa ökningarna motsvarar 11% av den energiintensiva industrins totala beräknade förädlingsvärde år 2015. Kostnadsökningarna faller då tyngst på elsidan, eftersom även elproduktionen antagits bära miljöskatter som i sin tur återspeglas i elpriserna.

Industrins elkostnader stiger med 39 miljarder kronor. Den största kostnadsökningen förekommer inom massa- och pappersindustrin och

uppgår till drygt 12 mdr kronor. Miljöbeskattningens inverkan på de övriga energikostnaderna uppgår till 20 mdr kr med tonvikt på oljeprodukter (inkl. gasol).

Av tabellen framgår också de olika branschernas beräknade nettovinst vid den antagna produktionsnivån. Vidare hur denna nettovinst försämras när produktionskostnaderna ökar i respektive bransch. Inom två branscher, gruvindustrin samt järn- och stålverken, tar kostnadsökningarna ut hela nettovinsten. Även om man tog bort miljöskatten från järn- och stålverkens koksanvändning skulle prisökningarna på de övriga energislagen påverka branschens nettovinst med drygt 50%. I massa- och pappersindustrin beräknas vinstförsämringen till 70%. I dessa branscher, som således är känsliga för energiprishöjningar, väntas industriproduktionen inte kunna upprätthållas på samma höga nivå som i tabell 6.4.

Vår samlade bedömning av den energiintensiva industrins förändrade produktionsläge efter införandet av miljöskatter redovisas i tabell 6.6.

Tabell 6.6 Effekter på industrins produktion vid miljöskatter på 100 öre/kg koldioxid

	Vinst försämring %	Produktionsbortfall % ¹	Produktionsnivå (1987=100)
Gruvindustri	100	90	10
Massa- och pappersindustri	72	60	60
Jord- och stenindustri	52	47	65
Järn- och stålverk	103	79	20
Metallverk	60	53	20
Verkstadsindustri	9	4	287 (345)
Industrin totalt	20	10	180 (187)

¹ Jämfört med ett fall då den energiintensiva industrin får måttligare energiprisökningar.

Som framgår av tabellen kan man tänka sig att även företag inom icke-energiintensiva branscher, här representerade av verkstadsindustrin, kommer att få lönsamhetsproblem till följd av ökande produktionskostnader. Som en följd av detta kan de komma att dra ner på aktiviteten, här enligt våra beräkningar med 4%. På aggregerad nivå minskar inte industriproduktionen med mer än 10%. Hur det kan gå med verkstadsindustrin är dock i hög grad beroende av vad som sker med löner, växelkurs osv.

På branschnivå är däremot effekterna dramatiska. Det gäller alla de energiintensiva branscherna men framför allt massa- och pappersindustrin i vilken produktionsbortfallet (förädlingsvärdet) beräknas uppgå till en tredjedel av produktionsbortfallet i hela industrin.

Det beräknade produktionsbortfallet i industrin beräknas även leda till ett motsvarande sysselsättningsbortfall. I det fallet bedöms det uppgå till 100 000 direkta arbetstillfällen. Tar vi även hänsyn till indirekta arbetstillfällen i servicenäringar kan antalet berörda bli dubbelt så stort eller mer. För att kompensera för detta bortfall och kunna upprätthålla sysselsättningen inom industrin på samma nivå som 1987 har vi vidare antagit att de branscher som drabbas relativt minst av elprisökningar och koldioxidskatten ska kunna expandera snabbare än i fallet med miljöanpassat energisystem och hög ekonomisk utveckling. En sådan bransch är verkstadsin-

dustrin. För att illustrera detta har vi räknat med att produktionen i branschen ska behöva öka med ytterligare 20 % jämfört med antagandena i ett fall där den energitunga industrin skyddas. På så sätt kan man upprätthålla sysselsättningen på 1987 års nivå. Då verkstadsindustrins produktion väger tungt i den totala industriproduktionen innebär det att den totala industriproduktionen ökar med ytterligare 4 %.

Denna "nödvändiga" anpassning av industriproduktionen redovisas i tabellen av siffrorna i parentes.

De kraftiga förändringarna i industriproduktionen som förekommer mellan fallet då den energiintensiva industrin undantas koldioxidskatter och fallet då skatter får slå igenom, får återverkningar på industrins energianvändning, energisystemets sammansättning och koldioxidutsläppen.

Den totala energianvändningen bedöms uppgå till 139 TWh. En viss omfördelning mellan olika energislag förekommer. Kol- och koksanvändningen minskar till följd av att järn- och stålverksproduktionen i det närmaste skulle bli nedlagd. Elanvändningen minskar inte speciellt mycket jämfört med dagsläget (ca 2 TWh lägre elanvändning). I förhållande till miljöalternativet med låga energipriser för basnäringarna är det dock en minskning med 12 TWh.

Den minskade energianvändningen inom framförallt de energitunga branscherna gör att även industrins totala koldioxidutsläpp sjunker, i det fallet med 20 %. I elsystemet uppkommer ytterligare koldioxidreduktioner. Sammantaget minskar då koldioxidutsläppen så mycket att de kan hållas på dagens nivå, vilket inte var fallet då den energitunga industrin skyddades.

Men till vilket pris? En rad olika problem uppstår i samband med den omfattande omstrukturering som blir nödvändig vid övergången till ett energisystem som kännetecknas av de restriktioner vi arbetat med. Ett exempel är att energiintensiv produktion flyttar utomlands och då kan leda till större klimatpåverkan än vid fortsatt produktion i Sverige. I de följande avsnitten tar vi upp de problem vi anser som mest viktiga att studera i framtida utredningar. Det bör här poängteras att problemen som tas upp i det följande även har bäring för en situation då energipriserna ökar måttligare, som t.ex. i basalternativen. Men storleksordningen på problemen blir då mindre.

Regionala obalanser

Var i landet behövs en kompenserande expansion? Största delen av de energiintensiva och elintensiva branschernas produktion ligger i Norrland och Bergslagen. Dessa regioner är mycket känsliga ur sysselsättningssynpunkt. Närheten till råvarukällorna, skog och malm har varit en regional konkurrensfördel som stimulerat etableringar av elintensiv produktion i dessa områden. Detsamma gäller även tillgång till vattenkraft.

Nedan har vi försökt sammanställa en tabell som omfattar etableringen av massa- och pappersindustrin (SNI 34 dvs. inklusive grafisk industri) samt järn-, stål- och ferrolegeringsverken (SNI 37) i vissa län. Dessa län är Värmlands län (17), Kopparbergs län (20), Gävleborgs län (21), Väster-

norrlands län (22), Jämtlands län (23), Västerbottens län (24) och Norrbottens län (25).

Tabell 6.7 Basnäringarnas produktion, sysselsättning och elanvändning 1987 i Norrland och Bergslagen

	Produktion, mdr kr	Procent av bransch	Antal anställda tusental	Procent av branschen	Elanvändning, TWh	Procent av branschen
Massa- och pappers-industri	30,2	35,2	27,9	28,8 (54,3) ¹	10,6	55,7
Järn-, stål- och ferro-legeringsverk	20,2	50,5	23,7	52,5	4,6	60,7
Procent av industrin	8,8		6,7		31,1	
Verkstads-industrin	37,8	13,9	55,8	14,8	1,2	17,7

¹ Talet inom parentes beräknat under antagandet att sysselsättningen i dessa regioner avser endast massa- och pappersindustrin, dvs. exklusive den grafiska industrin.

Som framgår av tabellen är de energitunga branschernas etablering i dessa regioner relativt omfattande. Verkstadsindustrin är däremot relativt lite representerad. Det kan ha att göra med avståndet till marknaderna eller andra faktorer. Det som förefaller viktigt att fråga sig är hur realistiskt det är att en expansion av verkstadsindustrin skulle kunna inträffa i just dessa regioner. Kan en sådan expansion få en sådan omfattning att den kan kompensera framför allt sysselsättningsbortfallet i dessa branscher?

Fallande huspriser och lägre hyror till följd av basnäringarnas produktionsneddragning kan fungera som en av flera olika möjliga anpassningsmekanismer för ersättningsindustri i utsatta regioner. Förhållandevis billiga bostäder kan bli något slags löneförmåner och därvid underlätta rekrytering av kvalificerad arbetskraft.

Effekten skulle bli en mildring av en strukturomvandling av industrin. Samhällsstrukturen i de områden som hotas av avfolkning till följd av produktionsneddragningarna kan behållas.

Tabell 6.8 Boendekostnader som andel av disponibel inkomst, 1987.

Procentenheter

	Hysesrätt	Bostadsrätt	Småhus
Ensamstående utan barn	24	23	29
Ensamstående med barn	19	23	26
Makar utan barn	17	16	21
Makar med barn	16	19	24

Anm. Inkomst beräknad efter skatt inkl transferingar. I kostnaderna har hänsyn tagits till ränteavdrag och räntebidrag.

Källa: SCB

Som framgår av tabell 6.8 utgör boendekostnaderna en tung post i hushållens ekonomi. Mycket tyder på att boendekostnadsandelen kommer

att öka. Detta innebär att bostadsmarknaden kan bli en viktig faktor i framtiden i anpassningssammanhang.

Hur blir det med nettoexporten?

Basnäringarnas andel av Sveriges nettoexport är relativt stor. Eftersom branscherna förädlar en inhemsk naturresurs kommer en stor del av förädlingsvärdet den svenska ekonomin tillgodo. Inslaget av importerade råvaror och halvfabrikat är minimal. Så är inte fallet inom exempelvis verkstadsindustrin.

Den vikt dessa branscher har i den svenska ekonomin kan endast belysas genom en ganska omfattande input-outputanalys. För att ändå ge en uppfattning om storleksordningarna i denna fråga har vi gjort en approximation i tabell 6.9. Tabellen består av en sammanställning av produkter som kännetecknas av hög elintensitet. Även det är dock en approximation. Det finns en rad svårigheter med att definiera och stämma av de elintensiva produkterna mot respektive industribransch. Vidare redovisas verkstadsindustrins olika varugrupper.

Tabell 6.9 Import och export 1985, miljarder kronor

SITC	Varugrupp	Import	Export	Nettoexport
28	Malm och skrot	3,8	4,7	0,9
25	Massa och avfall	0,6	9,6	9,0
64	Papper och papp	2,7	25,3	22,6
52	Kemikalier	3,9	1,9	-2,0
58	Plaster, cellulosa m. m.	6,2	4,4	-1,8
59	Diverse kemikalier	2,6	1,7	-0,9
67	Järn och stål	8,2	17,1	8,9
68	Metaller	5,3	4,9	-0,4
	Elintensiva produkter	33,3	69,6	36,3
69	Metallvaror	6,5	9,3	2,8
7	Verkstadsprodukter	80,4	109,0	28,6
81	Diverse material	0,6	1,0	0,4
87	Instrument	4,8	4,8	0,0
88	Foto	2,6	0,7	-4,4
95	Vapen etc	0,5	1,6	1,1
	Verkstadsprodukter totalt	95,4	126,4	31,0
	Industrin totalt	244,7	260,5	15,8

Som framgår av tabellen svarar de elintensiva produkterna för en minst lika stor del (om man justerar för eventuella överskattningar) av nettoexporten som verkstadsprodukterna i dess helhet. Det trots att endast begränsad hänsyn har kunnat tas till att verkstadsindustrin importerar en stor andel halvfabrikat m. m. för sin produktion. Enligt vissa uppskattningar kan denna import röra sig om mellan 40 och 50 % av branschens produktionsvärde.

De elintensiva branschernas betydelse för landets bytesbalans behöver således belysas.

Basnäringarna och utlandsetableringar

De branscher vi har valt att analysera är massa- och pappersindustri samt järn- och stålindustri. Båda kännetecknas som mogna branscher som dessutom är beroende av export.

I företagens strategiska planering ingår att slå vakt om marknadsandelarna. Inom massa- och pappersindustrin går ca 70 % av produktionen på export. De svenska skogsbolagen deltar i den internationella kampen om marknadsandelarna. Branschen har också sedan länge internationaliserat sig. Företagsköp i utlandet, betingade av närheten till råvaror, men framförallt i syfte att nå avlägsna marknader, har gjort att svenska koncerner äger fabriker i flera skogsrika länder som Kanada, Brasilien, Portugal och även Frankrike.

De senaste åren har detta behov vuxit sig allt starkare med tanke på EGs inre marknad. Flera företagsköp är därför att vänta, varvid kapacitetsutbyggnaden i branschen framöver kan väntas inträffa på den internationella, med tonvikt på den europeiska, marknaden.

Vid sidan av EG-marknadens betydelse finns det även två andra skäl till branschens ökande intresse för internationell etablering. Det ena är tillgången på skogsråvaran i Sverige och den andra är tillgången och priset på elenergi i framtiden.

Även inom järn- och stålverken förekommer liknande tendenser. För den svenska järn- och stålindustrin har specialiseringen av produktionen varit en förutsättning för överlevnad efter stålkrisen. Produktionen är ju relativt liten mätt med internationella mått. De svenska stålföretagen har genom denna specialisering uppnått en ledande position på vissa marknads- och produktområden. Nya stålprocesser har uppfunnits och utvecklats i Sverige, som gjort framställning av högkvalitativa stålsorter och legerade specialstål möjlig.

Även framöver bedöms branschen ligga väl till internationellt sett vad beträffar produktivitet, produktionsteknik, produktutveckling och sist men inte minst marknadsföring. Väl fungerande försäljningsorganisationer är etablerade världen över sedan lång tid tillbaka (Sandvik, Johnsons, Fagersta, Uddeholm).

I dagens läge kan man konstatera att det nästan bara finns en producent för varje stålprodukt. Numera räknar man inte med att kunna rationalisera mera inom landets gränser. Rationaliseringen sker på internationell nivå via sammanslagning av svenska och utländska företag och produktutbyte över gränserna. Denna process kommer av allt att döma att fortsätta in på 1990-talet.

Avslutande kommentarer

En annan fråga som uppkommer är att problemen flyttas till andra länder. Om de restriktioner vi arbetat med är ensidiga svenska företeesler försämrar industrins konkurrenskraft och produktionen i Sverige läggs ned. Produktionen kan etableras på andra ställen i världen eller helt upphöra. Medan produktionen i Sverige sjunker eller upphör fortsätter konsumtionen av varorna i ungefär samma omfattning. Landets och världens behov av dessa konsumtionsvaror bedöms ej minska. Världsproduktionen fort-

sätter och den svenska efterfrågan kan komma att tillgodoses med import. En koldioxidskatt på svensk industriproduktion leder alltså inte till någon sänkning att tala om av de globala koldioxidutsläppen. Det kan t. o. m. bli frågan om en ökning av koldioxidutsläppen om produktionen flyttas till andra länder som har mindre energi- och utsläppseffektiva produktionsprocesser. Om man vill reducera utsläppen får man i stället minska konsumtionen av varor som för med sig stora utsläpp eller verka för en internationell begränsning av utsläppen.

Vem ska fylla i gapet? För att kunna upprätthålla ett jämviktsläge i den svenska ekonomin utgår vi ifrån att andra icke energiintensiva branscher ska expandera. På lång sikt väntar vi oss att varken bytesbalansen eller sysselsättningen drabbas. En sådan expansiv bransch är i våra antaganden verkstadsindustrin. Frågan är om den kan expandera så mycket som vi räknar med eller så mycket som kan komma att behövas för att uppnå ekonomisk jämvikt. Betydelsen av detta diskuterades bl. a. i kapitel 5 där vissa kostnadsbedömningar gjordes.

Av den analys vi har presenterat här kan vi sammanfattningsvis säga att basnäringarna är viktiga för landets välbefinnande. De elprisökningar som följer i samband med att Sverige går över till ett miljöanpassat energisystem kan innebära kraftiga omstruktureringar av den svenska industrin med tonvikt på basnäringarna. Sett från statens sida blir denna strukturomvandling ett viktigt problem, vad beträffar bl. a. sysselsättningen och regional balans.

Om Sverige ensamt inför alla dessa energipolitiska restriktioner kommer vi förr eller senare att behöva konfrontera denna kraftiga strukturomvandling.

Hur kan transportsystemet ändras?

På persontransportsidan har personbilens andel av det totala persontransportarbetet under 1970- och 80-talen ökat kraftigt. År 1987 svarade personbilen för 75 % av persontransportarbetet mätt i personkilometer. Motsvarande andel för kollektivtrafiken var 18 %. Resterande 7 % svarade gång- och cykeltrafiken för.

Enligt Transportrådets person- och trafikprognos 1989:5 kommer persontransporter att öka med 30 % fram till år 2015 jämfört med 1987 års nivå. Personbilen beräknas år 2015 fortfarande vara det transportmedel som utför det största transportarbetet.

På godstrafiksidan har lastbilstrafikens marknadsandel ökat kraftigt under efterkrigstiden. Denna utveckling väntas hålla i sig. I Transportrådets prognos för godstrafiken beräknas lastbilstrafikens andel av det totala godstransportarbetet, mätt i tonkilometer, öka från 34 % år 1987 till 36 % år 2015.

Att personbilen år 2015 fortfarande är det dominerande transportmedlet för persontrafiken och att lastbilstrafikens transportarbete ökar till år 2015 är ur miljö- och energibesparingssynpunkt en negativ utveckling. I föreliggande kapitel ska vi titta på möjligheter att minska transportsektorns energianvändning och miljöpåverkan genom dels överföring av bil- och lastbilstransporter till andra transportmedel som använder mindre

energi för ett givet transportarbete, dels minskning av fordonens specifika bränsleförbrukning, dels användning av alternativa drivmedel.

Energieffektivitet inom transportsystemet

Här ska vi titta på möjligheter att effektivisera energianvändningen inom transportsektorn genom överföring av transportarbete till energisnåla transportmedel från transportmedel som är mindre energieffektiva.

Persontransporter

I tabell 6.10 jämförs olika transportmedels energiåtgång, inklusive energiförluster vid produktion av bränslena, för långväga resor. Värdena är hämtade ur TFB-rapporten "Energisnåla persontransporter?". De eldrivna fordonens bränsleförbrukning har omräknats till 45 % verkningsgrad, inklusive överföringsförluster vid elgenereringen.

Tabell 6.10 Energiåtgång vid långväga resor för olika färdmedel

	Personbil		Buss	Järnväg	Flyg
Personer	2		11	190	30 (SAAB 340)
	liten	stor	linjebuss	järnväg	90 (DC-9)
kWh/mil	3,1	4,9	2,9	3,0	5,2–9,5

Källa: TFB 1986: 6,⁶ SAAB-SCANIA

På grund av att varje transportmedel arbetar inom skilda kapacitetsintervall går det inte att generellt utse det mest energieffektiva transportmedlet. Vid stora resandeströmmar medför emellertid en överföring av transportarbete från personbil och flyg till buss och järnväg att transportsystemet blir mer energieffektivt.

Ovanstående visar att minskad energiåtgång för ett givet transportarbete skulle vara möjligt att uppnå. Huruvida det går att ytterligare minska kollektivtrafikens energiåtgång per transportarbete genom att öka medelbeläggningen är oklart då det råder stora obalanser i resandeströmmarna. Tunnelbanan kan t. ex. ofta vara fullbelagd i en riktning, medan returtransporten har låg beläggning.

En bil-/vägtull eller en koldioxidskatt på drivmedel skulle medföra en överföring av transportarbete från personbilen till kollektiva färdmedel. En avgift på 25 kr/dygn för att få köra bil i Stockholms innerstad har av Stockholms läns trafikkontor beräknats⁷ reducera bilresandet med 30 % i rusningstrafik. I bränsletermen innebär det knappt 1 % lägre bensin-användning för hela landet. För närmiljön skulle det däremot betyda mer. Hur energiåtgången för kollektivtrafiken ökar till följd av en områdesavgift är oklart. Det beror på om kapacitetstaket för vissa linjer är nått eller ej.

Andra sätt att öka kollektivtrafikens andel av transportarbetet är att bygga ut och förbättra den. En utbyggnad i städerna bör vara inriktad mot eldrivna transportmedel eftersom de kräver lite energi per transportarbete och inte ger några utsläpp längs färdvägen.

⁶ TFB-rapport 1986: 6 Energisnåla persontransporter.
⁷ Stockholms Läns Landsting Trafikkontoret informerar 1988: 1.

På längre sikt har bebyggelseplaneringen stor effekt på transportbehovet och val av transportmedel. Bebyggelse som är integrerad med arbetsplatser skapar större möjligheter för ett mindre transportbehov än 1960- och 70-talens "sovstäder" och industriområden. Förutsättningarna för en sådan integrering har ökat då stora arbetsplatsers utsläpp har minskat. Vidare är det ur energisynpunkt viktigt var nya bostads- och industriområden växer upp. Önskvärt är att nya bostadsområden växer upp i närheten av befintlig infrastruktur för kollektivtrafiken och att industrier läggs där transportbehovet minimeras givet de andra krav som ska uppfyllas.

Godstrafiken

I tabell 6.11 visas den *totala* energiåtgången vid godstransporter, dvs. inklusive energiförlust vid produktion av bränsle, för transporter med olika transportmedel. Verkningsgraden för elgenerering inklusive överföringsförluster antas vara 45 %.

Tabell 6.11 Energiåtgången per tonkm för olika transportmedel

	Lastbil	Järnväg	Fartyg
Nyttolast	33 ton	750 ton	8 000 ton
kWh/ton mil	1,44	1,27	0,44

Källa: TFB 1988: 12.⁸

Av tabellen framgår det att fartyget är det klart mest energieffektiva transportmedlet för stora godstransporter. Därefter kommer järnvägen. Det mest energikrävande transportmedlet är lastbilen.

Snabbare och bättre transporter har sannolikt större effekt på järnvägens och sjöfartens möjligheter att konkurrera om de långa lastbilstransporterna än en koldioxidskatt. En faktor som talar för en överföring av transporter från lastbilen är konceptet kombitransporter, som möjliggör snabbare godstransporter. Eftersom hela containern lyfts vid omlastning minskar också risken för skador på godset. En typ av transporter som helt och hållet skulle kunna utföras av järnvägen är transittrafik med lastbil.

Lokalisering av stora industrier torde ha en stor effekt på transportbehovet för gods. Således är det ur transportsynpunkt en fördel om industrier läggs i närheten av befintlig infrastruktur för de mera energieffektiva transportmedlen järnväg och sjöfart.

Hur minskas fordonens specifika förbrukning?

Fordonets specifika bränsleförbrukning kan minskas dels med fordonstekniska åtgärder, dels med förarrelaterade åtgärder. Möjliga fordonstekniska åtgärder är sådana som påverkar fordonets luft-/rullmotstånd, tjänstevikt, storlek, motorns verkningsgrad och storlek, kraftöverföringens verkningsgrad och utväxlingsförhållanden. Väg- och Trafikinstitutet har i sitt med-

⁸ TFB-rapport 1988: 12. Skogsindustrins systemtransporter.

delande nr 455 redovisat skattningar på bränslesparpotentialer för både personbilar och lastbilar.⁹

Om samtliga dessa åtgärder genomfördes på personbilar, så mycket som är tekniskt möjligt och full genomslagskraft uppnåts, skulle personbilar-
nas bränsleförbrukning vara 57 % lägre i relation till 1982 års förhållanden. För fordon med en totalvikt över 3,5 ton medförde motsvarande åtgärder förutom ändrat utväxlingsförhållande en bränslebesparing på 40 %. Ytterligare bränslebesparingar kan ske genom att på tunga fordon använda en bränsleoptimerad växellåda.

Ovanstående visar att det är möjligt att kraftigt minska vägtrafikens energianvändning, om än inte i den omfattning som har angivits. Utvecklingen under 1980-talet indikerar också möjligheter att reducera personbilens specifika förbrukning eftersom den genomsnittliga specifika bränsleförbrukningen för nyproducerade personbilar har sjunkit, trots att försäljningen av större bilar med större motorer under samma period har ökat.

Vidare kan den specifika bränsleförbrukningen minska genom mjukare körning, exempelvis information till bilförarna om emissioner och bränsleförbrukning till följd av mycket gaspådrag. Sannolikt är bränslesparpotentialen för sådana åtgärder större för den tunga trafiken än för den lätta.

Alternativa bränslen

I ett så långt perspektiv som fram till år 2015 hinner mycket hända, kanske framför allt på tekniksidan. Detta gör det svårt att förutsäga något om vilka bränslen eller drivsystem som i framtiden kommer att vara fördelaktiga ur miljö- och energisynpunkt. I detta avsnitt ska vi i korthet ta upp kostnader och miljö- och energivinster vid övergång till andra bränslen istället för bensin och diesel. De bränslen vi berör här är de som allmänt anses ha möjlighet att ersätta befintliga bränslen.

Att använda *motoralkoholer* i stället för bensin eller diesel är tekniskt möjligt. Den nuvarande generationen av alkoholmotorer har dock problem med starter vid låga temperaturer och körning med kall motor. För att kunna utnyttja alkoholernas goda egenskaper som motorbränsle i stället för bensin krävs därför motorer som är optimerade för alkoholer. För ersättning av diesel som bränsle krävs det antingen tillsatser i alkoholerna eller motortekniska åtgärder för att åstadkomma tändning.

Jämfört med bensin som bränsle är alkoholernas emission av framförallt kväveoxid lägre. Emellertid är skillnaden mellan utsläppen för en bensindriven katalysatorbil och en alkoholdriven bil liten. Även med en katalysatorförsedd alkoholbil torde inte kväveoxidutsläppen vara mycket lägre än för bensinbilen. Gemensamt med bensinmotorn är höga utsläpp innan motorn blivit tillräckligt uppvärmd.

Användningen av alkoholerna som bränsle i stället för diesel skulle medföra stora förbättringar av den tunga trafikens utsläpp av kväveoxider, partiklar och aromater.

Merkostnaden i ett fall då flertalet svenska fordon drivs med metanol i stället för bensin och diesel har uppskattats till 3 miljarder kronor per år i 1981 års priser (Dsl 1982:12 Strategi för alternativa drivmedel). Med etanol som bränsle blir merkostnaden större, då etanolen är mer kostsam att producera.

⁹ VTI-meddelande 455
Landsvägstrafikens
bränsleförbrukning.

Naturgas kan användas som bränsle i både bensen- och dieselmotorer men det krävs motortekniska förändringar. För bensenmotorn är det bränslesystemet som behöver ändras medan det för dieselmotorn även krävs antingen tändstift eller ett pilotbränsle för att åstadkomma tändning.

I jämförelse med bensindrivna bilar är emissionen av kväveoxid lägre. Jämförs katalysatorbilar med varandra medför naturgas en högre kväveoxidemission. Försök med tunga fordon drivna med naturgas har gett lägre utsläpp av såväl kväveoxider som kolväten.

Naturgas som fordonsbränsle ställer stora krav på bränsletanken då gasen är mycket explosiv. Används motorgas som är tyngre än luft är explosionsrisken vid en läcka stor då gasen koncentreras längs marken.

Eldrift

Att driva fordon med elenergi har positiva miljöeffekter jämfört med bensindrivna fordon, eftersom det inte uppstår några emissioner längs fordonets färdväg. Däremot kan emissioner uppstå i varierande grad vid produktion av elenergin, beroende på vilket sätt den produceras.

Eldrivna fordon kan vara dels batterifordon och dels fordon som måste vara i kontakt med elnätet. Exempel på den senare typen av fordon är trådbuss, där kontakt sker med luftledningar. Ytterligare exempel på eldrivna fordon är ett hybridfordon som ibland drivs med en förbränningsmotor och ibland med batteri.

Det finns i dag batterifordon tillgängliga på kommersiell basis. Nackdelen med dagens batterifordon är bristen på batterier som medger längre körsträckor.

Vid en övergång från bensindrivna personbilar till elbilar eller hybridbilar krävs stora investeringar för att bygga upp ett nytt system för drivmedelstillförseln (el). Används hybridbilar (bensen/el) så behöver det befintliga nätet av bensinstationer kompletteras med ett nät av laggdningsaggregat. Vidare så måste uttjänta batterier tas om hand på ett tillfredsställande sätt. Det är således stora och mycket kostsamma investeringar som krävs. Dessa kommer troligtvis inte till stånd utan politiska beslut i frågan.

Med trådbundna fordon är körsträckan obegränsad, men fordonet är bundet till kontaktledningsnätet. Ett sätt att minska detta beroende är att förse fordonet med en drivkälla som är fristående från kontaktledningsnätet, t. ex. en förbränningsmotor. Ett sådant system skulle minska kravet på utbyggnad av kontaktledningsnätet och därmed eventuellt reducera kostnaden för ett sådant system.

I tabell 6.12 visas de totala koldioxidutsläppen för olika bränslen vid ersättning av bensen. Bensinvolymen som används som referens är den volym som är prognostiserad i alternativet med låg ekonomisk tillväxt och en koldioxidskatt på 35 öre/kg utsläpp.

Enligt tabellen ger en övergång från bensen till alkoholer som bränsle en marginell reduktion av personbilarnas koldioxidutsläpp. Variationer i etanolens koldioxidutsläpp beror på inhemsk produktion av etanol från biomassa. Det lägre utsläppet är då inhemskt producerad etanol används i möjligaste mån. Vid produktion av inhemska bränslen, etanol, biogas åtgår mer energi än vid produktion av bensen. Detta medför att koldiox-

Tabell 6.12 Beräknad koldioxidemission år 2015 vid användning av olika bränslen. Personbilarnas bensinanvändning approximeras till att vara transportsektorns totala bensinanvändning

	Bensin	Etanol	Metanol	Naturgas	Bensin/El
1 000 m ³	5 200	8 050	10 700	17 300	2 860
milj ton koldioxid	12,1	10,5 – 12,5	11,8	9,5	+ 6,6TWh*

* Elenergi för att utföra samma transportarbete med en hybridbil, som i genomsnitt ersätter 45 % av bensinförbrukningen, dvs. 2 860 000 m³ används. Koldioxidutsläppet är beroende på hur elen genereras. Den övre gränsen avser ett naturgasdrivet kraftvärmeverk, medan den undre gränsen avser vatten- eller biokraft. Även med kolkondenskraft skulle transportsektorns koldioxidutsläpp minskas, men då endast med 1 Mton.

idutsläppen i transportsektorn minskar, men den ökar i industrisektorn om inte biobränsle används som processbränsle. Naturgas som bränsle ger lägre utsläpp av koldioxid, men högre kväveoxidutsläpp. Med en hybridbil (el/bensin) kan koldioxidutsläppen reduceras avsevärt. Ytterligare bränslesubstitution kan uppnås i takt med att bättre batterier tas fram.

Avslutande kommentarer

Vi har i detta kapitel nämnt möjligheten att minska transportsektorns energianvändning dels genom transportöverföringar till mera energieffektiva transportmedel, dels genom att öka energieffektiviteten hos fordonen. Vidare tittade vi på om transportsektorns utsläpp av främst koldioxid kunde reduceras vid en övergång till alternativa bränslen.

Sammanfattningsvis kan det sägas att det finns en stor potential för energieffektivisering hos fordonen, men att det krävs kraftiga styrmedel för att realisera den eftersom världsmarknadspriset på bensin väntas vara lågt inom en överskådlig framtid.

När det gäller transportöverföringar för att få ett mera energieffektivt och miljövänligt transportsystem, medför en koldioxidskatt en viss överföring främst för persontransporter. För att få en större och mer bestående överföring krävs det dock en utbyggnad av kollektivtrafiken. För godstrafiken kan det inte bli frågan om samma omfattande överföring mellan transportmedel till följd av en koldioxidskatt. Kapacitets- och kvalitetshöjande åtgärder för järnvägen skulle sannolikt medföra en större transportöverföring än vad prispåverkande åtgärder kan göra.

En övergång från bensin och diesel till alternativa bränslen medför stora kostnader och har i de flesta fall inte så stor effekt på transportsektorns koldioxidutsläpp. Undantagen är övergång från bensindrivna personbilar till eldrivna personbilar och eldriven kollektivtrafik, som kan reducera Sveriges totala koldioxidutsläpp. Detta leder dock till ökad elanvändning.

En övergång till alternativa bränslen kan emellertid medföra regionala och lokala förbättringar på miljön. Detta torde främst gälla övergång från diesel till motoralkoholer som bränsle i tunga fordon. Vidare skulle en övergång från dieseldrivna stadsbussar till eldrivna tråd-/rälsbussar kunna medföra stora förbättringar av luftkvaliteten i städerna.

Sjuka hus

Under 1900-talet har den hygieniska standarden i våra byggnader höjts så att många tidigare hälsoproblem har eliminerats. Men nya problem har då kraftigt aktualiserats. En sammanfattande benämning på dessa problem är "sjuka hus". Detta begrepp definieras i den nyutkomna Allergiutredningen.¹⁰ "Med sjuka hus avses hus med sådana brister som har samband med byggnadens utförande, drift, brukande och/eller underhåll, vilka leder till besvär och hälsorisker hos människor som vistas i byggnaden."

De faktorer som påverkat luftkvaliteten inomhus är den stora utbyggnaden av bostäder, energisparåtgärderna, användning av fuktig mark, användning av nya obeprövade material och konstruktioner (ventilationssystem inräknat).

Det "mått" som ofta används för luftutbytet i bostäder är luftomsättningen per timme. I den svenska byggnormen rekommenderas 0,5 oms/h som minimum. Undersökningar visar att luftomsättningen i många bostäder understiger normen.

Genom de billiga sparåtgärderna (tätning av dörrar och fönster) har man minskat den så kallade ofrivilliga ventilationen. Därför är det viktigt att den avsedda ventilationen fungerar bra. Men just ventilationen ställer oftast till problem.¹¹ Låg luftomsättning noteras i alla åldersklasser av småhus och flerbostadshus. Andelen lägenheter med för låg luftomsättning ökar ju nyare husen är. Som exempel kan nämnas att enligt verkets bedömningar 86 % av småhus med självdragsystem byggda efter år 1972 har för låg luftomsättning. Liknande siffra noteras i de nyare flerbostadslägenheter med självdragsventilation.

På grund av den låga luftomsättningen stannar föroreningspartiklar längre i luften och människan exponeras mer för dessa föroreningar. Med föroreningar menas här allt som är skadligt för hälsan dvs. radon, asbest, formaldehyd, ämnen från golvspackel, mögel, alger, dammkvalster.

Inomhusluftens betydelse för hälsobesvär är inte fullständigt känd. Vissa ämnens effekter på människors hälsa har dock undersökts mer än andra. Särskilt saknas kunskap om hälsobesvären vid låga doser. Detsamma gäller samverkan mellan olika ämnen i låga doser och hög total ämneshalt i luften. Hur allvarlig hälsoeffekten är beror bl. a. på individens känslighet, exponeringsnivån, exponeringstiden, kroppens "försvar", eventuell tillgänglig medicinsk behandling m. m. Individens känslighet i sin tur varierar och kan t. ex. bero på åldersskillnader och tidigare exponering för en viss faktor, men den är också genetiskt betingad.

Alla riskbedömningar är mycket osäkra. Samband mellan radonintag via andning och lungcancer är bevisad. Däremot är uppskattningar av lungcancerfrekvens pga. radon i bostäder osäkra. Bedömningen bygger på ett antagande om linjär ökning av riskerna vid ökade doser. Med hjälp av gruvarbetarundersökningar uppskattar SSI att antalet lungcancerfall orsakade av radon i bostäder per år på lång sikt blir 1 100 fall (det sanna värdet anses ligga mellan 300–3 000 fall per år). Cancerkommittén gjorde år 1984 en bedömning att ca 300 personer kunde förväntas dö pga. radon (det troligaste intervallet 100–1 000 fall per år). Nedjusteringen beror på att man anser att gruvarbetarmiljöerna var mycket sämre än bostadsmiljöerna.

¹⁰ SOU 1989: 76.

¹¹ Inomhusluft och energi, underlag för energiprognoser, scenarier, statens energiverk, september 1989.

Dessutom finns det goda skäl att anta att även problemen med astma, allergier och eksem ökar när inomhusmiljön försämras. "Sambandet mellan den dåliga inomhusluften och utveckling av allergi och annan överkänslighet har varit förhållandevis lite uppmärksammas. Vi vet i dag inte tillräckligt för att ange enskilda faktorerens relativa betydelse. Vi vet dock tillräckligt för att konstatera att luften inomhus har betydelse för utveckling av allergi och annan överkänslighet" skriver Allergiutredningen.

Ca 20 % av Sveriges befolkning har överkänslighetsbesvär och en tredjedel av våra barn lider av någon form av allergi eller överkänslighet. Totalt dör årligen 1 200 personer med astma som direkt eller indirekt orsak (SOU 1989: 76).

Man kan dra slutsatsen att en del energisparande åtgärder har resulterat i väldigt omfattande problem. Målet att spara energi har inte visat sig vara förenligt med en bra kvalitet på inomhusluften. Felaktigt genomförda energisparåtgärder är en hälsofara. Vi citerar Allergiutredningen.

"Allergiutredningen föreslår att dagens kunskap om hälsorisker i form av allergi/överkänslighet vägs in i planeringen av landets energiförsörjning. Utgångspunkten måste vara att förena energihushållning med hälsokrav."

Vad kan man göra inom energiområdet för att förbättra hälsoläget?

Trots att vi är väl medvetna om att alla siffror i detta sammanhang är behäftade med stor osäkerhet kommer vi att använda de exakta sifferbedömningarna. Då tror vi nämligen att det kan vara lättare att följa vår exakta beräkningssång.

Enligt verkets beräkningar behövs det 3,6 TWh årligen för att öka luftomsättningen till 0,5 oms/h i alla våra bostäder (exkl. lokaler).¹²

Det finns uppskattningsvis 40 000 lägenheter med radondotterhalter överstigande 400 Bq/m³ samt 90 000 lägenheter med radondotterhalter mellan 200–400 Bq/m³. Val av åtgärder mot radon beror på radonkällan, dvs. om det är byggnadsmaterialet, marken eller hushållsvattnet eller en kombination av dessa som ger upphov till den förhöjda radondotterhalten i bostaden.¹³

I bostäder med radondotterhalter som är *högre än 400 Bq/m³* bedöms att alla dessa åtgärder reducerar radondotterhalten till en nivå som innebär en reduktion av antal dödsfall med 151. Energiinsatsen blir då:

- för att öka luftomsättningen till 0,5 oms/h 75 GWh/år¹²
- ytterligare ökning av luftomsättningen pga. att t.ex. starkt radonavgivande byggnadsmaterial förekommer i stor utsträckning samt för drift av fläktar (radonbrunnar, radonsugar) 49 GWh/år¹³.

Sammanlagt skulle således energiförbrukningen behöva öka med 124 GWh/år. Relaterar man reducerat antal dödsfall till denna energiinsats innebär det 151 fall per 124 GWh dvs. 1,2 fall per 1 GWh (eller 1 200 fall per 1 TWh).

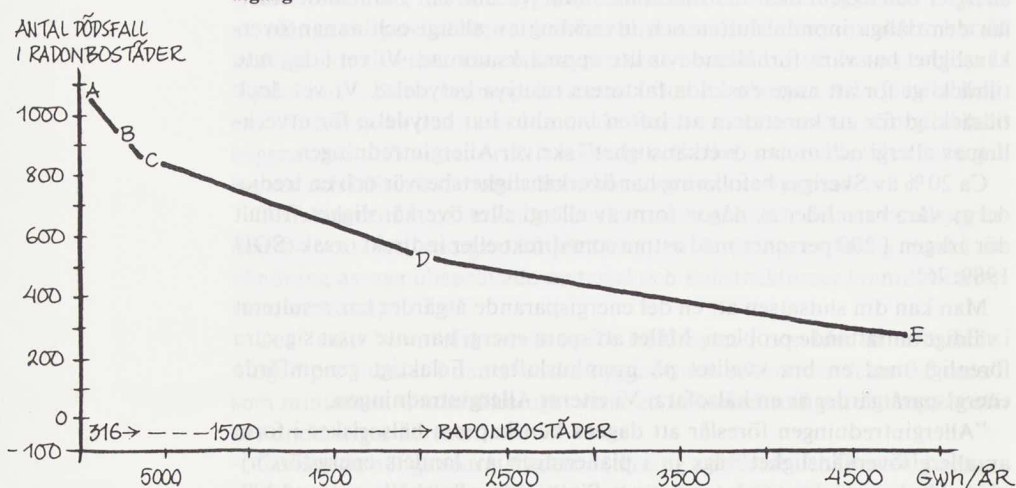
I bostäder med radondotterhalter 200–400 Bq/m³ bedöms att alla ovanstående åtgärder reducerar antalet dödsfall med 80. Energiinsatsen i den gruppen är

- för att öka luftomsättningen till 0,5 oms/h 151 GWh¹²
- ytterligare ökning av luftomsättningen och drift av fläktar 41 GWh/år¹³

¹² Inomhusluft och energi, statens energiverk, september 1989.

¹³ Radon och hälsoskydd. Råd enligt hälsoskyddslagen. Socialstyrelsen. Hälsoskyddsbyrån, konsultbilaga, 1989.

Figur 6.5 Teoretisk bedömning av antalet dödsfall p.g.a. radon i bostäder och energi-åtgång



Sammanlagt får vi en ökad energiinsats på 192 GWh/år. Detta ger 80 fall/192 GWh dvs. 0,4 fall per 1 GWh (400 fall per 1 TWh).

Figur 6.5 visar ett *teoretiskt* samband mellan antal dödsfall pga. radon och energi i radonbostäder. Det teoretiska antagandet om lågdosstrålning ligger till grund för bedömningen.

Vid dagens luftomsättning bedömer SSI att 1 100 människor kommer att dö pga radon i bostäder (punkt A). Verkets bedömningar visar att åtgärder mot radon genom bl. a. ökning av luftomsättningen i bostäder med radon-dotterhalten större än 400 Bq/m³ kan minska antal döda med 151 fall/år (punkt B). Åtgärder i gruppen 200–400 Bq/m³ ger minskning av antal dödsfall med 80 fall/år (punkt C). I punkt C skulle i princip alla värst drabbade radonbostäder ha en luftomsättning på minst 0,5 oms/h.

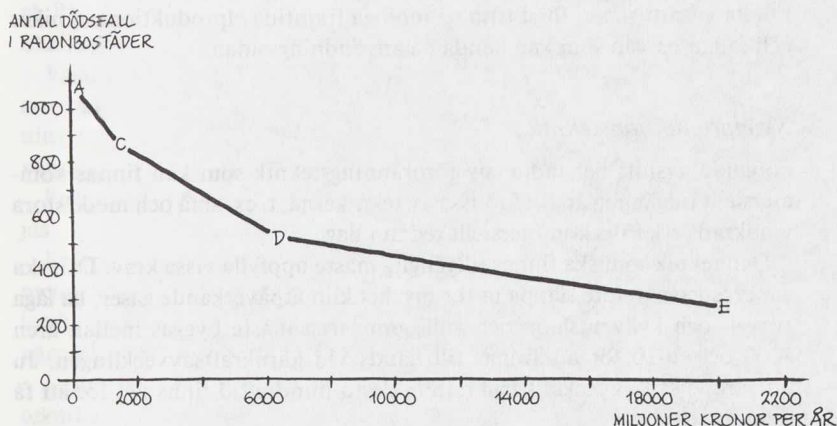
Den normerade luftomsättningen på 0,5 oms/h är oftast inte tillräcklig¹⁴. Ytterligare ökning av luftomsättningen i radonbostäder till t. ex. 1,0 oms/h kräver ytterligare energi. Verkets bedömning är att för ökning av luftomsättningen till 1,0 oms/h i radonbostäder krävs det 1,5 TWh. Genom detta kommer antalet dödsfall att minskas med 345 fall (punkt D) dvs. 345 fall/1 500 GWh ger 0,23 fall per GWh (eller 230 per 1 TWh).

Bilden kan kompletteras med den energi som behövs för att öka luftomsättningen i *alla bostäder* till det normerade 0,5 oms/h som uppgår till 3,4 TWh per år, varav endast 0,1 TWh beräknas ligga i radonhus. Det är först då som någon större förbättring skulle kunna ske när det gäller astma, allergier m. m. Dessa problem kan ju uppstå i såväl radonhus som i andra sjuka hus. Med den energiinsatsen reduceras antal dödsfall i radonbostäder med 231 fall. Det innebär 66 fall per 1 TWh.

Ökar man luftomsättningen för alla hus ytterligare, till 1,0 oms/h krävs 16,6 TWh och antal reducerade dödsfall i detta intervall bedöms bli 345, vilket innebär ca 20 fall per 1 TWh. Vill man öka luftomsättningen till 2,0 oms/h krävs det ca 47 TWh. Här räknar vi med lönsamhet i återvinning med en verkningsgrad på 50%. I detta intervall reduceras antal dödsfall

¹⁴ En mer utförlig diskussion kommer att finnas i underlagsrapporten "Effekter på miljö, hälsa och risker inom energiområdet", som är under utarbetande.

Figur 6.6 Teoretisk bedömning av minskat antal dödsfall och kostnader



med ca 270, dvs. 5,7 fall per 1 TWh (punkt E). Ökning av luftomsättningen till 3,0 reducerar antal dödsfall med 130, dvs. ca 2,7 fall per 1 TWh. I beräkningarna ovan har vi bara tagit hänsyn till riskerna i radonhus. Man kan även titta på kostnader¹⁵ och relatera dessa till antalet dödsfall. Detta framgår av figur 6.6.

Åtgärder i radonbostäder med radondotterhalter högre än 200 Bq/m³ uppgår till 164 milj kr i kapital och 221 milj kr för energi, dvs. 385 milj kr totalt. Övriga bostäder kräver ca 1 000 milj kr i form av energikostnad för ökad luftomsättning. Detta ger totalt ca 1,4 miljarder kr per år. Antal reducerade dödsfall var här 230, dvs. ca 6 milj kr per dödsfall.

Ökning av luftomsättningen till 1,0 oms/h kräver ca 400 milj kr i energikostnader i radonbostäder och 4 500 milj kr i övriga, dvs. ca 4 900 milj kr sammanlagt. Här reduceras antal dödsfall med 340, dvs. med 14,4 milj kr per fall. Till detta kommer sedan ökade kapitalkostnader för bl. a. värmeåtervinning. På samma sätt ger ökning av luftomsättningen till 2,0 oms/h en energikostnad på ca 14 miljarder kr och antal reducerade dödsfall är här 270, dvs. ca 52 milj kr per fall.

Om vi dessutom tar hänsyn till de minskade problemen med astma och allergier skulle kostnaderna per fall minska ytterligare.

Dessa bedömningar är således grundade på det *teoretiska* antagandet om linjärt ökande risker vid ökande strålning.

Det är viktigt att notera att någon hänsyn till problemen med astma och allergier *inte* har tagits. Här kan vi bara konstatera att det totala antalet dödsfall till följd av astma m. m. ligger på samma nivå som SSI:s riskuppskattningar för radon. Om luftomsättning och energi har stor betydelse för dessa problem blir riskpåslaget på radonproblemet stort, och vice versa.

Eftersom det skulle vara mycket svårt och dyrt att hitta styrmedel som exakt identifierar de korrekta åtgärderna för varje enskilt hus, torde våra bedömningar av energibehovet vara *underskattade* för en praktisk situation. Det är möjligt att man måste tillgripa styrmedel över hela linjen för att i praktiken lösa problemet med de "sjuka husen". Men då skulle också de hus som i dag är någorlunda "sunda" bli än sundare.

¹⁵ Inomhusluft och energi, underlag för energiprognoser, Scenarier, statens energiverk, september 1989.

Ny energiteknik

I detta avsnitt ska vi först titta på möjliga framtida elproduktionstekniker och sedan på vad som kan hända på användningssidan.

Ny elproduktionsteknik

Följande avsnitt behandlar ny förbränningsteknik som kan finnas kommersiellt tillgänglig år 2015. Vissa av teknikerna, t. ex. små och medelstora vindkraftverk säljs kommersiellt redan i dag.

Den teknik som ska finnas tillgänglig måste uppfylla vissa krav. Den ska vara resurssnål, inte släppa ut för mycket klimatpåverkande gaser, ha låga svavel- och kväveutsläpp och anläggningarna måste byggas mellan åren 2000 och 2010 för att finnas till hands vid kärnkraftsavvecklingen. Ju tidigare vi ska avveckla kärnkraften, desto mindre tid finns det för att få fram ny teknik.

Utsläppskraven på svavel och kväve kan klaras med dagens teknik. Kraven på resurssnåla tekniker kräver höga verkningsgrader så att bästa möjliga utnyttjande av ingående bränsle kan göras. För att minimera utsläpp av klimatpåverkande gaser bör så små mängder fossila bränslen som möjligt användas, i alla fall innan vi vet hur koldioxid ska kunna lagras eller omvandlas. För elproduktionen kan detta innebära att fossila bränslen måste användas i mindre skala. Därvid kommer produktionen av skogsbaserade bränslen förmodligen att öka. För att inte transportbehovet av dessa bränslen ska bli för stort måste den kraftvärmebaserade elproduktionen med hög verkningsgrad utnyttjas i största möjliga utsträckning. Om trädbränslen används för elproduktion i kondensanläggningar kommer tillgången på bränsle att bli ett problem. Hur stor tillgången på inhemskt bränsle är redovisades tidigare i kapitlet.

Kraftvärme

Kraftvärme är en process där både elkraft och värme kan utnyttjas samtidigt. Processen kännetecknas av en hög utnyttjandegrad av det ingående bränslet (ca 85 %). Kraftvärme i sig är en tillämpning av olika typer av förbränningstekniker, t. ex. pulverförbränning eller förbränning i en rotereldad panna för att både generera kraft och värme.

Traditionellt har kraftvärmelanläggningar utnyttjat en s. k. Rankinecykel där bränslet först förbränns i en värmepanna och sedan produceras ånga. Ångan driver i sin tur en ångturbin där el kan genereras. Restprodukten, den värme som inte kan utnyttjas i ångturbinen, värmer sedan t. ex. vattnet i ett fjärrvärmenät.

Ett kondenskraftverk utnyttjar bara processen fram till ångturbinen. Efter ångturbinen kyls värmen bort i en kondensanläggning, därav namnet. Verkningsgraden i ett modernt kondenskraftverk som använder kol som bränsle, ligger på mellan 40–44 %. Resten av energin "spills" bort. Ett trädbränsleeldat kondenskraftverk har lägre verkningsgrad.

I befintliga kraftvärmelanläggningar är förhållandet mellan el och värmeproduktion (alfavärdet) ca 0,5. Ett sätt att öka elproduktionens andel av det använda bränslet är att utnyttja en kombiprocess. En kombiprocess

går ut på att både en gasturbin och en ångturbin används för att generera el. På så vis ökar elverkningsgraden till ungefär 50 %, dvs. processen kan ge lika mycket el som värme.

Vanligen begränsas kombiprocessen av att ett gasformigt bränsle måste användas. Men genom förgasning av fasta bränslen eller genom förbränning i trycksatt fluidiserande bädd (PFBC), kan man producera en användbar gas.

Potentialen för kraftvärme avgörs av det värmeunderlag som kan utnyttjas.

Enligt preliminära studier kan dock värmepumpar konkurrera om värmeunderlaget även med elpriser som antas gälla här, vilket skulle minska kraftvärmepotentialen. Den minskas också av spillvärme samt att en del värmekapacitet enbart är tänkt för den kallaste årstiden.

I efterföljande kapitel behandlas olika elproduktions- och förbrännings-tekniker som inte är så vanliga i dag.

Förgasning

Förgasning är inget nytt sätt att omvandla olika fasta bränslen på. Gengas användes under andra världskriget. Det som har gjort förgasning intressant i dag är möjligheterna att nå relativt hög verkningsgrad och flexibilitet. Det finns idag inte någon kommersiell storskalig förgasningsanläggning i världen. I Holland byggs dock för tillfället en demonstrationsanläggning.

Förgasningsprocessen är en teknik där bränsle i fast form (biobränslen, kol) omvandlas termiskt till en brännbar gas. Storskalig förgasning kan liknas vid en kemisk fabrik och är därför komplicerad. Bland annat av den anledningen passar förgasning av olika bränslen bäst i stora anläggningar på flera hundra MW el. Med teknisk utveckling kan mindre enheter för kraftvärmeproduktion också bli aktuella.

Olika bedömningar om när förgasning kan tänkas bli en kommersiellt aktuell teknik ligger alla en bit in på 2000-talet. I våra scenarier har vi dock varit optimistiska och räknat med en stark introduktion redan före år 2010.

Vindkraft

Vindkraft blir redan i dag mer och mer intressant. Vindkraftens stora fördel är dess förnybarhet. Vattenfall planerar för närvarande att bygga en andra generationens vindkraftverk (demonstrationsanläggning) i storleksordningen 3 MW. Preliminära teoretiska studier av detta aggregat visar att kostnadssituationen börjar närma sig de mindre, kommersiellt byggda aggregaten, även om aggregatstorlekar runt 300–400 kW för närvarande är de mest lönsamma med en produktionskostnad på i bästa fall ca 30 öre/kWh.

Vindkraft ger inte upphov till några miljöstörningar i vanlig bemärkelse. Under gång avger aggregaten ljud från maskineri och blad. Fågellivet har hittills inte ansetts ta någon större skada. Radio- och tv-sändningar kan dock störas av stora aggregat. Vindkraftaggregaten blir också väl synliga vilket kan påverka landskapsbilden negativt.

I utredningen "Läge för vindkraft" (SOU 1988:32) redogjordes för potentialen samt tänkbara lokaliseringar av aggregat både till havs och på land. På land visade man på platser som motsvarade en elproduktion med stora anläggningar om 3 MW, med en radie på ca 7 TWh 300 m till närmsta bebyggelse. Med 500 meters radie ändrades den tänkbara produktionen till ca 1,5 TWh. Till havs skulle enligt utredningen ca 20 TWh kunna placeras ut.

Vågkraft

Sedan 1970-talet har man försökt utnyttja energin i havets vågor på många olika sätt. En av de internationellt mest uppmärksammade teknikerna är den svenska s. k. slangpumpstekniken.

Slangpumpstekniken arbetar efter principen att en slang som dras ut får en mindre diameter. Genom att sätta backventiler i slangen kan man alltså utnyttja detta faktum till att pumpa vatten förbi en vanlig vattenturbin.

Slangpumpstekniken har demonstrerats i pilotskala, men för att kunna utveckla fungerande kraftverk krävs dock både investeringar och byggande av fullskalemodeller.

I Danmark har institutet för skeppsteknik och havsteknik arbetat med principer för vågkraftverk som liknar slangpumpens.

I Norge har två helt andra principer demonstrerats vilket bl. a. har föranlett en leverans av en anläggning på 500 kW till Tongaöarna.

Ett vågkraftverk i Östersjön med en effekt på ca 25 MW täcker en yta av 3–4 km². Denna yta motsvarar ganska väl den yta som motsvarande mängd havsbaserade vindkraftverk skulle uppta. Men antalet bojar i så stora vågkraftverk är betydligt flera än antalet vindkraftaggregat (ca 50 ggr). Sjöfart och fiske blir därför sannolikt mycket svårt att upprätthålla i ett område med vågkraftverk.

Bruttopotentialen i svenska vatten har uppskattats till ca 34 TWh/år.

Bränsleceller

En bränslecell fungerar som en galvanisk cell (batteri). Ett bränsle oxideras genom elektrokemiska processer. Den kemiska energin omvandlas direkt till elektrisk energi. För att man kontinuerligt ska kunna få ut någon effekt måste man fortlöpande fylla på bränsle. I en väte-syre cell använder man väte som bränsle. Vätet kan utvinnas från till exempel naturgas.

I dag är det främst fyra tekniker som man försöker utveckla för kommersiell introduktion. Dessa utnyttjar fosforsyra, alkaliska lösningar, karbon-smältor eller en fast oxid som elektrolyt.

För svenskt vidkommande är fosforsyra (PAFC) och smältkarbonat (MCFC) bränsleceller de typer som anses ha den största potentialen.

Teoretiskt kan man komma nära 100 % verkningsgrad mellan total energi i det tillförda bränslet och erhållen kvantitet elenergi. I praktiken begränsas dock verkningsgraden på grund av ofullkomligheter i tekniken till mellan 40 och 60 % av ingående bränsle.

De främsta fördelarna med bränsleceller är de låga utsläppen av miljöskadliga ämnen och den höga verkningsgraden. Utsläppen av svavel- och

kväveoxider bedöms ligga under 10 mg/MJ bränsle resp 15 mg/MJ bränsle för en anläggning på 200 kW el.

Utvecklingen av bränsleceller i dag kan indelas i två huvudinriktningar, små lokala anläggningar i närheten av avnämaren av el och värme, och stora kraftvärmeanläggningar.

Bränsleceller är komplicerade anläggningar och behöver fortfarande utvecklas för att kunna bli ett alternativ för storskalig användning.

Vår bedömning är att kommersiella storskaliga anläggningar kan börja byggas några år in på nästa sekel.

Solceller

Solceller är en teknik där solljuset omvandlas direkt till lågspänd likström. I dag används solceller främst i egna system utan att vara anslutna till något elnät, t. ex. i fjällstationer. För att anläggningen ska kunna användas under perioder med lite eller inget ljus kan elektriciteten ackumuleras i t. ex. batterier.

Praktiska verkningsgrader för solceller i dag ligger på ca 25 %, även om avancerade laboratorieceller uppvisar en verkningsgrad på ca 40 %.

För att producera 1 TWh el med solceller går det åt ca 7 Mm². Konsultfirman VBB har räknat ut att det finns ca 160 miljoner m² söderorienterad takyta i Sverige. Dessa skulle kunna tänkas producera 25 TWh om verkningsgraden förutsätts vara 15–25 %.

Kommersiellt framställd el med solceller som kan konkurrera med annan kraftproduktion anser vi kunna vara möjligt tidigast en bit in på 2000-talet.

ORC

ORC står för Organic Rankine Cycle. En ORC anläggning arbetar med en organisk vätska som arbetsmedium i en process som i allt annat överensstämmer med en konventionell s. k. Rankine-cykel.

Genom att utnyttja organiska arbetsmedier med "lägre" ångtryckskurvor än vatten kan en ORC anläggning arbeta effektivare vid lägre temperaturer (< 200°C). Detta faktum gör att spillvärme kan utnyttjas för elproduktion med ca 10–20 % verkningsgrad beroende på spillvärmens temperatur. Bortsett från att arbetsmediet är annorlunda valt, är processen i övrigt identisk med den enkla ångkraftprocessen.

Exempel på industribranscher där spillvärme lämpligt för elproduktion kan återfinnas är

- pappers-massaindustrin
- smältverken
- raffinaderier
- kemisk industri
- cementindustrin
- sopförbränningsanläggningar
- fjärrvärmeanläggningar

Bostäder och service m. m.

Energiteknikutveckling 1987–2015 inom sektorn bostäder och service m. m. kommer i stor utsträckning att inriktas på effektivisering och komplettering av dagens teknik samt minskad miljöpåverkan. Även med stora insatser kan man inte räkna med att under de drygt två decennier, som prognostiden täcker, kunna utveckla någon radikalt ny energiteknik för uppvärmningssystem eller användningen av hushålls- och driftel. Dagens teknik har utvecklats under betydligt längre tid. Det är därför sannolikt att uppvärmnings-, ventilations- och belysningsystemen kommer att bestå av vidareutvecklingar av teknik som i dag redan är i bruk eller under utveckling. Några helt nya system kan inte tas fram och introduceras kommersiellt på så kort tid.

Teknik som minskar energiåtgången för uppvärmning och varmvatten

Den specifika energiåtgången för uppvärmning och varmvatten i nyproducerade bostäder är i dag 20–25 % lägre än genomsnittet för befintliga hus. Talen för nyproduktion förutses minska med ytterligare ca en tredjedel fram till år 2015. Teknikutvecklingen som väntas ligga till grund för det minskade behovet består av en mängd olika åtgärder. Bland annat förutses *fönsterkonstruktionen* samt *datoriserade styr- och reglerutrustning* bli viktiga komponenter.

Fönstertechniken förutses nämligen leda till en halvering av värmeförlusterna jämfört med dagens konventionella treglasfönster. ”*Smarta fönster*” utvecklas nu, där skikten kan påverkas elektriskt, kanske automatiskt, så att *instrålningen* dämpas varma sommar dagar, och *utstrålningen* dämpas kalla vinternätter. Andra byggnadsmaterial av bl. a. glas kommer likaledes att öka *den passiva solvärmen* utan att öka värmeförlusterna.

Solvärme i form av *takintegrering* väntas i framtiden kunna täcka upp till 60 % av varmvattenbehovet i flerbostadshus och en något mindre andel vad gäller småhus. För fjärrvärmen väntas solvärmelagring få ökad betydelse.

För *ventilationssystem* i såväl lokaler som flerbostadshus och småhus förutses en fortsatt utveckling mot sektionering och styrning. Denna beräknas ge ett luftflöde som är anpassat till de varierande behoven i byggnader och som beror på utnyttjningsnivån. Här är det även tänkbart att utveckling av sensorer för koldioxid, luktämnen och fukt kan användas i kombination med förbättrad styrning och reglering av ventilationssystemet. I vissa fall väntas detta leda till *ökad* luftomsättning, eftersom dagens bostadsbestånd beräknas ha en omsättning som i genomsnitt understiger byggnormernas 0,5 oms/h. I vissa radonhus och ”sjuka hus” måste luftomsättning vara högre än normerna.

Detta i sin tur väntas ställa krav på återvinning av värme ur frånluften. Med högre energipriser och ökad luftomsättning blir det lönsamt att ta fram teknik som ökar värmeåtervinning genom effektivare värmeväxling och med effektivare värmepumpar. Detta gäller även befintliga bostäder med självdragssystem. Värmefaktorn för värmepumpar till flerbostadshus

förutses öka till ca 3,0. Teoretiskt kan den bli nästan lika effektiva även för mindre anläggningar för småhus.

Till följd av det kraftigt reducerade nettoenergiebehovet för uppvärmning förutses en fortsatt behov av *direktverkande elvärme*. Detta trots en påtaglig höjning av elpriset, och i första hand områden där alternativa uppvärmningskällor saknas. Utvecklingen förklaras av att elvärmens har låg *total kostnad*. Denna är i sin tur en följd av att elvärmens fasta kostnader i form av installation och material är relativt blygsamma. Teknikutvecklingen förutses således leda till ännu effektivare element samt, i samband med ökad tillämpning av differentierade eltariffer, till effektivare ackumulerande element. I en del nyproducerade småhus förutses direktverkande elvärme kunna kombineras med en braskamin, som används som spetslast.

Pannverkningsgrader

För såväl småhus som flerbostadshus, lokaler och fjärrvärmens, förutses en påtaglig förbättring av verkningsgrader för värmepannor och varmvattenberedning. Detta gäller både förbränningspannor och, i något mindre utsträckning, elpannor som har höga verkningsgrader i utgångsläget.

Tabell 6.13 Årsmedelsverkningsgraden för olika uppvärmningssystem

Verkningsgrad	1987	2015
SMÅHUS		
Olja	0,74	0,78-0,86
Fjärrvärme	0,80	0,81-0,90
Ved	0,55	0,57-0,60
Elvärme	0,88	0,89-0,91
FLERBOSTADSHUS OCH LOKALER		
Olja	0,84	0,86-0,90
Fjärrvärme	0,80	0,82-0,90
Elvärme	0,91	0,92-0,93

Källa: Underlag för energiprognoser, Scenarier. Framtida energianvändning i bostäder och lokaler, Statens energiverk, oktober 1989.

I tabellen återges intervallen för den möjliga utvecklingen av årsmedelsverkningsgraden för el- och förbränningspannor för villor, block- och panncentraler samt fjärrvärmeverk. Var i intervallet man hamnar beror bl. a. på den allmänna ekonomiska tillväxten och energiprisutvecklingen.

Som framgår av tabellen förutses den kraftigaste förbättringen av verkningsgraden äga rum på småskaliga förbränningspannor. I stora anläggningar beräknas förbättringen bli mindre. Ett ökat inslag av datoriserade styr- och reglerutrustning för villapannor förväntas också. Denna åtgärd är redan vidtagen för större anläggningar, varför förbättring av verkningsgraden inte kan bli så stor där. För block- och panncentraler väntas den ökade verkningsgraden bero delvis på en ökad och effektivare rökgaskondensering.

Framsteg väntas också på *fastbränslesidan*, där användning sker till stor del inom fjärrvärme, men även i blockcentraler och större panncentraler.

Där väntas verkningsgraden för pulver, pellets, flis och briketter i eldade pannor höjas till oljans nivå i samband med en kontinuerlig lastreglering och en ökad användning av rökgaskondensering. En viss förbättring av verkningsgraden för vedpannor för småskalig förbränning förutses.

Naturgaspannor för villor är i dag något billigare och effektivare än motsvarande oljepannor. Verkningsgraden kan uppskattas till ca 0,89 (årsmedelvärde) mot dagens oljepannor som har 0,74. Verkningsgraden bedöms kunna höjas till närmare 100 % genom kondensering av rökgaser och vidare utvecklingen av dagens brännare. Merkostnaden för investeringar i pannor för rökgaskondensering uppskattas till mellan 50 och 100 %.

Även för *kombipannor* förutses teknikutvecklingen leda till förhöjda verkningsgrader från dagens relativt låga nivå.

Fjärrvärmens verkningsgrader väntas allmänt förbättras, både när det gäller förbränning och distributionsförluster. I samband med utbytet av gamla kulvertsystem mot nya, bättre isolerade kulvertar, förutses en påtaglig minskning av värmeförluster.

Energisnålare belysning och apparater

Den förväntade teknikutvecklingen av *driftel- och hushållselanvändning* kännetecknas av en påtagligt ökad effektivitet för belysningen, ventilationsfläktar samt kontors- och hushållsapparater.

På *belysningssidan* sker en snabb utveckling av lysrörslampor och effektivare armaturer. Ljusstyrning med ljusdetektorer som ger impulser för att tända eller släcka vid behov blir också allt vanligare och mer effektiva. Nya elektroniska driftdon förekommer redan nu som driver lysrören med högfrekvens el på 25–40 kHz i stället för elnätets normala 50 Hz. När de är helt utvecklade beräknas driftdonen leda till energibesparingar på närmare 20 %.

Högtrycksnatrium- och metallhalogenlampor blir effektivare. Nya typer av halogenglödlampor kan t.ex. ge lika mycket ljus med 50 W som en normal 150 W lampa.

Tabell 6.14 Genomsnittlig förbrukning för hushållsapparater

Apparat	Specifik förbrukning kWh/år		
	Genomsnitt 1985	Bästa på svenska marknaden 1989	
	Småhus	Flerbostadshus	
Kyl	400	400	180
Kombi	770	700	550
Frys	870	800	400
Elspis	650	500	.. ¹
Diskmaskin ²	290	230	150
Tvättmaskin	400	300	250 ³
Torktumlar	240	230	180 ³

¹ Uppgifter saknas.
² Exklusive varmvattenenergi.
³ För användningsnivå enligt småhus.

Källa: Underlag för energiprognoser, Scenarier, "Framtida energianvändning i bostäder och lokaler". Statens energiverk, okt 1989

Även belysningsplanering förutses leda till tekniska lösningar som effektiviserar elanvändningen inom bostäder och lokaler.

Introduktion av *varvtalsreglering* i ventilationssystem, och bättre dimensionering av dessa väntas också bidra till effektivare elanvändning.

Kommersiellt tillgängliga *hushållsapparater* i dag visar en betydligt lägre energiåtgång än apparater som såldes för 10 år sedan. Som framgår av nedanstående tabell finns det redan i dag apparater som är 50% mer effektiva än motsvarande maskiner för fyra år sedan. Att hushållselförbrukningen ändå har ökat beror på att vi använder fler apparater. Här kan man dock förvänta sig en viss mättnad framöver.

Teknikutvecklingen mot ännu effektivare hushållsapparater väntas fortsätta. Om man i dag skulle välja den mest effektiva tekniska lösningen (apparater finns inte på marknaden, men man vet vad som skulle kunna göras) skulle elåtgången kunna minska med 74%. En stor del av teknikutvecklingen för hushållsapparater kommer att bestå av att göra dessa prototyper kostnadseffektiva och kommersiellt tillgängliga.

Industri

Energiteknikutvecklingen för industrin väntas i mindre utsträckning än för bostäder vara frågan om effektivisering och komplettering av befintlig teknik. En större del av industrins energiteknikutveckling väntas bli inriktad på att minska elanvändningen genom övergång till effektivare processer och eventuellt byte till andra energislag. Samtidigt höjs kraven när det gäller miljöpåverkan mer än för bostadssektorn.

Industrins större behov av ny teknik härrör delvis från exportindustrins oförmåga att vältra över de förväntade energiprishöjningarna på konsumenterna. Exportprishöjningar väntas i stället leda till marknadsandelsförluster, minskad lönsamhet och eventuellt till nedläggningar. Det är genom produktivitetsökningar exportindustrin kan klara energiprishöjningar som inte förekommer i konkurrentländer. En omstrukturerad effektivare processer kan uppväga energiprishöjningarna och effekterna av de strängare miljöbestämmelserna. Ny energiteknik torde därför vara den bästa utvägen.

Energiteknikutvecklingen inom industri berör följande huvudområden:

- processenergi och tekniska systemlösningar
- värmeåtervinning (och försäljning av överskottsvärme) ur ventilationsluft, avloppsvatten, processer, ugnar etc
- energilagring
- styr- och reglerutrustning i processer och ventilationssystem
- fläktkonstruktion och dimensionering
- varvtalsreglering
- cirkulationspumpsteknologi
- elpannor och värmepumpar
- isolering och tätning av byggnader och värmedistributionssystem
- belysning

På *processidan* förekommer en hel del gemensamma energiintensiva användningsområden. Bland dessa finns:

- malning/raffinering

- torkning
- värmning/värmebehandling
- smältning
- kylning
- frysning
- formning
- hopfogning
- elektrolys
- katalys
- strömning
- övrig energimotiverad materialutveckling (yt kemi, ytfysik)

Energiutvecklingen inom industrin täcker alltså ett mycket stort område. Utanför de gemensamma användningsområdena finns det också många andra processer och arbetsmoment som endast förekommer i vissa industribranscher. Många av dessa är energiintensiva.

Massa- och pappersindustrin, följd av järn- och stål, är den största energiförbrukaren bland samtliga industrigrenar. De båda branscherna är också de största elförbrukarna. Industrisektorns största teknikbehov bör därför härröra från nyss nämnda branscher.

I t.ex. *massa- och pappersindustrin* går ca 60 % av den totala elförbrukningen till pumpar, fläktar, omrörare och övrig motordrift. En tioprocentig förbättring av elmotorers och pumpars verkningsgrad leder dock bara till mindre elbesparingar jämfört med de möjligheter som själva processutvecklingen ger. En minskad viskositet hos ett pumpat medium, eller ett minskat behov av att pumpa vissa medier, kan ge betydligt större elbesparingar. Det är därför sannolikt att energiteknikutvecklingen kommer att inriktas mer på själva processerna och mindre på de tekniska komponenterna i tillverkningen.

Teknikutvecklingen väntas underlätta övergången från en process till en annan som är mindre energikrävande.

I massaindustrins flisraffinörer finns t.ex. möjligheter att övergå till s.k. *dubbelskivraffinörer* och att använda alkalitillsatser i tillverkningsprocessen. Det kan leda till en elbesparing på ca 20 %. Med något högre elpriser blir en sådan övergång ännu mer lönsam.

Inom trävaruindustrin är torkningsprocessen en stor energiförbrukare. Den svarar för ca 30 % av branschens totala energianvändning. Även här finns olika processer med varierande specifik energianvändning. Införandet av kondensationstorkning i t.ex. trävaruindustrin skulle innebära energibesparingar på totalt ca 25 %.

För *järn- och stålindustrin* och ferrolegeringsverk är t.ex. smältningen den största elförbrukande processdelen. Det är här och i kringutrustningen som utvecklingen kan förväntas.

Det finns många liknande exempel inom basnäringarna där övergång till andra kända processer kan minska energianvändningen. Genom teknikutvecklingen kan övergången underlättas och investeringen optimeras. Det bör emellertid påpekas att övergången till nya processer kan innebära investeringar som är för stora, för riskabla eller helt enkelt olönsamma. Elektrolysisprocessen i *aluminiumframställning* samt *klor/alkaliframställ-*

ning inom kemikalieindustrin är exempel på processer med höga substitutionskostnader som ger upphov till stora behov av ny teknik.

Ett annat område där man kan vänta sig en ökad satsning på teknikutveckling är elproduktion med industriellt mottryck. Detta gäller bl. a. nya kemikalieåtervinningsprocesser såsom trycksatt förgasning av lutar samt biobränsleförgasning. Industri som i dag använder mottrycksproduktion är massaindustrin, kemisk industri, järn- och stålverk, sågverk och livsmedelsindustrin.

Det finns också utvecklingsbehov och möjligheter för energiteknik som inte ingår i processer. *Värmeåtervinningsmöjligheterna* bedöms i dag som stora inom industri, till stor del som följd av rikliga mängder spillvärme som inte återvinns. Återvinning av denna och även försäljning till fjärrvärmenätet utgör en viktig tekniksatsning.

Ett annat viktigt område med utvecklingsmöjligheter är tillämpningen av *varvtalsreglering* på motordriften. Verkningsgraden för motorer kan höjas avsevärt. Om man har ett stort antal motorer inom industrin, blir effekten märkbar. Inom exempelvis en massafabrik kan i dag förekomma mellan 5 000 och 10 000 elektriska motorer av olika slag.

På *belysningssidan* finns det ett stort behov av tekniköverföring och tillämpning. Om man går över till t. ex. lågenergirör kan man sänka elanvändningen med 25% utan att försämma standarden, enligt föreliggande uppskattningar.

Även på *uppvärmningssidan*, särskilt för industrins lokaler, kan nya arbetsmiljökrav på ventilationssystem leda till ett stort behov av ny teknik för spillvärmeanvändning, värmeåtervinning ur frånluft samt värmepumptillämpningar.

Arbetskraftsåtgång och elproduktion

Detta avsnitt bygger på beräkningar som gjorts för att uppskatta antalet arbetsskador vid olika elproduktionsprocesser.

Hur mycket arbetskraft som åtgår vid anläggning och drift finns för följande kraftslag: kol-, olje-, flis- och naturgaskombikondens samt för flis- och torvkraftvärme och vindkraft. Förutsättningarna för respektive kraftproduktionsslag redovisas i tabell 6.15, där arbetskraftåtgången är uttryckt i manår/TWh el.

Personalåtgången på kraftvärmeverken har antagits vara fördelad på samma sätt som produktionen, dvs. ca en tredjedel el och två tredjedelar värme. Utnyttjandetiden för alla anläggningarna, utom för vindkraft, har antagits till 6000 h. För att kraften ska vara tillgänglig vid kärnkrafts-utvecklingen måste den vara färdigbyggd år 2010.

Arbetsåtgången vid vindkraftsbaserad elproduktion har beräknats med ett antagande om en genomsnittlig elproduktion per år på 7,4 GWh/aggregat. Tillverkning, anläggande och drift har angivits med ett medelvärde för havs- och landbasering.

I tidigare kapitel har olika scenarier redovisats där fördelningen av olika kraftproduktionssätt framgår. Med utgångspunkt från dessa har den totala insatsen av arbete beräknats. Figur 6.7 och 6.8 visar den totala arbetsåtgången i respektive scenario med hög ekonomisk tillväxt.

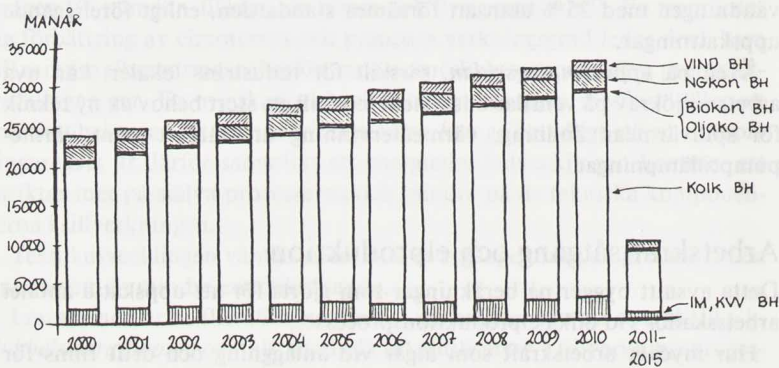
Produktionsfördelningen av el har uppskattats genom ett antagande om en jämnt fördelad nyproduktion mellan åren 2000 och 2010 av den kraft som är redovisad i scenarierna för år 2015.

Tabell 6.15 Beräkningsförutsättningar, manår/TWh

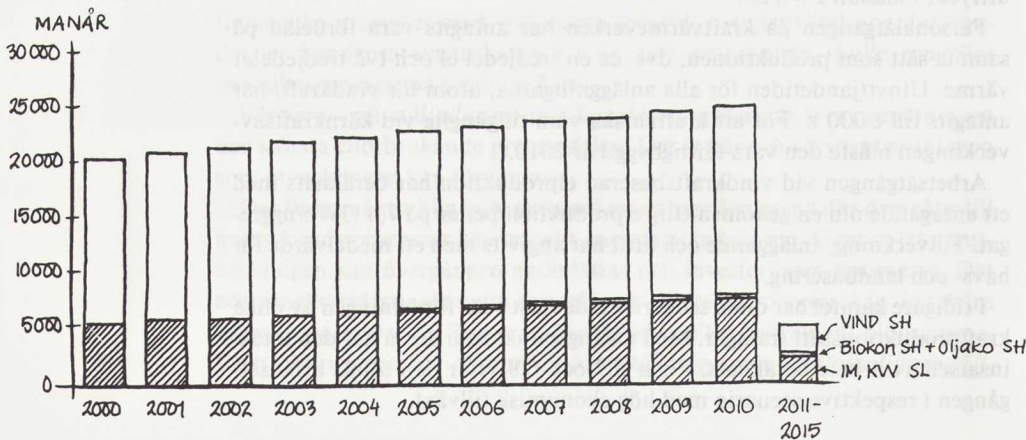
	Anläggning	Drift
Vindkraft 3 MW*		
Land	7 311	113
Hav	5 547	83
Kolkondens 600 MW	3 055	119
Oljekondens 600 MW	2 361	96
Naturgaskombikondens 600 MW	1 458	72
Fliskondens	2 950	267
Fliskraftvärme		
34 MW el/70 MW värme	1 458	72
Torvkraftvärme		
120 MW el/190 MW värme	,810	42

* Inkluderar även arbetsåtgång vid tillverkningen.

Figur 6.7 Total arbetsåtgång med basalternativ, hög ekonomisk utveckling



Figur 6.8 Total arbetsåtgång med miljöscenario, hög ekonomisk utveckling



Dessutom tillkommer arbetstid för att bygga om värmesystem, arbeta med olika sparåtgärder osv. Hur mycket detta skulle kräva har vi inte möjlighet att bedöma.

Arbetskraftsbehovet kan ses i relation till den tillverkande industrins totala antal sysselsatta (1 miljon), de som är sysselsatta i byggnadsverksamheten (0,3 miljoner) eller den totala sysselsättningen i Sverige (4,5 miljoner).

7 Global begränsning av växthusgaser

I detta kapitel redovisas ett par mycket förenklade internationella energiscenarier som utgör bakgrunden till olika alternativa utvecklingsvägar för den svenska ekonomins utveckling. Detta har gjorts mot bakgrund av ett par starkt stiliserade internationella scenarier. Dessutom belyser vi vilka konsekvenser de tänkta internationella utvecklingsförloppen kan få för svensk industri.

Internationella energiscenarier

De internationella scenarierna bygger på mycket långtgående förändringar och starka förutsättningar. De tecknar dels en "konventionell" bild, dels en utveckling där hela världen aktivt – med alla medel – och till relativt höga kostnader genomför en globalt omfattande politik mot växthuseffekten.

Framtidsbildernas roll av enbart illustrativa räkneexempel måste därför understrykas.

Tiden fram till sekelskiftet

För tiden fram till sekelskiftet anges bara ett utvecklingsförlopp, en konventionell projektion av världens energianvändning och -försörjning. Denna framtid antas i huvudsak kännetecknas av "normala" förhållanden utan långvariga kriser eller betydelsefulla överraskningar av politisk, ekonomisk eller teknisk natur. Mot bakgrund av den aktuella utvecklingen i Östeuropa kan denna förutsättning redan förefalla överspelad.

Särskilt bör noteras att en förutsättning är att några mer omfattande effekter av miljöpolitiken på energiefterfrågans storlek eller fördelning på energislag inte uppkommer under tidsperioden.

Till grund för projektionerna i det följande ligger ett antagande om den ekonomiska tillväxten i OECD-området på omkring 2,5 % per år och något högre i övriga världen, dvs. i östländerna och utvecklingsländerna. De senare antas ha en ökning av energiefterfrågan i takt med den ekonomiska utvecklingen. Detta kanske kan betraktas som ett osäkert antagande särskilt mot bakgrund av den aktuella utvecklingen i öststaterna och den skugga som skuldsituationen i fattiga länder kastar på deras möjligheter till ekonomiskt framåtskridande.

Tabell 7.1 Energiförbrukning i världen åren 1988 och 2000, Mtoe¹

	1988	2000	Årlig ökningstakt (%)
OECD-länder	4 001	4 830	1,7
Östländer	2 745	3 970	3,1
Utvecklingsländer	1 312	1 960	3,4
Summa	8 058	10 760	2,5

¹ Exklusive "nya" samt icke kommersiella energislag.

Utvecklingen av primärenergiefterfrågan fördelad på länder sammanfattas i tabell 7.1.

OECD-ländernas andel av totalförbrukningen sjunker som följd av lägre tillväxt och högre energieffektivitet. För världen som helhet motsvarar utvecklingen ungefär efterfrågetillväxten åren efter oljeprisfallet 1986.

Utveckling på längre sikt

För tiden efter sekelskiftet fram till 2015 redovisas två scenarier, ett "konventionellt" och ett miljöanpassat. Osäkerheten ökar i detta tidsperspektiv såväl beträffande den ekonomiska utvecklingen och energibehovet som resursuttömningen.

Utgångspunkt vid beräkning av det konventionella scenariet har varit det förbrukningsmönster som angivits för år 2000 samt de prognoser för 2010 som nyligen redovisats av IEW¹. Den ekonomiska tillväxttakten antas även under denna period ligga i intervallet 2,5–3 % årligen.

På basis av starkt förenklade antaganden får vi då en utveckling för den primära energiefterfrågan enligt tabell 7.2.

Tabell 7.2 Konventionellt scenario för världens energiförbrukning 2000–2015, Mtoe

	2000	2015	Årlig ökningstakt (%)
OECD-länder	4 902	5 595	0,9
Östländer	4 121	6 270	2,0
Utvecklingsländer	2 408	4 615	4,4
Summa hela världen ¹	11 481	16 480	2,4

¹ Inkl icke allokerade "nya" samt "icke kommersiella" energislag

Detta svarar mot en årlig ökning på drygt 2,4 % under 2000-talet att jämföra med 2,5 % över hela perioden. En viss sänkning av tillväxttakten antas alltså äga rum under nästa sekel.

Denna sänkning kan främst härledas till de rika länderna och i viss mån de centralplanerade ekonomierna, medan en ökning sker i de mindre utvecklade delarna av världen; från 4,1 % per år under resten av detta sekel till 4,4 % i början av nästa sekel. Bakom den senare utvecklingen antas ligga en betydande ökning av den kommersiella användningen av biomas samt mer grundläggande förändringar som industrialisering, urbanisering och befolkningsökning.

Ett scenario för en aktiv och globalt samordnad politik mot växthuseffekten

Under de senaste decenniet har en rad olika internationella studier av den globala energianvändningens inverkan på klimat och miljö genomförts. Efterfrågeuppskattningarna i sådana studier är vitt spridda och överensstämmer sällan med en konventionella uppfattning som den som redovisas ovan. Vanligen antas i sådana studier en betydligt lägre användningsökning. Med utgångspunkt från några aktuella studier på detta område och då särskilt en ännu icke publicerad studie – av Förenta Staternas miljöförvaltningsmyndighet EPA – diskuteras i det följande hur en kraftfull och världsomspännande politik inriktad på att fördröja och minska en eventuell växthuseffekt skulle återverka på det internationella energianvändningsmönstret.

En globalt omfattande växthuspolitik kan naturligtvis utformas på flera vis och mer eller mindre effektivt eller rättvist.

Vårt miljöscenario, som är tänkt att återspegla en samfällid och mycket högt prioriterad miljöpolitik från alla länder, kan då innefatta bl. a. följande antaganden;

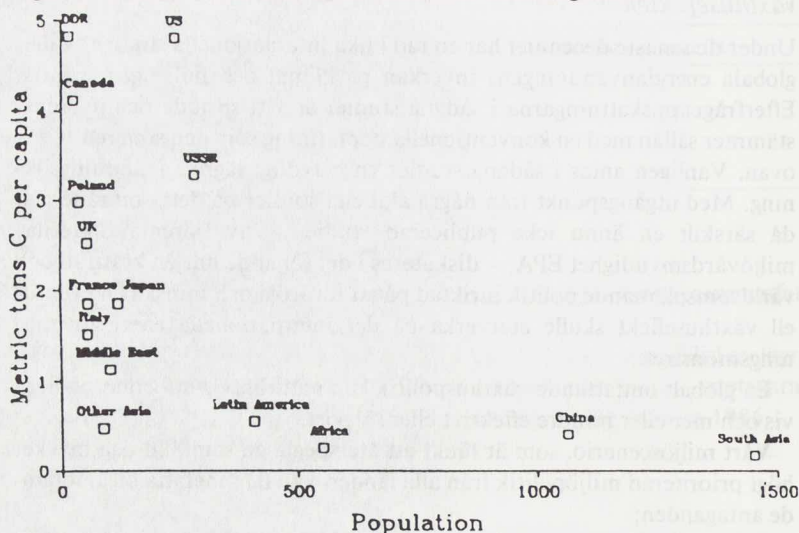
- Investeringsbesluten beaktar redan i slutet av 1990-talet växthuseffekterna, vilket leder till ytterligare ökad effektivitet i energiutnyttjandet.
- Kärnkraften byggs ut.
- Naturgasens andel av förbrukningen av fossila bränslen främjas.
- Forskning och utveckling bl. a. om solkraften och biomassa gör dessa energikällor konkurrenskraftiga efter sekelskiftet.
- Energiförbrukningen minskar med 15 % över hela världen, oberoende av tidigare utvecklingsnivå och per capita inkomst. (Det kan starkt ifrågasättas om detta är politiskt möjligt eller ens ekonomiskt effektivt.)
- Ved och biomassa-användningen vidgas utan att detta kommer i konflikt med de krav på skogsplantering och livsmedelsproduktion som utgör andra viktiga komponenter i en politik för "uthållig utveckling".

Dessa åtgärder kompletteras med andra utanför energiområdet. Det antas här liksom i EPA-studien att politiken inte medför några grundläggande förändringar i levnadsstandarden eller konsumtionsmönstret. Samtidigt bör dock noteras att EPA inte genomför någon analys av kostnader eller kostnadseffektivitet.

Om man antar att denna politik, införs i vårt konventionella scenario kan vi notera att en sämre effektivitet och annorlunda fördelning på länder och energislag i utgångsläget ger en väsentligt högre förbrukning särskilt i utvecklingsländerna. Enkelt uttryckt ökar då utrymmet för kostnadseffektiva politiska åtgärder, medan grundförutsättningen en lägre ekonomisk tillväxttakt gör resurstillgången knappare.

Miljöscenariet förutsätter en globalt omfattande politik mot växthuseffekten utan några hinder i form av av enskilda länders utvecklingsnivå eller politiska system. Självfallet är detta ett mycket starkt antagande. Vi bortser således från de problem som kan uppstå dels när det gäller anslutning till politiken, dels de fördelningsproblem som uppstår vid dess effektiva genomförande. Miljöpolitikens inverkan på energipriserna ger naturligtvis komparativa fördelar i industriproduktionen för de länder som skulle stå utanför, om bara politiken inte antogs av alla världens länder.

Figur 7.1 Utsläpp av koldioxid/capita relaterat till befolkningsstorlek



Källa: Ambio

Med rätta kan de fattiga utvecklingsländerna hävda att växthuseffekten åtminstone när det gäller koldioxidutsläpp från fossila bränslen och freoner till största delen är en följd av de rika ländernas industriella utveckling. Denna konflikt illustreras av följande figur. Samtidigt kan konsekvenserna av växthuseffekten på klimatet och förutsättningarna för jordbruket i hög grad komma att försvåra den nödvändiga ekonomiska utvecklingen i dessa länder.

I det följande antas alltså att – från global synpunkt kostnadseffektiva – åtgärder i de fattigare delarna av världen genomförs, delvis genom tekniskt och finansiellt bistånd från industriländerna.

Några tänkbara åtgärdsområden har redovisats ovan. Endast åtgärder på energiområdet beaktas dock och de eventuella begränsningar som andra aktiviteter eller samhällsintressen skulle kunna medföra lämnas därhän i detta sammanhang, t. ex. konflikten mellan skogsplantering och användning av brännved i fattiga länder.

Vår tankekonstruktion utgår från referensscenariet och de förbrukningsstal som där redovisas.

Miljöscenariet redovisar starkt förenklat hur världens energibalans år 2015 skulle kunna ändras för att bibehålla koldioxidutsläppen på 1988 års nivå. Detta kan då naturligtvis genomföras på olika vis, beroende på vilka förutsättningar som görs om priser och marknadsförhållanden, teknisk utveckling m. m.

I det följande representeras det globala miljösamarbetsscenariet av en jämfört med referensscenariet mycket långtgående kolersättning särskilt i de mer industrialiserade delarna av världen.

I andra hand ersätts oljan och naturgasen. Vidare effektiviseras energi-

användningen. De icke fossila energislagen ges största möjliga andel. Som ett resultat av dessa antaganden får vi scenario enligt tabell 7.3.

Tabell 7.3 Miljöscenario år 2015, Mtoe

	OECD	Öst-stater	Utvecklingsländer	Summa hela världen
Olja	1 260	518	868	2 646
Kol	566	1 008	276	1 850
Naturgas	742	1 335	848	2 925
Kärn-/vattenkraft ¹	1 260	1 040	460	2 760
Övrigt	1 100	1 090	1 695	3 885
Totalt	4 928	4 991	4 146	14 066

¹ Vatten och kärnkraft räknad som ekvivalent fossil förbrukning

Totalt har energiförbrukningen jämfört med referensscenariet minskat med 15%. Kolets bidrag har dock fallit med mer än hälften; oljeförbrukningen har fallit med 30 % och gasen med en fjärdedel.

De ”nya” energislagen kommer som en följd härav att dominera energibalansen på ett sätt som idag ter sig orealistiskt.

Tabell 7.4 Andelar för olika energislag år 2015, procent

	Referensscenario	Miljöscenario
Olja	23	19
Kol	28	13
Naturgas	24	21
Kärn-/vattenkraft	14	20
Övrigt	11	28

En viss förändring sker också i länderfördelningen vilket framgår av tabell 7.5.

Tabell 7.5 Andelar för olika länderkategorier 2015, procent

	Referensscenario	Miljöscenario
OECD	34	35
CPE	38	36
LDC	28	29

Att de centralplanerande ländernas andel faller beror på den höga ökningstakt som antagits för kolförbrukningen i referensfallet, särskilt i Kina. Denna konsekvens skulle kunna mildras genom att det även i referensscenariet förutsattes en effektivisering av användningen av fossila bränslen i de centralplanerade länderna där den specifika åtgången per producerad enhet är hög och utrymmet för hushållning betydande. Likväl antyder Kinas minskade kolanvändning svagheterna i varje mekanisk analys av den framtida energiförsörjningen; såväl sociala som politiska förutsättningar beaktas föga eller inte alls i flertalet prognoser, med undantag av rent demografiska förhållanden. Kostnaderna för en möjlig omställ-

ning av energisystemet är alltid svåra eller omöjliga att beräkna, liksom konsekvenserna för industriell utveckling och världshandel.

En miljöpolitik av här antytt slag förutsätter en mycket genomgripande och — väl genomtänkt — intervention i marknaderna för energi och energiförbrukande industri för att bli effektiv.

En sådan politik rymmer en rad olika åtgärder, beskattning av fossila bränslen, subventionering av energihushållning och effektivisering och stimulans till forskning och utveckling av energislag som inte bygger på förbränning.

I det tidigare angivna miljöscenariet har effekterna av en långtgående och globalt samordnad politik mot växthuseffekten illustrerats av en energibalans, vars sammansättning endast är avsedd att mycket grovt exemplifiera vilka substitutioner som kan komma i fråga.

Sammansättningen av den icke-fossila delen av världens energibalans är i hög grad godtycklig eller spekulativ.

Bränslepriser och koldioxidskatter

I referensscenariet har en prisutveckling antagits för olja respektive ångkol enligt tabell 7.6¹

Tabell 7.6 Prisförutsättningar för råolja och kol, 1987 års dollar

	1987	1995	2000	2015
Råolja (fat)	18	20	26	35
Kol (ton)	39	45	55	60

En global klimatpolitik kommer att innefatta en rad olika åtgärder av teknisk, politisk och/eller ekonomisk karaktär. I scenarieberäkningarna har dessa starkt förenklat representerats av en koldioxidskatt.

Införandet av en global koldioxidskatt skulle som miljöscenariet drastiskt påverka den internationella bränslemarknaden. Jämfört med referensfallet kommer producentpriset att falla och konsumentpriset att stiga. Hur skatten slår igenom på konsument- och producentledet avgörs av utbudets och efterfrågans priskänslighet på de olika marknaderna. Ju mindre (mer) elastisk efterfrågan är desto större (mindre) del av skatten övervältras på köparen och omvänt. Ju mindre elastiskt utbud desto större andel av skatten absorberas av producenten. Produktionskostnaderna utgör dock en nedre gräns för producentprisets fall.

I jämförelse med referensscenariet — år 2015 — kan man räkna med att konsumentpriset på råolja skulle drygt fördubblas, medan kolimportpriserna skulle flerdubblas.

Det bör också noteras att införandet av en skatt av den storleksordningen det här är fråga om, drastiskt påverkar produktionskostnaderna för varor och tjänster. Ju sämre substitutionsmöjligheterna är mellan olika produktionsfaktorer desto kraftigare blir kostnadsstegringarna. Speciellt på kort sikt kan produktionsförlusterna bli betydande. Särskilt energiintensiva branscher och länder där dessa är betydelsefulla kommer därvid att drabbas. Inom sådana branscher gynnas de länder där energieffektivite-

¹ Antagandet som redovisas utgör basalternativets högfäll. En utförlig diskussion av de långsiktiga utvecklingstendenserna på de internationella bränslemarknaderna och hur de påverkas av en global miljöpolitik kommer att redovisas av verket under första halvåret 1990.

ten är jämförelsevis hög. I nästa avsnitt återkommer vi med mer specificerade beräkningar för hur sådana kraftiga energiprisökningar skulle kunna slå mot svensk industri.

Anpassningsmöjligheterna för olika länder beror naturligtvis på utgångsläget och förutsättningarna. I det fall det vore frågan om — ineffektiva — proportionella minskningar av utsläppen skulle länder med hög andel fossilkraft i utgångsläget kunna ha en relativ fördel om de hade möjlighet att öka andelen kärn-, vatten- eller vindkraft eller åstadkomma effektiva sparåtgärder.

En — visserligen haltande — analogi med sjuttioalets oljeprisstegringar (oljan kan ju betraktas som en synnerligen energiintensiv vara) kan ge en antydan om vilka strukturella och världsekonomiska effekter en global koldioxidskatt skulle kunna ge. Det s. k. recycling problemet skulle dock i miljöscenariet få en annan karaktär och ett annat mönster beorende på hur intäkterna av den globala koldioxidskatten används och fördelas.

De negativa "terms of trade"-effekterna som en ensidig svensk introduktion av koldioxidbeskattning skulle ge i fall av global beskattning mildras något jämfört med vissa betydelsefulla konkurrensländer. För världen som helhet skulle dock en beskattning av den storleksordningen det här är fråga om sannolikt, trots vad som antagits tidigare, leda till en lägre ekonomisk tillväxt och en lägre energiintensitet i denna tillväxt.

De ovannämnda antydda förändringarna i världshandeln med fossila bränslen får naturligtvis följdverkningar för handelsmönster och valutakurser. I det längre perspektivet missgynnas särskilt olje- och kolproducenter. Exempelvis skulle detta i sig kunna innebära en försvagad position för USA, Kina och Sovjetunionen och för några av våra viktiga nuvarande handelspartners; Storbritannien och Norge.

Den relativa produktionstillväxten mellan olika länder, vilken tillsammans med utvecklingsnivå och konsumtionsmönster bestämmer världshandeln och växelkursernas utveckling, är emellertid alltför komplex för att sådana enskildheter ska kunna generaliseras.

En omfattande politik mot växthuseffekten kan dock på sikt få betydande effekter på våra konsumtionsmönster och den industriella utvecklingen. Energiintensiv industri kan bl. a. tvingas omlokaliseras från länder som ej kan eller vill satsa på energislag med låga koldioxidutsläpp (vatten-, kärn-, vindkraft m.m.).

Vidare kan den eventuella växthuseffekten i sig påverka handelsmönstret i det längre perspektivet via sina effekter på t. ex. förutsättningarna för jordbruksproduktion eller skogsbruk, vilket kan få konsekvenser för den svenska massaindustrin.

Hur skulle industrin påverkas?

Här ska vi försöka studera hur den svenska industrin kan påverkas om hela världen går samman för att motverka växthuseffekten.

Vi börjar med en analys av verkningarna av en lika stor koldioxidavgift på 100 öre/kg för alla länder. I början antar vi att man inte behöver betala någon koldioxidavgift vid elproduktion. Därefter försöker vi göra en be-

dömning om även elproduktionen påverkas. Till att börja med tänker vi oss att alla länder skulle få de elpriser vi antagit för Sverige. Därefter ser vi hur det kan bli om vissa andra länder satsar på en annan strategi än Sverige avseende kärnkraft, gaskraft och vattenkraft.

Resonemanget i det följande grundar sig bl. a. på en stencil av Sören Wibe, Statens lantbruksuniversitet.

Koldioxidavgift på fossila bränslen, men inte på elproduktion

En skatt på koldioxidutsläpp är liktydig med en punktskatt på användning av bränslen som innehåller kol. Skatten påverkar således en produktionsfaktor och får två effekter på produktionsteknik och kostnader. Dels sker en substitution i produktionstekniken i och med att de fossila bränslena blivit dyrare. Denna substitution innebär att man kommer att använda mindre kol (per producerad enhet) och mer av andra faktorer, arbete, kapital och framför allt energislag som undantas från den speciella skatt vi behandlar. (Elenergi, biobränslen osv.). Dels sker också en fördyring av produktionen i och med att en produktionsfaktor blivit dyrare och ingen billigare. Koldioxidskatten påverkar således produktionsnivå, teknik och kostnader på principiellt samma sätt som en prishöjning på vilken annan produktionsfaktor som helst.

I början bekymrar vi oss inte om teknikförändringen, utan denna diskussion kommer senare. De för oss intressanta effekterna uppkommer genom kostnadshöjningen. Hur denna slår beror, generellt sett, på utseendet på de aktuella utbuds- och efterfrågekurvorna. I figurerna 7.2a—b illustreras två olika fall.

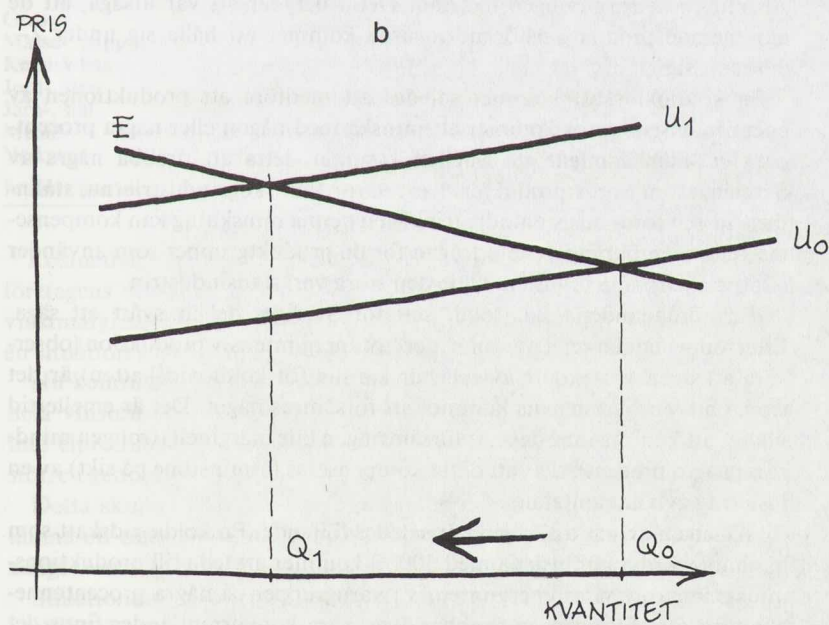
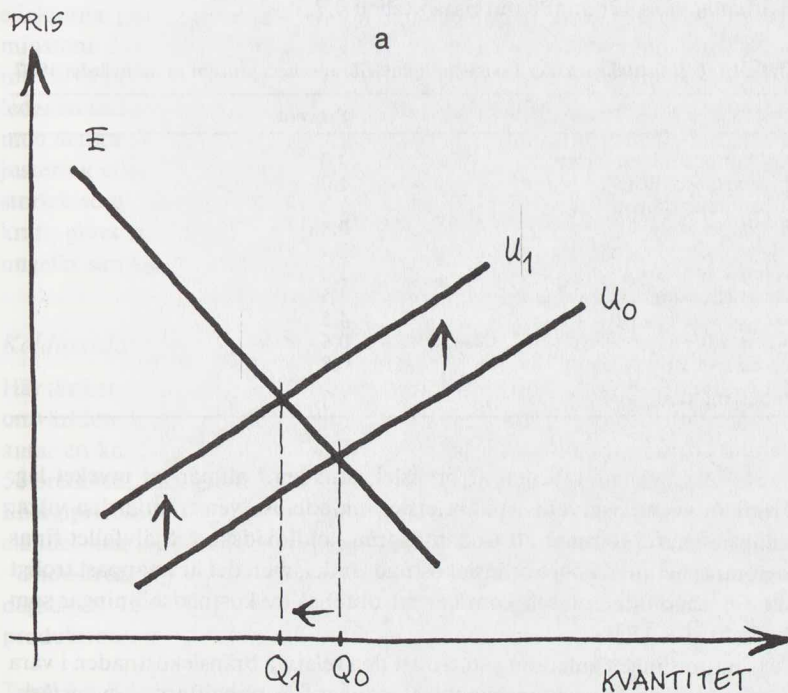
I fall 7.2a är både utbuds- och efterfrågekurvorna normalelastiska och den totala effekten blir där måttlig. I figur 7.2b är emellertid båda kurvorna (nästan) helt elastiska och där blir, som synes, effekten drastisk.

Figur 7.2a kan sägas motsvara förhållandena på en totalmarknad. Figur 7.2b kan å sin sida sägas motsvara förhållandet då ett (litet) land exporterar en i förhållande till bytesbalansens totalstorlek liten vara till en stor världsmarknad. I detta senare fall är efterfrågekurvan närmast horisontell (fast världsmarknadspris) och produktionskostnaderna i stort sett fasta oberoende av produktionsnivå.

I det scenario som är aktuellt för oss har vi att räkna med att en koldioxidskatt införs inte bara i Sverige utan även i våra konkurrentländer. Detta betyder att inte bara våra kostnader stiger, utan även andra länders. Vi har således att räkna med en förskjutning av den aggregerade utbudskurvan, dvs. det fall som illustreras i figur 7.2a. Detta betyder att totaleffekterna kommer att bli måttliga för samtliga varugrupper som får en kostnadshöjning.

Hur stora kommer då effekterna att bli? Detta beror naturligtvis på hur stor kostnadsstegringen blir för varorna. Om vi antar att skatten gör de fossila bränslena 300 % dyrare, och att de samtidigt utgör 2 % av de totala produktionskostnaderna för en vara, kommer kostnadshöjningen att bli maximalt 6 %. Eftersom vi har att räkna med en viss substitution, rör det sig om mindre, troligen 2—4 %. Om vi samtidigt räknar med normalelastiska utbuds- och efterfrågekurvor kommer produktionsnedskärningarna att bli under 2—3 %.

Figur 7.2 Produktionsförändringar vid en kostnadshöjning, U_0 går till U_1



Hur stora är då bränsleenergikostnaderna för olika industribranscher? Förhållandena för år 1987 utvisas i tabell 7.7.

Tabell 7.7 Bränslekostnader i svenska industribranscher, procent av saluvärdet 1987

Bransch	Procent
Gruvor och mineralbrott	4,0
Livsmedelsindustri	1,0
Textilindustri m. m.	1,2
Trävaruindustri	0,8
Massa- och pappersindustri	2,4
Kemisk industri	1,0
Jord och stenindustri	4,5
Järn och stålindustri	4,5
Verkstadsindustri	0,6
Övrig industri	0,8
Industrin totalt	1,3

Som framgår av tabellen är bränslekostnaden i allmänhet mycket låg. Det kan även observeras att i bränslet inkluderas även träbränslen vilka, enligt uppgift, kommer att undantas från koldioxidskatt. Självfallet finns delbranscher med högre bränslekostnadsandel, men det är knappast troligt att ens någon delbransch kommer att drabbas av kostnadshöjningar som övergår 10–15 %.

Det finns ingen anledning att tro att den relativa bränslekostnaden i våra konkurrentländer på ett markant sätt avviker från uppgifterna i ovanstående tabell. Den absoluta energieffektiviteten kan givetvis variera, beroende på allmän utvecklings- och produktionsnivå, men den relativa kostnadsstrukturen är förmodligen likartad. Detta betyder att vår utsaga, att de aggregerade produktionsförändringarna kommer att hålla sig under 2–3 %, står sig.

En koldioxidskatt kommer således att medföra att produktionen av energiintensiva varor kommer att minska med någon eller några procentenheter. Som framgår av tabellen kommer detta att drabba några av Sveriges stora exportprodukter, t. ex. varor från skogsindustrierna, stålindustrin och jord- och stenindustrin. Men denna minskning kan kompenseras genom en ökning av efterfrågan för de produktgrupper som använder relativt lite fossila bränslen, t. ex. den stora verkstadsindustrin.

Hur förhållandena slår totalt sett för Sveriges del är svårt att säga. Eftersom vi har en relativt stor export av energiintensiv produktion (observera att även vår export av bilar är känslig för koldioxidskatten) är det troligt att vår bytesbalans kommer att försämras något. Det är emellertid viktigt att komma ihåg dels att försämringen blir marginell (troligen mindre än några procent), dels att detta kompenseras (åtminstone på sikt) av en justering av vår valutakurs.

Slutsatsen av vår diskussion är således följande. En koldioxidskatt som här antas fördyra bränslena med 300 %, kommer att leda till produktionsminskningar av vissa energiintensiva varugrupper på några procentenheter. Eftersom fördyringen drabbar även våra konkurrentländer finns det ingen anledning att anta annat än att minskningarna av den svenska produktionen kommer att vara av samma storleksordning.

Eftersom det förväntade efterfrågebortfallet är litet blir även de möjliga effekterna på vår bytesbalans små. Dessutom kommer bortfallet att (åtminstone delvis) kompenseras av en ökning i efterfrågan på mindre energintensiva produkter, t. ex. vissa verkstadsprodukter, dock ej bilar. Troligen leder en sådan koldioxidskatt till en mindre försämring av vår bytesbalans, men denna försämring kan på sikt lätt kompenseras av antingen en kursjustering eller en något lägre lönestegringstakt. En koldioxidskatt av den storlek som föreslås är således inget hot mot vår långsiktiga konkurrenskraft, givet naturligtvis att även våra konkurrentländer inför en skatt av ungefär samma storleksordning.

Koldioxidavgift på fossila bränslen inklusive elproduktion

Här tänker vi oss till en början att såväl energi- som elpriser blir lika höga i omvärlden som vi bedömt att de blir för Sverige med koldioxidavgift. Vi antar en koldioxidskatt på 100 öre/kg koldioxid samt en elprishöjning på 58 öre/kWh. I dag betalar den svenska elintensiva industrin 120 öre/kWh. Energiprisökningarna blir nu väsentligt större, speciellt i länder med hög elandel som Sverige.

Industrins energikostnader skulle då dramatiskt öka i förhållande till dagsläget. Hur energikostnadernas andel i förhållande till det antagna produktionsvärdet år 2015 skulle utvecklas framgår av tabell 7.8.

Tabell 7.8 Energikostnadernas andel i procent av saluvärdet år 2015 (uttryckt i 1987 års priser). Koldioxidskatt 100 öre/kg koldioxid samt elprishöjningar på 58 öre/kWh

	Bränslen	El	Totalt
Gruvor	11,7	38,9	50,6
Massa-, papper	10,3	20,6	30,9
Kemisk bas	5,4	15,9	21,3
Jord-, sten	16,4	6,6	22,7
Järn-, stål	23,5	15,4	38,9
Metall	5,3	12,3	17,6
Verkstad	1,4	2,0	3,3
Industrin totalt	3,0	4,5	7,5

Kostnadsförändringar av den storleksordningen ger påtagliga effekter på företagens lönsamhet. För de mer energiintensiva branscherna skulle vinstmarginalerna minska drastiskt. Detta framgår av tabell 7.9 som avser en situation efter det att företagen hunnit anpassa sig.

Nu kommer energikostnadsandelen öka betydligt, ibland så mycket att hela vinsten försvinner. Kostnadsökningarna i förhållande till fallet då inte elproduktionen belastas med koldioxidskatt blir nästan fyra gånger större i genomsnitt.

Detta skulle betyda att produktionsförändringarna grovt räknat skulle kunna bli omkring 10%. Andra länder har ju exakt samma kostnadsbild enligt förutsättningarna.

Situationen skulle bli något liknande den vi hade efter oljeprischockerna under 1970-talet. Industrin skulle drabbas av kraftiga energiprisökningar. Struktureffekten skulle bli stor, men inte dramatisk för något land. Alla länder skulle ju, tillsvidare, drabbas av samma energiprisökningar. Världs-

Tabell 7.9 Ökade energikostnader och effekter på industrins vinster vid införande av koldioxidskatt på 100 öre/kg koldioxid samt elprishöjningar på 58 öre/kWh

	Kol	Oljor	Naturgas	Fjärr- värme	El	Totalt	Netto vinst	Vinst försämring procent
Gruvor	..	0,2	—	—	0,7	0,9	0,9	100
Massa/ Papper	0,6	2,2	0,1	—	12,5	15,5	21,6	72
Kemisk bas	0,3	0,4	0,2	..	2,8	3,7	7,1	52
Jord-Sten	1,0	0,7	0,1	..	0,7	2,5	4,8	52
Järn-Stål	3,0	0,9	0,1	..	2,4	6,4	6,2	103
Metall	0,1	0,1	—	..	0,4	0,6	1,0	60
Verkstads	0,2	3,5	0,3	1,9	9,3	15,2	176,7	9
Övrig industri	0,2	2,2	0,4	1,0	7,3	11,1	70,4	16
Ind totalt	5,4	10,3	1,2	2,9	39,3	59,1	288,7	20

marknadpriserna på energiintensiva varor skulle öka vilket skulle leda till en minskad världsefterfrågan. Denna skulle dock inte bli drastisk. Vi skulle fortfarande befinna oss i figur 7.2a. Däremot är det mycket möjligt att tillväxten i världsekonomin skulle minska, liksom den gjorde efter oljeprischockerna.

Olika länders inriktning i energipolitiken

Hittills har vi antagit att koldioxidavgifter skulle påverka alla länder på samma sätt som de skulle påverka Sverige. I verkligheten har dock olika länder olika förutsättningar från början och kan välja olika strategier för att lösa växthusproblemet i framtiden.

I dagsläget har Sverige genomsnittliga koldioxidutsläpp per capita, trots att vi har en stor andel av världens energiintensiva produktion och ett kallt klimat. Detta beror på att elproduktionen, som är världens fjärde största per capita, till mycket stor del består av vatten- och kärnkraft, som inte släpper ut några växthusgaser. Den fossila andelen av elproduktionen utgör i dag bara några procent.

Det faktum att vi har en stor andel energiintensiv industri beror på vår tillgång till skog, malm och vattenkraft. Vår industri är till stor del uppbyggd kring dessa tillgångar. I dag är elpriserna jämförelsevis låga. Vissa konkurrentländer har dock lägre elpriser för den elintensiva industrin. Det gäller exempelvis Norge, företag med förmånliga specialkontrakt på kontinenten m. m. Medan elpriserna för elintensiva industrin i Sverige ligger kring 15 öre/kWh kan de i konkurrentländerna variera mellan 6 och 30 öre/kWh.

I framtiden kan olika länder tänkas angripa växthuseffekten, som i detta kapitel antas komma att bli ett internationellt mål, på olika sätt. Vissa länder kan tänkas gå samma väg som vi skisserat för Sverige i denna studie. Andra kan tänkas gå åt motsatt håll, medan en tredje grupp länder kan tvingas hitta andra lösningar. Det unika med svensk miljö- och energipolitik är att vi har mer kärnkraft per capita än något annat land, vilket bl. a. har medfört minskade koldioxidutsläpp. Dessa ska nu hållas oför-

ändrade utan att vi kan använda oss av av det medel vi hittills använt, dvs. kärnkraft.

Den strategi som vi skisserat för Sverige i det föregående kräver stora landområden. Vi har tagit stora delar av våra kuster och havsområden i anspråk för att få fram stora mängder vindkraft. Vidare utnyttjas våra stora skogsområden till energisektorer och industriproduktion. Dessutom har vi antagit att en del mark, som i dag utnyttjas för jordbruk, i framtiden kommer utnyttjas för energiskog.

Mer tätbefolkade länder får dock problem. De har inga fysiska möjligheter att följa den svenska strategin, utan måste satsa på mer energitäta lösningar. När det gäller sparande och mottrycksproduktion är strategierna som vi redovisat i denna rapport däremot tillräckligt energitäta även för tätbefolkade länder.

Slutsatsen skulle därför bli att mer tätbefolkade länder bara kan använda sig av sparande och mottrycksproduktion av den totala svenska arsenalen. Det är bara glesbefolkade länder som dessutom kan satsa på förnybara energikällor som kräver stora ytor.

Hur är det då med de alternativ som olika länder måste välja mellan i framtiden? Som en bakgrund kan det vara intressant att studera elpriser/elproduktionskostnaderna i dag och i framtiden, beroende på vad man har och vad man kan komma att välja i framtiden. En mycket schematisk framställning framgår av tabell 7.10.

Tabell 7.10 Elpriser/elproduktionskostnader (schematiskt) för elintensiv industri i dag och i framtiden beroende på vilken strategi som väljs (koldioxidavgift i framtiden på 100 öre/kg)

Öre/kWh	Elpris idag	Möjligt elpris/elproduktionskostnad i framtiden
Sverige	ca 15	90
Alternativ för andra länder:		
Sveriges strategi i glesbefolkade länder	6–30	90
Sveriges strategi i tätbefolkade länder	6–30	över 90
Strategi med kärn- och vattenkraft	6–30	25–40

Att tätbefolkade länder skulle få högre elpriser/elproduktionskostnader än Sverige beror på att de måste ta till sparande eftersom de skulle ha en mer begränsad elproduktion att tillgå. Det skulle bli frågan om ren knapphetsprissättning där priset framförallt skulle avspegla bristen på tillräcklig produktionskapacitet.

Låt oss i detta sammanhang titta lite på hur det ser ut när det gäller kärnkraftsutbyggnad i olika länder inom EG. I Danmark, Grekland, Irland, Luxemburg och Portugal finns det ingen kärnkraft alls. Italien beslöt efter en folkomröstning 1988 att införa ett förbud mot att bygga kärnkraft under fem år. I Västtyskland, Belgien, Holland och Spanien verkar det i praktiken tills vidare råda utbyggnadsförbud. Två länder har en stor andel

kärnkraft nämligen Frankrike och Belgien, där kärnkraften utgör 70 respektive 68 procent av elproduktionen.

”EGs linje är att kärnkraften kan användas under betryggande former. Ett antal direktiv rörande upparbetning, förvaring och skydd mot radioaktivt avfall har antagits. Efter Tjernobyl har en intern EG-procedur för snabb information i händelse av katastrofer utarbetats.

Det mesta pekar på att kärnkraften även framgent kommer att vara ett viktigt inslag i EGs energiförsörjning.”²

Länder som bygger ut kärn- och vattenkraft skulle kunna hålla elpriserna (elproduktionskostnaderna) på en nivå kring 25–40 öre/kWh. Dessa kraftslag är ju för det första kommersiellt tillgängliga och för det andra leder de inte till någon växthuseffekt. Om några länder är villiga att beträda en sådan väg skulle inte deras elpriser behöva ändra sig så mycket jämfört med dagsläget. Ett problem i sammanhanget skulle vara att kärnkraften och vattenkraften skulle kunna öka i pris eftersom de viktigaste konkurrenterna, kol- och oljekondens, blir väsentligt dyrare. En sådan effekt skulle å andra sidan reduceras om konkurrensen om att bygga kärn- och vattenkraft blir stor.

Med tanke på de stora kostnadsskillnaderna mellan Sveriges strategi och en strategi med kärn- och vattenkraft verkar det sannolikt att åtminstone några länder bygger den kärn- och vattenkraft de behöver. Åsikten om vad en bra miljö är kan ju dessutom variera olika länder emellan.

I så fall skulle vi få vissa länder som satsar på kärn- och vattenkraft. Några länder skulle kanske satsa på den svenska strategin och vissa på en strategi med än högre elpriser. Elpriserna för den första gruppen skulle kunna hamna kring 25–40 öre/kWh, för den svenska strategin i storleksordningen 90 öre/kWh och för den sista kategorin över 90 öre/kWh.

Vi skulle nu få en situation med kraftiga variationer i lönsamhet för elintensiv industri. Lite mer långsiktigt skulle figur 7.2b bli mer representativ än figur 7.2a.

Anledningen är att länderna med låga elpriser alltmer skulle specialisera sig på elintensiva produkter. De skulle få stora komparativa fördelar. Kostnaderna, där elkostnaderna utgör en stor andel, i dessa länder skulle då i stor utsträckning bestämma världsmarknadspriset på dessa produkter.

Det skulle i sin tur betyda att svenska basnäringar skulle få kraftigt försämrad konkurrenskraft, ungefär i den storleksordning som beskrevs i kapitel 6 där svensk industri ensidigt fick ökade energikostnader. Merparten (ca 75%) av kostnadshöjningarna ligger nämligen på elsidan och det var ju den som kunde variera länder emellan.

Det kommer dock fortfarande finnas betydande incitament att utnyttja den svenska skogen och kanske även vissa malmer. På skogsprodukter finns det många produkter att välja mellan med olika mix mellan elåtgång, vedåtgång samt förbrukning av övrig energi.

² Citatet är hämtat från Mogren, A, EG och energi, från avdelningen för omvärldsanalys, Vattenfall.

Överföring av elektrisk kraft

I dag finns det redan elledningar dragna mellan de flesta länder. Här finns en möjlighet till kraftutbyten mellan olika länder. De stora skillnaderna i elpris mellan olika länder skulle därvid kunna jämnas ut.

Denna utjämnande effekt kommer att ha större betydelse ju mer centralt ett land med billig elenergi ligger.

Någon fullständig utjämning av elpriserna torde det inte bli frågan om. Det skulle i princip förutsätta att vissa länder skulle försörja mycket stora delar av grannländernas elbehov, förutom hela sitt egna behov.

Skulle då de länder som i framtiden har billig elkraft exportera el direkt eller indirekt via export av elintensiva produkter? Det beror bl.a. på transportkostnaderna och vilken självförsörjningsgrad olika länder vill ha på elkraft respektive elintensiva produkter. Detta scenario som ligger mycket långt från dagens situation, innebär mycket betydande importandelar för de länder som både väljer att importera och samtidigt bara tillåter "de svenska" kraftslagen. Transportkostnaderna beror sedan på avståndet mellan de exporterande och importerande länderna. Den växer kraftigt för elelexport, men mindre kraftigt för elintensiva produkter. Fartygstransporter är ju mycket billiga.

Därför torde en viss utjämning av elpriserna komma till stånd. En fullständig utjämning kan dock inte förväntas, dels på grund av högre transportkostnader för elutbyte länder emellan än vid export av elintensiva produkter, dels på grund av låg självförsörjningsgrad av el för alla importerande länder. Det senare skulle bli svårt eftersom elförsörjningen är av strategisk betydelse.

Sammanfattningsvis kan vi förmoda att strukturella problem i industrin vid ensidiga svenska energiprisökningar i väsentlig utsträckning skulle kvarstå, även om en lika stor koldioxidavgift infördes i alla länder. Vår roll i den internationella arbetsfördelningen som elintensiv producent skulle flyttas över till andra länder som är beredda att satsa på kärn- och vattenkraft. Problemen skulle kunna mildras något, men inte elimineras av elimport.

8 Elmarknaden

Elmarknaden är av central betydelse vid en omställning av energisystemet. Därför ska vi i detta kapitel diskutera olika prissättningsprinciper. Hittills har vi ju gjort bedömningarna utgående från att priserna sätts enligt marginalkostnaderna. Därefter diskuteras vissa aktuella frågeställningar på dagens elmarknad.

Konsekvenserna med annan prissättningsprincip

Den prissättningsprincip man bestämmer sig för att tillämpa på energimarknaderna kommer att få stor betydelse för utvecklingen. Elmarknaden är här speciellt intressant. Hälften av dagens elproduktion består nämligen av vattenkraft med mycket låga kostnader. Den ytterligare kraft som behövs är betydligt dyrare. Följande tabell ger kostnader (rörliga och totala) och energimängder för några olika kraftslag.

Tabell 8.1 Rörliga och totala kostnader samt energimängder för olika kraftslag

Kraftslag	Rörlig kostnad (öre/kWh)	Total kostnad (öre/kWh)	Energi (TWh)
Befintlig vattenkraft	1 – 2		63
Ny vattenkraft		15 – 25	ca 20
Befintlig kärnkraft	6 – 7	ca 10 ¹	65 – 70
Befintligt mottryck	0 – 15		ca 10
Befintlig oljekondens	15 – 25		20
Ny kraftvärme		20 – 70 ²	5 – 35 ²
Ny vindkraft		30 – 70 ²	0 – 30 ²
Ny kolkondens		25 – 35	oändligt

¹ Rörliga kostnader samt halvfasta årskostnader

² Energimängderna beror bl. a. på vad det får kosta

I kraftföretagens redovisning beror kostnaderna också på avskrivningsmetod, anläggningarnas ålder, reparationsbehov och avkastningskrav. Dessa faktorer bestämmer inte kraftföretagens *genomsnitts- eller självkostnader*, utan också hur produktionsstrukturen ser ut och hur den utnyttjas.

De kortsiktiga marginalkostnaderna bestäms i princip av kostnaden för det dyraste kraftslaget i ett givet system. De olika kraftslagen ska läggas ut i kostnadsordning så att man börjar använda de billigaste, för att minimera kostnaderna. Genom den svenska och nordiska samkörningen drivs elsy-

stemet på detta sätt. De kortsiktiga marginalkostnaderna varierar över året, veckan och dygnet beroende på elanvändningens belastningsprofil. Elanvändningen är som högst under vintern och under dagtid. Den reglerbara vattenkraften dämpar variationerna för det övriga elproduktionssystemet. De kortsiktiga marginalkostnader vi brukar utgå ifrån är ett vägt medelvärde av marginalkostnaderna över året.

Ett annan begrepp är de *långsiktiga marginalkostnaderna*. Här utgår man inte ifrån ett givet system utan bygger ut det på ett optimalt sätt. Detta innebär att man kan minimera summan av de rörliga och fasta kostnaderna, dvs. de totala kostnaderna. I detta optimalt utbyggda system kan sedan de kortsiktiga marginalkostnaderna bestämmas så som de beskrevs ovan. Skillnaden är att de vid en optimal utbyggnad sammanfaller med de långsiktiga marginalkostnaderna. Med andra ord kan de långsiktiga marginalkostnaderna sägas vara lika med de kortsiktiga marginalkostnaderna vid optimal drift och utbyggnad.

Vid överkapacitet blir det inte aktuellt att göra någon utbyggnad. Därför pratar nationalekonomerna då endast om de kortsiktiga marginalkostnaderna som blir lägre än de långsiktiga marginalkostnaderna. Denna situation befinner sig Sverige i för närvarande. För en mer utförlig diskussion av dessa frågor hänvisar vi till andra studier, t. ex. verkets rapport "Elmarknaden – drift, investeringar, tariffer, effektiviseringsfrågor", 1987 – 12 – 17.

Historiskt sett har Sverige haft god tillgång på billig vattenkraft. Det är därför inte konstigt att vi har haft lägre elpriser än andra länder, som har behövt förlita sig till dyrare kondensproduktion. När den första oljeprischocken kom på 1970-talet var vi just i färd med att bygga ut kärnkraften. Vi byggde så mycket att vi en bit in på 1970-talet nästan hade eliminerat oljekondensproduktionen i elsystemet, trots ökad elanvändning. Därmed spelade det inte så stor roll hur höga oljepriserna blev. Elpriserna förblev låga. Denna situation har vi fortfarande och den beror ytterst på att vi har en för stor elproduktionskostym, vilket i sin tur bl. a. beror på den oväntade stagnationen i den svenska ekonomin under 1970-talet och en bit in på 80-talet. Såväl de kortsiktiga marginalkostnaderna som genomsnittskostnaderna är låga nu, men överkapaciteten krymper år från år.

Med dagens låga elpriser får därför elanvändarna information om att det är billigt att producera ytterligare en kilowattimme. När elanvändningen stiger måste vi använda dyrare kraftslag vilket höjer de kortsiktiga marginalkostnaderna och i viss utsträckning även genomsnittskostnaderna. När elanvändningen stiger från dagens nivå mellan 130 TWh och upp till 145 – 150 TWh är det lönsamt att bygga ny produktionskapacitet. Då har vi kommit upp till de långsiktiga marginalkostnaderna.

I verkets elprisprognoser brukar vi anta att elpriserna ökar med ökade kortsiktiga marginalkostnader. När sedan investeringar blir lönsamma antar vi att elpriserna följer de långsiktiga marginalkostnaderna. Varför antar vi att elpriset kommer att öka så mycket? Om det nu blir så stora problem inom uppvärmning, industrin m.m. – kan man då inte lika gärna låta elpriserna behålla sin nuvarande reala nivå eller endast öka måttligt?

Anledningen till att vi räknar med så drastiska elprisökningar på en av

våra viktigaste produktionsfaktorer är enkel. Vill man i framtiden utnyttja resurserna på ett effektivt sätt måste man bl. a. få till stånd en god avvägning mellan sparande och tillförsel av el. Man bör spara till dess att det kostar lika mycket som att tillföra ytterligare en kilowattimme. Den enklaste — och troligen enda — sättet att ordna detta är att höja elpriserna till nivån för vad det kostar att producera ytterligare en kilowattimme. Valet står nämligen mellan att producera eller inte producera de sista kilowatttimmarna, eller på sikt att bygga eller inte bygga ytterligare ett kraftverk. Dessa kostnader baseras på marginalkostnaderna. Valet står alltså inte mellan att producera mycket eller litet med vattenkraften; den kommer alltid att utnyttjas så mycket som möjligt.

Med ett elpris som är baserat på marginalkostnader kommer det i princip vara företagsekonomiskt lönsamt att spara tills det kostar ungefär lika mycket som elpriset, vilket i så fall är kostnaden för att producera ytterligare en kilowattimme.

Ett sådant elpris kommer dock att vara högre än genomsnittskostnaderna. Detta beror på att det finns stora mängder billig vattenkraft och en del billigt mottryck i botten på elproduktionssystemet. Samtidigt innebär detta att elprisökningarna ger alla elanvändare kostnadsökningar som vida överstiger kraftföretagens ökade produktionskostnader. Kraftföretagens vinster skulle med andra ord öka med mångmiljardbelopp.

Med en prissättning efter genomsnittskostnaderna skulle det inte bli företagsekonomiskt lönsamt att spara lika mycket som med marginalkostnadsprissättning, trots att det från samhällets synpunkt är billigare att spara än att tillföra (bygga) mer kraft. Mer elproduktionskapacitet skulle behöva byggas, vilket skulle ge ökade utsläpp osv.

På sikt beror skillnaden mellan långsiktiga marginalkostnader och genomsnittskostnader bl. a. på hur många kärnkraftsreaktorer som är i drift. Detta illustreras i figur 8.1 för både basalternativets högfäll och det miljöanpassade högfället.

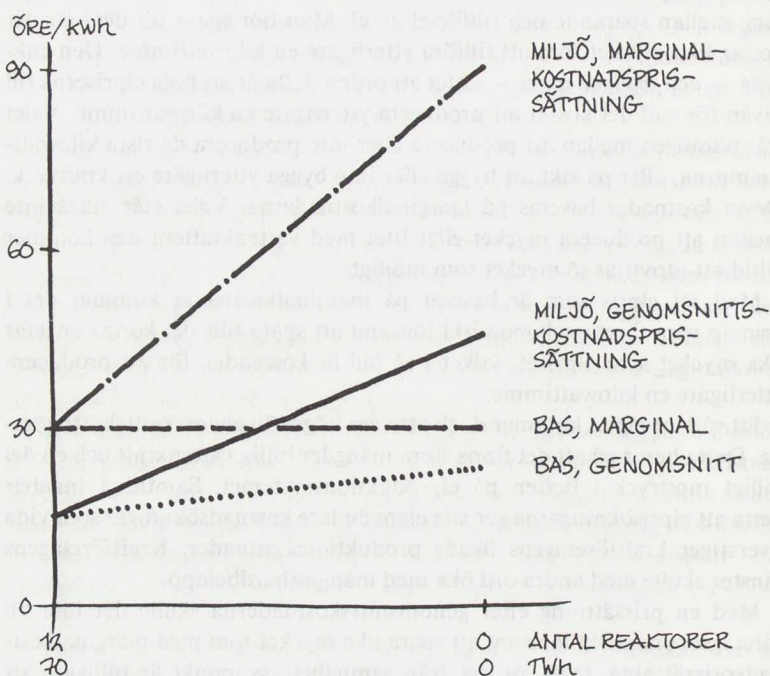
Figuren, som endast är schematisk, avser att visa hur stor spännvidden är mellan marginal- och genomsnittskostnader för olika fall. Utgångspunkten är på lång sikt och att vi hunnit växa in i dagens stora elkostym. Med dagens överkapacitet är det annars ingen större skillnad mellan genomsnittskostnaderna och de kortsiktiga marginalkostnaderna.

När det gäller basalternativet ser vi att skillnaderna mellan de två prissättningsprinciperna är störst med stor kärnkraftsproduktion. Ju mindre kärnkraft, desto mer ny kraft måste in. Kostnaderna för denna kommer successivt att höja genomsnittskostnaderna. Eventuella skadestånd till kraftföretagen skulle dock minska genomsnittskostnaderna. Å andra sidan skulle eventuella "övervinstskatter" kunna verka åt andra hållet. Marginalkostnaderna ligger på ungefär samma nivå eftersom man hela tiden finner det lönsamt att bygga ut kolkondens. Det blir små mängder kolkondens med mycket kärnkraft och stora mängder med lite kärnkraft.

I det miljöanpassade fallet ökar dock skillnaden mellan genomsnitts- och marginalkostnaden ju mindre kärnkraft vi producerar.

I denna utredning är det inte bara kostnaderna som är intressanta, utan också olika sorters utsläpp. Utan elprishöjningar är det orealistiskt att tro

Figur 8.1 Långsiktiga marginalkostnader och genomsnittskostnader med olika antal kärnkraftsreaktorer, grov uppskattning.



på ett tillräckligt omfattande sparande. En högre elproduktion leder också till högre utsläpp än de mål som riksdagen satt upp. En anledning till detta är att en stor del av den tillkommande elproduktionen skulle behöva göras med kondenskraftverk, men de medför mycket stora utsläpp på grund av sin låga verkningsgrad. En satsning på fliskondens skulle medföra att våra skogstillgångar snabbt förbrukades. Vi är alltså tvingade att räkna med elprisökningar för att klara riksdagens restriktioner på svavel- och kväveoxider samt koldioxid. Eventuell kompensation inom andra sektorer skulle med största säkerhet behöva bli alldeles för stor.

På kort sikt blir dock analysen en annan. En avveckling av två reaktorer 1995/96 kan leda till kraftigt ökade marginalkostnader, men måttligt förändrade genomsnittskostnader i basalternativen. Men en kraftigare ökning av elanvändningen skulle göra att marginalkostnaderna kan komma upp på kolkondensnivå före 1995.

Kostnadstäckning

Med en kortsiktig marginalkostnadsprissättning får man således betalt för de rörliga kostnaderna för det dyraste energislaget vid varje tidpunkt. Man kan då fråga sig hur de fasta kostnaderna ska kunna täckas. Om man gör en lönsam investering kan man något förenklat säga att de ökade fasta kostnaderna åtminstone ska uppvägas av minskade rörliga kostnader. En vattenkraftinvestering minskar behovet av kraft med högre rörliga kostnader,

eller i kostnadsordning kärnkraft, mottryck, kolkondens, dyrare mottryck, oljekondens och gasturbiner. På samma sätt blir det med andra investeringar, men antalet kraftslag som man kan reducera de rörliga kostnaderna med blir färre.

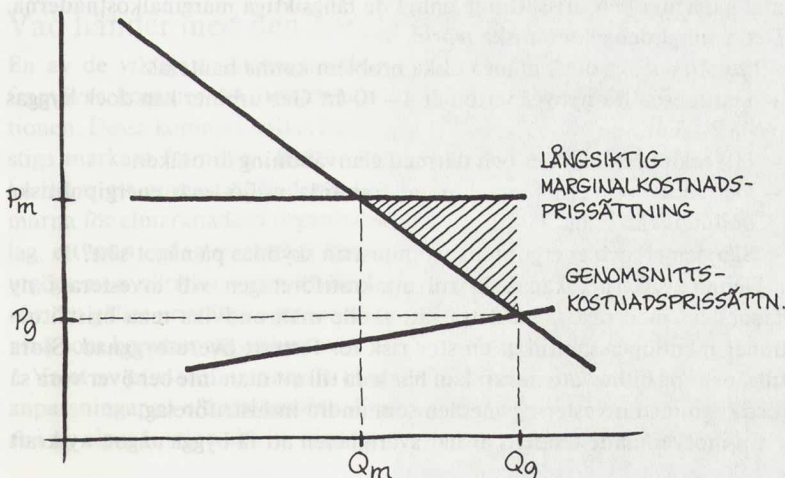
Detta resonemang måste dock modifieras med en viktig faktor. Förutom minskade rörliga kostnader ökar nämligen också leveranssäkerheten. Värdet av ökad leveranssäkerhet blir lågt vid överkapacitet, men mycket högt vid för liten elproduktionskapacitet. Detta förklarar att någon överhuvudtaget vill investera i gasturbiner vid kortsiktig marginalkostnadsprissättning. Här minskar ju inte de rörliga kostnaderna alls, eftersom gasturbinerna har de högsta rörliga kostnaderna. Intäkten av gasturbiner ligger enbart i ökad leveranssäkerhet. I taxan tar man sedan in intäkten via effektagifter eller energiavgiften under vintern, dagtid.

Andra investeringar än nya gasturbiner ger dels lägre rörliga kostnader, dels ökad leveranssäkerhet (intäkter via effektagifter). Således kommer investeringskostnaderna att betala sig på detta sätt även med kortsiktig marginalkostnadsprissättning. Att på detta sätt enbart ta betalt utgående från de "rörliga" kostnaderna borde alltså inte vara något problem ur kostnadstäckningssynpunkt. För Sveriges del är det snarare tvärtom så att en kortsiktig marginalkostnadsprissättning tillsammans med optimala investeringar skulle ge kraftiga övervinster tack vare våra stora mängder billig vattenkraft.

Samhällsekonomisk vinst med marginalkostnadsprissättning

Tidigare har vi konstaterat att marginalkostnadsprissättning leder till effektiv avvägning mellan utbud och efterfrågan. Med en lägre genomsnittskostnadsprissättning kommer man efterfråga mer. Elanvändarna anpassar sig till prisbilden. Värdet av denna el värdesätts därför på marginalen till det låga elpriset medan kostnaden på marginalen är högre. Detta förhållande gäller dock inte för tillfället beroende på överkapaciteten. Figur 8.2 visar hur utbud och efterfrågan på elmarknaden schematiskt ser ut.

Figur 8.2 Utbud och efterfrågan på el



Med marginalkostnadsprissättning erhålls balans på elmarknaden. Värdet av den sista enheten blir lika stort som kostnaden att tillföra den. Vi erhåller jämviktspriset P_m och jämviktskvantiteten Q_m .

Med genomsnittskostnadsprissättning kommer däremot värdet av den sista enheten bli lägre (P_g) än kostnaden att tillföra den som fortfarande antas vara P_m . Vi antar här att den långsiktiga marginalkostnaden är ganska konstant vilket blir fallet i basalternativen när man fyller på med den kolkondens som behövs.

Den samhällsekonomiska kostnaden av genomsnittskostnads- prissättning representeras av den streckade ytan. För en total avveckling av kärnkraften har vi i tidigare utredningar gjort bedömningen att denna kostnad uppgår till ca 3 miljarder kr per år. Dessutom blir ju behovet av ny kraft större medförande större utsläpp.

I de miljöanpassade scenarierna är det inte någon större mening med att se vad kostnaden med genomsnittskostnads- prissättning kan bli. Då skulle nämligen elanvändningen bli mycket större och därmed behovet av ny kraft. Denna skulle behöva ersättas med framförallt kondensproduktion medförande kraftigt ökade utsläpp av koldioxid, svavel- och kväveoxider. Eftersom det var just det som skulle undvikas är genomsnittskostnadsprissättning inte någon framkomlig väg. Vi gör bedömningen att andra sektorer inte kan kompensera dessa utsläppsökningar. I fallet med låg ekonomisk tillväxt finns det eventuellt en möjlighet förutsatt att belastningen på övriga sektorer tillåts bli mycket stor.

Genomsnittskostnadsprissättning kommer med största säkerhet leda till en fortsatt hög ökningstakt i elanvändningen. Den nödvändiga prisbromsen kommer att saknas, i alla fall fram till sekelskiftet. Utsläppskraven kan då inte klaras. Här kan noteras att det är mycket enklare att bromsa en utveckling i början än att först öka och sedan minska elanvändningen.

Planerad elprisökning?

Den ekonomiska teorin säger att den bästa strategin är kortsiktig marginalkostnadsprissättning kombinerad med att enbart lönsamma investeringar genomförs. Till slut skulle då vår överkapacitet och "elrea" leda till optimal kapacitet och prissättning enligt de långsiktiga marginalkostnaderna. Detta enligt den ekonomiska teorin.

I praktiken ska dock många olika problem kunna hanteras:

- Ledtiderna för nybyggnation är 4–10 år. Gasturbiner kan dock byggas på 2–3 år.
- Utveckling av elpriser och därmed elanvändning är osäker.
- Det råder osäkerhet om hur de framtida miljö- och energipolitiska besluten kan se ut.
- Ska den el- och energiintensiva industrin skyddas på något sätt?

Denna osäkerhet kan leda till att kraftföretagen vill investera i ny kapacitet "med råge". På detta sätt skulle man undvika rena bristsituationer men löper samtidigt en stor risk för fortsatt överutbyggnad. Stora tillgångar på billig vattenkraft kan här leda till att man inte behöver vara så försiktiga med investeringsmedlen som andra industriföretag.

En motverkande tendens är här svårigheten att få bygga någon ny kraft

överhuvudtaget. I dagsläget hotas ofta nya projekt av såväl riksdagsbeslut som lokala opinioner. Detta kan leda till en framtida underkapacitet.

I praktiken kan det således finnas risk för kraftiga och ryckiga prisvariationer. Det kan sedan ta lång tid att åter hitta vägen mot balanserad prissättning och utbyggnad.

En alternativ väg vore att under en övergångsperiod ha någon form av *planerade elprisökningar*. Dessa måste dessutom i så fall vara trovärdiga. Fördelen med en sådan ansats skulle vara att både producenter och användare av el skulle veta vad som väntade. Det skulle verka stabiliserande och dämpande på elmarknaden. Nackdelarna skulle vara en prissättning som inte var optimal för varje års förutsättningar. Med strikt planering skulle det dessutom kunna röra sig om stora obalanser under många år. Dessutom skulle det bli svårt, och ta lång tid, att skapa erforderlig trovärdighet för en sådan elprisplanering. En tredje nackdel är att styrkan i en sådan (statlig) intervention skulle kunna påverka den nuvarande elmarknadens funktion.

Att finna en korrekt väg mot ett givet mål är inte bara kraftföretagens problem. Det gäller i minst lika hög grad frågan om hur man ska bedriva energipolitiken på kort, medellång och lång sikt. Här måste man inse att de satsningar som görs i dag måste vara så bra att de klarar problemen efter sekelskiftet, och efter en kärnkraftsavveckling. När väl en investering är gjord ska det väldigt mycket till för att den ska kunna ersättas med en ny, innan dess livslängd har gått ut.

I detta sammanhang är det viktigt att notera riksdagsbesluten att kärnkraften ska avvecklas mellan 1995 och 2010. Det belyser att en ny elproduktion måste in under denna tidsperiod. De andra riksdagsbesluten (koldioxid, svavel- och kväveoxider) ger en mycket stram ram för hur denna ersättning ska göras, vilket framgått av bedömningarna i tidigare avsnitt.

Slutsatsen är att det är mycket viktigt att göra rätt från början. Annars klaras inte utsläppsmålen, eller så måste stora investeringar skrotas i förväg. Grundproblemet i den svenska energipolitiken härvidlag är att förändringarna inte kommer successivt utan sprängvis.

Vad händer med den svenska elmarknadsmodellen?

En av de viktigaste utgångspunkterna för vår analys är att priset på el framöver kommer att bestämmas av marginalkostnaderna i elproduktionen. Dessa kommer, vilket framgått av analysen tidigare i rapporten, att stiga markant framöver. Det är emellertid inte självklart att priset på el kommer att anpassas till dessa kostnadsökningar. De institutionella ramarna för elmarknadens organisation med ett fåtal dominerande kraftbolag, ett stort inslag av statligt ägande och ett kraftsystem som till stor del utgörs av avskrivna vattenkrafttillgångar medför att det finns alternativ när det gäller prissättningen på el och osäkerhet om vilken prissättningsnivå som kommer att etableras.

Valet av prissättningsprincip i vår analys är central för att åstadkomma anpassningar på efterfrågesidan. Den är även väsentlig för att investeringar i ny elproduktion ska bli lönsamma. Den utbyggnad av elsystemet som

förutses i den här studien, främst kraftvärme och vindkraft, förutsätter ett engagemang från olika typer av aktörer. Kommunerna förutsätts t.ex. kunna agera utifrån prissignaler som möjliggör lönsamma investeringar i kraftvärme.

Väsentliga frågor blir därmed om den nuvarande elmarknadens institutionella ramar är fortsatt ändamålsenlig, i vilken utsträckning som marginalkostnaderna kommer att vara styrande för prissättningen samt huruvida det finns andra sätt att åstadkomma önskad anpassning än via prissignaler. Detta gäller såväl produktions- som användningssidan, men diskussionen framöver kommer att koncentreras till konsekvenser för användningssidan av en annan prissättning och kraftföretagens roll i det sammanhanget. Slutligen diskuteras vilka möjligheter som ligger i en effektivare distribution av el till slutanvändare och de risker som finns med en ökad monopolisering av lokala energimarknader. Inledningsvis följer en kort presentation av elmarknadens organisation.

Elmarknadens institutionella ram

I producentledet produceras den absolut övervägande elenergimängden av ca femton större företag och kommuner. Statliga Vattenfall är klart störst och svarar för omkring hälften av produktionen.

Elkraften transiteras via stamnätet (över 220 kV) till olika belastningscentra. Vattenfall äger stamnätet och ansvarar för dess drift. Efter stamnätet tar de regionala och lokala näten vid (130 kV och lägre). För högspända leveranser råder i princip konkurrens. Vill en kund byta leverantör möter det inga lagliga hinder. I praktiken är dock detta mycket ovanligt, till stor del beroende på likartade elprisnivåer. När det gäller lokal distribution har elverket, eller motsvarande, koncession för ett visst område och får därigenom ett lokalt monopol.

På användningssidan råder sedan en konkurrens med andra energislag, liksom när det gäller försäljning av olika elanvändningsutrustningar, erbjudande av konsulttjänster som har med elanvändning att göra m. m.

Samkörningsavtalet m. m.

Vattenkraften finns framför allt i Norrland medan den största elförbrukningen sker i Syd- och Mellansverige. Bl. a. för att föra över stora mängder vattenkraft till södra Sverige har vi byggt stamnätet. Stamnätet innebär möjligheter till systemmässiga fördelar. De elva största kraftföretagen har därför tillsammans bildat en samkörningsorganisation (Samkörningsgruppen, SKN-företagen). Av dessa har sex gått samman i Krångedegruppens Samkörning AB som svarar för ca 35 % av landets totala kraftproduktion.

Reglerna för samkörningsgruppen baseras på ett samkörningsavtal. Samarbetet går ut på att utjämna de rörliga produktionskostnaderna mellan elproducenterna. En producent kan vid en viss tidpunkt behöva använda t. ex. dyr oljekondens för att klara sina abonnenters behov medan en annan klarar sig med t. ex. kärnkraft med låga rörliga kostnader. I detta fall säljer den senare el till den förra. Principen för prissättningen är oftast att vinsten ska delas lika till ett pris som ligger mitt emellan respektive producents kortsiktiga marginalkostnader (mittpris).

Kraven som ställs på aktörerna i Samkörningsgruppen är att man har erforderlig leveranssäkerhet för både energi och effekt. Varje företag ska alltså kunna vara leveranssäkert enligt specificerade krav även vid torrår, högkonjunkturer, kalla tidpunkter och vid bortfall av produktionsanläggningar. Man ska då både klara sin högsta timbelastning och sin under året förbrukade totala energi.

Vinstdelningsprincipen leder till att de olika kraftföretagen får ungefär samma marginella kostnader vid varje tidpunkt. Om det uppstår några större skillnader finns det genom vinstdelningsprincipen alltid en tendens att gå mot större utjämning av produktionskostnaderna. Detta kan gå ganska snabbt eftersom man inom samkörningsgruppen deklarerar priser timme för timme.

Inom Krängedegruppens Samkörnings AB (KGS) handlar man inte via vinstdelningspriser av respektive företags marginalkostnadsvärde, utan via utbytespriser mellan KGS och Vattenfall. Detta gör att ett KGS-företag med stor tillgång på billig baskraft får ett högre pris än om man skulle använda sig av vinstdelningsprincipen inom KGS. Även här leder dock utbytena till en utjämning varför skillnaden i praktiken blir liten.

Ibland har t. ex. vissa kraftvärmeverk samarbetsavtal med någon delägare i Samkörningsgruppen. Då brukar prissättningen baseras på ett pris emellan kommunernas marginalkostnad och SKN-företagets kraftvärde.

Driften av systemet med "externa" kraftproducenter bör bli densamma som om de var med på kraftbörsen och körde mot kraftbörsprinciperna eftersom båda parter nu tjänar på en försäljning. Anta att vi har en kraftvärmekommun som har ett samarbetsavtal med ett SKN-företag. Man har en enda fastbränsleanläggning med låga rörliga kostnader. I och med att kommunen bara har ett enda marginalvärde kommer utbytespriserna variera inom ett betydligt mindre intervall än mellan två företag med mer varierad produktionsstruktur. Med mittprisprincipen trycks i detta fall alltid utbytespriserna ned vilket utgör en nackdel för den lokala producenten om han är nettosäljare. Om kommunen däremot skulle ha en mer varierad produktionsstruktur skulle mittpriserna variera på ett liknande sätt som mellan två kraftföretag.

I de flesta fall har den mindre producenten inte tillgång till erforderlig reservkapacitet. Detta betyder att de inte kan garantera säkra kraftleveranser vid varje tidpunkt. Därför kombineras samarbetsavtalet enligt ovan med vissa avgifter eftersom den lokala producenten ej kan täcka hela sitt behov. SKN-företaget måste därför tillhandahålla erforderlig reservkapacitet i såväl produktion som överföring. Ekonomiskt regleras detta i ett samarbetsavtal (maskinskadeavtal) som blir en avspegling av hur en högspänningstariff ser ut.

Ett alternativ för kraftvärmekommuner skulle kunna vara att gå ihop och tillsammans skaffa erforderlig reservkapacitet. Det blir då frågan om stora investeringar. Dessutom måste man betala "inträdesbiljetten" till stamnätet i form av fasta avgifter m. m.

Dynamisk effektivitet

En nackdel med mittprisprincipen vid samarbetsavtal med externa producenter är att den på längre sikt leder till lägre prisnivåer än utbytespriserna inom samkörningen då marginalkostnaderna i elsystemet successivt ökar. Vid en kärnkraftsavveckling tror vi att marginalkostnaderna kommer att ligga mellan 20 och 40 öre/kWh över året. Funderar då någon på att bygga fastbränslebaserad kraftvärme kommer detta kraftslags rörliga produktionskostnad att ligga runt 10 öre/kWh. Med vinstdelningsprincipen skulle då priserna, vid utbyten, ligga mellan 15 och 25 öre/kWh, alltså nästan hälften så högt som Samkörningsgruppens värden. Problemet uppstår p.g.a. att kraftvärmekommunen endast har ett marginalvärde (10 öre/kWh) medan SKN-företagen har en stor diversifiering i sin produktionsstruktur. Sådana låga utbytespriser kan göra det svårt att få företags-ekonomisk lönsamhet i en samhällsekonomisk lönsam kraftvärmeinvestering. I praktiken utgör dock den del som utbyts via samarbetsavtal oftast en mindre del av den totala producerade mängden i exempelvis ett kraftvärmeverk. Då kommer i stället kraftbolagets taxor vara mycket viktigare än utbytespriserna. Låga taxor kommer att göra det svårt att få lönsamhet i investeringar.

Taxenivån är också central för mindre, lokala elproducenter. Det kan t.ex. gälla mindre vindkraftverk på bondgårdar. Svenska Elverksföreningen har sedan en längre tid tillbaka haft rekommendationer för hur de ekonomiska förhållandena mellan distributör och en sådan lokal producent ska regleras (EKOVISAM). Grundprincipen har varit, och är, att värdet av den lokala produktionen ska motsvara den kostnadslättnad som distributören får. Sedan något år har ellagen kompletterats på denna punkt. Detta har skett genom att en lokal elproducent nu har rätt att pröva sina ekonomiska relationer med elverket i prisregleringsnämnden för elektrisk ström, vilken är knuten till statens energiverk.

Under förutsättning att det finns andra kunder som nyttiggörs på samma spänningsnivå leder denna grundprincip till en ersättning grundad på taxan. Den lokala elproduktionen kan då transporteras till andra elanvändare i närheten (små förluster) och på samma spänningsnivå (inga transformeringskostnader). Pga. högre kostnader för mätning, administration m.m. ökar den fasta kostnaden.

Vår bedömning är att man med en taxa baserad på marginalkostnaderna skulle få en god avvägning mellan investeringar i kraftföretag jämfört med investeringar i mer lokal elproduktion. De stora hoten mot lokal elproduktion torde härröra från en annan prissättningsprincip eller en framtida överutbyggnad med en prispress nedåt.

Kraftföretagens roll framöver

Den centrala frågan när det gäller kraftproducenternas engagemang när det gäller eleffektivisering gäller hur priset på el kommer att sättas framöver samt huruvida kraftproducenter kommer att tillgodose en ökande efterfrågan även i en situation med genomsnittskostnadsbaserade priser.

I dag finns det inget som hindrar svenska kraftföretag att ta betalt för

tillkommande kraft. I framtiden kommer möjligheterna att kunna göra detta bli en överlevnadsfråga för producenter med liten eller ingen billig kapacitet i form av framför allt vattenkraft. För Vattenfall, med stora tillgångar i vattenkraft, blir prissättningen i ökad utsträckning en fråga om val. Detta val kommer att få stor betydelse för andra aktörer eftersom Vattenfall är prisedare. De senaste åren har vi haft elpriser som legat i nivå med såväl genomsnittskostnad som kortsiktig marginalkostnad. Inför framtiden är det angeläget att bedöma vilken princip som ska gälla, alternativt om vi kommer att få en blandning av dessa principer. Man kan inte utesluta att statsmakterna via Vattenfall styr elprissättningen framöver. Motivet till detta skulle kunna vara att man från statens sida vill minska kostnadsökningarna för vissa eller alla abonnenter och/eller att man vill minska övervinststoppbyggnaden till följd av vattenkrafttillgångar på annat sätt än genom att höja vattenkraftskatten. Framtida investeringar i nyproduktion skulle då av kraftföretaget kunna värderas gentemot investeringar hos kunder i syfte att minska behovet av ny produktion. Ju bättre priset avspeglar de marginella produktionskostnaderna desto mindre blir emellertid det företagsekonomiska utbytet för kraftproducenten av direkta investeringar i elhushållning.

Eleffektivisering som affärsområde?

Kraftproducenter ser sin framtida produktion kringgärdas med nya krav och därmed svårigheter att fortsätta bygga för en kontinuerligt växande efterfrågan. För dessa framstår då frågan om nya affärsområden som intressant. Ett sådant affärsområde är numera insatser i syfte att effektivisera elanvändningen hos abonnenterna. Huruvida detta verkligen är ett lönsamt arbetsfält för kraftföretag är beroende av flera faktorer. Som centrala framstår valet av prissättningsprincip och förekomsten av leveransskyldighet.

Relativt stora satsningar är nu av Vattenfall beslutade inom området kommersiell elhushållning. Begrepp som energitjänstföretag och energitjänstleverantör är vanliga. Det förefaller samhällsekonomiskt angeläget att reda ut vad som är en effektiv ansvarsfördelning mellan kraftproducenter, kraftdistributörer och andra aktörer på marknaden när det gäller att tillhandahålla effektiva lösningar för slutanvändarna av el. Angeläget är här att förslag och åtgärder är anpassade efter det svenska institutionella systemet för produktion och distribution av el. Väsentliga faktorer är förekomsten av råkraftutbyte i Sverige, liksom i Norden i övrigt, via samkörningsnätet och distribution via lokala, monopol med leveransskyldighet. På produktionssidan föreligger, eller finns förutsättningar för, mer konkurrenslika förhållanden.

Grundläggande för den diskussion som förs nedan är att det måste finnas en affärsidé för kraftföretag så att projekt för eleffektiviseringar hos kunden framgångsrikt kan konkurrera företagsekonomiskt med andra tänkbara projekt. Det måste vara statsmakternas uppgift att ge energimarknadsaktörerna incitament att verka mot högre samhällsekonomisk effektivitet genom att göra företagsekonomiskt riktiga prioriteringar och värderingar.

Detta är extra angeläget när det gäller el eftersom möjligheterna till kostnadsövervältringar på konsumenterna är så goda. För många ändamål, men inte alla, saknas ju substitut till el, och konsumtionen kan ofta betraktas som mycket prisokänslig.

Förväntade problem när det gäller möjligheter till ny kraftproduktion i Sverige har gjort att intresset hos kraftföretag har fokuserats mot de internationella erfarenheterna från kraftföretag som arbetar med eleffektivisering.

Incitament till ökat marknadsengagemang

I dag är det många begrepp som diskuteras som har sitt ursprung i en del amerikanska kraftföretag. Begrepp och företeelser som ökad marknadsorientering, bättre system för att ta betalt för el, ökade insatser för effektstyrning och insatser för sk strategisk energihushållning används flitigt inom en del amerikanska kraftföretag.

Svårigheten när det gäller att tillgodogöra sig dessa erfarenheter för svenskt bruk ligger i behovet av att klart urskilja vad som styr de amerikanska företagen i deras val av åtgärder för att därefter kunna jämföra dessa förutsättningar med vad som gäller för Sverige.

Den viktigaste skillnaden i det amerikanska systemet jämfört med det svenska är förekomsten av prisreglering i elproduktionen. I Sverige finns endast prisreglering i distributionen av el, vilket hänger samman med det lokala monopolet. Den amerikanska regleringen av priserna på nytilkommen kraft försvårar utbyggnad av kraftsystemen. Att undvika utbyggnad genom insatser i hushållning kan då framstå som lönsamt. Givet att producenten har ett lokalt ansvar för försörjning av kraft (leveransskyldighet) kan det alltså ligga i hans intresse att vidta åtgärder genom att se till att den befintliga produktionsapparaten så att säga räcker längre. Det kan m. a. o. finnas en avvägning mellan de kostnader som han är villig att ta på sig i form av investeringar i effektivare elanvändning hos en kund och de förluster som han annars måste ta genom att produktionsapparaten byggs ut.

Generellt gäller att marginalkostnadsbaserade priser genererar effektiva marknadslösningar. Givet att sådana priser går att upprätthålla i Sverige finns stora möjligheter att marknadsaktörer själva finner lönsamhet i ökad eleffektivisering.

Skulle det dock i praktiken visa sig att priset i en framtid etablerar sig på en nivå för genomsnittskostnaderna (eller något liknande) är möjligheterna till effektiva marknadslösningar helt förändrade. Frågan gäller då om det kommer att finnas några aktörer med intresse för eleffektivisering förutom just kraftföretagen. Om kraftföretagen inte väljer att agera i syfte att påverka efterfrågan ökar med all sannolikhet behovet av ny kraft.

Kraftföretagens roll skulle då påminna om den situation som råder i Nordamerika. De amerikanske lösningarna på problemet med efterfrågans expansion blir då i hög grad intressanta. Erfarenheter när det gäller vilka åtgärder som kan bedömmas som kostnadseffektiva på kort och lång sikt, strategier för marknadsbearbetning, system för marknadskommunikation blir då väsentliga att tillgodogöra sig för svenskt bruk. Aktörer som kan

tänkas ta ett ansvar för att samhällsekonomiskt motiverade hushållningsåtgärder vidtas är kraftföretagen.

Investeringskalkyler och avkastningskrav

Elanvändningens utveckling i Sverige avgörs av beslut som fattas av 4,8 miljoner elabonnenter. I många fall är beslut som rör elanvändningen avhängigt andra komplicerade beslutsprocesser som rör t. ex. exportmarknaders utveckling, möjligheter till produktivitetsökningar m. m. Med andra ord, det krävs en bred kunskap om annat än el av den som ska fatta beslut som rör elanvändningen i en sådan miljö.

Svårigheten för kraftföretaget vid investeringar i elhushållning ligger bl. a. i att göra riktiga bedömningar av vilka risker som är förknippade med olika alternativ. Dessutom blir valet av kalkylränta för investeringarna avgörande för vilka åtgärder som ska bedömas som lönsamma. Det är långt ifrån självklart att de avkastningskrav som tillämpas av kraftföretaget vid investeringar i elproduktion ska tillämpas även på investeringar i elhushållning.

Det hävdas ibland att de höga avkastningskraven inom t. ex. industrin innebär att elhushållandet där blir för litet. Man jämför då med kostnader för att tillföra el vid någon real kalkylräntesats, t. ex. 6 %.

Den svenska kreditmarknaden är behäftad med vissa imperfektioner, kanske framförallt inom bostadssektorn. Detta leder till att det är svårt att nå en "first-best-lösning" och att det blir svårare att dra säkra slutsatser.

Att bestämma avkastningskravet för en verksamhet är ingen lätt uppgift. Studier har visat att de höga avkastningskrav som används av företag vid investeringar inte gäller ex post, dvs. i efterhand. Den faktiska avkastning man uppnår är betydligt lägre. Detta bör tolkas som att investeringar i riskfylld verksamhet ibland misslyckas – ett faktum som företagen kompenserar genom att tillämpa höga generella krav i kalkylfasen. För riskfylld verksamhet kan alltså inte något krav centralt bestämmas utan att risken ökar för att fler felinvesteringar genomförs. Detta skulle i så fall medföra sämre resurshushållning totalt sett och färre resurser till lönsamma investeringar. Ett problem i sammanhanget kan vara att kraftproducenter i vissa fall tenderar att ha för låga avkastningskrav för sina investeringar. Detta gäller särskilt för riskfyllda investeringar i en situation med låga förräntningskrav från ägarna och en stor andel av produktionskapaciteten som är avskriven eller av andra skäl är billigare än kostnaden för att bygga ny kraft.

Om Vattenfall åläggs ett explicit ansvar för att leverera el i en situation med genomsnittskostnadsprissättning kan resultatet bli suboptimala investeringar i eleffektiviseringen. Troligen ökar då också investeringsvolymen ute i näringslivet till de kalkylräntor och övriga villkor som Vattenfall använder när de kalkylerar ny kraftproduktion, dvs. 4 eller 8 % real kalkylränta och teknisk livslängd. I och med att Vattenfall, som står för 50 % av elproduktionen, är prisledare får andra kraftföretag begränsade möjligheter att välja en annan strategi. Om olikheter i riskbild och effekter av t. ex. konkurrensutsatthet i samband med olika typer av investeringar inte beaktas, riskerar man att göra felinvesteringar. Modellen innebär därför en risk

för att investeringar med en lägre avkastning än andra alternativa investeringar genomförs. Problemet är dock inte helt enkelt eftersom det föreligger vissa imperfektioner på kapitalmarknaden, framförallt inom bostadssektorn.

Man måste i det sammanhanget fråga sig om kraftföretagen är mest lämpade att utföra den typen av analyser. Felinvesteringar kommer att belasta abonnentkollektivet. Företagets överlevnad hotas aldrig till följd av tillgångar som är avskrivna och möjligheterna till genomsnittskostnadsprissättning. Man kan fråga sig om det inte i stället är just användare av el som är bäst skickade i att kunna väga insatser för effektivisering mot andra kostnader. Förutsättningar för deras engagemang är givetvis att priset på el ger uttryck för kostnaden och att de är informerade om möjligheter till eleffektivisering. Högre priser ökar även utrymmet för andra aktörer som erbjuder tjänster, t.ex. finansieringshjälp i syfte att effektivisera företagens elanvändning. Om priset inte uttrycker det aktuella jämviktspriset kommer lönsamheten i eleffektivisering hos abonnenterna att minska, vilket medför ökad elanvändning.

Ett annat problem i sammanhanget är att konsumentkollektivet belastas med kostnader som minskar behovet av el (och därmed kostnaderna för el) hos vissa utvalda abonnenter. Det hävdas att dessa kostnadsökningar för kollektivet trots allt blir mindre än om investering i produktion genomförs. Risken för samhällsekonomisk ineffektivitet i ett sådant system är emellertid stor, eftersom konsumenterna inte agerar på basis av effektiva priser, och de kalkylräntor som används för vissa typer av investeringar på användningssidan kanske inte motsvarar rimliga avkastningskrav.

Ett annat motiv för kraftproducenter att investera i hushållningsinsatser skulle finnas i en situation där man förutsätter att ökade miljökrav m. m. gör det praktiskt taget omöjligt för kraftföretagen att producera ny kraft. Problemet förstärks i en situation där delar av den befintliga kapaciteten måste avvecklas på grund av miljökrav eller andra restriktioner (kärnkraft). En lösning i en sådan situation skulle vara någon typ av bristkostnadsprissättning. Om man tror att kraftproducenterna i en sådan situation skulle åläggas ett ansvar för att de flesta samhällsfunktioner fungerar väljer man istället någon typ av kvantitativ ransonering som utgångspunkt. Planerade investeringar i elhushållning skulle då kunna tolkas som en långsiktig variant av en sådan ransonering.

Statsmakterna måste avgöra om detta är en önskvärd utveckling. Naturligtvis kan och bör staten ändå i en akut bristsituation kunna garantera elförsörjningen genom ransonering för vissa viktiga områden inom t.ex. sjukvården.

Det framstår som i hög grad angeläget att statsmakterna i sitt agerande ser till att marknaden också i en framtid ges möjlighet att efterfråga el. Betalningsviljan kan ju vara stor för el inom många områden (t.ex. för att förbättra inomhusklimat och trafikmiljö). Givetvis ska detta göras mot bakgrund av de effekter för kostnaderna och priserna på el som skärpta miljökrav innebär. Om staten vill subventionera investeringar i elsparande bör inte självklart detta ombesörjas av kraftproducenter. Om kraftproducenter ska tillhandahålla alternativ till el är det viktigt att detta genomförs under normala konkurrensvillkor. Detta är väsentligt för att de lösningar

som erbjuds marknaden ska bli så effektiva som möjligt sett ur samhälls-ekonomisk synpunkt. Den reglering av elanvändningsområdet som annars skulle kunna bli följden måste ställas mot det faktum att elanvändningen i dag bestäms av olika aktörer och de fördelar detta innebär.

Ett aktuellt problem i sammanhanget är här hur naturgasintroduktionen ska organiseras. Ur energianvändarnas perspektiv är det inte självklart att denna ska ombesörjas av de största kraftproducenterna i landet.

Många av de övriga insatserna som utnyttjas av en del amerikanska företag är mer tillämpliga på svenska förhållanden därför att de i högre grad reglerar förhållandet mellan kunden och kraftföretaget i dess egenskap av eldistributör.

Eldistribution

En viktig uppgift för statsmakterna inom energiområdet är kontroll av s. k. naturliga monopol i form av företag som levererar ledningsbunden energi och samtidigt verka för konkurrens där så är möjligt. Annars finns det alltid risk för att konsumenternas intressen kommer till korta — med ineffektivitet i energianvändningen som resultat. Det är i distributionen av el som detta naturliga monopol inom elområdet föreligger. Det är genom sitt koncessionsinnehav som eldistributören har erhållit rätt till elförsäljning inom sitt markområde, något som dock inte innebär juridisk ensamrätt till eldistribution inom området. Den starka ställning som eldistributörerna emellertid i praktiken har är reglerad i lag.

Förekomsten av monopol innebär alltid risker för ineffektiv prissättning och ineffektivt resursutnyttjande i produktionen av varan (med högre kostnader som följd av t. ex. dåligt kapacitetsutnyttjande). Dessutom medför monopol risk för brist på relevant produktinformation.

Prissättning

Många eldistributörer saknar helt egna krafttillgångar, och av stor vikt är då att priserna på råkraft som regleras i avtal mellan råkraftleverantören och eldistributören inkluderar alla relevanta kostnader samt att skillnaderna i produktionskostnaderna över tiden förmedlas till distributörerna. Dessa har sedan till uppgift att föra ut dessa kostnader, inklusive kostnader för lokal distribution, till slutanvändarna. Detta prissättningsproblem måste lösas bl. a. i beaktande av att fler debiterings- och mätperioder innebär ökade administrativa kostnader osv. Effektiviteten i prissättningen på lågspänd el bör ses över inför de krav som den framtida situationen på elmarknaden ställer, bl. a. mot bakgrund av det faktum att många elverk idag håller på att införa tidsdifferentierade tariffer för lågspänd el. Kommer kravet i framtiden framför allt att vara att ha en taxa som framför allt är differentierad över året i stället för dygnet?

Ineffektiv prissättning är emellertid inte de enda hinder som kan uppstå och motverka en effektiv elanvändning. Det finns även andra omständigheter som påverkar effektiviteten i slutanvändningen av el, och som berör eldistributörernas roll och verksamhet. Den ena omständigheten som berör energitjänstverksamhet är, som nämnts, det faktum att eldistribution utgör en form av lokalt monopol.

En andra omständighet gäller risken för snabbare elprishöjningar än förväntat, och den därmed sammanhängande risken för bristande anpassning hos elanvändarna.

Resursutnyttjande

Risken för ineffektivt resursutnyttjande till följd av distributionsmonopolet gäller främst hur produktions- liksom distributionsresurserna för el utnyttjas över tiden. Då el inte kan prissättas momentant finns alltid risk för att dyr produktionskapacitet utnyttjas för ofta då konsumenterna inte ges möjlighet att reagera på prissignaler och alltid på något sätt får betala ändå. I detta läge är det angeläget att distributörerna försöker styra bort elanvändning, särskilt om det kan ske med bibehållen nytta för brukarna, i syfte att minska de totala kostnaderna. Kostnaderna för elsystemet i de mest belastade situationerna blir nämligen mycket höga. Det är frågan om extra produktions- och distributionskapacitet som i genomsnitt används ett litet antal timmar och därför får en mycket hög kostnad utslaget på dessa timmar. Kan sådan belastning undvikas finns därför mycket pengar att hämta. Huruvida distributörerna har några incitament att göra detta beror bl. a. på hur deras avtal med råkraftleverantören ser ut. Av betydelse är även hur strikt man tolkar den leveransskyldighet som föreligger för eldistribution till normala förbrukningsändamål.

I dagsläget förekommer olika typer av laststyrning bland eldistributörerna (förutom via tariffer av olika slag). Det vanligaste är att försöka utnyttja befintlig kapacitet effektivare, men det förekommer även i ett fall att man försöker undvika utbyggnad för att klara de mest besvärliga situationerna (som är omöjlig att ta betalt för på ett effektivt sätt) genom att utnyttja möjligheterna till bortkoppling via avtal med brukarna där villkor och kompensation för detta är fastställt.

Elverken måste få riktiga incitament för att kunna medverka till en effektiv utveckling. Det är även väsentligt att bortkoppling alltid grundas på ömsesidiga avtal så att elanvändaren kan avväga de kostnader som kan uppstå hos honom.

Elverket är ensamt om att veta hur mycket det kostar att distribuera el samt hur den sammanlagrade elanvändningen är fördelad över året, veckan och dygnet. Därför är det angeläget att det utnyttjar sin ställning på ett sätt som leder till minskade totala kostnader och därmed undviker att vältra över kostnader som hade kunnat undvikas på konsumenterna. Elverket torde därför besitta komparativa fördelar när det gäller att erbjuda olika typer av lastbortkoppling, t. ex. i form av försäljning av värme istället för el till vissa kunder. Detta fall medför emellertid att risken för monopolisering ökar genom att elverket då ombesörjer leverans av även andra energislag (t. ex. fjärrvärme och naturgas).

Eldistributörernas möjligheter att medverka till en effektiv utveckling på det här området måste utredas närmare utifrån de avtalsformer för råkraft som tillämpas, de tariffer som utnyttjas, möjliga avtalsformer med abonnenter, leveransskyldigheten osv. Svårigheten ligger i att hitta en lösning som leder till bättre resursutnyttjande utan att i onödan försämra konkurrensen.

Information

I dag arbetar man inom eldistributionsföretagen även på att förbättra informationen till abonnenterna. Detta gäller såväl information om kundernas individuella elförbrukning (storlek, struktur osv.) som allmän produktinformation om el och annan energi, hur man kan påverka sina kostnader via byte av tariff m. m.

Vidare förekommer information av mer riktad karaktär i form av personlig energibesiktning och energirådgivning. Av stor betydelse för effektiviteten av all rådgivningsverksamhet är att rådgivningen bedöms som opartisk och saklig. Att elverken tar över rådgivningsverksamhet från t. ex. kommuner kan alltså i sig göra rådgivningen mindre verkningsfull. Eldistributörerna har dock i vissa fall klara kunskapsfördelar.

Allmänt sett är det svårt att veta hur stora effektivitetsförluster som ligger i att konsumenterna inte får information om energi eller energirådgivning från sina eldistributörer. Det finns ju trots allt andra aktörer som informerar om energi och även erbjuder rådgivning och alternativa lösningar. Dessutom kostar all information och rådgivning pengar och behovet av information inom detta område måste avvägas mot andra informationsbehov i samhället.

Elverken bör klart och tydligt informera om det som ingen annan kan informera bättre om. Detta gäller t. ex. abonnenternas förbrukningsnivåer, vilka tariffer som finns att välja mellan samt, för större abonnenter, strukturen i elanvändningen (effektprofilen). Här finns viktiga insatser att göra, inte minst när det gäller att öka begripligheten i en vanlig preliminärdebiterad hushållsräkning.

En annan eventuell orsak till ineffektivitet i elanvändningen, är att el i framtiden blir dyrare att producera, men att detta kanske inte alltid beaktas i tillräckligt hög utsträckning av konsumenterna då dessa vidtar investeringar som påverkar elanvändningen. Ett problem här är att ingen idag vet hur de framtida elpriserna kommer att utvecklas.

Om det p. g. a. informationsbrist skulle skapas allmänna förväntningar som kraftigt avviker från den prisutveckling som verkligen kommer till stånd, skulle detta medföra att elanvändningen blev för hög jämfört med vad som vore samhällsekonomiskt lönsamt. Förklaringen skulle bl. a. kunna ligga i att eldistributörernas nuvarande form utgör ett hinder för en effektiv elanvändning genom sin starka marknadsställning och sin fokusering mot elförsäljning. Det kan emellertid inte uteslutas att bl. a. massmediernas bevakning av området har medfört att konsumenterna snarast överdriver de framtida prisökningarna, vilket skulle innebära en risk för överreaktion från vissa priskänsliga grupper.

Om konsumenterna inte får eller söker kunskap, har realistiska prisförväntningar eller möjligheter att påverka sin elanvändning, är det svårt för dem att effektivisera sin elanvändning eller göra den mer flexibel. En fråga är emellertid om elanvändningen är mer riskfylld än annan energianvändning. Anledningen till att utbudet av alternativ till el är litet inom vissa områden kan vara att lönsamheten i alternativen är för dålig. I så fall är det inget problem för statsmakterna. Skulle bristen på alternativ verkligen utgöra ett bestående problem så blir lösningen att i första hand försöka

öka medvetenheten om osäkerheten i prisutvecklingen och risken för elprishöjningar hos alla aktörer på marknaden.

En annan lösning skulle möjligen vara om eldistributörerna kunde för-
måsa öka sitt utbud av alternativ till el i form av annan tillförsel och
effektiveringsåtgärder i form av tillhandahållande av "energitjänster". Det
är dock oklart vad som ska innefattas i detta begrepp liksom vad som faller
innanför respektive utanför eldistributörernas kompetens- och ansvarsom-
råde.¹

Vi avser att återkomma till dessa frågor i vårens utredningar.

¹ En diskussion om el-
distributörernas engage-
ment i dagsläget inom
området "energitjänster"
redovisas i bil 6 till Rap-
port om elhushållnings-
programmet, 1989-08-31.

9 Naturgas

Naturgas har vissa speciella egenskaper. Det rör sig om ledningsbunden energi liksom el, den ger inga svavelutsläpp, gasen köps via bilaterala långsiktiga avtal mellan köpare och säljare och priserna är oftast hemliga.

Naturgas har en ganska stor andel av energimarknaden i många länder. I Sverige har dock naturgas introducerats först 1985. I dag finns det en naturgasledning dragen från Skåne upp till Västsverige. Den största mängden naturgas går i dag till industrin för att ersätta olja och en mindre del går till bostäder, service m.m. Än så länge är leveranserna små eller knappt 1 % av den totala svenska energitillförseln. Att marknadsandelen är mycket större på kontinenten, nära 20 %, än i Sverige kan bero på många saker; vår goda tillgång på elektrisk kraft, att vi är ett glesbefolkat land, avsaknad av inhemska tillgångar etc.

I framtiden kan naturgas även användas som bränsle i fjärrvärmeproduktion och elproduktion. I dag föreligger planer för en större naturgasintroduktion där man dels skulle ersätta olja och kol, dels i elproduktionen som ersättning för kärnkraft.

Naturgasens egenskaper

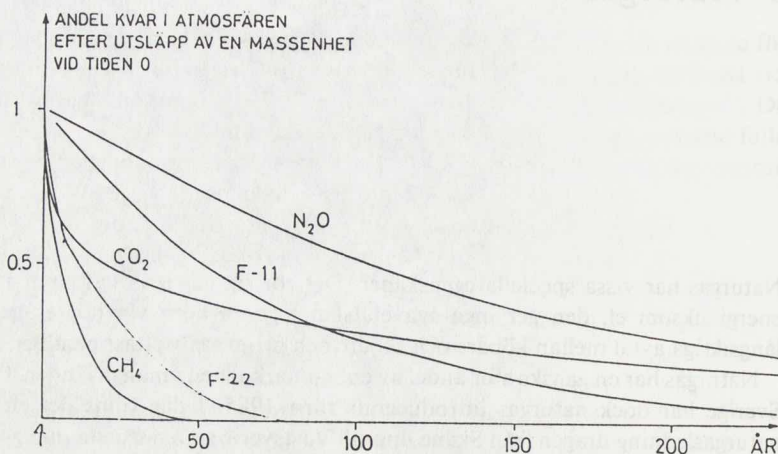
Naturgas innehåller inget svavel till skillnad från kol, olja och torv. Där emot blir det en del kväveutsläpp som vid all förbränning, eller ca mg 50 – 100 NO₂/MJ utan reningsåtgärder. Detta är lägre än för kol, torv och tung eldningsolja och i nivå med lätt eldningsolja och ved. När det gäller svavel och i viss mån kväveoxider är således naturgas ett attraktivt bränsle.

Naturgas är även intressant när det gäller koldioxidutsläppen som är hälften av de från kol och även lägre än vid förbränning av olja. Här föreligger dock två avvägningsproblem.

Det första problemet gäller naturgas som ersättning för kärnkraft, som ju inte för med sig några koldioxidutsläpp alls. Även om naturgas skulle vara det bästa fossila bränslet är det frågan om det räcker vid en avveckling samtidigt som koldioxidutsläppen inte får öka. Som ett mått på storlekarna kan sägas att om två av våra tolv reaktorer ersätts med naturgaskombi skulle t. ex. biltrafiken behöva halveras för att koldioxidutsläppen ska komma hållas på en konstant nivå, allt annat lika.

Det andra problemet är att utläckt naturgas, som huvudsakligen består av utläckmetan, har en stark växthuseffekt. Den är på kort sikt (mindre än 50 år) en mycket kraftigare växthusgas än koldioxid. Det är en principiell skillnad mellan metan och koldioxid. Metan är en kemiskt aktiv gas som

Figur 9.1 Avklingningsförloppet för olika gaser i atmosfären.



förhållandevis snabbt oxideras till koldioxid. Koldioxid avlägsnas från atmosfären genom att den löser sig i havsvatten. Denna process är till en början snabb när koldioxiden löser sig i ytvattnet. Uppehållstiden för koldioxid blir därför i ett inledningsskede ungefär lika med metan. Koldioxidens transport till djuphaven är emellertid mycket långsam, och på längre sikt har därför metanutsläpp inte samma betydelse. Se nedanstående figur 9.1 där avklingningen av de olika växthusgaserna åskådliggörs.

Inom de närmaste åren, då *dagens* metanutsläpp har sin största betydelse, anses temperaturhöjningen vara det största hotet. Den kan leda till klimatförändringar som ökenutbredning och dylikt. På längre sikt, då *dagens* metanutsläpp inte har så stor betydelse, måste man även beakta polernas smältning samt att temperaturhöjningen även i övrigt påverkar världshavens volym. Stora delar av nuvarande landområden kan alltså komma att stå under vatten.

Frågan är hur stora metanutsläppen är vid produktion, distribution och användning av naturgas. Dessutom kan man fråga sig om man inför den svenska situationen ska utgå från de verkliga utsläppen från säljarlandet fram till slutlig användning eller från en genomsnittlig kedja eller från det mest utsläppande landet i världen. Aktuella uppskattningar pekar på att förluster och läckage uppstår till ca 1% av produktionen. De regionala variationerna är dock betydande.

Är naturgasens fördelar tillräckligt stora?

Med hög ekonomisk tillväxt får vi ett stort tryck på energimarknaderna. Om inget görs leder det till kraftigt ökande koldioxidutsläpp. För att få ned koldioxidutsläppen till dagens nivå måste man därför försöka få ned koldioxidutsläppen från varje kWh så mycket som möjligt. Sparande, vindkraft är exempel på åtgärder som inte leder till några koldioxidutsläpp. Naturgas leder däremot till utsläpp, men de är mindre än för kol och

olja. Nackdelen med naturgas liksom andra fossila bränslen är här att det finns effektivare medel att reducera koldioxidutsläppen med. Fördelen är att vi kan köpa naturgas i obegränsade mängder vilket inte gäller för vindkraft, energiflis etc. Med hög ekonomisk tillväxt har vi ju ett stort behov av energi. Den kol och olja som eventuellt kan ersättas med naturgas kan substitueras med lägre koldioxidutsläpp som följd.

Med låg ekonomisk tillväxt och litet tryck på energiförbrukningen blir situationen den motsatta. Vi skulle då inte behöva skärskåda varje kWh så noga ur koldioxidsynpunkt vilket är positivt för naturgas. Å andra sidan skulle inte heller energibehovet vara så stort, vilket verkar dämpande på naturgasefterfrågan.

I våra miljöanpassade scenarier — där vi har räknat med en total naturgasmängd på 50 TWh — klarar vi konstanta koldioxidutsläpp i lågfallet. En kraftig reduktion skulle vara möjlig eftersom varken vindkraft- eller flispotentialen är fysiskt uttömd i detta fall. Här kan naturgas innebära att en reduktion av koldioxidutsläppen blir svårare.

I fallet hög ekonomisk tillväxt klarar vi alltså inte koldioxidutsläppen. Med utökad energiskogsodling och än mer forcerad vindkraftutbyggnad skulle koldioxidutsläppsökningen kunna dämpas och vi skulle inte behöva så mycket naturgas. En ytterligare satsning på t. ex. vindkraft och energiskogar kostar givetvis. Vad som ytterst skulle bestämma potentialerna är hur stora arealer vi är beredda att satsa för sådana verksamheter. I fallet med hög ekonomisk tillväxt är dock den rent fysiska potentialen för såväl vindkraft som energiskog nästan uttömd.

När det gäller kraftvärmeproduktion har naturgas, liksom lätt eldningsolja och eventuella förgasningstekniker, ett högt slutbyte jämfört med konventionell kraftvärmeteknik.

Metanutsläpp

Frågan om naturgasens metanutsläpp och dess konsekvenser har aktualiserats först de senaste åren, och hittills har bara några få undersökningar gjorts.

Om metanutsläppen överstiger ca 2 % blir de totala klimatpåverkande effekterna, vilka kan mätas i s. k. koldioxidekvivalenter, högre än för olja på "kort sikt" (inom 50 år). Skulle de överstiga 4 % blir de klimatpåverkande effekterna högre än kolets. På "längre sikt" (hundra år) blir alltid, så vitt man nu vet, naturgas förmånligare än både olja och kol eftersom då de rena koldioxidutsläppen dominerar. Om drivhuseffekten betraktas som problem mot vilket omedelbara åtgärder fordras, blir dock tidsaspekten viktig. Effektiva insatser kräver en djupare analys där verkningarnas fördelning över tiden sätts i förgrunden. Nya rön inom forskningen kan självfallet förändra denna bild.

Att mäta flöden är svårt ur mätteknisk synpunkt. Med dagens kunskap verkar det vara rimligt att anta relativt små metanutsläpp från de västliga naturgasproducenterna, under 1 %. Däremot kan utsläppen för rysk gas antas vara betydligt högre, 40 % av världens naturgas produceras i Sovjetunionen.

I en engelsk konsultrapport uppskattar man att förlusterna i det ryska transmissionsnätet är tio gånger högre än i västeuropeiska nät, dvs. 1 % läckage. De sammantagna förlusterna i Sovjetunionen blir då ca 2 %, medan motsvarande för västeuropa blir ca 0,8 %. Vissa ryska uppgifter antyder att utsläppen kan vara ännu högre, dvs. 3–4 % förlust av metan. Användning av en bättre teknik för överföring av gasen kan emellertid minska utsläppen till nivåer som i dag är vanliga i västeuropa.

I Sverige förs nu förhandlingar med Norge och Sovjet om inköp av på sikt ca 20–25 TWh naturgas per år från vardera landet. Vi har redan tecknat ett kontrakt med Danmark om ytterligare ca 5 TWh per år.

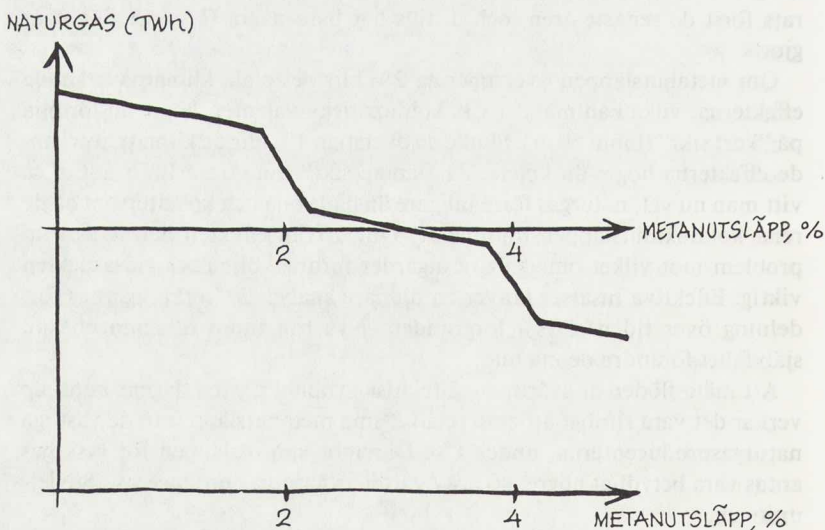
Eftersom växthuseffekten är ett globalt problem bör utsläppen i alla led beaktas. Men ska man räkna på de aktuella leveranserna eller på de förhållanden som gäller världsgenomsnittet, eller för det bästa eller sämsta landet? Dessa frågor har vi inget svar på i dag, men svaret kan komma att få stor betydelse för de miljöegenskaper som ska åsättas naturgas.

Slutsatsen är att utifrån dagens kunskap är det sannolikt att naturgas har bättre miljöegenskaper än olja och kol. Det verkar dock föreligga en viss risk för att dess växthuseffekt kan vara allvarligare än oljans, och kanske även kolets, om tidshorisonten hålls inom en 50-årsram. Förhållandena kan även variera beroende på varifrån vi köper gasen. Det empiriska och teoretiska underlaget i en sådan bedömning är svagt, eftersom frågorna har undersökts först på senare år.

Konsekvenserna för energisystemet med ökande metanutsläpp kan illustreras med hjälp av följande schematiska figur.

Som synes minskar naturgasmängden i det optimala energisystemet ju högre metanutsläppen är. Det beror på att de då får en allt större roll per TWh en snäv växthuseffektbudget. Vid 2 % sker en övergång från naturgas till olja, och vid 4 % en övergång till kol.

Figur 9.2 Schematisk beskrivning av de optimala mängderna naturgas i energisystemet (y-axeln) och metanutsläpp (x-axeln) från naturgas om betraktelsen görs i ett kort tidsperspektiv (50 år)



I figur 9.2 finns det två x-axlar utritade. De illustrerar naturgasens roll vid olika ekonomisk tillväxt.

Naturgasen kan således få en mycket varierande omfattning i ett optimalt system där hänsyn tas till konstant växthuseffekt, beroende på hur stora metanutsläppen är och hur stor den ekonomiska tillväxten blir. Allt kan hända, från det att betydande mängder naturgas ger ett rikligt bidrag för att klara de energi- och miljöpolitiska målen, till det att vi kanske inte kan tillåta någon naturgas överhuvudtaget om riksdagsbesluten ska kunna uppfyllas.

Konkurrens mellan naturgas och förnyelsebara energikällor

Ju större satsningarna är på naturgas desto mindre kan utrymmet bli för förnybara energikällor, speciellt i ett inledningsskede. I våra miljöanpassade scenarier utnyttjades inte potentialen för varken flis eller vindkraft i fallet med låg ekonomisk tillväxt. Med hög tillväxt har vi dock antagit en mycket omfattande satsning på vindkraft och en hel del odling av energiskog. Dessa satsningar skulle kunna bli något högre om man utgår ifrån den rent fysiska situationen. De kan givetvis också bli mindre. En ytterligare satsning på förnyelsebara energikällor i stället för naturgas skulle alltså i lågfallet kunna leda till minskade koldioxidutsläpp och i högfallet eventuellt till att ökningen inte behöver bli så stor. Var gränserna går är således en mycket osäker fråga. Naturgas över en sådan gräns finns det överhuvudtaget inte utrymme för om koldioxidrestriktionen ska tas på allvar. Ekonomiska problem skulle därvid kunna uppstå p.g.a. naturgasens uppbindningsmekanismer.

En tidig naturgasintroduktion kan eventuellt skada en introduktion för förnybara energikällor i inledningsskedet. Detta kan bli allvarligt eftersom ledtiderna för de nya energikällorna är långa. Å andra sidan är de så långa att de troligen inte hinner introduceras till mitten av 1990-talet i någon nämnvärd skala. På denna korta sikt är endast alternativen fossila bränslen samt sparande realistiska.

En viktig fråga som vi inte hunnit utreda är hur naturgas och flis kan delas upp regionalt och mellan stora, medelstora och små fjärrvärmekommuner. De naturgasledningar vi har i dag går genom södra och västra Sverige. En nackdel med detta är att eventuella energiskogar växer snabbast i södra Sverige. Det föreligger således en risk i att naturgas kan komma att tränga ut biobränslepotentialen. En annan viktig fråga är om man kan använda naturgasnätet till förgasade biobränslen i framtiden. Här kan sträckningen av naturgasnätet få betydelse. Vad vi beslutar om i dag kommer att vara avgörande för den framtida hanteringen av dessa frågor.

Sammanfattningsvis kan väl sägas att en stor naturgasintroduktion i alla fall inte underlättar införandet av förnybara energikällor.

10 Strategier

I detta kapitel diskuterar vi olika strategier. Först tar vi upp behovet av fördjupad kunskap och därefter de övergripande effektivitetskraven på energi- och miljöpolitiken samt hur riksdagsbesluten kan realiseras till minsta möjliga kostnad.

Behov av ökad kunskap

Det miljö- och energipolitiska grundproblemet är hur mycket effekterna på miljö, hälsa och risker kan komma att förändras med en annan energistruktur och vilken kostnad detta betingar.

När det gäller de samhällsekonomiska konsekvenserna är resultaten givetvis osäkra. Osäkerheten är så stor att vi inte kan säga om kostnaderna ligger på mellan 20 och 40 miljarder per år eller högre. Likaså är det osäkert om tiotusentals eller hundratusentals människors arbeten kommer att beröras. Det beror på många olika faktorer, t. ex. tillväxten i ekonomin, teknikutveckling, vår förmåga att anpassa oss till ändrade förhållanden på arbetsmarknad, skogsmarknaden, bostadsmarknaden osv. Denna osäkerhet, som framförallt kan hänföras till de samhällsvetenskapliga disciplinerna, rör sig således inom en faktor tio.

När det gäller intäktsidan är konsekvenserna för vår miljö, hälsa och riskbilden i vissa fall svåra att överblicka. I några fall känner vi till konsekvenserna ganska säkert. I andra fall är bedömningarna betydligt mer osäkra. Osäkerheten i dessa bedömningar torde i många fall vara större än en faktor 100.

En ökad naturvetenskaplig kunskap skulle kunna leda till en minskad osäkerhet när det gäller att identifiera olika miljöproblem. Här kan det vara frågan om att ta del av det internationella vetandet, göra nya forskningsinsatser m. m.

Förutom att identifiera problemen måste man, när det gäller intäktsidan, även på något sätt försöka värdera dessa. Samhällsvetenskapliga och beteendevetenskapliga riskstudier skulle kanske kunna föra dessa frågeställningar vidare. Det kan dels gälla en kartläggning av hur de faktiska besluten påverkar riskbilden och dels gälla metoder för att i framtiden få till stånd effektiva beslut i någon mening, t. ex. kostnads/nyttoanalyser och kostnad/effektanalyser.

Med tanke på de mycket stora kostnaderna en omställning av energisystemet medför synes det angeläget att ha ett bra och någorlunda säkert beslutsunderlag att utgå från. Man borde således försäkra sig om, så gott det går, att pengarna gör största möjliga nytta.

Vad ska styras?

Utsläpp från omvandling och användning av energi påverkar i många fall miljön och människors hälsa negativt. De som drabbas av utsläppen har inga direkta möjligheter att via marknaden påverka utsläppens omfattning genom att efterfråga en ren miljö. Därmed uppkommer inget pris som visar knappheten på, och människornas betalningsvilja för, en ren miljö.

Det är uppenbart att de flesta människor sätter ett högt värde på miljön, men detta värde återspeglas inte automatiskt på marknaden. På marknaden betingar i stället en mängd varor och tjänster höga priser, medan efterfrågan på ren miljö alltså inte kan tillfredställas av marknaden.

För att komma tillrätta med detta marknadsmisslyckande som ger miljöförstöring krävs det ingrepp från samhället. Staten och kommunerna måste alltså se till att vi får till stånd en effektiv användning av samhällets knappa resurser.

Samhället har då till sitt förfogande ett flertal olika instrument för att påverka de miljöförstörande utsläppen; genom lagstiftning, regleringar och ekonomiska styrmedel.

Låt oss anta att det går att sätta ett pris på miljön. Frågan blir då vem som ska betala för att t. ex. luften har förorenats. Traditionellt har man alltid tidigare utgått ifrån den s. k. "Polluter-Pays-Principle", dvs. den som förorenar ska betala. Kostnaden för resursåtgången ska alltså läggas på företaget direkt.

Tanken med miljöavgifter grundar sig på just detta ställningstagande. Miljöavgiften ska den administrativa vägen belasta företagen och konsumenterna med de kostnader för verksamheten som inte kommer till uttryck i de företagsekonomiska kalkylerna. Produktpriset ska därmed bringas att avspegla såväl privatekonomiska kostnader som miljökostnader. På så sätt kan vi komma upp i de totala samhällsekonomiska kostnaderna. Marknadsmisslyckandet kan då rättas till, exempelvis med hjälp av miljöavgifter för att styra resursanvändningen och de miljöfarliga utsläppen.

Måldiskussion

Miljöförstöringen har under efterkrigstiden drivits så långt att det ekologiska system som människan ingår i riskerar att rubbas mycket kraftigt. Kunskapen och medvetenheten om detta är i dag betydande, och har gjort att miljöfrågorna är bland de främsta källorna till människors oro inför framtiden. Energin spelar här en nyckelroll för samhällets möjligheter att minska de negativa effekterna på miljö och hälsa. En avsevärd del av de miljöförstörande utsläppen i världen kommer från energiomvandling för uppvärmning, industriproduktion och transporter. Att där sätta in verk samma styrmedel måste därför vara ytterst angeläget.

Men för att vi ska kunna föra en effektiv miljöpolitik är det nödvändigt att vi först klart definierar miljömålen samt att eventuella avgifter och andra styrmedel balanseras och relateras direkt till målen. Detta förutsätter en stor kunskap om riskbilden och hur vi ska värdera den. Det kan vara direkt missledande att inte knyta medlen till målet, t. ex. att bara tala om

att minska koldioxid- eller svaveldioxidutsläppen i stället för att säga att vi måste minska växthuseffekten och försurningen.

Men har vi då nått den kritiska belastningsgränsen (se kapitel 2)? När har vi nått gränsen för en godtagbar miljö?

Industrisamhällets utveckling i förhållande till miljön bygger på många osäkra faktorer. Ska vi acceptera höga omställningskostnader, kapitalför-luster och arbetslöshet vid blotta misstanken av en möjlig miljökatastrof, eller skall vi fortsätta ända tills vi säkert vet att en katastrof är i antågande? Värderingen av de olika faktorerna är här helt avgörande. Hur långt miljövården ska drivas är i grunden en fråga om valet mellan konsumtion av god miljö och konsumtion av andra varor och tjänster. Miljöpolitiken måste dessutom vägas mot bl. a. fördelningspolitiska- och utrikespolitiska hänsyn samt sysselsättningen.

Effektiv styrning?

Idealet vore att kunna driva miljöpolitiken till den punkt där de tilltagande kostnaderna för att minska exempelvis svavelutsläppen motsvarade den avtagande samhälleliga värderingen av den minskade försurningen (kostnads/nyttoanalys). Klarar vi inte av att värdera den minskade försurning-en kan vi då i alla fall försöka komma ned till en viss försurningsnivå till lägsta möjliga kostnad (kostnads/effektanalys).

För miljömål, liksom för andra mål, bör man välja det styrmedel som ger en viss effekt till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnad, alternativt som ger största möjliga effekt till en given kostnad. Om miljöarbetet ska drivas ekonomiskt krävs det att man följer vissa grundläggande principer. Det är naturligtvis ekonomiskt ineffektivt att använda dyra åtgärder om man inte först har prövat billigare alternativ som är lika bra. Man bör också vara medveten om att kostnaderna ofta stiger brant när man är tvungen att gå över till ny och dyrare teknik. Det kan då t. ex. vara billigare och göra större nytta att försöka minska utsläppen i andra länder för att både minska det sura nedfallet i Sverige och för att reducera de globalt förorenande utsläppen. Detta kan då innebära att t. ex. Sverige, åtminstone på något kortare sikt, i stället för att minska sina egna svavelutsläpp eller utsläpp av växthusgaser, betalar andra länder för att de skall minska sina utsläpp. En annan viktig princip för att uppnå kostnadseffektivitet är att en eventuell utsläppsavgift bör vara lika för alla bränslen i alla sektorer.

Eftersom det saknas styrmedel som fungerar perfekt är det angeläget att noga överväga vilket styrmedel som ska användas i varje enskilt fall. Styrmedlens egenskaper i fråga om måluppfyllelse, målkonflikter, kostnadseffektivitet, dynamiska egenskaper och praktisk genomförbarhet måste utvärderas liksom de administrativa kostnaderna och eventuella restriktioner.

En avgift på utsläpp som är väl utformad, ger kostnadseffektiva lösningar. Det blir fördelaktigt för ett företag att minska utsläppen ner till den nivå där kostnaden för en ytterligare minskning är lika med avgiften. De billigaste åtgärderna kommer då att vidtas i första hand, och utsläppen minskas till lägsta kostnad. De ekonomiska motiven att utveckla effektiva-

re reningsteknik blir också starkare vid en styrning med en avgift än med en reglering. Jämfört med t.ex. bränsleskatter ger dock utsläppsavgifter högre mät- och administrationskostnader, vilket naturligtvis bör tas med i den totala bedömningen.

Internationell miljöpolitik

Ett allvarligt problem i den internationella ekonomin är olika former av gränsöverskridande regionala och globala föreningar. Att dessa föreningar är synnerligen betydelsefulla för de enskilda ländernas miljö måste vara utgångspunkten för en diskussion om effektiva åtgärder.

Grundproblemet är att andra länders myndigheter inte primärt har någon anledning att sätta avgifter eller utforma sina bestämmelser med hänsyn till vilka föreningar de egna företagen ger upphov till i andra länder. Miljövårdsproblemen har flyttat upp på en internationell nivå och i brist på överstatliga myndigheter måste man börja utveckla helt nya förhandlingslösningar länderna emellan.

Som exempel kan vi ta Sverige. Nedfallet av försurande ämnen i Sydsverige behöver minska med ca 75 % om man vill uppnå de sk kritiska belastningsvärdena i naturen. Så sent som 1985 svarade de svenska utsläppen fortfarande för det största enskilda bidraget till det försurande nedfallet i vårt land, men i dag bidrar Polen och Östtyskland vardera med lika mycket nedfall i Sverige som Sverige självt. Sammantaget är de svenska utsläppens bidrag till det totala nedfallet inom landet bara ca 12 %. I de mest utsatta delarna i södra och sydvästra Sverige är bidraget från vissa andra länder redan avsevärt större. Detta innebär att vi inte kan göra mycket mer inom våra egna gränser för att reducera svavelnedfallet, särskilt inte i våra mest utsatta områden, inte ens om vi bortser från kostnaderna. För att minska nedfallet i de mest utsatta regionerna i Sverige måste utsläppen minskas vid källorna, dvs. framför i andra länder.

Problemet med växthusgaser är globalt. Det spelar ingen roll var på jorden utsläppen görs, effekten på miljön blir ändå densamma. De globala utsläppen av koldioxid från användning av fossila bränslen uppgår till ca 20 miljarder ton per år. Av dessa släpper Sverige, som ett av världens minsta länder, ut tre promille, dvs. drygt 60 miljoner ton.

Man kan förvänta sig signifikanta ekonomiska fördelar med en internationell koordination av nationella miljöpolitiska åtgärder mot gränsöverskridande föreningar.

Tabell 10.1 Svaveutsläpp, nedfall i Sverige samt reningskostnader

Land	Svavelutsläpp 1987 1000 ton	Nedfall i Sverige %	Reningskostnad* kronor/kg svavel	Kostnader nedfallsreduktion i Sverige, kr/kg
Sverige	116	32	30	94
Danmark	155	8	6	75
Polen	2 270	1,5	3	200
Östtyskland	2 500	1,3	4	300

* Marginalkostnad

Låt oss börja med att belysa Sveriges situation med lite siffror. För varje ton svavel som olika länder minskar sina utsläpp får vi också en viss minskning av nedfallet i Sverige. Hur stor minskningen blir beror på hur stor del av varje lands totala utsläpp som hamnar i Sverige.

Nedan följer några beräkningar av hur mycket det i genomsnitt kostar att minska svavelutsläpp i några länder för att nedfallet i Sverige ska reduceras med ett kilo. Kostnaden för enskilda punktinsatser kan naturligtvis variera.

Så länge det kostar mindre än 75 kr att få ner svavelutsläppen i Sverige som helhet är det billigast och mest effektivt att investera här hemma. Då har dock ingen hänsyn tagits till att vissa områden i Sverige är mer drabbade än andra.

Med den svavelavgift om 30 kronor per kilo som har föreslagits av miljöavgiftsberedningen blir kostnaden för att minska svavelutsläppen i Sverige ca 30 kr per kilo, vilket innebär att kostnaden per kilo nedfallsreduktion genom svensk utsläppsminskning blir ca 90 kr, eftersom bara en tredjedel av våra utsläpp hamnar inom landet. Kostnaden blir alltså högre än t.ex. insatser i Danmark enligt ovanstående tabell. Tar vi dessutom hänsyn till att södra och sydvästra Sverige är mycket mer drabbade än landet i genomsnitt, blir det relativt sätt ännu dyrare att minska nedfallet genom svenska utsläppsreduktioner och billigare att göra det genom utsläppsreduktioner i exempelvis Polen och Östtyskland.

När det gäller utsläppen av växthusgaser kan kostnadseffektiviteten i att reducera koldioxidutsläppen utanför Sverige illustreras med ett räkneexempel som baseras på verkliga siffror från ett energibesparingsprojekt i Egypten¹. För en *engångsinvestering* på ca en miljard kr skulle man kunna effektivisera bränsleanvändningen och därigenom minska koldioxidutsläppen i Nordafrika med ca 15–30 miljoner ton per år. Det är lika mycket som de totala koldioxidutsläppen från transportsektorn i Sverige. Frågan är om vi i Sverige för en miljard kr kan få till stånd en lika stor utsläppsreduktion.

Miljösamarbete mellan Öst- och Västeuropa, industrialiserade länder och utvecklingsländer kommer att bli nödvändigt. En viktig fråga blir då om väst/industrialiserade länder – på ett eller annat sätt – ska finansiera miljöinvesteringarna i öst/utvecklingsländer?

Utvecklingsländerna måste beredas möjligheter att höja sin levnadsstandard, vilket medför ökade koldioxidutsläpp. Om de globala utsläppen inte ska öka, måste då de industrialiserade länderna skapa utrymme för utvecklingsländerna ökade utsläpp. Frågan är då hur detta kan ske på billigaste möjliga sätt. Ovanstående räkneexempel antyder att det kan vara kostnadseffektivt att hjälpa utvecklingsländerna till en hög, miljömässigt sund ekonomisk utveckling under en övergångsperiod. Dessa länder kommer dock förr eller senare till ett skede i sin ekonomiska utveckling när de har förbrukat sin potential att kostnadseffektivt (relativt de industrialiserade länderna) minska eller hålla utsläppen konstanta. Turen kommer då tillbaks till de industrialiserade länderna, som då måste börja minska sina utsläpp. Denna övergångsperiod, när det kanske är billigast för de industrialiserade länderna att investera i miljöåtgärder i öststaterna och utvecklingsländerna, kan ses som en respittid. Respiten kan då användas för

¹ Källa: Ångpanneföreningen

teknikutveckling, utveckling av alternativa energikällor osv. En viktig fråga är dock om vi i de industrialiserade länderna under respittiden kan tillåta oss några kraftigare öknings- eller reduktionsåtgärder och i så fall med hur mycket. Vi får nu inte glömma bort att den mångdubbelt högre energianvändningen och utsläppsnivån i industrialiserade länder kan komma att göra en fortsatt effektivisering i dessa länder nödvändig. Frågan om effektivitet måste alltså ses i ett politiskt sammanhang, där fördelnings- och rättvisaspekter får stor betydelse, liksom finansieringslösningar.

Den europeiska miljöpolitiken kan alltså varken bli framgångsrik eller kostnadseffektiv om man inte får ner utsläppen även i Östeuropa. Frågan hur ett fungerande samarbete mellan länderna i öst och väst ska kunna organiseras, för att drastiskt reducera utsläppen i hela Europa är alltså mycket viktig. De östeuropeiska länderna står just nu inför stora ekonomiska svårigheter och saknar både teknologiska och finansiella medel för att introducera en miljöpolitik som Sveriges. Till skillnad från utvecklingsländerna kan dock kanske öststaterna minska sina utsläpp utan att behöva avstå från ekonomisk utveckling. I flera västländer diskuteras nu möjligheterna att samarbeta med öst i miljöfrågorna och de senaste två åren har flera initiativ och konkreta åtgärder tagits till öst-västligt miljösamarbete.

Svensk miljöpolitik

Svensk miljöpolitik måste bli mer utåtriktad för att vara effektiv. Vi måste ta initiativ till en internationell koordinering av nationella åtgärder mot föroreningen och växthuseffekten. Dessa problemområden diskuteras nedan. Andra exempel finns också; tungmetaller och gifter i Östersjön, regionala risker med kärnkraft etc. Medlen måste alltid relateras till målen. Detta innebär bl. a. att riksdagsbeslut kan effektivisera miljöarbetet väsentligt, om man noga överväger vilka miljömål man verkligen vill uppnå.

Förorening

Ett system med t. ex. avgifter på utsläpp av svavel och kväveoxider i Sverige kan bli verkningsfullt för att reducera *de svenska utsläppen*. Samtidigt är det emellertid viktigt att sätta de svenska utsläppen i relation till *nedfallet* i Sverige om vi ska kunna utforma en effektiv politik mot förorening, vilket innebär att vi även måste beakta förhållandena i våra närliggande länder. Detta är inte fallet i dag. I ett lokalt perspektiv kan det vara kostnadseffektivt att reducera utsläppen nära punktkällor, för att uppnå en "god" luftkvalitet i t. ex. storstäder. Ett tänkbart system skulle då kunna vara att inte ta ut någon nationell avgift utan helt låta avgifterna fastställas lokalt och regionalt ("bubblor").

Växthuseffekten

Att de svenska utsläppens betydelse för växthuseffekten är så ytterst ringa är egentligen inte viktigt. Så är fallet för alla små nationer. Det viktiga är i

stället hur Sverige på bästa sätt kan medverka till att mer världsomspännande åtgärder kommer till stånd. Riksdagens krav på att de svenska koldioxidutsläppen inte ska öka kan ses som ett led i denna strävan.

Men diskussionerna om införandet av en koldioxidavgift måste inkludera frågan vad ett sådant system kostar, och vad vi får för det. I värsta fall kostar det nämligen relativt mycket för samhället utan att vara drivande för andra länder. En satsning i utvecklingsländer kan eventuellt ge större effekt för ett mindre belopp. Å andra sidan måste vi också ta hänsyn till att fördubblade koldioxidutsläpp i Sverige kan verka stötande på den internationella opinionen.

Hur skulle då Sverige kunna agera för att motverka växthuseffekten?

På kort sikt torde satsningar på skogsplantering, skogsvård och energieffektivisering, t. ex. i utvecklingsländer och Östeuropa, kunna ge störst direkt verkan per satsad krona. Det synes även kunna vara ett exempel som manar till efterföljd bland andra industrinationer. Detta förutsätter dock att ett sådant miljöbistånd kan hanteras på ett någorlunda effektivt sätt.

När det gäller åtgärder inom landet har modellen med rörliga avgifter (s. k. överlåtelsebara utsläppsrätter/"bubbelsystem") principiellt klara fördelar, och den torde även vara praktiskt möjlig att förverkliga på något så när kort sikt. Det är också en modell som kan komma att mana till efterföljd och som i sig utgör en utomordentligt god utgångspunkt inför eventuella internationella konventioner om minskade koldioxidutsläpp.

11 Avslutande kommentarer

Syftet med den här studien är att studera effekter på kostnader och miljö under följande förutsättningar, i enlighet med riksdagsbeslut inom energi- och miljöområdet:

- Avveckling av kärnkraften till 2010
- Ingen utbyggnad av återstående älvar i Norrland
- Konstanthållande av utsläppen av koldioxid från Sverige.

Dessutom redovisas vilka effekterna blir när det gäller svavel- och kväveoxidutsläppen i relation till de beslut om minskade utsläpp som fattats av riksdagen.

Konsekvenserna av höjda energi- och elpriser, t. ex. de omställningskostnader som detta för med sig, är centrala i analysen. Dessutom diskuteras mer översiktligt de risker för olyckor och andra negativa effekter för miljö och hälsa som utnyttjandet av olika energislag är förknippat med.

I utredningen antas att alla fossila bränslen förses med en koldioxidavgift som är relaterad till utsläppen av koldioxid. Vidare förutsätts att prissättningen på el kommer att basera sig på marginalkostnaderna i produktionen. De sammantagna effekterna av detta medför väsentligt högre elpriser. Dessutom ökar även priserna på bränslen.

På tillförselsidan skulle en tillräckligt hög koldioxidavgift leda till att utbyggnad av kraftvärme, industriellt mottryck och vindkraft blir lönsam eftersom en utbyggnad av fossileldad kondenskraft då blir för dyr. Det beror på att de höga koldioxidavgifterna slår speciellt hårt mot kondensproduktion p. g. a. dess låga verkningsgrad.

På användningssidan räknar vi med stora anpassningar till följd av de högre energipriserna och en relativt lång anpassningsperiod, t.ex:

- Minskad användning av elvärme
- Effektivare motorer och apparater
- Energisnålare hus
- Ökad användning av fjärrvärme, främst från kraftvärmeverk med så stor andel elproduktion som möjligt och baserad på bränslen som ger så låga koldioxidutsläpp som möjligt
- Effektivisering och strukturomvandling inom industrin till följd av de elprishöjningar som uppkommer till följd av beslutet om avveckling av kärnkraften. (Industrin är dock undantagen från koldioxidskatten, se nedan.)
- Minskade transporter
- Fler elbaserade transporter för att undvika miljöproblem i tätorter.

Då vi något förenklat antagit att utnyttjande av flis som energiråvara inte ger något nettotillskott av koldioxid sett över en längre tidsperiod

kommer skogen att utnyttjas maximalt för energiproduktion. Vid utarbetande av prognoserna har vi bl. a. antagit:

- Kraftigt höjda energipriser
- Priskänslighet på såväl användnings- som tillförselsidan
- ”Rationella” aktörer som agerar på basis av tydliga och trovärdiga politiska signaler.

I huvudalternativen har vi skyddat industrin från de prishöjningar som koldioxidavgifter skulle medföra. Om de svenska basindustrierna skulle få betala samma energipriser som övriga sektorer skulle resultatet bli omfattande nedläggningar. Anledningen till att vi räknat med att denna industri ska skyddas är att svenska basindustrier främst producerar varor för en världsmarknad. En minskad svensk produktion skulle därför leda till ungefär motsvarande ökning i något annat land. Med sämre teknik och utrustning skulle därför de globala koldioxidutsläppen kunna öka i stället för att minska. En sådan strategi från svensk sida skulle inte kunna tjäna ett syfte som ett bra miljöpolitiskt exempel för övriga världen. Anpassningar till följd av elprishöjningar orsakade av ökad elanvändning, kärnkraftavveckling m.m. har industrin däremot inte skyddats från i våra kalkyler.

Trots de långtgående anpassningar vi får i samhället som helhet har vi inte lyckats hålla koldioxidutsläppen konstanta i ett fall med snabb ekonomisk tillväxt. Dessutom överstiger då även svavel- och kväveoxidutsläppen de nivåer som riksdagen beslutat om. Med låg tillväxt bedömer vi att det kan vara möjligt att hålla koldioxidutsläppen på en konstant nivå.

Kostnaderna för samhället som orsakas av de tre restriktionerna inom miljö- och energiområdet ligger mellan 20 och 35 miljarder kronor per år, beroende på vilka antaganden som gjorts om ekonomisk tillväxttakt. Denna uppskattning avser ett jämförelsefall utan några restriktioner på energiområdet. Jämfört med en avveckling av alla reaktorer och ingen utbyggnad av de fyra orörda älvarna blir kostnaden 10–25 miljarder kr per år. Dessa kostnader utgörs av ökade kostnader inom elproduktionssystemet, investeringar av företag och hushåll samt inom service- och transportsektorn. Effekterna på miljö och hälsa till följd av bytet av energisystem har dock inte kvantifierats. Med hög ekonomisk tillväxt får vi alltså en större omställningskostnad samtidigt som våra resurser totalt sett också har ökat. Med låg tillväxt är det tvärt om.

Om anpassningen försvåras till följd av trögheter i ekonomin (t.ex. bristande rörlighet mellan branscher) kan dessa kostnader bli avsevärt större. Att sådana problem skulle uppkomma i mer eller mindre stor omfattning är ganska troligt. En analys av vad sådana omställningsproblem skulle medföra för kostnaderna har tyvärr inte varit möjlig med den tid som stått till vårt förfogande. Dessa frågor är emellertid väsentliga att belysa ytterligare då de förändringar vi studerar är så omfattande. Statens energiverk har därför för avsikt att återkomma till dessa typer av problem och frågeställningar.

Beroende på hur andra länder väljer att hantera energi- och miljöproblemen påverkas Sveriges situation i olika hög grad. Möjligheterna för andra länder att minska sina koldioxidutsläpp med hjälp av biobränsle och vindkraft är i mer tätbefolkade länder begränsade p.g.a. de arealer som

detta erfordrar. Dessa länder skulle därför behöva satsa mer på sparande m. m. än i den bedömning som gjorts för Sverige. Elpriserna skulle därför behöva bli högre än i mer glesbefolkade länder som Sverige. Alternativt är de i dag hänvisade till att satsa på vattenkraft eller kärnkraft om de skall bemästra koldioxidutsläpp från elproduktionen. Kostnadstaket för ny teknik kan approximativt sättas till kostnaderna för att bygga ny kärnkraft, som vi här antar kommer att understiga 40 öre/kWh.

Följande tabell skulle kunna åskådliggöra storleksordningen av elpriserna för länder som väljer olika strategier för att reducera koldioxidutsläpp från elproduktionen.

Tabell 11.1 Internationell satsning på att minska koldioxidutsläpp, priser för elintensiv industri, schematisk uppskattning, öre/kWh

	Elpris 1988	Elpris 2015
Sverige	ca 15	ca 90
Länder som inte accepterar ny kärnkraft	6–30	över 90
Länder som accepterar ny kärnkraft och/eller ny vattenkraft	6–30	30–40

En internationell satsning för att begränsa koldioxidutsläpp skulle alltså kunna leda till omfattande problem för svenska basnäringar genom att elintensiv industri förläggs till länder med lägre elpriser. Det kan bli frågan om mycket långtgående struktureffekter som drabbar de tunga branscherna. Elkostnadsandelen i dagens elintensiva industrier ligger mellan 5 och 50 %. En stor internationell satsning på ny energiteknik skulle möjligen skapa ett utrymme för svensk industri. Men det är knappast troligt att en sådan teknikutveckling är möjlig till år 2010, då kärnkraften ska vara avvecklad.

Det bör också poängteras att lägre internationella koldioxidskatter givetvis skulle leda till lägre elprinsnivåer och mindre spännvidd mellan olika länders elpriser. Det saknas möjlighet att med någon grad av exakthet uppskatta vilken internationell koldioxidavgift som vore nödvändig för att hålla de globala utsläppen konstanta. Under mycket starkt förenklade förutsättningar kan antas en internationell koldioxidavgift på ungefär samma nivå som erfordras i Sverige.

Mot bakgrund av analysen kan vi konstatera att de tre restriktionerna är dyra och i vissa fall omöjliga att förena (givet våra antaganden). Även de höga kostnaderna för samhällsekonomin kan föranleda en diskussion om målkonflikter och behovet av prioriteringar och omformuleringar av mål. Vår uppfattning efter genomfört utredningsarbete är att förutsättningar för en sådan diskussion delvis saknas, då effekterna på miljö och hälsa till följd av energiproduktion är osäkra och behöver belysas mer ingående för att möjliggöra relevanta jämförelser. För varje definierat mål blir sedan utgångspunkten att välja så effektiva styrmedel som möjligt.

En viktig utgångspunkt vid utformning av dessa är att maximera utbytet per investerad krona i reningstekniker m. m. Av stor betydelse här, och

som uppmärksammas allt mer internationellt, är nödvändigheten av att konstruera bilaterala eller multinationella lösningar för multinationella eller i vissa fall internationella miljöproblem. I framtiden måste vi agera utifrån kunskapen att även om vi i Sverige skulle välja att helt eliminera vissa utsläppskällor (med de kostnader detta medför) eliminerar vi därmed inte nedfallet eller risken för nedfall av icke önskade ämnen i Sverige. Att konstruera effektiva styrmedel för regionala och globala miljöproblem är en uppgift för 90-talet som framstår som allt angelägnare från såväl miljömässig som ekonomisk utgångspunkt.

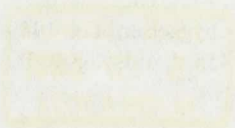
Referenser

- DsI 1986: 11, Efter Tjernobyl.
- DsI 1982: 12, Strategi för alternativa drivmedel.
- Folksam 1987, Säkerhetsanalys i skyddsarbetet.
- Fritzsche, AF 1988, Gesundheitsrisiken von Energi versorgungssystem.
- JoU 1987/88: 23, Jordbruksutskottets betänkande.
- JoU30, Motion.
- Kommerskollegium 1949, Industri, berättelse från 1945.
- NU 1979/80: 70 Näringsutskottets betänkande.
- Saab-Scania 1988, U 8898, 3:e upplagan.
- Socialstyrelsen 1989, Radon och hälsoskydd, konsultbilaga.
- SOU 1989: 76, Allergiutredningen.
- SOU 1988: 32, Läge för vindkraft?
- Statens energiverk 1987, Elmarknaden- drift, investeringar, tariffer och effektiviseringsfrågor, PM 87-12-17.
- Statens energiverk 1989, Elpriser och svensk industri, 1988: 7.
- Statens energiverk 1989, Rapport om elhushållningsprogrammet, PM 89-08-31, bilaga 6.
- Statens energiverk 1989, Underlag för energiprognoser, scenarier:
- Arbetsmiljö/Energi.
 - Effekter på miljö, hälsa och risker inom energiområdet.
 - Framtida energianvändning i bostäder och lokaler.
 - Inomhusluft och energi.
 - Strukturuomvandling i industrin, konsekvenser för individer.
- Statens industriverk 1988, Stålintusti och gruvindustri om elpriserna stiger starkt, PM 1988: 12.
- Statens strålskyddsinspektion, SSI/rapport 87/17, Radon i bostäder.
- Stockholms Läns Landsting, Trafikkontoret informerar 1988: 1.
- Styrelsen för teknisk utveckling, Andersson, Leif.
- Styrelsen för teknisk utveckling 1986, Användning av alternativa drivmedel, 588-1986.
- Styrelsen för teknisk utveckling 1986, Hybridsystem i fordon, 589-1986.
- Sveriges Industriförbund 1948, Sveriges industri.
- Sveriges Lantbruksuniversitet 1989, Kostnader och tillgänglighet för avverkningsrester på lång sikt.
- Transportforskningsberedningen 1986: 6, Energisnålare persontransporter?
- Transportforskningsberedningen 1988: 12, Skogsindustrins systemtransporter.
- Transportrådet 1989: 5, Trafikutveckling och trafikprognoser.
- UK Atomic Energy Authority 1987, Health and Safety Commission Convay.
- US Atomic Energy Commission 1974, Rasmussenrapporten Reactor Safety Study.
- Vattenfall, EG och energi, A. Mogren.
- VBB 1989, EFN-solceller i bebyggelsen, Feb 1989.
- Väg- och Trafikinstitutet nr 455, Landsvägstrafikens bränsleförbrukning.

Väg- och Trafikinstitutet nr 479, Lastbilstrafikens energieffektivitet vid olika transportuppgifter.

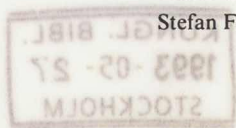
Wibe, Sören, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skall biobränslen beläggas med koldioxidskatt?

Ångpanneföreningen 1989, Diverse material, Mats Johansson.



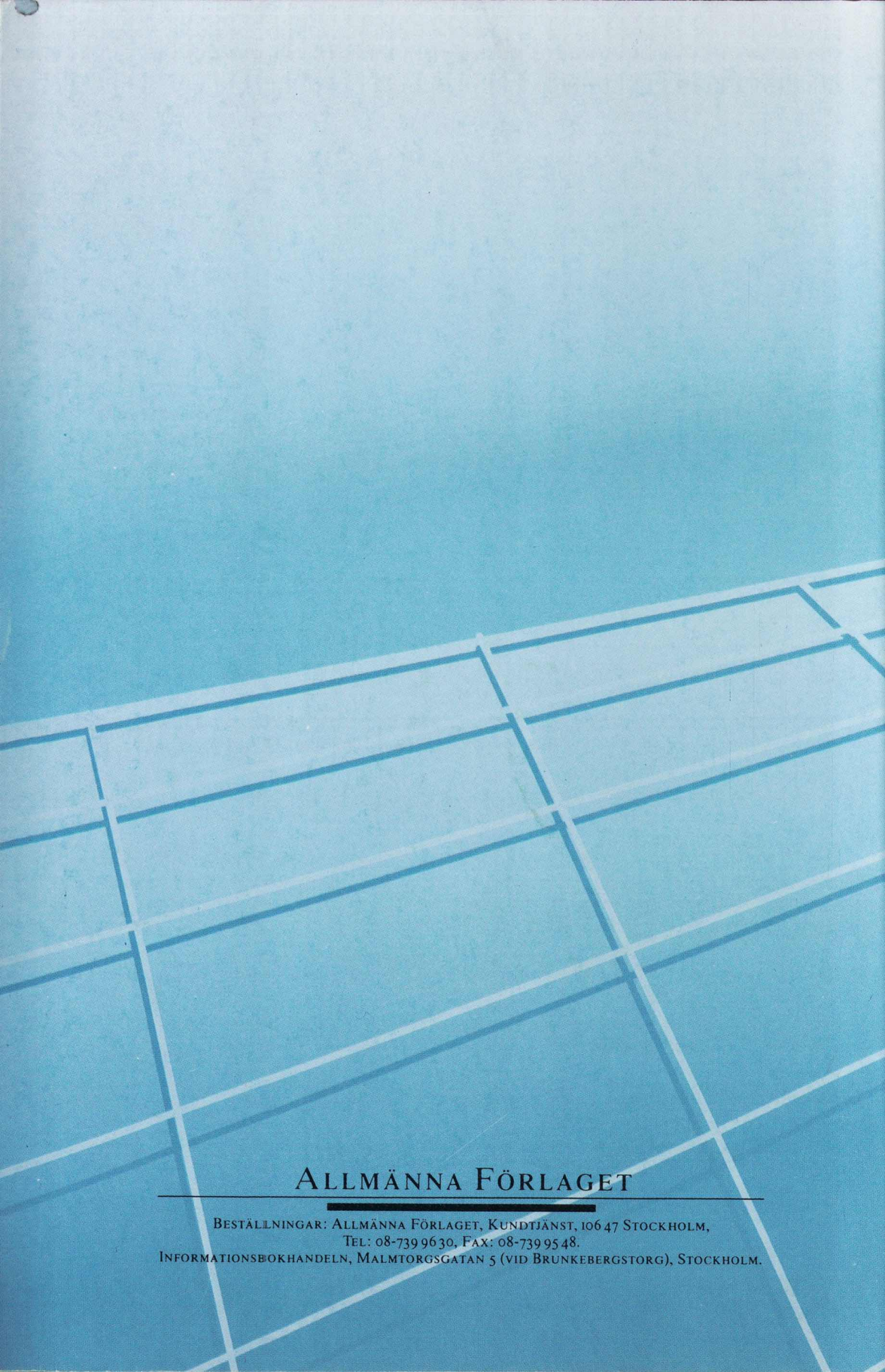
Bilagor till långtidsutredningen 1990

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	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 och Derek Chambers
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 för välfärd	Landstingsförbundet
15.	Bostadsmarknaden under 1990-talet	Bengt Turner m. fl. Statens institut för byggnadsforskning
16.	Samhällsekonomin transportförsörjning	Folke Snickars
17.	Privat tjänstesektor	Statens industriverk
18.	Industrin till år 2000 – ett tillväxtdecennium?	Statens industriverk
19.	Den svenska inkomst- och förmögensfördelningen 1967–1987	Kjell Jansson Statistiska centralbyrån
20.	Primärkommuner	Svenska kommunförbundet
21.	Energi – miljö – ekonomi	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



KUNGL. BIBL.
1993-05-27
STOCKHOLM

1003-02 55
1003-02 55
1003-02 55



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.