Skatter, miljö och sysselsättning

Bilagedel

Ur KB:s samlingar
Digitaliserad år 2015

KUNGL. BIBLIOTEKET
National Library of Sweden

Underlagsrapporter till
Skatteväxlingskommitténs slutbetänkande

SOU 1997: 11

Skatter, miljö och sysselsättning

Bilagedel

Underlagsrapporter till
Skatteväxlingskommitténs slutbetänkande

SOU 1997: 11

Ref WB
Occ SOW

Statens offentliga utredningar
1997:11
Finansdepartementet

Skatter, miljö och sysselsättning

Underlagsrapporter till
Skatteväxlingskommitténs slutbetänkande
Stockholm 1997

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes, Offentliga Publikationer, på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningskontor.

Beställningsadress: Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Orderfax: 08-690 91 91
Ordertel: 08-690 91 90

Svara på remiss. Hur och Varför. Statsrådsberedningen, 1993.
– En liten broschyr som underlättar arbetet för den som skall svara på remiss.

Broschyren kan beställas hos:
Regeringskansliets förvaltningskontor
Distributionscentralen
103 33 Stockholm
Fax: 08–405 10 10
Telefon: 08–405 10 25

Omslag av Robert Holmgren
Norstedts Tryckeri AB, Stockholm 1997

ISBN 91-38-20496-7
ISSN 0375-250X

Till statsrådet och chefen för finansdepartementet

Direktiven till den parlamentariska utredning som syftar till att utreda "Förutsättningar för en ökad miljörelatering av skattesystemet" beslutades vid regeringssammanträdet den 10 mars 1994 (Dir 1994:11). Kommittén, som påbörjade sitt arbete den 1 mars 1995 har antagit namnet skatteväxlingskommittén.

Enligt direktiven skulle kommittén redovisa sitt slutbetänkande senast den 30 juni 1996. Överlämnandet har dock genom beslut av regeringen blivit flyttat till den 24 januari 1997.

Kommitténs uppdrag är att utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv analysera de miljöstyrande inslagen i nuvarande skattelagstiftning och mot bakgrund av denna analys undersöka förutsättningarna för ökad miljörelatering av det svenska skattesystemet.

Som underlag för vårt arbete har vi ett antal underlagsrapporter. Dessa är av allmänt intresse, varför vi önskar redovisa dessa i ett särskilt bilagebetänkande.

Härmed överlämnar vi underlagsrapporterna till slutbetänkandet *Skatter, miljö och sysselsättning*.

Stockholm den 24 januari 1997

Jan Bergqvist

Barbro Andersson
Lennart Daléus
Annika Jonsell
Lisbeth Staaf-Igelström
Stefan Attefall
Bitte Engzell
Ronny Korsberg
Anne Wibble
Lars Bäckström
Michael Hagberg
Bo Lundgren

/Runar Brännlund
Ann-Christin Tauberman
Lena Svärdsjö

Innehåll

1 Kommittédirektiv....1

2 Analys av tre skattemodeller där kraftvärmeverk och fjärrvärmeverk betraktas som industri....13

3 Carbon Taxes in Sweden, av Glenn W Harrison och Bengt Kriström....43

4 Industrins efterfrågan på energi....197

5 Hushållens energiefterfrågan....231

6 Höjd koldioxidskatt och höjd energiskatt på elektrisk kraft: effekter på hushållens välfärd och konsumtion, av Urban Hansson Bruzewitz....261

7 Beskattning av naturresurser, av Karl-Göran Mäler....303

8 Verkningar av skogsbeskattning på virkesutbud och välfärd, av Karl-Gustaf Löfgren....331

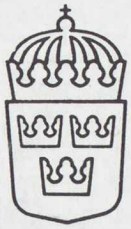
9 Beskattning av kärnkraft, av Lennart Hjalmarsson....345

10 Torv....389

11 Miljöpolitiska styrmedel och konkurrenskraft, En litteraturgenomgång, av Per Marklund....413

1 Direktiv

Kommittédirektiv



Dir. 1994:11

Förutsättningar för en ökad miljörelatering av skattesystemet

Dir. 1994:11

Beslut vid regeringssammanträde 10 mars 1994

Sammanfattning av uppdraget

En kommitté med parlamentarisk sammansättning skall utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv analysera de miljöstyrande inslagen i nuvarande skattelagstiftning och mot bakgrund av denna analys undersöka förutsättningarna för ökad miljörelatering av det svenska skattesystemet, bl.a. genom en analys av relevanta förslag på området.

Bakgrund

Ett grundläggande krav på den ekonomiska politiken är att den skall leda till en uthållig utveckling av den svenska ekonomin. Därigenom kan framtida generationer få överta en nationalförmögenhet, inklusive miljö- och naturresurser, som är minst lika stora som dagens. Såvitt gäller skattepolitiken har regeringen sedan sitt tillträde prioriterat sådana förändringar som positivt påverkar villkoren för produktion och kapitalbildning.

I en skattepolitik för tillväxt har miljöaspekterna en naturlig plats och är en förutsättning för att tillväxten skall vara långsiktigt hållbar med avseende på förbrukning av ändliga resurser och effekter på miljön. Regeringen har senast uppmärksammat frågan i en särskild bilaga - Uthållig utveckling - till 1994 års finansplan.

En marknadsekonomi förutsätter väl definierade och väl fungerande äganderätter. Eftersom många miljövärden, som ren luft, ett fungerande

ozonlager och biologisk mångfald saknar definierade ägare, hamnar dessa värden utanför de spontana marknadslösningar som bygger på prissättning vid överlåtelse av ägande. Staten har därför en viktig roll när det gäller att ställa upp långsiktiga mål och spelregler för dessa miljövärden.

I prop. 1993/94:111 Med sikte på hållbar utveckling redovisas tillståndet i den svenska miljön. Redovisningen visar att det inom många områden krävs ytterligare åtgärder för att den negativa miljöpåverkan skall kunna bringas ned till en nivå som ligger inom ramen för de ekologiska systemens kritiska belastningsgränser.

Om enskilda företag, hushåll och offentlig sektor inte bär ett tillräckligt kostnadsansvar för de miljöeffekter de orsakar, leder detta till att konsekvenser för miljön i alltför liten utsträckning vägs in i de faktiska besluten. Därigenom uppkommer samhällsekonomiska kostnader i form av sämre miljö för människor och långsiktigt felaktiga förutsättningar för ekonomisk verksamhet. En av flera alternativa metoder att angripa detta problem är miljöskatter.

En miljörelatering av skattesystemet syftar primärt till att förbättra resursallokeringen i samhället genom att förbättra ekonomins funktionssätt i vid mening. En väl avvägd miljöskatt innebär att kostnader i form av miljöpåverkan kommer att beaktas på samma sätt som övriga kostnader. Därmed skapas incitament för konsumenter och producenter att ta hänsyn till negativa miljöeffekter.

Miljöskatter kan förutom funktionen som ekonomiskt styrmedel liksom andra skatter också ha en fiskal funktion, där syftet är finansiering av offentliga utgifter.

Vid en ökad miljörelatering av skattesystemet aktualiseras i varierande grad de båda motiven. Vid införande av nya eller höjning av befintliga miljöskatter kan eventuellt utrymme skapas för att finansiera angelägna skattesänkningar.

Det redan höga skattetrycket i Sverige innebär att en ökad användning av miljöskatter bör ske inom ramen för ett oförändrat skattetryck. Ett ökat skattetryck skulle försämra ekonomins funktionssätt och försvaga konkurrenskraften.

Vid utformningen av miljöskatter - oberoende av om de fyller en funktion som styrmedel eller om de skall finansiera skattesänkningar på andra områden - aktualiseras en rad andra centrala frågor som har att göra med den svenska ekonomins internationella beroende. En viktig fråga gäller effekterna på näringslivets konkurrenskraft och därmed indirekt på sysselsättningen. En annan viktig fråga är samordningen med

och hänsynstagandet till den miljö- och skattepolitik som förs inom EU och i OECD-länderna.

Förstärkt miljöprofil i beskattningen

Under senare år har miljöprofilen i det svenska skattesystemet skärpts. Detta gäller den indirekta beskattningen, där främst på energi- och trafikområdet förändringar gjorts inom ramen för den befintliga beskattningen. Energi- och miljöpolitiska överväganden har successivt introducerats som komplement till det dominerande fiskala motivet.

Fram till slutet av 70-talet var skattesatserna i energibeskattningen låga. Därefter har skatterna höjts kraftigt bl.a för att främja energihushållning. Under senare år har den miljöstyrande effekten av skatterna på energi betonats allt mer.

På trafikområdet har alltsedan början av 1980-talet ett samhällsekonomiskt synsätt tillämpats. I riksdagens trafikpolitiska beslut 1988 (prop. 1987/88:50, bet. 1987/88:TU13) anges att de skatter som tas ut av trafiken för utnyttjandet av infrastrukturen skall grundas på ett väl definierat kostnadsansvar.

Fr.o.m. år 1986 tillämpas en differentierad bensinskatt med ett lägre skatteuttag på blyfri bensin än på blyad bensin i syfte att stimulera en ökad användning av den blyfria bensinen. Under år 1993 har denna differentiering förstärkts samtidigt som alternativ till den blyade bensinen introducerats på marknaden. Sammantaget har detta medfört att andelen blyad bensin sjunkit kraftigt.

1990 års skattereform innebar en ytterligare förstärkning av miljöprofilen genom förändringar av såväl mervärdesskatten som energiskatterna. Reformen baserades i dessa delar på betänkandet Reformerad mervärdeskatt m.m. (SOU 1989:35) från kommittén för indirekta skatter (KIS) och betänkandena Ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken, Energi och trafik (SOU 1989:83) och Sätt värde på miljön!, Miljöavgifter på svavel och klor (SOU 1989:21) från miljöavgiftsutredningen (MIA).

Genom skattereformen blev i stort sett hela energiområdet mervärdesskattepliktigt. Den allmänna energiskatten fick en miljöprofil genom omvandlingen av en del av energiskatten till koldioxidskatt. En miljöanpassning skedde också genom differentieringen av den allmänna energiskatten på oljeprodukter med en indelning i miljöklasser. Vidare infördes en svavelskatt på bränslen. I samband med skattereformen

infördes även en utsläppsavgift på kväveoxider från större förbränningsanläggningar.

Fr.o.m. år 1993 gäller en ordning där energiskatterna differentieras mellan olika användningsområden genom att en lägre koldioxidskatt tillämpas för industrin än för övrig förbrukning. Samma år avvecklades den allmänna energiskatten för industrin samtidigt som de speciella nedsättningsregler som gällt för industri- och växthusnäringen avskaffades. Nedsättningsreglerna innebar i princip att varken energiskatt eller koldioxidskatt togs ut när energianvändningen som andel av försäljningsvärdet översteg en viss nivå. För storförbrukare av fossila bränslen innebar det gamla systemet att marginalskatten på energianvändning var mycket låg.

De nya reglerna innebär att skatt tas ut för all förbrukning, låt vara med en lägre skattesats än vid tidigare regler. Därmed finns idag en mera direkt koppling mellan miljöpåverkan och energiskatt för industrin än vad som tidigare var fallet. Differentieringen mellan den konkurrensutsatta industrin och övriga sektorer har gjort det möjligt att behålla en hög generell energibeskattning för övriga sektorer. Energiskatterna för industriell verksamhet har anpassats nedåt mot de nivåer som gäller i våra konkurrentländer.

Ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken

Under senare år har inslaget av ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken ökat. Tidigare har nämnts den differentierade bensinskatten, koldioxidskatten, den differentierade energiskatten för oljeprodukter och svavelskatten. Dessutom har en utsläppsavgift på kväveoxider från stora förbränningsanläggningar införts. Försäljningsskatten på motorfordon har differentierats i tre miljöklasser. Miljöklassningssystemet för tunga fordon har emellertid ännu ej trätt i kraft.

Miljöskatter är ett exempel på ekonomiska styrmedel som kan användas som alternativ eller komplement till regleringar. Andra exempel utgörs av avgifter och utsläppsrättigheter.

Ekonomiska styrmedel är i teorin mer kostnadseffektiva än motsvarande regleringar. Enskilda företag ges incitament att jämföra kostnaden för att släppa ut en enhet (lika med miljöskatten) med att rena denna enhet (marginalkostnaden för rening). Reningsåtgärder är lönsamma så länge som marginalkostnaden för rening är lägre än miljöskatten och efter full

anpassning kommer alla företag ha samma marginella reningskostnad, lika stor som skatten/avgiften. Vid den omfördelning av utsläpp som anpassningen resulterar i minimeras samhällets kostnader för att uppnå det uppsatta målet om minskningen av utsläpp.

En viktig skillnad i förhållande till traditionella regleringar är också att miljöskatter ger kontinuerliga incitament till teknisk förnyelse.

I prop. 1991/92:150 bilaga I:12 En samlad strategi för ökad användning av ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken föreslog regeringen att en samlad utvärdering skulle företas av de ekonomiska styrmedel som finns i bruk. Det konstaterades att många i-länder förbereder införande av ekonomiska styrmedel och att det därför finns en stor efterfrågan på erfarenheter av hur ekonomiska styrmedel fungerar i praktiken. Regeringen slog även fast att det är viktigt att dra erfarenheter från hur de existerande miljöavgifter fungerat inför en fortsatt ökad användning av ekonomiska styrmedel i Sverige.

Vid en utvärdering av ekonomiska styrmedel måste klargöras huruvida införda styrmedel i praktiken kan anses ha varit mer kostnadseffektiva än en alternativ reglering. I detta arbete bör redan gjorda studier inom området beaktas, t.ex. Ds 1994:33 Så fungerar miljöskatter. Denna studie visar att miljöskatternas styreffekt oftast varit god och att de administrativa kostnaderna varit låga. Det är dessutom viktigt att undersöka huruvida kostnadseffektivitet gäller mellan olika samhällssektorer. Därigenom säkerställs att miljöpolitiken utformas på ett så ändamålsenligt sätt som möjligt. Det är också viktigt att utvärderingen sker med beaktande av ett globalt miljöperspektiv.

Skatteväxling

I miljöbilagan till den senaste finansplanen redovisas kortfattat olika frågor som aktualiseras vid en s.k. skatteväxling. I den allmänna debatten har diskuterats en sådan systematisk växling av vissa skatter mot mer miljörelaterade sådana. Höjda skatter på miljöskadlig verksamhet skall skapa utrymme för sänkt skatt på verksamheter som bör uppmuntras, t.ex. arbete.

Bakgrunden till debatten ges av den höga beskattningen av arbete, som innebär att den totala genomsnittliga marginaleffekten på en extra arbetsinsats uppgår till ca 60 %. Samtidigt möter producenter och konsumenter priser på olika produkter och insatsvaror som inte fullt ut

reflekterar de samhällsekonomiska kostnaderna för olika negativa miljöeffekter.

Internationellt har frågan uppmärksammats bl.a. inom EU. I den vitbok om tillväxt, konkurrenskraft och sysselsättning (Growth, Competitiveness, Employment - The Challenges and Ways Forward into the 21st Century) som utarbetats av kommissionen och som Europeiska rådet antog i december 1993 nämner man bl.a. att det i ett tillväxtperspektiv finns skäl att undersöka om skatter på arbete bör reduceras. En finansieringskälla som utpekas är ökade miljöskatter. Möjligheten att introducera nya miljöskatter bedöms inte på ett enhetligt sätt av medlemsländerna, då vissa länder har reservationer med hänvisning till effekter på den internationella konkurrenskraften. Samtidigt är intresset bland andra medlemsländer för ökad användning av miljöskatter stort.

Med skatteväxling avses i fortsättningen en offentligt-finansiellt uthållig övergång till ökad skatt på miljöfarlig verksamhet och förbrukning av ändliga resurser till förmån för sänkt skatt på arbete. Skatteväxlingen syftar till effektivitetsvinster dels genom att samhällets kostnader för negativ miljöpåverkan beaktas på samma sätt som övriga produktionskostnader, dels genom minskade skattekilar på arbete.

En åtskillnad bör göras mellan en *generell* skatteväxling och en *selektiv* skatteväxling. En generell skatteväxling innebär att miljöskatter höjs och att skatt på arbete sänks i motsvarande utsträckning för samtliga aktörer i ekonomin. En selektiv skatteväxling innebär att miljöskatter höjs och att skatt på arbete sänks i motsvarande utsträckning, men att relationerna kan variera mellan olika branscher eller områden.

Utrymmet för en *generell* skatteväxling är bl.a. beroende av den relativa storleken på intäkterna av arbetsinkomstbeskattningen och från miljöskatterna.

Vid beräkningar av den totala marginaleffekten på en extra arbetsinsats - skattekilen på arbete - brukar, förutom den statliga och kommunala inkomstskatten på förvärvsinkomster (ca 280 miljarder kr) och skattedelen av socialavgifterna (ca 120 miljarder kr), även inkluderas mervärdesskatten och olika punktskatter (sammantagna ca 190 miljarder kr), vilket summerar till ca 590 miljarder kr (uppgifterna avser år 1994). Intäkterna från miljö- och energiskatter i vid mening - inkluderande bensinskatten, dieseloljeskatten och energiskatten, inkl. koldioxidskatten - kan för samma år beräknas uppgå till drygt 40 miljarder kr.

Vid en analys av effekterna av skatteväxling kan en indelning av miljöskatterna i två huvudgrupper vara ändamålsenlig. I den första gruppen, lämpligen kallade miljökonsumtionsskatter, ingår sådana som

direkt påverkar privat konsumtion, i den andra sådana som verkar via förändringar av produktion och faktorinkomster, lämpligen kallade miljöproduktionsskatter, som efter anpassning indirekt kan påverka privat konsumtion via minskade bruttolöner.

En höjning av miljökonsumtionsskatter påverkar såväl individens konsumtionsval som valet mellan arbete och fritid. Effekten på konsumtionsvalet ger en samhällsekonomiskt effektivare resursanvändning genom att hänsyn tas till negativ miljöpåverkan. Samtidigt innebär den höjda konsumtionsskatten en ökad skattekil på arbete. Nettoeffekten på samhällets välfärd av dessa båda deleffekter är en empirisk fråga som förtjänar närmare belysning.

Vid en analys av skatteväxling är det nödvändigt att beakta effekter i olika tidsperspektiv. En central fråga gäller relationen mellan förhållandevis långsiktiga välfärdsvinster genom begränsning av negativa miljöeffekter och reducerad beskattning av arbete och de effekter som i ett kort och medelfristigt tidsperspektiv kan uppkomma på produktion och sysselsättning. I detta sammanhang behöver även beaktas de positiva effekter som höjda miljöskatter kan ha på företag verksamma inom miljöskyddsindustrin.

Frågan om effekten på produktion och sysselsättning aktualiseras vid båda slagen av miljöskatter men särskilt i fallet med miljöproduktionsskatter. För miljöskatter som tas ut vid produktion av varor som är föremål för internationell handel blir effekterna beroende av i vilken utsträckning utbudet av övriga produktions- och insatsfaktorer är priskänsligt. Priskänsligheten beror förutom på marknadsförhållanden även på graden av internationell rörlighet hos dessa faktorer.

I en öppen ekonomi som den svenska är kapitalutbudet i betydande omfattning elastiskt, dvs. kapitalet kan till en betydande del undgå bördan av skatter genom rörlighet från och till landet.

Graden av rörlighet hos insatsfaktorn energi är i grunden en empirisk fråga. I den utsträckning energin är rörlig kan detta exempelvis innebära att svenska konsumenter av varor som handlas internationellt kan undvika att betala en faktorskatt på energi som tas ut på svenskproducerade varor genom att i stället köpa importerade varor. Producenten kan undgå beskattning genom att flytta verksamheten till länder med lägre miljökrav eller genom att importera energi från utlandet.

Vid begränsad rörlighet av energi och vid produktion av varor som inte handlas internationellt begränsas dessa effekter.

För att bedöma möjligheterna och begränsningarna hos olika former av skatteväxling fordras följaktligen en detaljerad analys av produktions- och

marknadsförutsättningar. Särskild vikt bör läggas vid att belysa möjligheterna till ökad konkurrenskraft för svenskt näringsliv till följd av att miljökrav införs tidigare än i andra länder. Vid en sådan analys och för bedömningen av de globala miljöeffekterna är det å andra sidan också nödvändigt att beakta skatteuttaget i våra konkurrentländer. Felaktigt utformade och dimensionerade miljöskatter kan leda till en sämre miljö globalt sett.

Mot bakgrund av detta är det intressant att belysa resultaten från internationella studier avseende utflyttning av industriell verksamhet till följd av höga miljökrav. Även motsatta erfarenheter bör uppmärksammas.

I större eller mindre utsträckning - beroende på graden av rörlighet hos kapital och energi - kommer höjda miljöproduktionsskatter efter det att anpassning skett att belasta produktionsfaktorn arbete. Mot denna effekt av miljöskatter via arbetsmarknadens efterfrågesida skall ställas de positiva effekter på arbetsutbud och sysselsättning som kan bli följden av sänkta skatter på arbete. Återigen aktualiseras empiriska frågor om den relativa rörligheten, elasticiteten, hos de olika produktions- och insatsfaktorerna.

Hur anpassningen till en skatteväxling kommer att ske, exempelvis effekterna på sysselsättning och produktionsstruktur, är bl.a. beroende av graden av löneflexibilitet. Tidsperspektivet är här centralt.

I ett kort och medelfristigt perspektiv får löneflexibiliteten antas vara begränsad. En central fråga blir därvid huruvida reducerad sysselsättning i sektorer med negativ miljöpåverkan kan balanseras av ökad sysselsättning, t.ex. i tjänstesektorer där nettot av skatteförändringarna innebär minskade kostnader.

På längre sikt, däremot, får löneflexibiliteten i princip antas vara större. I detta tidsperspektiv domineras anpassningen av förskjutningar i relativlönerna mellan olika branscher.

Syftet med en *selektiv* skatteväxling är att en sådan skulle ge en bättre utväxling för det specifika område den omfattar. Vid en selektiv skatteväxling med en bransch- eller företagsinriktad differentiering av eventuella miljöskatter aktualiseras olika problem, bl.a. av administrativ karaktär (avgränsningsfrågor m.m.). Kommittén bör i detta avseende utnyttja de erfarenheter som finns från differentiering av arbetsgivaravgifter, fordonskatt, mervärdesskatt samt energiskatt. Selektiva åtgärder måste utformas så att de är förenliga med svenska internationella åtaganden, t.ex. handelsreglerna i GATT och EU.

Såvitt gäller en differentiering av arbetsinkomstbeskattningen kan erinras om att skattepolitiska åtgärder för att stimulera tillväxten av privat tjänsteproduktion för närvarande behandlas av en särskild utredare (dir 1993:100). Ett betänkande väntas inom kort.

En sista central fråga gäller möjligheten att åstadkomma en *uthållig* skatteväxling. Ett ökat inslag av miljöskatter syftar till att begränsa miljöskadlig verksamhet och effektivisera hushållningen med naturresurser och energi. Till den del detta lyckas eroderas skattebasen, varför - vid en oförändrad nivå på offentliga utgifter - utrymmet för sänkt skatt på arbete, och därmed välfärdsvinsterna av sänkningen, begränsas i motsvarande omfattning. Vid en skatteväxling som bygger på introduktion av potentiellt miljöeffektiva skatter föreligger alltså risker för budgetförsvagningar. Å andra sidan syftar en sänkning av skatten på arbete till att öka sysselsättningen. Till den del detta lyckas växer skattebasen vilket ökar skatteintäkterna. Vid en skatteväxling som innebär sänkt skatt på arbete föreligger således möjligheter till budgetförstärkningar. Svårigheterna att bedöma styrkan av beteendeförändringar vid en skatteväxling kräver att förutsättningarna noga undersöks innan förändringar genomförs.

Det kan vara svårt att på en och samma gång uppnå en förbättrad miljö och säkerställa den finansiering som krävs för att kunna sänka skatten på arbete. En skatteväxling kan dock innebära en samhällsekonomisk förbättring även om exempelvis utsläppen inte fullt ut elimineras, nämligen om skatten motsvarar den samhällsekonomiska kostnaden för den negativa miljöpåverkan.

Utredningsuppdraget

Som en *första* huvuduppgift skall kommittén analysera de idag befintliga energi- och miljöskatternas (inkl. miljöavgifternas) samhällsekonomiska effekter i vid mening. Bl.a. skall analysen belysa effekterna av att motsvarande skatteintäkter genererats via andra skatter, exempelvis på arbete. I uppgiften ingår också att kartlägga eventuella miljöstyrande inslag i övriga delar av skattesystemet, exempelvis inom inkomstbeskattningen.

Analysen bör förutom skatternas miljöpåverkan - nationellt och internationellt - även omfatta effekter på näringslivets konkurrenskraft, sysselsättningen, effektiviteten i resursallokeringen och de offentliga

finanserna. En viktig deluppgift är att bedöma huruvida införda ekonomiska styrmedel har varit kostnadseffektiva.

Kommittén bör i denna del lägga särskild vikt vid sådana frågor som är av särskild vikt för analysen av olika former av skatteväxling. Vidare bör beaktas det arbete som gjorts av MIA, av utredningen om översyn av reglerna om skattenedsättning för industrin och växthusnäringen m.m. publicerat i betänkandet Konkurrensneutral energibeskattning (SOU 1991;90), av utredningen om en teknisk översyn av energibeskattningen (Fi 1992:15), Så fungerar miljöskatter! (Ds 1994:33) och övriga utredningar, som gjorts på detta område och av OECD.

Baserat på den inledande utvärderingen skall kommittén som en *andra* huvuduppgift analysera förutsättningarna för och effekterna av olika slag av skatteväxling. Analysen kan omfatta såväl utvidgning av befintliga miljöskatter som införandet av nya. Såväl en generellt utformad skatteväxling som selektiva åtgärder bör diskuteras liksom förutsättningarna för en uthållig skatteväxling. Till den senare frågan hör en identifiering av stabila miljöskattebaser, som samtidigt vid skattebeläggning kan ge långsiktiga incitament till minskad negativ miljöpåverkan och effektivare hushållning med naturresurser och energi.

Kommittén skall behandla effekterna på skattekilar, arbetsutbud, sysselsättning, konkurrenskraft, strukturomvandling och miljö i olika tidsperspektiv och mot bakgrund av den fortgående internationaliseringen av den svenska ekonomin. Det är särskilt angeläget att övergångseffekterna belyses. I uppdraget ingår en kartläggning av de för effekterna relevanta elasticiteterna liksom av de olika skattebasernas konjunkturkänslighet. Kommittén bör beakta resultatet av utredningen om förutsättningarna för expansion av privat tjänsteproduktion (dir 1993:100).

Kommittén bör i sitt arbete beakta forskningen på skatteväxlingsområdet, liksom de övriga erfarenheter och studier som gjorts nationellt och internationellt. I uppgiften ingår också att kartlägga energi- och miljöskatter inom EU och OECD:s medlemsländer. Kommittén skall i denna del också beakta de åtaganden som följer av ett svenskt medlemskap i EU liksom de övriga internationella förutsättningar som gäller för en ökad miljöanpassning av det svenska skattesystemet. Kommittén bör beakta arbetet i de utredningar som i dag analyserar olika delar av miljö- och energiskatteområdet.

Kommittén bör vidare analysera de administrativa förutsättningarna för en generell eller selektiv skatteväxling.

Grundat på redovisningen av de tidigare uppgifterna bör kommittén - om analysen ger underlag för detta - lämna förslag på ökad miljörelatering av skattesystemet.

För kommittén skall gälla regeringens direktiv till samtliga kommittéer och särskilda utredare om utredningsförslagens inriktning (dir. 1984:5), angående EG-aspekter i utredningsverksamhet (dir. 1988:43) samt om att redovisa regionalpolitiska aspekter (dir. 1992:50).

Kommittén skall slutredovisa uppdraget senast den 30 juni 1996*. Kommittén bör redovisa ett delbetänkande, exempelvis med anledning av eventuella expertstudier och med publicering av dessa, före utgången av år 1995*.

(Finansdepartementet)

* Ändrat genom beslut 26 januari 1995.

2 Analys av av tre skattemodeller där kraftvärmeverk och fjärrvärmeverk betraktas som industri

2.1 Inledning

2.1.1 Allmänt

I denna bilaga redovisas effekterna av tre olika alternativ till reformerad beskattning av el- och värmeproduktion. Den grundläggande principen i alla tre modeller är att bränsle beskattas enligt samma princip oavsett om det används för el eller värmeproduktion. Vidare beskattas el- och värmesektorn enligt samma principer som gäller för industrisektorn. I dessa sektorer utgår endast koldioxidskatt och svavelskatt. I de fall dessa skatter inte är tillräckliga för att säkerställa biobränslenas konkurrenskraft undersöks vilka nivåer på investeringsbidrag respektive driftsbidrag som behövs för att så skall bli fallet. I samtliga modeller införs dessutom en konsumtionskatt på värme. Värmeenergiskatten tas ut vid leveranser av fjärrvärme till icke-industriell verksamhet, bl.a. till hushåll, servicenäringar, m.m. Vi har valt att inte gå närmare in på nivån av värmeenergiskatten.

Beräkningarna i denna bilaga baseras på uppgifter från rapporten "Förändrad kraftvärmebeskattning" (Ds 1994:28). Det innebär att uppgifter rörande energipriser och investeringskostnader avser 1993. Skatterna har dock justerats så att 1996 års skattesatser tillämpas.

2.1.2 Definitioner

I ett värmeverk (fjärrvärmeverk) produceras enbart värme. Ett kraftvärmeverk definieras vanligen som en anläggning avsedd för samtidig produktion av el och värme där båda produkterna nyttiggörs. I ett kondenskraftverk, som kan använda liknande teknik som ett kraftvärmeverk, tas däremot inte spillvärmen till vara. Bränsleanvändningen i dessa tre olika anläggningar styrs helt och hållet av skattesystemet.

Ett kraftvärmeverk som baseras på ångkraftsprocessen brukar benämnas mottrycksanläggning eller, om den är en del av en industrianläggning, industriellt mottryck. Denna typ av anläggningar förekommer främst inom pappers- och massaindustrin.

Den totala elproduktionen år 1995 uppgick till ca 140 Twh. Kraftvärmeanläggningar i fjärrvärmenäten svarade för 5,4 Twh, medan elproduktionen i industriellt mottryck uppgick till ca 3,3 Twh.

Kondenskraftsproduktionen svarade för ca 0,7 Twh.[1]. Värmeproduktionen i rena värmeverk uppgick till drygt 40 TWh varav 10 % levererades till industrin.

2.2 Modell 1 - 25 % koldioxidskatt

2.2.1 Allmänt om modellen

I denna modell slopas energiskatten på bränslen och elkraft som förbrukas i kraftvärmeverk och fjärrvärmeverk. Svavelskatt och kväveoxidavgift förblir oförändrade. En koldioxidskatt motsvarande 9,25 öre per kg koldioxid tas ut på alla fossila bränslen vid el- och värmeproduktion.

Denna modell innebär en minskad beskattning vid användning av fossila bränslen vid el och värmeproduktion i kraftvärme- och värmeverk. Skattebelastningen i kondenskraftverk ökar dock. En koldioxidskatt motsvarande 9,25 öre per kg koldioxid är inte tillräckligt stor för att biobränslena, med dagens priser, skall behålla sin konkurrenskraft i befintliga kraftvärme- och värmeverk. Modellen förutsätter därför att bidrag ges vid biobränsleanvändning. Ett sätt att ordna detta är genom en kombination av ett driftsbidrag och ett investeringsbidrag till anläggningar som använder biobränslen. Bidragen utgår inte till anläggningar inom industrin.

2.2.2 Effekter på befintlig produktion i kraftvärme- och värmeverk

Konkurrenskraften för befintliga anläggningar är beroende av kostnaden vid drift av dessa. Anläggningarna kan rangordnas efter de rörliga kostnadernas storlek. Ändras rangordningen exempelvis mellan biobränslen och fossilbränsleeldade anläggningar eller mellan biobränslen och fossilbränslen inom en och samma anläggning har konkurrenskraften ändrats på ett väsentligt sätt. De rörliga kostna-

[1] Kondenskraftsanläggningar används i huvudsak för s.k. spetslast, d.v.s. under tider då elefterfrågan är stor, och som reserv vid t.ex. torrår. Den totala tekniska kapaciteten uppgår till ca 20 TWh. Hela denna produktionskapacitet är dock inte tillgänglig eftersom flera anläggningar endast har koncession att köras som spetslast. Enligt bedömningar av Energikommisionen (SOU 1995:139) uppgår den praktiska årskapaciteten, efter viss investering i reningsteknik, till drygt 5 TWh.

derna i ett värmeverk bestäms i stor utsträckning av punktskatterna och bränslepriserna. För kraftvärmeverk tillkommer en tredje faktor, det pris man får för den elkraft man producerar samtidigt med värmen. Desto högre elpris, ju lägre blir värmeproduktionskostnaden.

I denna modell reduceras skattebelastningen på fossila bränslen som används vid produktion i kraftvärme- respektive värmeverk med mellan 60 och 80 %[2]. Så stora punktskatteförändringar kommer naturligtvis att påverka de rörliga kostnaderna. I tabell 2.2.1 redovisas rörliga värmeproduktionskostnader för några olika typer av värmeverk och kraftvärmeverk. Kraftvärmeverkens rörliga produktionskostnader har beräknats som funktion av elvärdet, d.v.s. det elpris som kraftverken erhåller på marknaden. Beräkningarna bygger på en utnyttjandetid om 4 000 timmar. Kostnaderna uttrycks i öre per kWh producerad värme.

Tabell 2.1 Rörlig produktionskostnad vid olika elvärden

Anläggning	Rörlig värmeproduktionskostnad öre per $kWh_{värme}$								
	Elvärde kr per öre per kWh_{el}								
	25			30			35		
	Nuv	Mod 1	Mod 1 + 4 öre per kwh_{br}	Nuv	Mod 1	Mod 1 + 4 öre per kwh_{br}	Nuv	Mod 1	Mod 1 + 4 öre per kwh_{br}
KVV-kol	15,1	4,8	4,8	12,6	2,3	2,3	10,1	-0,2	-0,2
KVV-olja	18,1	8,0	8,0	15,6	5,5	5,5	13,1	2,3	2,3
KVV-gaskombi	13,4	8,4	8,4	8,4	3,4	3,4	3,4	-1,6	-1,6
KVV-träd	8,8	8,8	2,2	6,3	6,3	-0,3	3,8	3,8	-1,2
KVV-träd 65 %*	5,6	7,3	3,0	3,1	4,8	0,5	0,6	2,3	-1,0
Elpanna	33,0	25,5	25,5	38,1	30,5	30,5	43,1	35,6	35,6
Värmepump	11,1	8,6	8,6	12,8	10,3	10,	14,5	12,0	12,0
HVC-olja**	27,9	13,2	13,2	27,9	13,2	13,	27,9	13,2	13,2
HVC-kol	24,3	10,4	10,4	24,3	10,4	10,	24,3	10,4	10,4
HVC-träd	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1

*KVV-träd 65 % representerar ett kraftvärmeverk där 65 % av bränslet är biobränsle medan resterande andel är kol. Denna fördelning beror i huvudsak på att det är den, med dagens regler, skattemässigt optimala fördelningen av bränsle.
** HVC = hetvattencentral eller värmeverk

Ur tabell 2.1 kan vi utläsa att med nuvarande skatteregler är värmeproduktion i biobränsleeldade kraftvärmeverk som använder en mix av biobränslen och fossila bränslen klart konkurrenskraftigast. Kraftvärmeverkens kostnadsfördel gentemot värmeverk beror på att använd energi utnyttjas effektivare i kraftvärmeverk genom att el och

[2] I verkligheten blir skattereduceringen inte fullt så stor. Vid produktion i ett kraftvärmeverk tillåter dagens skatteregler att fossila bränslen i första hand skall anses som använda för elproduktion och därmed utgår ingen skatt. Den skattemässigt optimala fördelningen idag är således en mix av fossila bränslen och biobränslen.

värme produceras samtidigt. Kraftvärmeverkens fördel är således beroende av priset på el. Det är viktigt att komma ihåg att dessa slutsatser gäller vid en utnyttjandetid på 4 000 timmar. Vidare förutsätts att det finns avsättning för den producerade elkraften till de elpriser som redovisas i tabellen. De förändrade skattereglerna kommer, som vi ser i tabell 2.1, att kasta om rangordningen både i värme- och kraftvärmeverk. Fossila bränslens konkurrenskraft stärks.

Vid ett elvärde på 30 öre per kWh kommer rangordningen för kraftvärmeverk att variera enligt nedan:

Tabell 2.2 Rangordning efter rörlig värmeproduktionskostnad i kraftvärmeverk

Nuvarande skatt	modell 1	modell 1+bidrag
KVV-träd 65 %*	KVV-kol	KVV-träd
KVV- träd	Gaskombi	KVV-träd 65 %*
Gaskombi	KVV-träd 65 %*	KVV-kol
KVV-kol	KVV-olja	Gaskombi
KVV-olja	KVV-träd	KVV-olja

* Resterande 35 % utgörs av kolbränsle

Med beskattning enligt modell 1 kommer koleldade kraftvärmeverk att ha lägst kostnad, närmast följt av gaskombikraftverk. Produktion i kraftvärmeverk med en biobränsleandel om 65 % kommer på tredje plats. Ett sätt att stärka biobränslenas konkurrenskraft kan vara att införa ett driftsbidrag till biobränsleeldade anläggningar. Enligt våra beräkningar är ett bidrag om 4 öre per kWh biobränsle tillräckligt för att återställa rangordningen.

Vid ett elvärde på 35 öre per kWh el kommer dock gaskombikraftverk att ha den lägsta rörliga kostnaden för värmeproduktion.

Vad gäller produktion i rena värmeverk kommer biobränslebidraget att vara tillräckligt för att återställa rangordningen. Värmeproduktion i värmepumpar kommer - vilket också är fallet vid dagens skatteregler - att vara den mest konkurrenskraftiga produktionsmetoden vid ett elvärde under 30 öre per kWh.

2.2.3 Värmeproduktion i nya anläggningar

I tabell 2.3 redovisas totala värmeproduktionskostnader i nya kraftvärmeverk.[3] Vi ser att med nuvarande skatteregler och vid elpriser som varierar mellan 25 och 35 öre per kWh gäller att värmeproduktionskostnaderna är lägst i nya biobränsleldade kraftverk. Vid bedömningen huruvida det kommer att vara lönsamt att investera i nya kraftvärmeanläggningar måste man skilja på två fall. Det första fallet är om den nya kraftvärmeanläggningen skall ersätta värmeproduktion i ett befintligt fjärrvärmenät. I dag har befintliga biobränsleeldade värmeverk en rörlig produktionskostnad på 13,5 öre per kWh värme.

Det finns idag stor potential för ökad produktion i befintliga anläggningar. Investering i nya kraftvärmeverk kommer således inte att vara lönsamt med dagens skatteregler och givet dagens elpriser. Det andra fallet är vid uppförande av ett helt nytt fjärrvärmenät. I detta fall är relevant alternativkostnad den totala värmeproduktionskostnaden i ett nytt biobränsleeldat värmeverk. Idag uppgår den till ca 21 öre per kWh. I det senare fallet, vid ett elpris överstigande 30 öre per kWh, kommer investering i ett kraftvärmeverk att väljas istället för värmeverk. Däremot är det med dagens skatteregler och nivå på elpriset inte lönsamt att bygga nya kraftvärmeverk för att ersätta produktion i befintliga värmeverk.

[3] Anläggningsstorlek och utnyttjningstid har satts lika för samtliga anläggningar (100 $MW_{värme}$ och 4 000 timmar). Avskrivningstiden är 25 år och realräntan 5 %.

Tabell 2.3 Total värmeproduktionskostnad i nya kraftvärmeverk vid utnyttjningstid 4 000 h för några olika elvärden

Skattemodell	Kraftvärmeverk Kol	Olja	Träd	Träd[4] (65 %)	Gas-kombi
Elvärde 25 öre/kW$_{el}$					
Nuvarande	29,9	28,3	24,8	21,6	27,8
Modell 1	19,6	18,1	24,8	23,3	22,8
Mod 1 + 4 öre/kWh$_{br}$	19,6	18,1	18,2	19,0	22,8
Mod 1+4 öre/kWh$_{br}$ + 4000 kr/kWh$_{el}$	19,6	18,1	14,6	15,4	22,8
Elvärde 30 öre/kW$_{el}$					
Nuvarande	27,4	25,8	22,3	19,1	22,8
Modell 1	17,1	15,6	22,3	20,0	17,8
Mod 1 + 4 öre/kWh$_{br}$	17,1	15,6	15,7	16,5	17,8
Mod 1+4 öre/kWh$_{br}$ + 4000 kr/kWh$_{el}$	17,1	15,6	12,1	12,9	17,8
Elvärde 35 öre/kW$_{el}$					
Nuvarande	24,9	23,3	19,8	16,6	17,8
Modell 1	14,6	13,1	19,8	18,3	12,8
Mod 1 + 4 öre/kWh$_{br}$	14,6	13,1	13,2	14,0	12,8
Mod 1+4 öre/kWh$_{br}$ + 4000 kr/kWh$_{el}$	14,6	13,1	9,6	10,4	12,8

Modell 1 sänker skattebelastningen för fossila bränslen kraftigt. Vi ser i tabell 2.3 att totala värmeproduktionskostnaden i fossileldade anläggningar kommer att vara lägre än för motsvarande biobränsleeldade anläggningar.

Vi har tidigare konstaterat att det behövs ett driftsbidrag motsvarande 4 öre per kWh använd biobränsle för att bevara trädbränslenas konkurrenskraft i befintliga anläggningar vid en introduktion av modell 1. Detta bidrag är dock inte tillräckligt för att nya investeringar skall ske i biobränsleeldade kraftvärmeverk. Med ett investeringsbidrag på 4 000 kr per kW$_{el}$ för biobränsleeldade kraftvärmeverk

[4] KVV-träd 65 % representerar ett kraftvärmeverk där 65 % av bränslet är biobränsle medan resterande andel är kol. Denna fördelning beror i huvudsak på att det är den, med dagens regler, skattemässigt optimala fördelningen av bränsle

kommer dessa att vara det mest konkurrenskraftiga alternativet vid nyinvestering. Vid ett elvärde över 27,5 öre per kWh el kommer nyinvestering i biobränsleeldade kraftvärmeverk dessutom att vara konkurrenskraftigare än nya värmepumpar.

2.2.4 Elproduktion i nya kondenskraft- och kraftvärmeverk

I ett kraftvärmeverk produceras, som vi har förklarat tidigare, el och värme samtidigt. Produktionskostnaderna kan således beskrivas på två olika sätt. I avsnitt 2.3 presenterades produktionskostnaderna för några olika kraftvärmeverk som funktion av olika elvärden, d.v.s. som funktion av det pris som den producerade elkraften betingar på marknaden. Produktionskostnaden kan också beräknas som funktion av värmekrediteringen, eller det pris som den producerade värmen betingar. I tabell 2.4 redovisas produktionskostnaderna, i öre per kWh producerad el, för några olika kraftvärmeverk. Kostnaderna avser produktion i nya anläggningar. Produktionskostnaden beror bl.a. på skatter, utnyttjandetid och vilken värmekreditering som man kalkylerar med. Antagen utnyttjningstid är 4 000 timmar. Värmekrediteringen beräknas till 13,5 öre per kWh producerad värme. Valet av värmekreditering väljs så att den motsvarar den rörliga produktionskostnaden i ett biobränsleeldat värmeverk. Det finns idag en stor outnyttjad potential i befintliga värmeverk. Alternativet till att bygga ett nytt kraftvärmeverk är således, i många fall, produktion i ett befintligt värmeverk[5]. I tabell 2.4 redovisas också produktionskostnaden för några olika kondenskraftverk. Antagen utnyttjningstid är 6 000 timmar. Som jämförelse redovisas även produktionskostnaderna exklusive energiskatt och koldioxidskatt (men inklusive svavelskatt) för samtliga anläggningar.

[5] I det fall investering sker i nya fjärrvärmenät blir motsvarande alternativ kostnad ca 21 öre per kWh värme.

Tabell 2.4 Elproduktionskostnad i nya anläggningar vid värmekreditering 13,5 öre per $kW_{värme}$

Skattemodell	Kraftvärmeverk					Kondenskraftverk			
	Kol	Olja	Träd	Träd (65 %)	Gas-kombi	Kol	Olja (bef)	IGCC	Gas-kombi
Utan energi och CO2-skatt	29,1	27,4	47,7	41,9	30,2	30,6	24,9	31,1	33,6
Nuvarande	60,1	56,3	47,7	41,9	39,3	30,6	24,9	31,1	33,6
Modell 1	39,3	35,9	47,7	45,3	34,3	37,9	31,1	36,8	37,2
M1:+4 öre/kWh_{br}	39,3	35,9	34,3	36,4	34,3	37,9	31,1	36,8	37,2
M1:+4 öre/kWh_{br} +4000 kr/kW_{el}	39,3	35,9	27,2	329,3	34,3	37,9	31,1	36,8	37,2

Vi ser i tabell 2.4 att utan energi- och koldioxidskatter är elproduktion i kraftvärmeverk lägre än för konventionella kondenskraftverk. Kraftvärmeverkens konkurrensfördel bestäms av värmekrediteringen. En förutsättning för detta är dock att det finns avsättning för den producerade värmen. Dagens energiskattesystem medför dock att produktionskostnaderna inklusive skatter är lägre för ren kondenskraftsproduktion än vid produktion i nya kraftvärmeverk. Vi ser att med gällande skatteregler och en värmekreditering på 13,5 öre per $kWh_{värme}$ kommer elproduktion i nya kraftvärmeanläggningar inte att vara ett konkurrenskraftigt alternativ. För att skapa incitament för investering i biobränsleeldade kraftvärmeverk har under ett antal år staten beviljat investeringsbidrag motsvarande 35 % av investeringskostnaderna. Vid investering i ett kraftvärmeverk i ett nytt fjärrvärmenät kommer ett biobränsleeldat verk att ha en elproduktionskostnad som är i nivå med befintlig oljekondens.

Modell 1 sänker produktionskostnaden i fossilbränsleeldade kraftvärmeverk. På motsvarande sätt innebär den införda koldioxidskatten på bränslen som förbrukas i kondenskraftverk att sådan produktion fördyras. Vi har tidigare konstaterat att det behövs en kombination av ett driftsbidrag och investeringsstöd för att upprätthålla biobränslenas konkurrenskraft. Med ett produktionsbidrag på ca 4 öre per kWh biobränsle och ett investeringsbidrag på 4 000 kronor per kW_{el} kommer biobränsleeldade kraftvärmeverk att vara det mest konkurrenskraftiga investeringsalternativet. De två biobränslebidragen kommer, med antagna biobränslepriser, även att ge lägre elproduktionskostnader i nya biobränsleeldade kraftvärmeanläggningar än i befintliga oljekondensanläggningar. Detta innebär således en förbättring av konkurrenskraften för nya biobränsleeldade kraftvärmeverk jämfört med dagens skattesystem.

Modell 1 kommer leder till ökade elproduktionskostnader i nya fossilbränsleeldade kondenskraftverk genom den införda koldioxidskatten. Kostnaderna ökar med mellan 4 och 7 öre per kWh_{el}. De rörliga produktionskostnaderna i befintliga oljekondenskraftverk ökar med ca 6 öre per kWh_{el}

2.3 Modell 2 - 50 % koldioxidskatt

2.3.1 Allmänt om modellen

I denna modell slopas energiskatten på bränslen och elkraft som förbrukas i kraftvärmeverk och fjärrvärmeverk. Svavelskatt och kväveoxidavgift förblir oförändrade. En koldioxidskatt motsvarande 18,50 öre per kg koldioxid tas ut på alla fossila bränslen vid el- och värmeproduktion.

Även denna modell innebär en minskad beskattning vid användning av fossila bränslen vid el och värmeproduktion i kraftvärme- och värmeverk. Skattebelastningen i kondenskraftverk ökar dock. Däremot är skatteminskningen inte fullt så stor som i modell 1. En koldioxidskatt motsvarande 18,50 öre per kg koldioxid är tillräckligt för att biobränslena skall behålla sin konkurrenskraft i befintliga anläggningar. För att upprätthålla konkurrenskraften vid investering i nya biobränsleeldade kraftvärmeverk krävs dock ett investeringsbidrag

Den införda koldioxidskatten på fossila bränslen som används i kondenskraftverk leder om inga andra åtgärder införs till ökade produktionskostnader med mellan 7 och 15 öre per kWh el.

Ett införande av ett driftsbidrag per producerad kWh el dämpar denna effekt.

2.3.2 Effekter på befintlig produktion i kraftvärme- och värmeverk

Konkurrenskraften för befintliga anläggningar är beroende av kostnaden vid drift av dessa. Anläggningarna kan rangordnas efter de rörliga kostnadernas storlek. Ändras rangordningen exempelvis mellan biobränslen och fossilbränsleeldade anläggningar eller mellan biobränslen och fossilbränslen inom en och samma anläggning har konkurrenskraften ändrats på ett väsentligt sätt. De rörliga kostnaderna i ett värmeverk bestäms i stor utsträckning av punktskatterna

och bränslepriserna. För kraftvärmeverk tillkommer en tredje faktor, det pris man får för den elkraft man producerar samtidigt med värmen. Desto högre elpris, ju lägre blir värmeproduktionskostnaden.

Skattebelastningen på fossila bränslen som används i värmeverk reduceras med mellan 50 till 70 %. Medan den totala skattebelastningen på fossila bränslen som används i kraftvärmeverk reduceras med mellan 10 och 40 %. En förändring av punktskatterna med sådana nivåer innebär förändringar i driftskostnader vid värmeproduktion. I tabell 2.5 jämförs rörliga produktionskostnader vid dagens skattesystem med de som kommer att gälla i modell 2.

Tabell 2.5 Rörlig produktionskostnad vid olika elvärden

Anläggning	Rörlig värmeproduktionskostnad öre per $kWh_{värme}$								
	Elvärde kr per öre per kWh_{el}								
	25			30			35		
	Nuv	Mod 2	Mod 2 + 7öre per kWh_{el}	Nuv	Mod 2	Mod 2 + 7 öre per kwh_{el}	Nuv	Mod 2	Mod 2 + 7 öre per kwh_{el}
KVV-kol	15,1	9,9	6,4	12,6	7,4	3,9	10,1	4,9	1,4
KVV-olja	18,1	12,2	8,7	15,6	9,7	6,2	13,1	7,2	3,7
KVV-gaskombi	13,4	12,5	5,5	8,4	7,5	0,5	3,4	2,5	-4,5
KVV-träd	8,8	8,8	5,3	6,3	6,3	2,8	3,8	3,8	0,3
KVV-träd 65 %*	5,6	9,0	5,5	3,1	6,5	3,0	0,6	4,0	0,5
Elpanna	33,0	25,5	25,5	38,1	30,5	30,5	43,1	35,6	35,6
Värmepump	11,1	8,6	8,6	12,8	10,3	10,	14,5	12,0	12,0
HVC-olja**	27,9	16,0	16,0	27,9	16,0	16,0	27,9	16,0	16,0
HVC-kol	24,3	13,8	13,8	24,3	13,8	13,8	24,3	13,8	13,8
HVC-träd	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1

*KVV-träd 65 % representerar ett kraftvärmeverk där 65 % av bränslet är biobränsle medan resterande andel är kol. Denna fördelning beror i huvudsak på att det är den, med dagens regler, skattemässigt optimala fördelningen av bränsle.

** HVC = hetvattencentral eller värmeverk

Ur tabell 2.5 kan vi utläsa att med nuvarande skatteregler är värmeproduktion i biobränsleeldade kraftvärmeverk klart konkurrenskraftigast. En förutsättning för att kraftvärmeverken skall få lägre kostnader än motsvarande värmeverk är att de kan få avsättning för den elkraft de producerar Det är viktigt att komma ihåg att dessa slutsatser gäller vid en utnyttjandetid på 4 000 timmar. Under senaste året har kraftverken dock haft en betydligt lägre utnyttjande grad. Kraftvärmeverkens värmeproduktionskostnader är också beroende av vilket pris de kan få för den el som de producerar. De förändrade skattereglerna kommer dock inte, som vi ser i tabell 2.5, att kasta om rangordningen i kraftvärmeverk. Fossila bränslens konkurrenskraft stärks, men en koldioxidskatt motsvarande 18,50 öre per kg koldioxid är tillräckligt för upprätthålla biobränslenas konkurrenskraft i

befintliga kraftvärmeverk. Vid ett elvärde på 30 öre per kWh kommer rangordningen mellan kraftvärmeverk att variera enligt nedan:

Tabell 2.6 Rangordning efter rörlig värmeproduktionskostnad i kraftvärmeverk

Nuvarande skatt	Modell 2	Modell 2+ elbidrag
KVV-träd 65 %*	KVV-träd	Gaskombi
KVV- träd	KVV-träd 65 %*	KVV-träd
Gaskombi	KVV-kol	KVV-träd - 65 %*
KVV-kol	Gaskombi	KVV-kol
KVV-olja	KVV-olja	KVV-olja

*KVV-träd 65 % representerar ett kraftvärmeverk där 65 % av bränslet är biobränsle medan resterande andel är kol. Denna fördelning beror i huvudsak på att det är den, med dagens regler, skattemässigt optimala fördelningen av bränsle.

I nästa avsnitt redovisas att kostnaderna för elproduktion i kondenskraftverk ökar med 7 till 15 öre per kWh till följd av den införda koldioxidskatten på fossila bränslen som används vid kondenskraftproduktion. Ett sätt att begränsa effekten på kondenskraftproduktionen kan vara att införa ett elbidrag per kWh producerad el. Detta bidrag kommer i sin tur att påverka de rörliga kostnaderna i kraftvärmeverk. I tabellen ovan redovisas effekterna av ett elbidrag om 7 öre per kWh el (modell 2+elbidrag). Effekten av detta bidrag , förutom att det sänker produktionskostnaderna över hela linjen, är att produktion i befintliga gaskombikraftverk kommer att få lägst rörlig kostnad.

I modell 2 kommer rangordningen vid produktion i värmeverk att vara oförändrad jämfört med dagens situation. Däremot minskar konkurrensfördelen för biobränsleeldade värmeverk.

2.3.3 Värmeproduktion i nya anläggningar

I tabell 2.7 redovisas totala värmeproduktionskostnader i nya kraftvärmeverk.[6]

Modell 2 sänker skattebelastningen för fossila bränslen kraftigt. Vi ser i tabell 2.7 att totala värmeproduktionskostnaden i nya oljeeldade anläggningar kommer att vara lägre än för biobränsleeldade anläggningar. Vid ett elvärde över 30 öre per kWh kommer även

[6] Anläggningsstorlek och utnyttjningstid har satts lika för samtliga anläggningar (100 $MW_{värme}$ och 4 000 timmar). Avskrivningstiden är 25 år och realräntan 5 %.

investeringar gaskombikraftverk att väljas före biobränsleeldade verk.

Tabell 2.7 Total värmeproduktionskostnad i nya anläggningar vid utnyttjningstid 4 000 h för några olika elvärden

Skattemodell	Kraftvärmeverk				
	Kol	Olja	Träd	Träd 65 %	Gas-kombi
Elvärde 25 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	29,9	28,3	24,8	21,6	27,8
Modell 2	24,7	22,4	24,8	25,0	26,8
Mod 2 + 4000 kr per kWh_{el}	24,7	22,4	21,3	21,4	26,8
Mod 2+7 öre per kWh_{el} +4000 kr per kWh_{el}	21,2	18,9	17,8	17,9	19,8
Elvärde 30 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	27,4	25,8	22,3	19,1	22,8
Modell 2	22,2	19,9	22,3	22,5	21,8
Mod 2 + 4000 kr per kWh_{el}	22,2	19,9	18,8	18,9	21,8
Mod 2+7 öre per kWh_{el} +4000 kr per kWh_{el}	18,7	16,4	15,3	15,4	14,8
Elvärde 35 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	24,9	23,3	19,8	16,6	17,8
Modell 2	19,7	17,4	19,8	20,0	16,8
Mod 2 +4000 kr per kWh_{el}	19,7	17,4	16,3	16,4	16,8
Mod 2+7 öre per kWh_{el} +4000 kr per kWh_{el}	16,2	13,9	12,8	12,9	9,8

Med ett investeringsbidrag på 4 000 kr per kW_{el} för biobränsleeldade kraftvärmeverk kommer dessa att vara det mest konkurrenskraftiga alternativet vid nyinvestering.

I nästa avsnitt redovisas att kostnaderna för kondenskraftproduktion till följd av de nya skattereglerna ökar med mellan 7 och 15 öre per kWh el. Ett elbidrag till kraftvärmeverk och kondenskraftverk på 7 öre per kWh skulle begränsa kostnadsökningen. Ett sådant elbidrag påverkar naturligtvis också ovan jämförelse. I tabell 2.7 redovisas hur de totala värmeproduktionskostnaderna påverkas av ett sådant bidrag. Vi ser att vid ett elvärde på 25 öre per kWh kommer biobränsleanläggningar att vara konkurrenskraftigast. Vid ett elvärde överstigande 25 öre kommer däremot gaskombikraftverk att ha lägst kostnader.

2.3.4 Elproduktion i nya kondenskraft- och kraftvärmeverk

I ett kraftvärmeverk produceras, som vi har förklarat tidigare, el och värme samtidigt. Produktionskostnaderna kan således beskrivas på två olika sätt. I avsnitt 3.3 presenteras produktionskostnaderna för några olika kraftvärmeverk som funktion av olika elvärden, d.v.s. som funktion av det pris som den producerade elkraften betingar på marknaden. Produktionskostnaden kan också beräknas som funktion av värmekrediteringen, eller det pris som den producerade värmen betingar. I tabell 2.8 redovisas produktionskostnaderna, i öre per kWh producerad el, för några olika kraftvärmeverk. Antagen utnyttjningstid är 4 000 timmar vid en värmekreditering om 13,5 öre per kWh producerad värme[7]. En värmekreditering på 13,5 öre per kWh motsvarar den rörliga produktionskostnaden i ett biobränsleeldat värmeverk. I tabell 2.8 redovisas också produktionskostnaden för några olika kondenskraftverk. Antagen utnyttjningstid är 6 000 timmar. Vid lägre utnyttjningsgrad kommer naturligtvis kostnaderna per enhet att bli högre. Dessutom redovisas den rörliga produktionskostnaden för befintlig oljekondenskraft. Dessutom redovisas den rörliga produktionskostnaden för befintlig oljekondenskraft. För jämförelse redovisas även produktionskostnaderna exklusive energiskatt och koldioxidskatt (men inklusive svavelskatt) för samtliga anläggningar.

Tabell 2.8 Elproduktionskostnad i nya anläggningar vid värmekreditering 13,5 öre per $kW_{värme}$

Skattemodell	Kraftvärmeverk					Kondenskraftverk			
	Kol	Olja	Träd	Träd (65 %)	Gas -kombi	Kol	Olja (bef)	IGCC	Gas-kombi
Utan energi- och CO2 skatt	29,1	27,4	47,7	41,9	30,2	30,6	24,9	31,1	33,6
Nuvarande	60,1	56,3	47,7	41,9	39,3	30,6	24,9	31,1	33,6
Modell 2	49,5	44,5	47,7	48,7	38,3	45,2	37,4	42,5	40,9
Mod 2: +4000 kr per kWh_{el}	49,5	44,5	40,6	41,6	38,3	45,2	37,4	42,5	40,9
Mod 2: +7 öre per kWh_{el} +4000 kr per kWh_{el}	42,5	37,5	33,6	34,2	31,3	38,2	30,4	35,5	33,9

Vi ser att vid gällande skatteregler och en värmekreditering på 13,5 öre per $kWh_{värme}$ är elproduktion i nya kraftvärmeanläggningar inte ett konkurrenskraftigt alternativ.

Modell 2 sänker produktionskostnaden i fossilbränsleeldade kraft-

[7] Motivering till valet av värmkreditering ges i avsnitt 2.4.

värmeverk. På motsvarande sätt innebär den införda koldioxidskatten på bränslen som förbrukas i kondenskraftverk att dess produktion fördyras. I modell två kommer befintlig oljekondens alternativt ny gaskombikraftverk att vara konkurrenskraftigast. Med ett investeringsbidrag på 4 000 kronor per kW_{el} för biobränsleeldade kraftvärme kommer dessa att vara det mest konkurrenskraftiga investeringsalternativet. Däremot kommer befintlig oljekondens fortfarande utnyttjas fullt ut innan det sker några nyinvesteringar.

Modell 2 kommer att ge ökade elproduktionskostnader i nya fossilbränsleeldade kondenskraftverk genom den införda koldioxidskatten. Kostnaderna ökar med mellan 7 och 15 öre per kWh_{el}. De rörliga produktionskostnaderna i befintliga oljekondenskraftverk ökar med ca 12 öre per kWh_{el}. Ett sätt att reducera kostnadsökningarna kan vara att införa ett elbidrag till kraftvärme- och kondenskraftverk. I tabell 2.8 redovisas effekterna av ett elbidrag motsvarande 7 öre per kWh el. Med ett sådant bidrag produktionskostnaderna för naturgaseldade gaskraftverk att återställas till den nivå som gäller med dagens skattesystem. Oljekondenskraftens kostnadsökning begränsas till 5 öre per kWh.

2.4 Modell 3 - 100 % koldioxidskatt

2.4.1 Allmänt om modellen

I denna modell slopas energiskatten på bränslen och elkraft som förbrukas i kraftvärmeverk och fjärrvärmeverk. Svavelskatt och kväveoxidavgifter förblir oförändrade. En koldioxidskatt motsvarande 37 öre per kg koldioxid tas ut på alla fossila bränslen vid el- och värmeproduktion.

I denna modell kommer skattebelastningen i värmeverk att minska med mellan 10 och 30 %. Skattebelastningen för fossila bränslen som används i kraftvärmeverk kommer dock att öka kraftigt. Detta gäller också för kondenskraftverk. En koldioxidskatt motsvarande 37 öre per kg koldioxid leder till att biobränslenas konkurrenskraft ökar i kraftvärmesektorn. I värmesektorn behåller biobränslena sin ställning som det mest konkurrenskraftiga bränslet.

Den införda koldioxidskatten på fossila bränslen som används i kondenskraftverk leder om inga andra åtgärder införs till ökade produktionskostnader med mellan 15 och 30 öre per kWh el.

Ett införande av ett driftsbidrag per producerad kWh el skulle dämpa denna effekt. Vid ett elbidrag motsvarande 16 öre per kWh reduceras kostnadsökningen kraftigt.

2.4.2 Effekter på befintlig produktion i kraftvärme- och värmeverk

Konkurrenskraften för befintliga anläggningar är beroende av kostnaden vid drift av dessa. Anläggningarna kan rangordnas efter de rörliga kostnadernas storlek. Ändras rangordningen exempelvis mellan biobränslen och fossilbränsleeldade anläggningar eller mellan biobränslen och fossilbränslen inom en och samma anläggning har konkurrenskraften ändrats på ett väsentligt sätt. De rörliga kostnaderna i ett värmeverk bestäms i stor utsträckning av punktskatterna och bränslepriserna. För kraftvärmeverk tillkommer en tredje faktor, det pris man får för den elkraft man producerar samtidigt med värmen. Desto högre elpris, ju lägre blir värmeproduktionskostnaden.

I denna modell kommer punktskattebelastningen på fossila bränslen som används inom fjärrvärmesektorn att minska med mellan 7 och 35 %. Däremot ökar skattebelastningen på fossila bränslen som används i kraftvärmeverk. Ökningen är kraftigast för naturgas där skattebelastningen ökar med 75 %.

De stora förändringarna av energiskatterna kommer att påverka kostnadsbilden för de olika anläggningarna. I tabell 2.9 redovisas de rörliga produktionskostnaderna för några befintliga anläggningar. Vi ser att med nuvarande skatteregler är värmeproduktion i biobränsleeldade kraftvärmeverk klart konkurrenskraftigast. Det är viktigt att komma ihåg att dessa slutsatser gäller vid en utnyttjandetid på 4 000 timmar. Kraftvärmeverkens värmeproduktionskostnader är också beroende av vilket pris de kan få för den el som de producerar.

Tabell 2.9 Rörlig produktionskostnad vid olika elvärden

Anläggning	Rörlig värmeproduktionskostnad öre per $kWh_{värme}$								
	Elvärde kr per öre per kWh_{el}								
	25			30			35		
	Nuv	Mod 3	Mod 3 + 16 öre per kWh_{el}	Nuv	Mod 3	Mod 3 + 16 öre per kwh_{el}	Nuv	Mod 3	Mod 3 + 16 öre per kwh_{el}
KVV-kol	15,1	20,1	12,1	12,6	17,6	9,6	10,1	15,1	7,1
KVV-olja	18,1	20,8	12,8	15,6	18,3	10,3	13,1	15,8	7,8
KVV-gaskombi	13,4	20,6	4,6	8,4	15,6	-0,4	3,4	10,6	-5,4
KVV-träd	8,8	8,8	0,8	6,3	6,3	-1,7	3,8	3,8	-4,2
KVV-träd 65 %*	5,6	12,4	4,4	3,1	9,9	1,9	0,6	7,4	-0,6
Elpanna	33,0	25,5	25,5	38,1	30,5	30,5	43,1	35,6	35,6
Värmepump	11,1	8,6	8,6	12,8	10,3	10,3	14,5	12,0	12,0
HVC-olja**	27,9	21,7	21,7	27,9	21,7	21,7	27,9	21,7	21,7
HVC-kol	24,3	20,6	20,6	24,3	20,6	20,6	24,3	20,6	20,6
HVC-träd	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1	13,6	13,6	9,1

*KVV-träd 65 % representerar ett kraftvärmeverk där 65 % av bränslet är biobränsle medan resterande andel är kol. Denna fördelning beror i huvudsak på att det är den, med dagens regler, skattemässigt optimala fördelningen av bränsle.

** HVC = hetvattencentral eller värmeverk

Modell 3 kommer att leda till ökade kostnader vid nyinvestering i fossila kraftvärmeverk. Vid ett elvärde på 30 öre per kWh kommer rangordningen mellan kraftvärmeverk att variera enligt nedan

Tabell 2.10 Rangordning efter rörlig produktionskostnad i kraftvärmeverk

Nuvarande skatt	modell 3	modell 3+elbidrag
KVV-träd 65 %	KVV-träd	KVV-träd
KVV- träd	KVV-träd 65 %	Gaskombi
Gaskombi	Gaskombi	KVV-träd 65 %
KVV-kol	KVV-kol	KVV-kol
KVV-olja	KVV-olja	KVV-olja

Vi ser att rangordningen i huvudsak är den samma i modell 3 som vid dagens skattesystem.

I nästa avsnitt redovisas att kostnaderna för elproduktion i kondenskraftverk ökar med 15 till 30 öre per kWh till följd av den införda koldioxidskatten på fossila bränslen som används vid kondenskraftproduktion. Ett sätt att begränsa denna effekt kan vara att införa ett elbidrag per producerad kWh el. Ett sådant bidrag kommer i sin tur att påverka de rörliga kostnaderna i kraftvärmeverk. I tabellen

ovan redovisas effekterna av ett bidrag på 16 öre per kWh. Effekten av bidraget blir naturligtvis kraftigt reducerade kostnader för värmeproduktion i kraftvärmeverk.

I modell 3 kommer rangordningen vid ren värmeproduktion att vara oförändrad jämfört med dagens situation.

2.4.3 Värmeproduktion i nya anläggningar

I tabell 2.11 redovisas totala värmeproduktionskostnader i nya kraftvärmeverk.[8]

Vi ser att med nuvarande skatteregler gäller att lägst kostnad för värmeproduktion erhålls i nya biobränsleldade kraftvärmeverk. I dag har befintliga biobränsleeldade värmeverk en rörlig produktionskostnad på 13,5 öre per kWh värme. Det finns idag stor potential för ökad produktion i sådana anläggningar. Investering i nya kraftvärmeverk kommer således inte att vara lönsamt med dagens skatteregler.

Modell 3 ökar skattebelastningen för fossila bränslen. Biobränsleeldade kraftverk får den lägsta totala kostnaden. Produktionskostnaden överstiger dock med marginal den betalning som kan fås för värmen. Det krävs ett ökat elpris för att nya anläggningar skall bli lönsamma.

[8] Anläggningsstorlek och utnyttjningstid har satts lika för samtliga anläggningar (100 $MW_{värme}$ och 4 000 timmar). Avskrivningstiden är 25 år och realräntan 5 %.

Tabell 2.11 Total värmeproduktionskostnad i nya anläggningar vid utnyttjningstid 4 000 h och för några olika elvärden, öre per $kWh_{värme}$

Skattemodell	Kraftvärmeverk				
	Kol	Olja	Träd	Träd 65 %	Gaskombi
Elvärde 25 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	29,9	28,3	24,8	21,6	27,8
Modell 3	34,9	31,0	24,8	28,4	35,0
Mod 3 + 16 öre per kWh_{el}	26,9	23,0	16,8	20,4	19,0
Elvärde 30 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	27,4	25,8	22,3	19,1	22,8
Modell 3	32,4	28,5	22,3	25,9	30,0
Mod 3 + 16 öre per kWh_{el}	24,4	20,5	14,3	17,9	14,0
Elvärde 35 öre per kW_{el}					
Nuvarande skattemodell	24,9	23,3	19,8	16,6	17,8
Modell 3	29,9	26,0	19,8	23,4	25,0
Mod 3 + 16 öre per kWh_{br}	21,9	18,0	11,8	15,4	9,0

I nästa avsnitt redovisas att kostnaderna för kondenskraftproduktion till följd av de nya skattereglerna ökar med mellan 15 och 30 öre per kWh el. Ett elbidrag till kraftvärmeverk och kondenskraftverk på 16 öre per kWh skulle begränsa kostnadsökningen. Ett sådant elbidrag påverkar naturligtvis också ovan jämförelse. I tabell 2.11 redovisas hur de totala värmeproduktionskostnaderna påverkas av ett sådant bidrag. Vid ett elbidrag kommer gaskombianläggningar att vara de mest konkurrenskraftiga vid ett elpris överstigande 30 öre per kWh..

2.4.4 Elproduktion i nya kondens- och kraftvärmeverk

I ett kraftvärmeverk produceras, som vi har förklarat tidigare, el och värme samtidigt. Produktionskostnaderna kan således beskrivas på två olika sätt. I avsnitt 4.3 presenterades produktionskostnaderna för några olika kraftvärmeverk som funktion av olika elvärden, d.v.s. som funktion av det pris som den producerade elkraften betingar på marknaden. Produktionskostnaden kan också beräknas som funktion av värmekrediteringen, eller det pris som den producerade värmen betingar. I tabell 2.9 redovisas produktionskostnaderna, i öre per kWh producerad el, för några olika kraftvärmeverk. Antagen utnyttjnings-

tid är 4 000 timmar vid en värmekreditering om 13,5 öre per kWh producerad värme. En värmekreditering på 13,5 öre per kWh motsvarar den rörliga produktionskostnaden i ett biobränsleeldat värmeverk. I tabell 2.12 redovisas också produktionskostnaden för några olika kondenskraftverk. Antagen utnyttjningstid är 6 000 timmar. Vid lägre utnyttjningsgrad kommer naturligtvis kostnaderna per enhet att bli högre. Dessutom redovisas den rörliga produktionskostnaden för befintlig oljekondenskraft. Som jämförelse redovisas även produktionskostnaderna exklusive energiskatt och koldioxidskatt (men inklusive svavelskatt) för samtliga anläggningar.

Tabell 2.12 Elproduktionskostnad i nya anläggningar vid en värmekreditering på 13,5 öre per $kWh_{värme}$, öre per kWh_{el}

Skattemodell	Kraftvärmeverk				Kondenskraftverk				
	Kol	Olja	Träd	Träd (65 %)	Gas-kombi	Kol	Olja (bef)	IGCC	Gas-kombi
Utan energi- och CO2-skatt	29,1	27,4	47,7	41,9	30,2	30,6	24,9	31,1	33,6
Nuvarande	60,1	56,3	47,7	41,9	39,3	30,6	24,9	31,1	33,6
Modell 3	70,0	61,6	47,7	49,9	46,5	59,8	49,9	53,9	48,2
Mod 3:+ 16 öre/kWh_{el}	54,0	45,6	31,7	39,1	30,5	43,8	33,9	37,9	32,2

Vi ser att vid gällande skatteregler och en värmekreditering på 13,5 öre per $kWh_{värme}$ är elproduktion i nya kraftvärmeanläggningar inte ett konkurrenskraftigt alternativ.

Modell 3 ökar produktionskostnaderna i fossilbränsleeldade kraftvärmeverk. På motsvarande sätt innebär den införda koldioxidskatten på bränslen som förbrukas i kondenskraftverk att dess produktion fördyras. I modell tre kommer gaskombikraftverk och därefter biobränsleeldade kraftverk att vara mest konkurrenskraftiga.

Modell 3 kommer att ge kraftigt ökade elproduktionskostnader i nya fossilbränsleeldade kondenskraftverk genom den införda koldioxidskatten. Kostnaderna ökar med mellan 15 och 30 öre per kWh_{el}. De rörliga produktionskostnaderna i befintliga oljekondenskraftverk ökar med ca 25 öre per kWh_{el}. Ett sätt att reducera kostnadsökningarna kan vara att införa ett elbidrag till kraftvärme- och kondenskraftverk. I tabell 2.11 redovisas effekterna av ett elbidrag motsvarande 16 öre per kWh_{el}. Med ett sådant bidrag kommer produktionskostnaderna för naturgaseldade gaskraftverk att återställas till den nivå som gäller med dagens skattesystem. Oljekondenskraftens kostnadsökning begränsas till 9 öre per kWh.

2.5 Praktisk tillämpbarhet

Samtliga tre alternativ till reformering av energibeskattningen vid el- och värmeproduktion medför förenklingar. Den enhetliga koldioxidskatten innebär en förenkling av skattesystemet. Slopandet av energiskatten i kraftvärme- och värmeverk medför också en förenkling. Konformitet när det gäller energibeskattningen uppnås med industrin. Detta gäller dock inte om de av regeringen föreslagna nedsättningsreglerna för industrin genomförs utan endast vid en beskattning av industrin med 25, 50 eller 100 % utan någon form av nedsättningsregler. Alternativen innebär inte endast en förenkling av skattesystemet. Från miljösynpunkt är det alldeles uppenbart att en reformering i den riktning som föreslås är fördelaktig. Att beskatta samma bränsle olika vid olika användningsområden ger i grunden fel signal, då de miljöproblem som fossileldning medför är i stort sett desamma vid el och värmeproduktion. En mer detaljerad beskrivning av de problem som dagens beskattning av fjärrvärme- och kraftvärmeverk ger upphov till ges i kapitel 11.2.3 i huvudbetänkandet.

I samtliga modeller introduceras en värmeenergiskatt. Sättet för skatteuttag är dock principiellt enkelt och följer samma principer som nuvarande energiskatt på elkraft. Skatten kräver att mängd levererad värme till konsumenten kan mätas. Hos flertalet kunder torde det finnas mätare med tillräcklig noggrannhet. I annat fall måste mätare installeras. Vi har här inte tagit ställning till nivån på en sådan skatt. I modell 1 skulle en värmeenergiskatt på 4 till 5 öre per kWh värme innebära att omläggningen av skattesystemet i stort sett blev inkomstneutralt.

Kretsen registrerade skattskyldiga ökar med ca 200 eftersom de flesta fjärrvärmeverk i dag inte är registrerade. De flesta kraftvärmeverk är dock registrerade.

En fråga som måste klargöras är definitionen på fjärrvärmeverk och gränsdragningen mot gruppcentraler och andra värmeanläggningar eftersom energiskatt tas ut på bränslen som används för värmeproduktion i övrig sektorn men inte vid värmeproduktion i fjärrvärmesystem. Vid värmeproduktion i fjärrvärmesystem tas istället ut en värmeenergiskatt vid leverans av värme till slutkunden.

Skattemodell 1 förutsätter ett driftsbidrag till biobränsleanläggningar för att dessa skall bibehålla konkurrenskraften. Detta bidrag skall endast utgå till kraftvärme- och fjärrvärmeanläggningar och inte till anläggningar inom industrin. Risken finns att ett bidrag kan leda till liknande problem som uppstod i samband med den s.k. 9-öringen. Tidigare utgick ett bidrag om 9 öre per kWh värme levererad från ett värmeverk till industrin. Detta medförde, som vi beskrivit i kapitel 11

i huvudbetänkandet, till att interna produktionsanläggningar inom industrin omvandlades till "externa värmeverk" och därmed kunde tillgodo göra sig detta bidrag. Motsvarande problem kan även uppstå vid ett infört elbidrag som diskuteras som ett komplement till skattemodell 2 och 3. Interna kraftvärmeanläggningar inom industrin skulle kunna omvandlas till "externa kraftvärmeverk" och därmed tillgodogöra sig elbidraget.

Analysen avslöjar därmed de problem som uppstår då olika undantag och särbestämmelser tillämpas, vilket talar för ett system med lika skattesatser för samtliga användare. Ovanstående problem kan begränsas genom att utforma bidragssystemet utanför skattesystemet. För att minimera risken av fusk torde krävas ett system där varje enskild utbetalning prövas.

En ytterligare komplikation i sammanhanget är att en reformering i linje av vad som presenterats här leder till en förändring av de relativa kostnaderna för kollektiv uppvärmning gentemot individuell uppvärmning. Vid en reformering av energiskattesystemet, enligt någon av dessa tre modeller, bör därmed också en separat analys av beskattningen för enskild uppvärmning genomföras.

2.6 Överensstämmelse med gällande EG-regler

Inom EG finns gemensamma regler för beskattning av mineraloljer vilka vi redovisat i detalj i kapitel 5 i huvudbetänkandet. Genom den nya energiskattelag som trädde i kraft den 1 januari 1995 är punktskatteuttaget på mineraloljor i Sverige anpassat till gällande EG-regler. De svenska reglerna avviker dock på ett område från EG:s regler, vilka i princip innebär en skattesats per produkt oavsett användare. De svenska reglerna om reducerad skattesats för industriell verksamhet avviker från denna princip. I anslutningsförhandlingarna erhöll dock Sverige rätten att fortsätta tillämpa denna ordning under förutsättning att skattesatsen överstiger EG:s miniminivåer. Alla tre modellerna innebär en utvidgning av det område som erhåller en reducerad skattesats. EG:s regler tillåter en medlemsstat att helt skattebefria eller tillämpa en reducerad skattesats för skatt på olja som används vid elproduktion och/eller vid samtidig produktion av el och värme i kraftvärmeverk. Däremot är det inte tillåtet att helt skattebefria eller ta ut reducerad skatt på oljeprodukter som används för ren

värmeproduktion. En sådan ansökan skall godkännas av samtliga medlemsstater och av EG-kommissionen. En sådan utvidgning torde inte vara kontroversiell.

I samtliga modeller införs en värmeenergiskatt på värmeleveranser till övrig sektorn. En sådan skatt omfattas inte av EG:s nuvarande punktskatteregler. Medlemsstaterna har rätt att införa punktskatter utöver de som regleras av EG-rätten under förutsättning att de inte kräver någon gränsformalitet mellan medlemsstaterna. Värmeenergiskatten borde inte ställa till några problem.

Däremot kan det bli vissa problem med EU:s statsstödsregler. I alla modeller diskuteras, som ett komplement till skattesystemet, någon form av nedsättningsregler för energiintensiv industri eller driftsbidrag till el- och/eller värmeproducenter. Dessa bidrag har en klar karaktär av statsstöd. EG:s statsstödsregler innebär, om inte annat anges i Romfördraget, att allt offentligt stöd som snedvrider eller hotar att snedvrida konkurrensen och som påverkar handeln mellan medlemsstaterna är förbjudet. Inom vissa områden är dock statsstöd tillåtet, t.ex. inom miljöarbetet. Reglerna omfattar bl.a. investeringar och tillfälliga subventioner av driftskostnader. Driftsstöd är generellt inte tillåtet och tillstånd erhålls endast i speciella fall. Stöd till alternativa energiformer kan ibland omfattas av reglerna. En förutsättning för att ett stöd skall godkännas är att det i princip är tidsbegränsat. Statsstödsreglerna beskrivs mer utförligt i kapitel 5.

En preliminär analys av det diskuterade elbidraget ger vid handen att det i princip blir omöjligt att erhålla EG-kommissionens godkännande. Ett sådant bidrag har klara drag av ett driftsstöd till en särskild industrisektor, d.v.s. svensk elproduktion. För att få gehör för bidraget, om det överhuvud taget är möjligt, krävs troligen att det även utgår till utländska elproducenter i det fall de levererar el till Sverige. Det skulle t.ex. innebära att en dansk leverantör av elkraft producerad i kolkondenskraftverk skulle bli berättigad till bidrag i det fall elkraft levereras till Sverige.

Även det diskuterade driftsbidraget till biobränsleanläggningar kan betraktas som statsstöd och kräver därmed godkännande från EG-kommissionen. Det torde dock vara lättare att få godkänt för ett sådant system. Dels är det begränsat till att endast stödja förnyelsebara energikällor, dels har EG-kommissionen tidigare accepterat ett snarlikt system i Danmark. I Danmark utgår ett bidrag på 27 danska ören per kWh el producerad i biobränsleeldade kraftvärmeverk. Det danska bidraget motiveras, officiellt, av följande. I Danmark tar man ut en "CO2-skatt" i konsumtionsledet på all elkraft. Skatten belastar således all elkraft oavsett hur den är producerad. I det fall den hade

tagits ut i producentledet skulle biobränsleproducerad kraft inte omfattas. För att indirekt kompensera denna kraft utbetalas ett bidrag. Bidraget underlättar för biobränsleeldad kraft att konkurrera med fossilbränslebaserad kraft. Detta system har enligt gällande regler för statsstöd granskats av EG-kommission och har blivit godkänt bl.a. med motiveringen att Europeiska gemenskapen strävar efter att öka användningen av biobränslen som ett led i dess strävan att stabilisera utsläppen av växthusgaser.

2.7 Jämförande analys och Slutsatser

I kapitel 11 i huvudbetänkandet principer för hur energibeskattningen kan reformeras i syfte att göra den enklare och mer ändamålsenlig. En av dessa principer är att tillverkningsindustri, el- och värmeproduktion bör beskattas enligt samma principer. En annan är att bränslen skall beskattas likvärdigt oavsett om de används för värme- eller elproduktion. Ett system med dessa två principer skulle eliminera en del av de problem som finns i dagens energiskattesystem. Ett problem med dagens system är att det är satt att lösa flera problem samtidigt. Dels skall det vara fiskalt, dvs inbringa intäkter till statskassan, med samtidigt skall det ha en miljöstyrande effekt samt styra konkurrenskraften hos olika energislag. I det fall ett reformerat system misslyckas med att uppfylla vissa av dessa mål bör andra medel användas som komplement. En generell regel lyder att antalet instrument i politiken skall vara minst lika många som målen. Det betyder att energiskatten och CO_2 skatten i princip är tillräckliga för att uppfylla de två första målen; fiskala och miljömässiga mål. Den tredje målsättningen, att främja vissa energisystem, kan svårligen uppfyllas utan ytterligare medel.

I denna rapport presenteras effekter av en skattemodell där koldioxidskatten för dessa tre sektorer sätts till 25, 50 respektive 100 % av den generella koldioxidskattenivån. Energiskatten på fossila bränslen och elkraft slopas. Svavelskatten och kväveoxidavgiften förblir oförändrade.

De målkonflikter som uppstår blir uppenbara i de tre skattescenarierna. En uppfyllelse av miljömålet genom förändrad CO_2 skatt kommer också att förändra konkurrensförhållandena mellan de olika

energisystemen. Det är framförallt biobränslenas och kondenskraftverkens konkurrenskraft som är intressanta i detta sammanhang.

I dagens system skapas biobränslets konkurrenskraft i el- och värmeproduktionen av energibeskattningen, dvs, fossila bränslen exklusive energiskatter är idag billigare än biobränslen. En viktig faktor blir således att bestämma vilken nivå på CO_2 skatten som krävs, givet att man vill upprätthålla biobränslets konkurrenskraft.

Idag utgår ingen energi- eller koldioxidskatt på bränslen som används i kondenskraftverk. I modellerna ovan införs en koldioxidskatt på dessa bränslen. En uppgift blir därmed att fastställa den nivå på CO_2 skatten som kan införas innan utan att kondenskraften ersätts med importerad elkraft. Det kan påpekas att i våra grannländer, t.ex. Danmark utgår inga energiskatter vid elproduktion i kondenskraftverk.

Det blir således en avvägning mellan vilken nivå som måste till för att biobränslen skall vara konkurrenskraftiga och vilken nivå som är möjlig att införa, givet kondenskraftens konkurrensförmåga. Detta är naturligtvis ett svårt problem eftersom de båda målsättningarna drar CO_2 skatten åt olika håll; Att bevara eller förstärka biobränslets konkurrenskraft kräver högre skatt, medan det omvända gäller för bevarandet av kondenskraften. Om vi dessutom inför ett miljömål blir problemet än större, och rent generellt kan man inte säga att det finns någon lösning. I de modeller som presenterats löser ingen av beräkningsnivåerna biobränsle- och kondenskraftsproblemet samtidigt Med andra ord måste energiskattesystemet kompletteras med ytterligare instrument.

I Tabell 2.12 sammanfattas huvudresultaten, avseende rangordning, från de olika skattemodellerna.

Tabell 2.12 Rangordning av kraftvärmeverk efter rörliga kostnader för olika skattemodeller, vid ett elpris på 30 öre per kWh.

Nuvarande	Skattemodell 1	Skattemodell 2	Skattemodell 3
träd 65 % +kol 35 %	kol	träd	träd
träd	naturgas	träd 65 % + kol 35 %	träd 65 % + kol 35 %
naturgas	träd 65 % +kol 35 %	kol	naturgas
kol	olja	naturgas	kol
olja	träd	olja	olja

I skattemodell 1 som har den lägsta koldioxidskatten (25 %) är nivån på skatten inte tillräcklig för att upprätthålla biobränslenas konkurrenskraft. Samtidigt leder den till kostnadsökningar för bl.a. befintlig oljekondens på drygt 5 öre per kWh. Ett sätt att lösa biobränslenas konkurrenskraft kan vara att komplettera skattesystemet med ett driftsbidrag om 4 öre per kWh använt biobränsle, vilket skulle bibehålla konkurrenskraften i befintliga anläggningar. Vidare krävs ett investeringsbidrag för att nyinvesteringar i biobränsleeldade kraftvärmeverk skall vara konkurrenskraftiga. Ett driftsbidrag kräver dock tillstånd från EG-kommissionen.

I skattemodell 2, med en koldioxidskatt på 50 % av den generella nivån är skatten tillräckligt hög för att bibehålla biobränslenas konkurrenskraft i befintliga anläggningar, men det krävs ett investeringsstöd för att säkerställa konkurrenskraften vid nyinvesteringar. Vid denna skattenivå ökar kostnaderna för befintlig oljekondens med 12 öre per kWh. Kostnaderna för ny kondenskraft ökar med mellan 7 och 15 öre per kWh. Effekten av detta blir att inhemsk kondenskraft inte kommer att kunna konkurrera med importerad kraft. På kort sikt begränsas dock importen genom den begränsade överföringskapaciteten. En förutsättning för att kunna införa modell 2, givet att man vill behålla kondenskraften, är att antingen införa någon form av elbidrag för minimera kostnadsökningen vid kondenskrafts produktion eller att undanta kondenskraften från koldioxidskatten. Ett elbidrag är att betrakta som statsstöd och kräver därmed EG-kommissionens godkännande. Undantag för kondenskraft skulle å andra sidan innebära ett avsteg från den fastlagda grundprincipen att bränsle för el- och värmeproduktion bör beskattas likvärdigt.

Skattemodell 3, med en koldioxidskatt på 100 % av den generella skattenivån innebär att biobränslen bibehåller sin konkurrenskraft i både befintliga och nya anläggningar. Däremot leder till skattenivån till ökade produktionskostnader i kondenskraftverk med mellan 15 och 30 öre per kWh. Befintlig oljekondens fördyras med 25 öre per kWh. Denna skattenivå torde omöjliggöra produktion i både befintlig och ny kondenskraft. I detta fall kan man naturligtvis tänka sig samma alternativ som för skattemodell 2 enligt ovan.

Analysen visar att, givet de prisrelationer som gäller 1995 mellan biobränsle och fossila bränslen, ingen av de tre modellerna fullt ut svarar mot de krav som statsmakterna har formulerat för energi- och miljöpolitiken. Vi har dock tidigare redovisat att ej heller dagens system uppfyller dessa krav. Givet att biobränslets och kondenskraftens konkurrenskraft skall vidmakthållas samt den energiintensiva industrin skyddas kräver en reformerad energibeskattning ytterligare

styrmedel i form av exempelvis bidrag eller särskilda nedsättningsregler. Vid valet av en låg koldioxidskatt - 25 %-nivån - krävs, med dagens prisrelation mellan biobränslen och fossila alternativ, ett driftsbidrag till biobränsleeldade anläggningar, medan det vid en hög koldioxidskatt - 50 alternativt 100 % - krävs någon form av elbidrag till kondenskraftverk i kombination med individuella nedsättningsregler för den energiintensiva industrin. Elbidrag, driftsbidrag och nedsättningsregler medför dock en rad problem och bör helst undvikas. Enligt vår uppfattning ger elbidrag problem av sådan art att de inte bör införas. Tidsbegränsade driftsbidrag till en begränsad grupp biobränsleanvändare eller begränsade nedsättningsregler för energiintensiv industri kan dock användas i undantagsfall. Det bör påpekas alla dessa tre åtgärder kräver godkännande från EG-kommissionen.

En koldioxidskatt om 25 % av den generella nivån ger störst möjligheter till ett väl fungerande skattesystem. För att bibehålla biobränslenas konkurrenskraft i befintliga anläggningar måste detta kompletteras med ett driftsbidrag motsvarande 4 öre per kWh använd biobränsle. Bidraget bör vara tidsbegränsat och administreras utanför skattesystemet och begränsas till fjärrvärmeleverantörer. Vidare måste ett investeringsbidrag motsvarande 4 000 kr per kWh_{el} införas för att biobränsleeldade kraftvärmeverk skall vara det mest konkurrenskraftiga alternativet vid nyinvestering. En sådan modell medför kraftiga förbättringar jämfört med dagens skattesystem. Biobränsle kommer att vara det konkurrenskraftigaste bränslet i befintliga värmeverk. Förutsättningarna för utbyggnad av kraftvärmeverk förbättras jämfört med dagens skattesystem. De två biobränslebidragen medför att, vid dagens biobränslepriser, elproduktionskostnaderna i nya biobränsleeldade kraftvärmeverk kommer att ligga i nivå med de som gäller för ny gaskombikraft även i det fall den senare undantas från koldioxidskatt. Vidare kan det vid denna skattenivå vara möjligt att slopa de existerande nedsättningsregler för tillverkningsindustrin (1,2 % regeln). En djupare analys av detta kan dock behöva genomföras innan definitivt beslut fattas. Ett problem är dock kondenskraften. Även vid 25-%-nivån är kostnadsökningar av en sådan storlek att de kan ge upphov till gränshandelsproblem. Dessutom fördyras utfasningen av kärnkraften. En av våra slutsatser är att en koldioxidskatt på kondenskraftsproduktion inte bör införas innan våra konkurrentländer inför liknande åtgärder. I ett scenario där nuvarande kärnkraft ersätts av fossilbaserad elkraft kan en viss miljöstyrning även uppnås med en konsumtionsskatt på el. Höjd konsumtionsskatt på el leder till minskad efterfrågan på elkraft och således minskat behov av ny fossilbaserad kraft.

De räkneexempel med olika nivåer på koldioxidskatten som presenteras visar med all tydlighet de problem som uppstår när flera mål skall uppnås med ett enda medel. Detta illustreras mycket väl av målkonflikten mellan biobränsle och inhemsk kondenskraft. Biobränslen gynnas av en hög koldioxidskatt medan inhemsk kondenskraft missgynnas. Att gynna biobränslen och samtidigt undvika att inhemsk kondenskraft ersätts av importerad kräver därmed ytterligare styrmedel.

3 Carbon Taxes in Sweden

av

Professor Glenn W Harrison
Department of Economics
University of South Carolina, USA
och
Professor Bengt Kriström
Institutionen för skogsekonomi
Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå

Carbon Taxes in Sweden

by

Glenn W. Harrison and Bengt Kriström

FINAL REPORT: January 15, 1997

Harrison is Dewey H. Johnson Professor of Economics, Department of Economics, College of Business Administration, University of South Carolina (Columbia, USA). Kriström is Professor of Resource Economics, Department of Forest Economics, Swedish University of Agricultural Sciences (Umeå, Sweden). We are grateful to Åke Nordlander and Maude Svensson of the Swedish Ministry of Finance for discussions on these issues, to Runar Brannlund and Tom Rutherford for helpful suggestions, and to the Swedish Treasury Department for financial support. Address all correspondence to Glenn W. Harrison, 14 Lyme Bay, Columbia, SC 29212, U.S.A. (E-mail: GLENNWH@WORLDNET.ATT.NET; Phone: (803) 732-7589; Fax: (803) 749-8924).

CONTENTS

Executive Summary ..... -i-

1. The Carbon Tax Debate in Sweden ..... -1-
1.1 Climate Policy in Sweden ..... -1-
1.2 The Remit of the "Green Tax" Commission ..... -2-
1.3 The General Structure of Swedish Energy Taxes ..... -4-
A. Industry Exemptions ..... -5-
B. The Carbon Dioxide Tax ..... -7-
1.4 The European Union ..... -7-

2. The Model ..... -9-
2.1 Design Issues ..... -9-
2.2 The Small-Open Economy Model ..... -12-
2.3 The Swedish Model ..... -14-

3. Effects of Carbon Tax Policies ..... -25-
3.1 Baseline Policies and Simulation Scenarios ..... -25-
3.2 Effects of Expanding the Carbon Tax ..... -27-
A. Welfare Impacts ..... -28-
B. Emissions Impacts ..... -33-
C. Price and Production Impacts ..... -38-
D. Wider Ranges of Carbon Tax Increases ..... -41-
E. Tax Replacement Schemes ..... -44-
3.3 Effects of Removing the Carbon Tax ..... -48-
3.4 Effects of Exemptions ..... -51-
3.5 Effects of Constraints on Nuclear Power ..... -52-
3.6 Effects of Global Policies ..... -55-
3.7 Sensitivity Analysis ..... -58-
3.8 A Cost-Benefit Comparison ..... -60-

4. Conclusions ..... -63-

References ..... -68-

Appendix A: Additional Data ..... -89-
A.1 Domestic Taxes ..... -89-
A.2 Import Tariffs ..... -90-

A.3 Elasticities ..... -90-
A.4 Pollution Emissions ..... -92-
A.5 Household Expenditures and Income ..... -94-

Appendix B: Software ..... -109-
B.1 General MPS/GE Syntax ..... -109-
General syntax rules ..... -109-
Keywords ..... -110-
Variable Declarations ..... -111-
Function Declarations ..... -113-
Constraints ..... -116-
Report Declaration ..... -116-
Exception Handling ..... -117-
B.2 General File Structure ..... -118-
Flow of Control ..... -118-
GAMS Code Generated by the Preprocessor: the GEN and HDR Files ..... -121-
B.3 Specific Code for the Sweden Model ..... -122-

LIST OF TABLES

Table 1: Sectors in the Swedish Model ..... -73-
Table 2: Households in the Swedish Model ..... -74-
Table 3: Benchmark Carbon Taxes (percent) ..... -75-
Table 4: Benchmark Energy and Sulphur Taxes (percent) ..... -76-
Table 5: Simulation Scenarios ..... -77-
Table 6: Labor Types in the Swedish Model (percent employment in sector) ..... -78-
Table 7: Carbon Emissions in the Swedish Model ..... -79-
Table 8: Welfare Impact of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100) ..... -80-
Table 9: Sectoral Impact of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100) ..... -81-
Table 10: Impacts on Welfare and Aggregate Carbon Emissions of All Scenarios ..... -82-
Table 11: Detailed Carbon Tax Revenue Effects of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100) ..... -83-
Table 12: Sectoral Impact of Repeal of Carbon Taxes (Scenario CTAX) ..... -84-
Table 13: Sectoral Changes in Carbon Dioxide Emissions from Tax Removal (kTons) ..... -85-
Table 14: Sectoral Impact of Doubling the Carbon Tax with a Nuclear Shutdown (Scenario N75) ..... -86-
Table 15: Parametric Shocks to World Prices (% change) ..... -87-
Table 16: Costs and Benefits to Swedes in SEK of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100) ..... -88-
Table 17: Domestic Taxes ..... -98-
Table 18: Carbon Taxes Without Exemptions (percent) ..... -99-
Table 19: Trade Elasticities ..... -100-
Table 20: Base Model Elasticities for Each Sector ..... -101-
Table 21: Primary Energy Usage in Physical Units ..... -102-
Table 22: Sulphur Emissions in the Swedish Model ..... -103-

Table 23: Household Expenditure Patterns in Percent (Part I) ..... -104-
Table 24: Household Expenditure Patterns in Percent (Part II) ..... -105-
Table 25: Household Expenditure Patterns in Percent (Part III) ..... -106-
Table 26: Household Expenditure Patterns in Percent (Part IV) ..... -107-
Table 27: Estimated Number of Households and Individuals in Each Household Type ..... -108-
Table 28: Generic File Structure and Flow of Control ..... -128-
Table 29: Model Header File (generated by preprocessor) ..... -129-
Table 30: Model Generation Code (generated by preprocessor) ..... -130-
Table 31: MPS/GE Model Listing and Symbol Table (from preprocessor) ..... -131-
Table 32: Batch File Used To Invoke Base Model ..... -132-
Table 33: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part I) ..... -133-
Table 34: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part II) ..... -134-
Table 35: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part III) ..... -135-
Table 36: Variables Defined in the Swedish Model ..... -136-
Table 37: Sets Used in the Swedish Model ..... -137-

LIST OF FIGURES

Figure 1: Revenues from Energy Taxes in 1994 (millions of SEK) ..... -72-

Carbon Taxes in Sweden

by

Glenn W. Harrison and Bengt Kriström

Executive Summary

Sweden was one of the first countries to impose unilateral taxes designed to reduce emissions of carbon dioxide (CO_2). The Swedish experience with the design of carbon taxes is therefore of particular interest to other countries that are contemplating such taxes as the result of unilateral policy initiatives or as their contributions to a multilateral policy initiative. We provide a quantitative assessment of five major design issues that confronted Swedish tax authorities.

The first design issue was the traditional question of the *scope of the proposed carbon tax*. Should the tax have a narrow base and be applied to several select sectors, or should it have as wide a base as possible? Traditional public finance considerations would argue for a wide base, to result in the least possible distortion of relative prices. On the other hand, tremendous pressure exists in a small open economy such as Sweden to exempt those goods that are directly traded and that are highly energy intensive. In the Swedish case it is easy to identify those energy intensive, export oriented industries. They include the paper and pulp industry, the iron and steel industry and the chemical industry. In all cases Sweden has a significant export

market in the production of these goods. Any unilateral carbon tax would likely reduce the competitive position that Swedish producers have in world markets. In the end, the Swedish carbon tax system that was put in place in the early 1990s included major exemptions for energy-intensive firms in manufacturing. Hence it can be viewed as a relatively narrow carbon tax base. An important question is whether Sweden has been forced to incur a greater efficiency cost due to the use of these exemptions, or whether it would have been better to have adopted a broader and more uniform carbon tax across all sectors.

A second policy issue is the severity of the *equity effect of carbon taxes*. The equity effect refers to the economic incidence of carbon taxes across households differentiated by income or other household characteristics. From casual inspection of household expenditure surveys in most developed countries, including Sweden, that direct energy consumption is a more significant share of total outlays for poorer households. This evidence is suggestive that carbon taxes are likely to be regressive, although a complete calculation has to account for the effect of carbon taxes on the cost of living of different households.

The importance of evaluating the distributional impact of carbon taxes in Sweden interacts with the use of sectoral exemptions, and the resulting use of a relatively narrow base for the tax. The carbon taxes imposed in Sweden fall largely on non-traded goods. Since these are also likely to figure more prominently in the

expenditure of poorer households, one would expect that the distributional incidence of a carbon tax policy with exemptions would be significantly different than the distributional incidence of a carbon tax policy without exemptions.

A third policy issue concerning the design of carbon taxes is the possible existence of a *"double dividend" from the use of carbon taxes*. Although this term has several possible meanings, it can be usefully interpreted in two ways. First, the imposition of carbon taxes on selected industries, or a uniform carbon tax that has a differential economic incidence across sectors, could result in traditional second best improvements in efficiency due to those taxes offsetting pre-existing distortions in the economy. The second interpretation of the possibility of a double dividend is the relatively mundane interpretation that involves the use of revenues from a carbon tax to reduce extremely distortionary taxes elsewhere in the economy. Given the relatively narrow sectoral base of a carbon tax, it is unlikely *a priori* that such a double dividend could occur in realistic economies. Nonetheless, one can easily see the appeal from a political perspective of arguing that there is no net tax burden to imposing a carbon tax. In any event, the possibility of a double dividend in both of the above senses can be readily evaluated.

The fourth policy design issue is the difficulty *of reconciling disparate environmental goals*. One likely effect of carbon taxes will be to reduce the use of fossil fuels in the domestic production of energy. Assuming that domestic producers cannot

perfectly substitute foreign fossil fuels, this will presumably trigger an expansion in the domestic use of energy that is not generated by fossil fuels. One such source, of great importance in Sweden, is nuclear-generated electricity. But Sweden has decided to phase out all nuclear power plants. Are these two goals compatible, and if so at what cost to the Swedish economy? More generally, increased carbon taxes could result in substitution in production and consumption that result in increases in emissions of other pollutants. The first specific task is to trace through these multi-market and multi-pollutant ripple effects, and the second task is to see how serious the trade-off is.

The final policy question is the *cost of unilateral carbon tax initiatives for small open economies* as world prices change. Sweden cannot be viewed realistically as a price maker in any of the world markets in which it trades. Hence, it is to be expected that the cost to Sweden of unilateral carbon tax policies will also change as world prices change parametrically. Two specific policy issues emerge. First, how fine-tuned must a unilateral carbon tax policy in Sweden be if world prices change as the result of events such as the completion of the Uruguay Round of trade negotiations? This round is likely to result in major changes in world prices for traded commodities, and it is conceivable that these changes would result in changes being required in Sweden's carbon taxes so as to maintain the goal of emissions reductions to 1990 levels. A second specific policy context here, of course, is the possibility of multilateral carbon

tax initiatives from developed countries or from a more comprehensive geographic base. The general question of concern here is the sensitivity of the impacts of Swedish carbon tax policies to these multilateral parametric changes.

We provide an initial quantitative answer to each of these broad sets of questions in the Swedish context. We employ a simple computable general equilibrium model of the Swedish economy, developed for the purpose of providing an evaluation of these questions for the Green Tax Commission (the "Skatteväxlingskommittén") of the Swedish government.

The model that has been developed utilizes data from the input/output structure of the economy for 1992, identifying 88 production sectors. It is calibrated to reflect energy and carbon taxes in Sweden as of 1995, since those taxes reflect some important changes that have occurred since the early 1990's. The model augments the 1992 input/output data with information from the 1992 household expenditure survey, allowing us to identify impacts on 30 household types within Sweden. These households are differentiated by family status and income, as described later. Skilled and unskilled labor types are distinguished in each industrial sector. Finally, the model identifies a number of trading partners of Sweden on the import and export side.

The policy context of the current debate in Sweden over carbon taxes is reviewed in Section 1. The structure of our CGE model is described in Section 2. The

results of a series of counter-factual simulations are evaluated in Section 3. Conclusions are drawn in Section 4. An appendix details the data and software developed to implement the model. The basic model and database are available on the web at HTTP://THEWEB.BADM.SC.EDU/GLENN/SWEDEN.HTM, to facilitate informed comment and criticism.

Our most important conclusion is that the effects of the existing carbon tax in Sweden are surprisingly counter-intuitive. The *a priori* beliefs which we started with reflected that intuition and the prevailing "conventional wisdom": that the exemptions for manufacturing would probably diminish the impact on carbon emissions, but that otherwise the tax was well targeted at the externality in question and ought to have a dramatic effect on emissions. If combined with a reduction in taxes on some highly distortionary tax, such as the labor tax, it could provide an attractive means of meeting the environmental goal at least cost. Maybe a "double dividend" was too much to hope for, but some benefit from the tax replacement could be expected such that the welfare cost of the increased carbon tax might not be too large.

Our results, if correct, undermine this conventional wisdom in several respects.

First, the exemptions are not all that important for aggregate carbon emissions. This follows from our explicit consideration of the effect of the exemptions on foreign emissions generated by changes in Swedish imports. Removing the exemptions

imposes a welfare burden on Sweden while providing virtually no improvement in global emissions. It does not follow that removing the exemptions would be as costly if other countries also imposed carbon taxes, but that is a separate policy issue.

Second, increases in the carbon tax itself have relatively "modest" impacts on aggregate carbon emissions. The reason is that there are many avenues of substitution open in terms of production and consumption choices, such that attempts to tax certain externalities in some sectors generate an incentive to expand other sectors. The only interesting question is whether the net impact on carbon emissions will be positive: there should be no sensible debate on the fact that some sectors will emit more carbon when the carbon tax is increased while some reduce carbon emissions.

Third, increasing carbon taxes results in a net increase in government tax revenues, just as a partial equilibrium analysis would predict. However, it induces offsetting increases and decreases from different tax bases, such that it is conceivable that there could be a net decrease under certain circumstances (e.g., extremely high trade elasticities). The reason is that the carbon tax induces significant substitution in inputs and between products, resulting in a reduction in the use of inputs or products that would otherwise be paying substantial energy taxes. Normally these effects would be of "second order," such that an increase in one tax would be expected to increase revenue. However, the close overlap of the energy and carbon taxes in terms of legal incidence, combined with the greater magnitude of the energy taxes in the base year

in *ad valorem* and revenue terms, means that these second order effects cannot be neglected in this case. Nonetheless, the net revenue effects on carbon tax revenues is much larger than the net revenue effects on energy tax revenues.

Fourth, imposed constraints on the nuclear generation of electricity would enhance the reductions in carbon emissions flowing from carbon tax increases. This effect comes from a general decline in energy-intensive production in Sweden, due to energy price increases.

Finally, our "bottom line" is that simple expansions in the existing carbon tax carry too high a price tag for most Swedish households to be justifiable. This overall cost-benefit assessment rests on some admittedly fragile estimates of the gross benefit that Swedes will get from carbon reductions. Our job was only to generate the gross costs of those policies, and for that side of the "cost-benefit equation" our model is well suited. However, if the gross benefit estimates currently in use in international carbon tax debates are to be believed, Sweden cannot justify further *unilateral* increases in carbon taxes.

It is possible that carbon tax increases are justifiable as part of a larger *multilateral* effort to increase carbon taxes. In such a setting the price tag to Swedes of higher carbon taxes will be lower. However, our results caution that the *a priori* presumption ought to be that those gross benefits will still not exceed the gross costs of the policy *until they have been demonstrated.*

Our results have been generated by a numerical simulation model. Hence there are always reasonable doubts as to how reliable they are, since they must rely on certain precise assumptions that might not be exactly correct. To mitigate these concerns somewhat, we have undertaken a systematic sensitivity analysis of the main results to plausible changes in the key elasticities used to calibrate the model. Although there is some degree of uncertainty about the precise results, reflecting the assumed uncertainty about the precise values of the underlying elasticities, it appears that the main findings are robust to *these* uncertainties about model specification. The model is sensitive to the absolute value of the trade elasticities, as discussed in detail in the main report.

The fundamental policy conclusion from our analysis is that each household must pay a "price" for reducing domestic carbon emissions if carbon taxes are increased. There is no free lunch with carbon tax increases, in the sense that casual interpretation of the double dividend argument might imply. We are also able to quantify that price tag for specific tax scenarios. The implication is clear: if it can be shown rigorously that each household is willing to pay this price tag then carbon taxes should be increased in the manner indicated. If some households are willing to pay their price tag, and others are not, then compensation must be effected to ensure that no households lose from the tax proposal. If these compensations are insufficient or infeasible, then carbon taxes should not be increased.

Thus our analysis has provided one of the two critical ingredients for an explicit cost-benefit analysis of the proposed carbon tax increases. The other ingredient is an explicit measure of household willingness to pay for reductions in Swedish carbon emissions.

Carbon Taxes in Sweden

1. The Carbon Tax Debate in Sweden

1.1 Climate Policy in Sweden

Sweden has signed the Rio Declaration, which means that the current goal is to stabilize CO_2 emissions at the 1990 level. Indeed, the 1991 carbon tax was introduced with this target in mind: to reduce Swedish emissions by the year 2000. Given that 1990 was a particularly "mild" year for Sweden in terms of economic activity and carbon emissions, this goal is likely to be relatively difficult for Sweden to attain.

The most important issue in future energy policy in Sweden is the fate of nuclear power. The current interpretation of the 1980 referendum is that nuclear power should be abolished by 2010, a goal that may conflict with unilateral climate policy goals. The future of nuclear power in Sweden is therefore unclear. A Commission on Future Energy Policy has been reviewing the matter and reported in 1995. In essence it recommended *against* a complete shutdown in 2010, generating considerable debate in policy circles.

An important analysis of the costs of closing nuclear power within a binding CO_2 constraint was carried out by Bergman [1991]. His calculations, based on a small CGE model, suggested significant costs of closing nuclear power while stabilizing (or

reducing) CO_2 emissions. Assuming freely mobile capital internationally, this model suggests a significant leakage of Swedish firms to lower-cost countries. This leakage argument has also influenced the debate and may have been important in redirecting earlier CO_2 goals.

In summary, Sweden's climate policy is mainly affected by three issues. The first is the concern for the international competitiveness of energy-intensive industry. We discuss below how this concern has been mapped into various exemptions and deductions. The second is the awareness of the link between nuclear power and CO_2 emissions, which we evaluate later. The third is the new emphasis on international cooperation, the entrance into the EU being the most dramatic example.

1.2 The Remit of the "Green Tax" Commission

In March 1995 the Swedish government launched a Commission to provide an analysis of a tax system intended to have a stronger environmental profile. The Commission was asked to evaluate prevailing environmental taxes, and to scrutinize the potential for a "double dividend" from new carbon taxes. The terms of reference include scrutiny of impacts on labor markets, the budget effects, "competitiveness," dynamic impacts, distributional impacts, environmental aspects, as well as an analysis of the administrative properties of any proposal the Commission might want to put forward.

In the economics literature the "double dividend" argument has come to circle around revenue-neutral substitution between labor and environmental taxes.[1] While there certainly exists other sets of taxes with the appropriate mix of distortionary impacts, the discussion within the Commission and in the academic literature focuses mainly on energy-labor tax substitutions. The repercussions in the labor markets are particularly important to understand, since the post-reform relative prices should encourage substitution by producers away from energy and into labor.

Connected to the labor market response is the budget effect on consumers. These may be hard to predict correctly, because the impacts of the reform could be rather surprising. For example, an increased price of consumption goods may lead to a higher demand for leisure. In addition, it is likely that the tax base erodes over time as households and producers substitute away from the taxed good.

Because Sweden is a small open economy, it is also important look at the impact of a tax-swap on international "competitiveness". The Government is asking to the Commission to provide a detailed analysis of this issue, particularly the effects on the Swedish economy of different policies with the European Union (EU).

The Commission should also describe the effects of its proposals on the environment and detail the distributional impacts of the reform. Because some energy-intensive goods are largely produced in the "north" of Sweden and represent a

---

[1] See Goulder [1995a] for a review.

larger share of employment in that region, the "north" might be relatively worse off from existing or expanded carbon taxes. Finally, the Commission should also map out the potential environmental gains of the eventual reform.

1.3 The General Structure of Swedish Energy Taxes

Sweden has used taxes on energy since 1929, when a tax on gasoline was introduced. Electricity has been taxed since 1951, followed by a broadening of the energy taxes in 1957. The motivation underlying these taxes was purely financial. In the 1970s, propelled by the global energy crisis, energy taxes were increasingly motivated by a desire to discourage consumption of fossil fuels. Thus, increased taxes on oil products were coupled by a significant expansion of electricity supply in order to promote a different profile of energy consumption.

Environmental concerns entered the discussion in the 1980s, manifested by the introduction of a tax differentiation of leaded gasoline in 1986. This was followed by the Environmental Tax Commission that recommended a rich array of environmental taxes in their final proposal (see SOU 1990:59). This investigation led the government to propose taxes on emissions of CO_2 and sulphur, *inter alia*, in 1991. While this was not the first official body in Sweden to discuss environmental taxes, this Commission was unique in that it was coupled with a major overhaul of the Swedish tax system in the beginning of the 1990s. The general tax reform

included a reduction of income taxes, to be financed partially by an increased use of energy and environmental taxes (including the introduction of VAT on energy consumption).[2]

For the purpose of harmonizing Swedish energy taxes with those prevalent within the most important competing countries, another reform of energy taxation passed on January 1, 1993. This reform was closely tied with the international competitiveness concerns that have been a recurring issue in the design of Swedish energy policy. It meant that manufacturing industry no longer paid energy tax on the use of fuels and electricity in their processes. In addition, there was a reduction in the CO_2 tax for the manufacturing industry, as detailed below.

A. Industry Exemptions

In an international context Swedish energy taxes are high. Because export-oriented industries are competing on markets with significant price elasticities, it is not surprising that several tax exemptions are being used. Beginning in 1974, through the law on (partial) exemptions of the general energy tax, energy-intensive manufacturing industries and the horticulture industry have escaped some part of energy taxes. This, of course, is not unique in Europe. Similar exemptions have also

---

[2] Of the total change in tax revenues, estimated at about 90 billion SEK, energy and environmental taxes were estimated to generate 3 billion SEK in the absence of changes in the VAT treatment of energy. The addition of VAT on energy added another estimated 14 billion SEK in revenue (Åke Nordlander, personal communication).

been used in Denmark and Norway for manufacturing.

These exemptions for manufacturing are a key feature of the tax system we evaluate. In the tax system prior to 1993 approximately 100 energy-intensive firms were granted reduced tax rates on fuels and electricity. In 1992 the reduction for energy-intensive industry was worth 1.3 billion SEK. The new energy and carbon tax system introduced in 1993 resulted in significantly reduced tax rates for industry. The total amount of energy and carbon tax collections dropped from 3.8 billion SEK in 1992 to just 0.5 billion SEK in 1994. We approximate these exemptions as applying to manufacturing industries *in toto*, so that manufacturing industry and horticulture are assumed to pay 25% of the general carbon tax rate.

Before the 1993 change of the energy tax system, tax exemptions were essentially granted on a case-by-case basis. Thus energy-intensive industries could apply for a reduction of the energy tax on electricity and fuels. With a zero energy tax on electricity and fossil fuels, such applications are now redundant. There are still possibilities for deductions for fuel use, some of them of considerable importance for individual firms (see SOU [1994:85; p. 106]). These deductions are only possible for firms producing cement, lignite and glass. They only apply to the carbon tax on coal and natural gas, and not on the use of oil products. In 1995 less than 10 energy-intensive firms could benefit from this rule, and the value of the reduced tax was less than 50 million SEK.

B. The Carbon Dioxide Tax

By far the most important of the environmental taxes introduced as the result of the Environmental Tax Commission is the carbon dioxide tax. Introduced in January 1991, the tax of 0.25 SEK per kilogram of emitted CO_2 was followed by intense controversy. Eventually, a reform of energy taxes in 1993 led to significant reductions for manufacturing industries, as explained above. The government argued that it was important to reduce Swedish energy taxes to European levels for internationally competitive industries, lest firms move abroad or remain at a significant cost disadvantage. Carbon taxes in Sweden in 1995, the base year of the model's representation of the tax system, are generally about 0.34 SEK per kilogram of emitted CO_2 for non-exempted sectors and 0.083 SEK per kilogram for manufacturing sectors.

1.4 The European Union

An advisory referendum held in Sweden in November 1994 resulted in a 52% to 47% win for the proponents of entering the EU. As a result Sweden has been a member of the EU since January 1995. It is not currently clear what kinds of restrictions there will be on the possibilities of pursuing an independent environmental policy. On the one hand, current EU policy is based on minimum requirements, which means that a member country has an option to use a stricter

policy. On the other hand, it is difficult to block imports of goods that have been approved in another country. For example, a country may have laws that restrict the use of a certain chemical, but it may not be able to prevent import of goods containing this chemical. Membership in the EU does not prevent country-specific environmental policies *de jure*, but it may make a deviation from EU policy impossible *de facto*.

When Sweden entered the EU a new energy tax law (SOU 1994:1776) replaced the old one. It replaced laws on general energy taxes, CO_2 taxes, sulphur taxes, gasoline taxes and diesel taxes. The new law substantially harmonizes Swedish rules with those in the EU. Generally, the above taxes are due on fuels used for heating purposes, or as propellants for engines. Biofuels are exempted from energy taxes, following a long tradition in Swedish energy policy to encourage substitution towards these fuels. Fossil fuels and electricity used in manufacturing are treated favorably, the motivation again being the concern with international competitiveness.

Current Swedish energy taxes generated about 40 billion SEK in 1994. The structure of these revenues, in terms of the CO_2 tax and other energy taxes, are shown in Figure 1. The total revenues from energy and environmental taxes in 1994, including sales taxes on motor vehicles and annual road taxes, were roughly 47 Billion SEK (Treasury of Sweden [1995; p. 60]). This corresponds to about 6% of total tax revenues (Treasury of Sweden [1995; fig 13.1, p. 61]) or about 3% of GDP.

2. The Model

2.1 Design Issues

The Green Tax Commission is charged with examining five aspects of current and proposed environmental taxes in Sweden. The quantitative assessment we offer is intended to inform the Commission in each of these areas, as far as possible within current resource constraints. Hence we briefly review these policy questions again, to orient our discussion of model features.

The first item for analysis by the Commission is to assess the impact of prevailing environmental taxes in Sweden. We shall assume that this assessment takes the form of evaluating the cost to Swedish households in terms of foregone income. In the absence of any knowledge of the true social welfare function being employed by the Commission, it is appropriate that we restrict our evaluation here to an enumeration of the welfare effects on individual households along with some speculative suggestions as to aggregate welfare impact. The most important questions here would presumably deal with the use of exemptions in the definition of energy taxes and environmental taxes in Sweden, as well as the cost of their historical imposition.

The second issue for examination by the Commission is the effect of alternative tax swaps. These swaps would take the form of revenue-neutral increases in environmental taxes in Sweden, with a corresponding reduction in taxes imposed

in other areas of the economy. One particularly popular political option here is to reduce taxes on labor in Sweden. We therefore design our model to allow it to evaluate a wide range of alternative replacement taxes, each of which will be adjusted to insure that benchmark government expenditure does not change in real terms. Hence we may examine the effects of using alternative tax policy reductions to offset the increased revenue from higher environmental taxes.

The third issue to be examined by the commission is the competitive impact of environmental tax reforms. We assume that the term "competitive impact" refers narrowly to the impact on the competitiveness on industries in Sweden that must sell or import their inputs from overseas. If a tax is levied in a discriminatory manner against Swedish producers, then they are at a competitive disadvantage with respect to producers in countries that do not impose carbon taxes. Obviously this concern was an important factor in the design of the initial structure of carbon taxes in Sweden, leading to the use of widespread exemptions in key export-oriented industries. It will therefore be important to incorporate a clear statement of the trading implications of carbon tax proposals in our model and evaluation.

The fourth issue is the environmental implications of environmental tax reform. We interpret this to refer to the effects on the environment, and will measure this in terms of the effects on physical emissions of CO_2 and other pollutants. The two additional pollutants that are of direct concern in current Swedish environmental

policy are sulfur oxides (SOX) and nitrogen oxides (NOX). However, Swedish environmental policy also covers issues such as the use of nuclear power plants to generate electricity. Although the current model does not permit us to identify nuclear from non-nuclear sources of electricity, we can examine if changes in carbon taxes, which are directed more at fossil fuel-based energy uses, will have some secondary effect on the demand for electricity. Our model does not attempt to incorporate the benefits to household of reductions in emissions of CO_2 or other pollutants. Implicitly, therefore, we are assuming that the consumer has a strongly separable utility function defined over consumer goods and the environment. It is beyond the scope of the present exercise to modify this treatment.[3]

The fifth issue of concern to the Commission is the labor market impact of proposed tax reforms. In these regards, the concern in Sweden is presumably focused on the level of unemployment, which has been rising dramatically in recent years. Our model could be modified to incorporate the various forms of involuntary unemployment, such as classic unemployment due to a downwardly rigid real wage that happens to be set above the erstwhile market clearing wage. We will not examine this issue here, but will examine traditional labor-leisure tradeoffs within each

[3] See Espinosa and Smith [1995] for an astute discussion of these issues. The modeling technology for implementing locally flexible (of the second-order) demand systems that are also globally regular is now well-established: see Perroni and Rutherford [1995a][1995b]. It involves the use of carefully calibrated nested-CES functions of a form that we can easily implement in our modeling software. Unfortunately it also raises questions of the uniqueness of the calibration, since there is generally a point-to-set mapping from any given matrix of substitution terms and the regularly flexible utility representation.

household. Although it is common to refer to such consumption of leisure activities as "voluntary unemployment," we find that epitaph offensive and view our model as currently being silent on the effects on unemployment of carbon taxes. However, we are able to evaluate the effects on wages by broad skill categories, and the impacts on households of differing endowments of labor types.

2.2 The Small-Open Economy Model

Our Small Open Economy (SOE) model is designed for tax policy analysis with a large number of sectors. The model is a "generic" general equilibrium model of a single economy along the lines of Melo and Tarr [1992], Harrison, Rutherford and Tarr [1993] and Rutherford, Rutström and Tarr [1994]. We describe here the general features of the base model, adding details about the 1992 version for Sweden later. Further details on the database construction are provided in Appendix A; the complete database and model is available in machine-readable form from web page http://theweb.badm.sc.edu/glenn/sweden.htm.

Goods are produced using primary factors and intermediate inputs. Primary factors include capital and six types of labor. Production exhibits constant returns to scale and individual firms behave competitively, selecting output levels such that marginal cost at those output levels equals the given market price. Output is differentiated between goods destined for the domestic and export markets. Exports

are further distinguished according to whether they are destined for specific foreign markets. This relationship is characterized by a two-level constant elasticity of transformation frontier. Composite output is an aggregate of domestic output and composite exports; composite exports are aggregates of exports for distinct foreign markets.

Final demand by private households arises from nested constant elasticity of substitution (CES) utility functions. This allows consumer decision-making to occur in the form of multi-stage budgeting. At the top level goods from different sectors compete subject to the budget constraint of the consumer, and all income elasticities are unity. In the second stage the consumer decides how much to spend on domestic or imported goods in each sector, subject to income allocated to spending in that sector in the first stage. Finally, having decided how much to spend on imports as a whole, the consumer allocates this expenditure on imports from specific countries. Each allocation decision is modeled as a CES function.

The model allows tariff rates to differ depending on whether the imports are from specific trading partners. Exports can be sold at different prices depending on whether they are destined for distinct foreign markets. The same is possible on the import side.

Government expenditures and investment demand are exogenous. Funding of government expenditures is provided by tax revenues and tariff revenues. In addition

to tariffs, the government also derives income from indirect taxes (net of subsidies). These are modeled as Value Added Taxes (VAT). Unless otherwise specified the government recovers any lost revenues by increasing taxes on labor collected at the enterprise level; similarly, it reduces those taxes for any increase in revenue due to a counter-factual scenario.

Since private consumption equals the income from primary factors plus net transfers to the consumer by the government (from domestic and foreign trade taxes), Walras law is satisfied. Public consumption is balanced with revenue.

World market import and export prices are fixed, so there are no endogenous changes in the terms of trade. In other words, import supplies and export demands are infinitely elastic at given world prices. The current account balances the value of exports and imports taking into account exogenously-fixed capital inflows. Our model allows for changes in these fixed world prices, such as might be expected to occur after the Uruguay Round reforms have been implemented (see Harrison, Rutherford and Tarr [1995][1996]).

2.3 The Swedish Model

Based on 1992 input-output data for Sweden, the model identifies 87 sectors.[4]

[4] The input-output database formally identifies 88 sectors, but one of these is effectively a "dummy" sub-industry which contains no transactions and is therefore deleted. We therefore refer to the model as having 87 sectors.

These are listed in Table 1, along with their pseudo-Swedish acronym. This is the level of disaggregation available through the input-output statistics, and provides excellent detail for our purposes. It is possible to aggregate to a smaller number of sectors, such as has been popular in previous CGE models of Sweden, but there seems little advantage in doing so and potential for misleading analysis in the present context.[5] Moreover, it is always possible to assess the information loss of employing specific aggregations if the model is fully disaggregated, while the reverse is obviously not true.

The household disaggregation is based on the 1992 Household Expenditure Survey conducted by the "Statistiska Centralbyrån" (SCB). It provides detailed information on expenditure patterns of 30 households. These households are differentiated by family status and income, and are listed along with their acronyms

---

[5] The primary argument for aggregation, given the ready availability of powerful software and hardware for these models, has to do with the "reliability" of data and priors at the proposed level of aggregation. Several of the data items required for our analysis are only available at an aggregated level, although far fewer than one would think and still at a relatively disaggregated level of about 20 or 30 sectors. Appendix A documents our data collation efforts, and the instances where we needed to map one aggregate sector into several of our disaggregated sectors. For example, basic data on factor payments were generally available only at the 3-digit SNR level, while our full model employs many 4-digit sectors. Hence we needed to use the former as the basis for individual sectors at the latter level of disaggregation. With respect to the use of *a priori* judgements, our belief is that it is much easier to apply serious priors to detailed sectors than it is to synthetic aggregates. In any event, if the priors in question are essentially held in a diffuse manner over a range of sectors, then nothing is lost if one so applies them in our disaggregated model. Providing the reader knows when such uniform assumptions are being applied, and is not dazzled by the fake detail of the analysis, it is foolish to "hardwire" in the level of application of priors by aggregation. Formal decision-theoretic methods of aggregation of input-output sectors are explored by Harrison and Manning [1976] and provide statistically informative alternatives to naïve aggregation as practiced by many early-generation CGE modelers. However, sophisticated or naïve aggregation is simply misplaced in the present setting.

in Table 2. One difficulty is that we do not have households differentiated by region, since we would like to have separate "northern" households in the model.[6] A more serious difficulty is that the expenditures of each household are defined over consumer goods, and no ready mapping exists from our industrial products to those goods. We resolve this problem by using our intuition, and using the data from the household expenditure survey to allow different households to have different expenditure patterns for different industrial goods (see Appendix A for more details).

We also assume that each household receives it's income from slightly different sources. In other words, each household has a slightly different *share* of each primary factors in it's endowment (see Appendix A for more details). In the absence of better data, we are not overly confident of this feature of the model, and prefer to view households as being primarily distinguished on the basis of their expenditure patterns. Hence we primarily capture variations in the cost of living for different households, and probably do not capture all of the variations in the value of endowment income for different households.

Primary factors are used in the production of value added in each sector. In general two types of factors are free to move across sectors to equate after-tax rates of return: labor and capital (K). Labor is differentiated by skill categories and

---

[6] We expect that these expenditure data area available, but were just not readily available. It would be a relatively extension of our model to extend it to have, say, 60 households in which the current 30 were broken down into 30 "Norrlander" households and 30 "Others". On the other hand, a rural-urban distinction might be more informative in Sweden.

occupational status into six groups: blue collar unskilled (L_BC_U), blue collar skilled (L_BC_S), white collar unskilled (L_WC_U), white collar semi-skilled (L_WC_SS), white collar skilled (L_WC_S) and self-employed (L_SE). The percent distribution of labor types in each sector is shown in Table 6. We allow the labor types to substitute with each other at a different rate than their composite does with K, although our formulation allows all primary factors to be equally substitutable as a special case.[7]

The model allows the specification of sector-specific capital types in any set of sectors. This possibility allows the identification of sectors that employ a significant amount of a primary factor that can be interpreted as specific to that sector. We could interpret this as referring to some "short run" in which capital is applied to sectors in a manner that does not permit it to be readily moved to other sectors.[8] Instead, we use it to capture the limited range of activities which resources can be applied to. As one increases parametrically the assumed share of benchmark payments to K that is attributable to such factors, the corresponding supply curve for that

---

[7] This formulation employs a nested production function in which K and composite labor substitute at the "top level" to produce value added in a given sector. At the "bottom level" the labor types then substitute to produce the composite labor factor. Both levels are CES, hence setting the elasticities of substitution at each level to the same value results in the nests "collapsing" into one level in which the three substitute at that rate.

[8] It is common to assume in the "short run" that factors are likely to be sector-specific, and in the "long-run" that factors tend to be mobile across sectors. We would expect a short run model of his kind to generate smaller welfare gains from a "first-best" liberalization, since resources are constrained in their ability to reallocate to more productive uses. On the other hand, we would expect the short run model to exhibit less extreme changes in production structure since the sector-specificity of factors generates less elastic supply schedules. We also recognize that some factors are likely to be specific to one or other sectors even in the long run. An obvious example might be the natural resources used in mining.

industry becomes more inelastic. The intuition is clear: as the relative demand for output for that industry falls, *ceteris paribus* all input prices, the factor that is specific to this industry cannot escape to other sectors. It must therefore experience a larger drop in real return than when it is inter-sectorally mobile and facing the same drop in derived demand for it's value marginal product. This relatively sharp decline in factor input cost results in a larger drop in the supply price in that industry than when the factor is assumed mobile. The converse argument applies to increases in demand in the industry, of course. Thus we can arbitrarily constrain the supply response of resource-based industries by specification of this parameter.[9] Given that the primary policy focus of these simulations is on the use of fossil fuels, such assumptions may be important.

Each sector produces output using intermediate inputs and a value added composite of the primary factors. Although the natural assumption might be to model the substitutability of the intermediate inputs by assuming a Leontief technology[10], we use instead a CES function with a low elasticity of substitution (0.25) across all sectors. This specification allows for later evaluation of the effects of varying degrees

---

[9] Although we do not offer a detailed model of the rigidities in the oil and extraction sectors, this feature of our model is similar in effect to the model used in Bovenberg and Goulder [1995; fn.15].

[10] Since the matter continues to be confused by commentators that should know better (e.g., Jorgenson and Wilcoxen [1995; p.176]), we stress that the assumption of a Leontief technology is not mandated by our use of the calibration approach to estimation, nor by computational constraints. In general we do restrict ourselves to nested-CES functions, although they can be used to represent globally regular functional forms in a locally flexible manner (see Perroni and Rutherford [1995a][1995b]).

of substitutability at the point at which energy taxes typically impact in Sweden. The value added composite is produced using a CES production function and consists of two inputs: a labor composite and a capital composite. Each of these composites, in turn, is produced in a lower CES nest.

Trade is modeled as occurring at fixed world prices. However, Swedish importers may substitute between alternative import sources, and indeed between domestic production and an import composite. Similar assumptions apply on the export side, where Swedish producers have a constant elasticity of transformation between (a) sales to domestic markets and a composite foreign market, and (b) sales of the composite export to any of several foreign trading partners. The key feature of our model in these regards is that Swedish producers have no market power in world markets.

In the present version we identify trade with Finland, Norway, Denmark, the Rest of the EU, Japan, the United States, and a residual Rest of World (ROW). Hence there are 7 trading partners in the model.[11] No data is available to identify different tariff rates or NTB policies for any trading partner, so we assume that the trade distortions applying in aggregate (estimated from the input-output data) apply in a non-discriminatory fashion to all importers. We could extend this to allow for the discriminatory rates applying to EU member countries following Sweden's recent

[11] It would be a simple matter to extend the model to more trading partners if data on trade shares, by sector, were available.

accession to the EU.

The specification of energy and carbon taxes are central to the model. To capture their structure, particularly with respect to the use of sectoral exemptions, we model them as falling on trade in intermediate inputs. This allows us considerable flexibility to calibrate the model precisely to capture the distortionary effects of existing taxes at the correct margin in terms of our model. Table 3 lists the estimates we have generated of the carbon taxes applicable in Sweden in 1995, and Table 4 lists the estimates for energy and sulphur taxes. These rates are displayed as follows: each column shows the good whose use as an *input* in the production of the row good generates the percentage tax liability indicated.[12] Thus, for example, production in sector JORD uses intermediate inputs from sector PETR and effectively incurs an *ad valorem* carbon tax of 64% on those inputs. Similarly, sector JORD uses inputs from sector GASV and pays instead an effective carbon tax of 61%. These estimates take into account the partial exemptions for Manufacturing sectors applicable for carbon taxes in 1995. The energy and sulphur taxes should be read the same way.

Information on value added taxes, social security taxes on labor, capital taxes, import tariffs, production taxes (other than energy or pollution taxes), and

---

[12] The rates are defined legally as falling on the use of one of several primary energy types. We estimate the physical usage of each energy type in each sector, then estimate the value of the usage of each energy type in each sector by applying average 1995 prices for each type, and then infer value of carbon (sulphur) taxes paid by each sector on it's use of each energy type. We then aggregate these inferred tax payments, aggregate the payments for the use of energy by that sector, and calculate an *ad valorem* carbon tax on a net basis. These calculations allow us to generate carbon tax estimates for each sector that properly reflect the primary energy usage of each sector.

production subsidies are assembled from various sources described in Appendix A. The rates assumed for the value added taxes and factor taxes reflect statutory rates applicable in 1995, and the other rates reflect actual collections as documented in the Input-Output table for 1992. Although these pre-existing distortions are all incorporated at a detailed sectoral level, in many cases the sectoral variations are small. This feature of the model could be improved with additional work on the background data, and would likely result in more substantial "second-best" effects from the carbon tax scenarios considered later.

Estimates of elasticities of substitution must be assumed for primary factor substitution, value added and intermediate input substitution, import demand, detailed import components, import source, and domestic demand; elasticities of transformation must also be assumed for the allocation of domestic supply into domestic and exported markets, the allocation of exports into detailed export components, and the allocation of exports to destination. Despite our literature search, there are many elasticities about which there is considerable uncertainty. Our solution for that problem is to undertake a systematic sensitivity analysis with respect to key elasticities. Harrison and Vinod [1992], Harrison, Jones, Kimbell and Wigle [1993] and Harrison, Rutherford, and Tarr [1993] demonstrate the role of systematic sensitivity analysis of models such as these with respect to plausible ranges of uncertainty about key elasticities. Appendix A documents the assumptions we make

underlying this sensitivity analysis.

The trade elasticities assumed in the model are particularly important. Higher trade elasticities tend to result in greater substitution away from energy-intensive sectors in Swedish production, as untaxed foreign production is substituted for taxed domestic production. We therefore use trade elasticities that reflect the best econometric estimates currently available (Reinert and Roland-Holst [1992] and Reinert and Shiells [1991]). The detailed estimates are presented in Appendix A. Although they are low in relation to elasticity estimates used in some modeling exercises (e.g., Harrison, Rutherford and Tarr [1995][1996]), it is important to stress that they are (a) based on explicit econometric estimates, and (b) used in a model that rules out any "terms of trade effects" by assumption.[13]

Estimates of carbon emissions in each sector were derived on the basis of information on physical usage of primary energy inputs. These data can then be used to infer the amount of carbon dioxide generated by each sector, since emissions are a reliable multiple of the physical amount of primary energy used. Appendix A documents the sources for these estimates, which are listed in Table 7 for each sector.

These estimates reveal a familiar structure of the "carbon economy". The

---

[13] The popular reason for using higher trade elasticities is that one can thereby avoid these effects, which are deemed unlikely *a priori* for a country as small in international trade terms as Sweden. Although the specification of trade elasticities that mitigate these effects is more involved than just assuming "large" or "small" values (e.g., see Harrison, Rutherford and Tarr [1996]), these are not debates which are relevant here.

biggest emissions in aggregate terms come from SAMF (transport), EL_O (electricity generation), and the iron and steel complex (sectors JRN_, FERR, JNGJ, META, METV, and I_JA). Between them these sectors account for 71% of total domestic emissions.

Another measure of the "dirtiness" of a sector can be obtained by the level of carbon emissions for each million SEK of output it produces. By this measure the iron and steel complex comes off much worse than the transport and electricity sectors, generally by an order of magnitude.

Comparing the estimates of carbon taxes and the estimates of carbon emissions, the absence of taxes on the iron and steel complex is immediate. The formal reason for this is that these sectors are approximated in our model as being exempt at the margin. The stated rationale underlying this exemption is that they are particularly vulnerable to foreign competition and would be unable to "pass on" any taxes on one of their inputs unless their competitors also bore comparable taxes.

Another feature of this comparison of sectoral carbon taxes and sectoral emissions is that, of the two biggest aggregate emitters, only EL_O pays the big tax on inputs of coal (output from sector STEN). Thus one could imagine the incentive within that sector to move away from coal-fired generators as the result of scalar increases in carbon taxes. This margin of choice is incorporated in the model, to the extent that sector EL_O can substitute away from intermediate inputs of STEN and

towards PETR (or, to a lesser extent, GASV and SMOR).[14] The current version of the model adopts a CES production technology with respect to intermediate inputs, and assumes an elasticity of substitution of 0.25. It would obviously be useful to consider richer specifications of the energy technology in sector EL_O in future work.

The SOE model is generated with the GAMS/MPSGE software developed by Brooke, Kendrick and Meeraus [1992] and Rutherford [1992][1995]. It is then solved using the MILES algorithm developed by Rutherford [1993] or the PATH algorithm developed by Dirkse and Ferris [1995]. Appendix B documents the computer software in some detail. Each scenario solves in less than a minute on a Pentium-based personal computer running at 90mhz with at least 16mb RAM.

---

[14] It should be noted that the STEN sector also has some oil importing activity, all of which is sold to the PETR sector.

3. Effects of Carbon Tax Policies

3.1 Baseline Policies and Simulation Scenarios

Table 5 lists the simulations undertaken with the model. The core simulation, which we then interpret with the other simulations, is called C100 and involves a 100% increase in existing carbon taxes in Sweden. As a default we lower labor taxes so as to ensure equal government revenue after the carbon tax policy. Thus C100 incorporates the existing structure of carbon taxes, in particular the current exemptions. The other core simulation is CTAX, which simply involves the removal of the existing carbon tax system and the same replacement taxes as used for C100.

We study the effects of alternative revenue replacement tax instruments with simulations C100V and C100LS. The first uses the VAT, and the second uses lump-sum taxes as a replacement device. Lump-sum taxes are levied on each household in proportion to their benchmark income, but are otherwise lump-sum.

We undertake a series of simulations to study the linearity of the efficiency cost of carbon tax increases. These are imaginatively called C50, C100, C150, C200, C250 and C300. They are identical to C100, the core simulation, except that they vary the percent increase in existing carbon taxes. Apart from checking for proportionality in impact (e.g., is the welfare cost of C100 just half the cost of C200?), these results will also allow an evaluation of the dangers of misleading qualitative conclusions from marginal impacts (e.g., is the sign of the impact of C50

the same as the sign for the larger tax changes?). The possibility of such non-linearities and qualitative indeterminacies are well-known in the applied policy literature (e.g., Harrison, Rutherford and Wooton [1993]).

Exemptions are the focus of the next series of simulations. EXEMPT simply removes the exemptions applied in the benchmark to manufacturing sectors. The series E100, E100V and E100LS repeat the specifications in the first series, but with no exemptions for the carbon tax.

The effects of politically-imposed constraints on nuclear power plants are studied in the N100 and N75 simulations. In each case we assume the same basic scenario as the core simulation, C100, but impose a constraint that the physical output of the Electricity sector (EL_O) be maintained at no more than 100% or 75% of the benchmark level. Since nuclear-generated power represents roughly 50% of existing electricity in Sweden, these constraints are a plausible representation of the partial effects of maintaining the proposed ban on nuclear power. This constraint is complementary slack in the model to a tax on the electricity sector, such that if the constraint is violated then the sector is taxed until it reduces output and meets the constraint. It is expected that this constraint will significantly increase the welfare cost of the carbon tax increase, as consumers and industry face higher electricity prices. The model incorporates all of the general equilibrium effects of the tax on electricity required to meet the constraint.

Finally, we examine the effects of changes in global economic conditions.

The simulations UR and C100UR consider the effects on import and export prices of the completion of the Uruguay Round. In the present model these prices are given parametrically, and represent the terms of trade facing Sweden. The completion of the Round is likely to have an effect on those terms. Our estimates are based on the simulations of Harrison, Rutherford and Tarr [1995] [1996], using a global, multi-regional trade model that solves for the changes in world prices resulting from the Uruguay Round. The terms of trade impacts are defined for each sector of the present model, and are imposed jointly for all sectors.

The simulations EN10 and C100EN10 consider the effects of a global policy to impose an additive 10% tax on Energy Products. This tax is simulated in the global model, and the impacts on Sweden's terms of trade imposed on the present model. A comparable pair of simulations, EN10D and C100EN10D, examine the effect of a global tax policy that is only effected by Developed regions.

3.2 Effects of Expanding the Carbon Tax

Focus initially on the core C100 simulation. It serves to introduce the way in which we present results for a wide range of simulations and solution variables.

A. Welfare Impacts

The detailed welfare impacts of this scenario are presented in Table 8. The first column lists the acronym of the household, defined in Table 2. The second and third columns report the percentage share of each household type in the total population of households or individuals.[15] We can use households or individuals as the bases of alternate social welfare function. Using individuals has the effect, relative to using households, of giving the "single person" household groups a lower weight in social welfare, and enhances the weight of those households with more children.

The fourth column reports the value of the utility index for each household, normalized without loss of generality to 100 in the benchmark. Thus a value of 99.7 in this column indicates that the household type has experienced a decrease in the utility index of 0.3%. A more meaningful evaluation is provided in the final two columns, which list the equivalent variation (EV) in income needed to make the individual or household as well off as they are in the new counter-factual equilibrium (evaluated at benchmark prices).

The EV is positive for welfare gains from the counter-factual policy scenario, and negative for losses. We report it in terms of SEK over a one-year period for *each*

---

[15] We do not distinguish vertically-challenged individuals (children) from the rest. If one wants to do so, then the use of household shares as a proxy has the unfortunate implication of unduly penalizing multiple-individual households. It would be possible to make some plausible inferences about the number of children in each of our household groups, given the way that they are defined, but we see no logic in disenfranchising those that happen to be politically disenfranchised by current voting entitlements.

individual in the household group or for *each household in the household group*. Thus these values can be interpreted as the minimum amount of money that each individual or household in each household group would need to have received, if the policy or scenario had not occurred, for them to just as well off as if it had occurred. It is important to note that this welfare evaluation takes no account of the direct benefits to the household of the resulting reduction in aggregate emissions of either pollutant. Thus we can view these estimates as indicators of the minimum benefits which each consumer would have to perceive from the reduction in pollution in order for that consumer to regard the policy as a good one from an individual perspective.

In the C100 scenario we can therefore see that all household groups *lose* from a doubling of the existing carbon tax.[16] For the single-adult household the cost is relatively modest, and well below the cognitive threshold value of 500 SEK. The costs become more substantial for all other *households*, especially those with children. Married households with no children experience slightly higher costs than single households with no children. In general richer households within any group tend to bear higher costs, reflecting the greater carbon-intensity of their expenditure patterns

---

[16] In most of the scenarios we consider the policy involves expanding some carbon tax, and the welfare impacts can be read "directly". In some cases, such as CTAX, we are removing the tax, and the positive EV welfare impacts indicate households that gain from the removal of the tax. Although strictly incorrect, we shall interpret this as being the same thing as saying that those households *lose* from the *imposition* of the carbon tax. It is strictly incorrect since we should re-calibrate the model to a counter-factual economy in which the carbon taxes have been removed, then impose the carbon taxes in a second equilibrium, and compare the first equilibrium to the second using the relative prices of the first equilibrium as the basis for our EV calculation. In practice, and in fact, this nicety makes no difference at any significant digit in the present case.

and their higher initial incomes.[17]

There is an intriguing effect of having extra children on the costs of the carbon tax increase for households. Having one or two children tends to raise the cost to a married household. But having three or more children actually reduces the household cost. The puzzle is resolved by examining how expenditure patterns change with extra children, not to mention some introspection.[18] Having children implies that households must use consumption technologies that have a significant fixed cost component: the purchase of durables such as prams and toys. These tend to be more carbon-intensive than the variable cost component of having children (i.e., toys actually have more embodied carbon-content than diapers), and it is the variable cost component that plays more of a role for the second child since the fixed cost expenditures do not have to be as large. The effect from having more than one child appears to be due to an increase in the share of household expenditures being allocated to transport. Presumably this reflects the need to take more family holidays, or the effects of re-location decisions as households tend to move out of dense (and carbon-efficient) urban transportation networks into suburban transportation networks.[19]

---

[17] The welfare changes are measured in terms of income-equivalents expressed in SEK per year. These income values are derived by applying the percentage change in utility to the benchmark income level of the household. If the percentage changes in utility are the same across households then richer households will have a larger income change due solely to their larger base incomes in SEK.

[18] By the first author.

[19] These speculations are supported by inspection of the differences across household expenditure shares that are "driving" these results in our model, but is not modeled formally as a

The costs of the carbon tax increase is greatest for households that are married with two children, and for richer households. The "other households" group also tends to bear a relatively high burden; this group consists mainly of children above the age of 17 living at home with their parents.[20] These households experience losses that are generally greater than 1000 SEK per year, and in several cases are more than 2500 SEK per year.

To repeat an important point, the fact that all households experience a loss does *not* mean that they would not benefit overall from the carbon tax increase. The reason is that we have neglected the direct benefit they would reap from the reduction in aggregate carbon emissions that would (presumably) result from the policy. In fact our model estimates that there would be a reduction of carbon dioxide of 52 Ktons, as discussed later.[21] Although this is a modest reduction in percent terms, it is *possible* that household M_2C_4 would value it at more than the 3033 SEK per year that would be the cost to that household to bring about the reduction. In the absence of any formal attempt to estimate the direct benefits to Swedish households from carbon reductions of various magnitudes, such judgments will have to be made politically. We provide some guidance on this matter later, but do not pretend that we know what these gross benefits are.

---

household technology with these scale effects.

[20] The other groups, "single" and "cohabiting" households, only include one or two adult persons, respectively.

[21] The term "Ktons" refers to one ***thousand*** tons.

It should also be added that different households might have very different perceptions of the direct benefits of carbon reductions. Hence it could be the case that household M_2C_4 does get a benefit that exceed the "price" it pays of 3033 SEK, but that household S_NC_2 does *not* get a benefit that exceeds the more modest "price" of 283 SEK which it must pay. The gross benefits of any given commodity, whether it be "stor stark öl" or "52 less Ktons of carbon on the planet," can vary from household to household and individual to individual. Indeed, it is plausible that having more children would make one more concerned about the quality of the environment in the future, and increase one's willingness to pay for carbon reductions. On the other hand, having children may also increase your discount rate, such that the enhanced benefits of carbon reduction in the future are insufficient to offset the enhanced "price tag" to be paid now.

This is not to say that our estimates of welfare costs are worthless, but simply to identify the many factors which must be considered before they can be properly used to guide decision-making. Implicit or explicit estimates of discount rates and gross benefits from carbon reductions must be made before an overall assessment of the C100 policy is possible. We stress these considerations since we will generally proceed to ignore them when describing the results.

There are several ways to "aggregate" these detailed welfare impacts. The first is to just add up the EV values for all households, ignoring the distributional impact.

In effect this represents the evaluation one gets from a simple utilitarian social welfare function (SWF). This type of SWF ignores who gains and loses, and only focuses on whether the aggregate pie has increased or not. In the present case it has clearly decreased, and the aggregate loss in income is 4 *billion* SEK per year. This aggregate is obtained by adding up the EV values in either of the last two columns of Table 8, multiplying each by the number of individuals or households in the household type as appropriate.[22] It openly ignores the distributional burden of the welfare impacts.

Another way in which the overall impact of the C100 policy could be viewed is that it is the *aggregate* "price tag" for the Swedish economy of a reduction in global emissions of 52 Ktons of CO_2. A social counterpart to the more complete cost-benefit calculus described above for each individual household could now be undertaken. Such a calculus would require an estimate of the aggregate social benefits to Sweden of this reduction in physical emissions, perhaps by some official body such as the Green Tax Commission. This calculation would again entail the implicit or explicit use of a discount rate, in this case the social discount rate.

B. Emissions Impacts

How did we arrive at the estimate that a reduction of 52 Ktons of CO_2 would result from the C100 policy? The sectoral impact shown in Table 9 shows how these

---

[22] Appendix A lists the number of individuals and households.

estimates were arrived at. Consider the last three columns, which show the aggregate change in physical emissions of CO_2 attributable to each sector.

The first of the three columns, marked CO2_D, shows the change due to changes in *domestic* production in that sector brought about by the C100 scenario. Thus we see that a reduction in domestic production of the JARN sector, indicated by a 1% reduction in the value of domestic value added in column VA%, led to a reduction in physical emissions from that sector of 4 Ktons.

The fact that some sectors expand when there is an increase in carbon taxes is exactly what one would expect from a general economic equilibrium. The doubling of the carbon tax changes *relative* prices against the *most* carbon-intensive activities. The cheapest way for some industries to contract their use of the (intermediate) inputs of these carbon-intensive sectors *may* be to substitute towards the use of the products of other sectors that, while less carbon intensive than the ones they displace, might still be more carbon intensive than average for the economy as a whole. Why don't they substitute towards the products that are least carbon-intensive? Simple: their existing technology may not call for them to be used at all. So, even if they have the best relative price ratio because of the carbon tax hike, the value of their marginal product (as inputs) is still virtually zero.

For example, the DRYC sector is a wonderful sector, justifiably patronized by many Swedes. It also has a relatively low (direct) carbon intensity of only 3 Ktons of

carbon per billion SEK of output. But when some sector such as JORD is contemplating increased prices for the inputs of manufactured transport equipment in sectors RALS, BILA and FLYG in our model, it cannot "turn to DRYC" despite the temptation. It must re-allocate amongst these three transportation sectors, and in fact such decisions tend to go against RALS and in favor of the other two. The common sense reason that DRYC does not get the nod is that it has nothing technologically to do with reality-based transportation. The formal counterpart of this sobering intuition in our model is that the JORD sector has virtually no (direct) inputs of DRYC in the benchmark year of our Input-Output table, but it has substantial inputs of all three of the transportation inputs. Hence, by Marshall's second law of derived demand[23] the elasticity of demand for the alternative transport inputs will be relatively large and we can expect to see some net substitution effects there. Conversely, the elasticity of demand for DRYC will be relatively low, so we will not see any changes in the derived demand for it, despite it having a relatively favorable price ratio compared to transport inputs.

Turning now to the next to last column in Table 9, CO2_F, we see the effect of the Swedish policy on *foreign* emissions of CO_2.[24] Virtually any domestic policy is

---

[23] Which is sometimes stated as "the importance of being unimportant," in the sense that the smaller (greater) the share of an input in cost the smaller (greater) will be the absolute value of the derived demand elasticity for the input. This law is valid in the present case, since the elasticity of product demand (around 1) clearly exceeds the elasticity of input substitution (we are referring to intermediate inputs which have an assumed elasticity of substitution of 0.25 in our model).

[24] There is some controversy in international negotiation circles as to whether or not foreign-induced emissions should be "counted" towards a country's contributions to changes in global carbon

going to have some impact on the structure of Swedish imports, as changes in the relative prices of domestic goods cause Swedes to substitute in favor of or against foreign goods. In the present case there will be substitution away from those goods whose input price, shown in percentage change form in Table 9 in column IPRICE%, has increased. The clearest instances are as expected, PETR and GASV. In each case there is a large increase in domestic prices brought about by the doubling of the carbon tax: after all of the general equilibrium effects have worked themselves out, the final domestic price increase is about 18% or 16%. This results in a fall in domestic production, and a switch towards imports, shown in percentage change form in Table 9 in column IMP%. There is also a reduction in exports, shown in column EXP% in Table 9, for the same reason: Swedish exports in these carbon-intensive goods are simply unable to compete with foreign goods at (unchanged) world prices.

Hence we have an increase in the value of foreign imports of PETR and SMOR, and indeed in the physical quantity of imports. If we were to assume that foreign producers are just as carbon-efficient as Swedish producers in the same industry, then there would be an increase in carbon emissions overseas due to the increased foreign production needed to meet Sweden's increased import demand. In

---

emissions. Apart from the obvious point of avoiding double-counting, this is a non-debate: of course they should. It is another matter to debate legal liability for policing foreign economic activity induced by (internationally legal and acceptable) domestic policies (e.g., see Harrison [1994]). Our concern here is to inform the policy debate in Sweden, not to posture by generating strategically creative environmental accounts for negotiators.

fact we assume that foreigners are *not* as carbon-efficient as Sweden, which is generally a plausible assumption apart from extremely nuclear-intensive countries. The exact assumptions as to how much "dirtier" foreign production is[25] are not so important as the general logic that accounts for the foreign change in emissions. That logic is important since it is global emissions that matter for the final environmental good, reduced risk of *global* warming. Hence it is incumbent on Sweden to take into account the "leakage" effects of just reducing on-shore carbon-intensive activities and substituting off-shore production of those products.

We acknowledge that we do not undertake a full multi-regional evaluation of this leakage issue, and there are obvious limitations to calculations of this kind. It is possible that changes in Sweden's exports will change production patterns overseas in ways that could increase or decrease carbon emissions globally. More generally, since we do not model the general equilibrium of foreign economies, we are not accounting for the full effects of changes in Sweden's net trade pattern. Given these qualifications, which are inherent to the use of a single economy model, we believe it important to acknowledge the *potentially* offsetting effects of carbon tax reforms when international trade is taken into account. There are, of course, many sectors where the

---

[25] Specifically, we assume that Japan is just as efficient (due to nuclear power use), Norway is just as efficient (due to hydro power), the European Union countries are 50% less efficient, the United States is 100% less efficient, and the Rest of World is 200% less efficient. These aggregate efficiency measures are used to scale up the sectoral emissions for Sweden, depending on the endogenous source of imports. It should be possible to refine these estimates of foreign emissions in time.

foreign effect works in the same direction as the domestic effect (e.g., STEN), so our incorporation of foreign effects should not be viewed as imparting a presumptive bias into the estimation of global emissions.

The final column in Table 9, CO2_W, shows the aggregate world change in emissions of carbon in each sector. The foreign effects *tend* to be dominated by the domestic change, since imports are generally a much smaller of domestic consumption in most sectors than domestic production.

C. Price and Production Impacts

The evaluation of welfare impacts and emissions impacts are, in an important sense, the "bottom line" of our policy simulations since they provide the ultimate basis for evaluating the policy. By examining them one gets an idea of what is happening to the Swedish economy as the result of the C100 policy. However, it may be useful to look more directly at the changes in prices, production and trade to see the underlying causes of these effects.

From the IPRICE% column in Table 9 we see that the PETR and GASV sectors face a large price increase. Given the structure of carbon taxes, as shown in Table 3, these "first order" impacts are not surprising.

Why do prices for PETR and GASV, however, only rise by about 17% when the *ad valorem* rates of carbon taxes listed in Table 3 look to be anywhere from 15%

up to 90%? The answer is to recall that the higher rates do not apply to all sectors that use PETR and GASV, particularly energy-intensive manufacturing sectors. Thus if we average out the carbon tax rate on PETR and GASV over all sectors, including those that are exempt from it and are not listed in Table 3, the average rate would be closer to the observed price changes. In addition, the final price changes shown in Table 9 will reflect additional "second-order" impacts due to resource re-allocations by consumers, producers and foreigners. Nonetheless, we would expect the first-order effects on prices to dominate for a scenario like this one.

Why is there such a small impact on the price of electricity, sector EL_O? Indeed, there is a slight increase in the price of sector EL_O, but it does not round up to 1% and hence is shown as a "blank" in our reports. Nonetheless, why is there not a larger increase, since EL_O *has* to be carbon-intensive? The immediate response is that Swedish electricity generation is dominated by nuclear and hydro, which are *not* carbon-intensive; that sector EL_O includes "district heating," which is not carbon-intensive; and that sector EL_O is exempt from carbon taxes on the use of coal.

Essentially the same answer to this question comes from considering in detail the usage of intermediate inputs that are hit with the carbon tax, and then seeing what happens to their prices. Since we know that PETR and GASV have substantial price increases, the implication of a small price increase for EL_O is that it must not use very much of these as intermediate inputs. It is instructive in the economics of

our model to work this issue through further.

Sector EL_O has five sources of primary energy inputs in our model.[26] Three are those listed in the columns of Table 3 as bearing carbon taxes: STEN, PETR and GASV. The fourth is SMOR, which does not bear any carbon taxes. The fifth is EL_O itself, which is where all of the nuclear-generated primary energy comes from in the Input-Output database. Of *these five* intermediate inputs, the cost shares in 1992 were: STEN 39%, PETR 26%, SMOR 0%, GASV 15% and EL_O 20%. However, it would still seem that the taxes on STEN, PETR and GASV should impact EL_O prices. However, these percentages are misleading as to the complete cost structure of the EL_O sector. For example, the EL_O sector spent about as much on "consulting and lobbying services" (Uppdragsverksamhet, or UPPD) in 1992 as it did on PETR, and while consultants and lobbyists obviously generate a lot of negative externalities they are not (yet) subject to any pollution tax!

As a share of *total* intermediate inputs, then, the cost shares in 1992 were much smaller: STEN 11%, PETR 8% and GASV 5%. A simple piece of arithmetic suggests that the weighted carbon tax on EL_O from these three inputs is only 7.13% = (0% × 0.11) + (87% × 0.08) + (61% × 0.05). However, even this calculation overstates the effective tax in our model and the economy, since there are some

---

[26] There is a sixth source: wood. There were substantial intermediate sales from the SKOG sector to the EL_O sector in 1992, comparable in value to sales from the GASV sector. These inputs represent the use of wood scraps to generate supplementary electricity in some specialized pulp factories. Since it is not liable for carbon taxes, we ignore it in our discussion.

possibilities for EL_O to substitute away from the more heavily taxed input PETR, and indeed away from all of the taxed inputs, since there are other inputs used in the benchmark technology to product it's output.[27]

D. Wider Ranges of Carbon Tax Increases

It is a simple matter to consider a wider range of carbon tax increases, from a 50% increase up to a 300% increase in increments of 50%. In all other respects these simulations employ the same assumptions as the C100 simulation: labor taxes are scaled up or down to ensure government expenditures remain unchanged. Since the revenue impact of different carbon tax changes will likely be different, the amount of the labor tax change is solved for each time.

The emissions results are displayed in Table 10. The qualitative pattern is clear, and familiar from the C100 scenario. Domestic emissions are reduced by increases in the carbon tax, foreign emissions rise, but the domestic effect dominates. Quantitatively, however, one is struck by the relatively small increase in foreign

---

[27] The current specification of technology in our model does not differentiate energy inputs from non-energy inputs. Hence the derived elasticity of demand for UPPD would be about the same as for PETR in the model, given that the intermediate input cost shares are about the same for EL_O. An extension of the model could add this differentiation, allowing an extremely low elasticity of substitution between energy and non-energy inputs as composites, but some substitution between the items within each composite. In such a version it would be harder for EL_O to substitute away from taxed inputs. The only way it could do so would be to substitute towards the EL_O energy input, which we interpret as nuclear-generation. If we further added constraints on that avenue of "escaping taxes by substitution," such as specified in the N100 scenario, the EL_O sector would be hit *much* harder by the carbon tax increase.

emissions as the carbon tax is increased. Domestic emissions decline much more substantially, so the net effect is to have a larger and larger reduction in global emissions for larger carbon tax increases.

On the other hand, there is an expected *increase* in the marginal benefit of increased carbon taxes in terms of domestic (and hence global) emission reductions. The first 50% increase in the tax generates a domestic reduction of 18.9 Ktons, the next 50% a marginal reduction of 33.3 Ktons (= 52.2 - 18.9), and then reductions of 43.2 Ktons, 50.3 Ktons, 55.4 Ktons and 59.2 Ktons for further increases in the tax. Thus the emissions effect is not additive in the tax change, although it is approximately so after the initial 150% increase. We also see the marginal increment in carbon reductions increasing at a slower and slower rate as the carbon tax increases, just as the marginal utility from extra beers is generally positive but not as large as the first few beers. The simple economic reason for this effect of the carbon tax is that sectors that attempt to substitute away from carbon-intensive inputs are experiencing diminishing returns to the alternative inputs, hence the implicit subsidy to the alternatives (the carbon tax) must become larger and larger to effect the same amount of substitution in physical terms.

These results suggest some caution in using estimates of the effects of carbon tax reductions that posit a small change and then extrapolate for much larger changes. Such methods can be valuable in many policy settings, but may be unreliable in the

present context if the goal is to predict changes in carbon emissions.

In terms of welfare changes the pattern is similar. The aggregate welfare effects from these scenarios, and indeed all scenarios, are reported in billions of SEK and in percentage form[28] in Table 10. Although the rounded numbers may look roughly additive, they also exhibit the same pattern of smaller increments as we increase the carbon tax by 50%. For example, the marginal welfare loss of the first 50% increment on the tax is 1.9 billion SEK, but the *marginal* welfare loss from the 50% increment from C250 to C300 is the same (1.9 = 12.0 - 10.1).

It is possible to calculate an approximate "marginal burden" of each Kton of CO_2 reductions using these estimates. To do so we just take the aggregate price tag in SEK of moving from one emissions level to the next, which is the change in aggregate income that would be equivalent, and divide that by the quantity of Ktons reduction that is "purchased" at that price, which is the reduction in domestic CO_2 emissions.[29] For the first 50% tax increase, therefore, we have a marginal burden of 100.5 million SEK per Kton (= 1.9 billion SEK ÷ 18.9 Ktons of CO_2). For each succeeding 50% increase we infer a marginal burden of 60 mSEK, 48 mSEK, 40 mSEK, 38 mSEK and finally 32 mSEK. Although we could easily refine the precision of such calculations by taking smaller and smaller steps in the carbon tax increment, the

---

[28] This percentage uses aggregate consumption expenditures as a denominator. An alternative denominator might be GDP, which would obviously result in smaller percentages.

[29] Obviously a comparable calculation could be effected using the change in global carbon emissions.

pattern of a roughly constant marginal burdens for tax increases of 150% and more seems apparent.

E. Tax Replacement Schemes

The increase in carbon taxes in scenario C100 might be expected, *a priori*, to generate a net increase in government revenues in the absence of any other changes. Indeed this is in fact what happens in our model, at least before we allow relative prices to change to return the Swedish economy to a general equilibrium. When prices and behavior changes, we discover that the carbon tax increase generates a net *increase* in government revenue as expected. The net increase requires a 1.5% decrease in labor taxes to re-balance the government budget.

However, although net revenues increase due to the carbon tax increase, gross revenues from the *energy* tax actually decrease. How can such a "perverse" effect on government revenues come about? In principle there is no surprise here, since it is possible that consumption and production may move away from products that already have a large tax. In practice, this is what happens. The large increase in revenues collected by the carbon tax is offset in part by a decrease in revenues collected under the energy tax. There are also decreases in taxes collected under the factor taxes and the VAT, but these are of "second order" in comparison to the offset

from the energy tax.[30]

Intuitively it is also easy to explain what is generating the qualitative result that the revenue effect from energy taxes offsets the revenue effect from carbon tax increases. The energy tax hits all manufacturing sectors without major exemptions, unlike the carbon tax. If the doubling of the carbon tax causes a decreased demand for products from those sectors, since they are now relatively less attractive than before due to the increase in their input costs brought about by the carbon tax, then there will be less demand for the products of sectors that bear the energy tax. Hence there may be some gains of revenue from the energy tax in those sectors which bear both the energy and carbon tax, but there will be offsetting losses in revenue from the energy tax in those sectors which bear only the energy tax. Depending on the elasticity of demand for those products, it is perfectly plausible that the net change in revenues from the energy tax will be negative: higher demand elasticities resulting in more revenue losses from the energy tax. Since the derived demand elasticity for energy-intensive intermediate inputs depends on both the direct elasticity of substitution between intermediates *and* the elasticity for the final products produced by sectors using energy relatively intensively, the formal simulations results discussed

---

[30] In a formal sense it is easy to see what assumptions in the model generate this result. The first possibility is that there is a great deal of direct substitutability in terms of intermediate inputs *away* from the use of products that are "hit" by the energy tax. This could occur because of the elasticity of substitution of 0.25 assumed between intermediate inputs. The second possibility is that there is an effect coming from the substitutability of *final* goods that use carbon and energy intensively.

above are perfectly intuitive.

The "bottom line" of these substitution effects on carbon tax revenues is easy to see in Table 11. The first series of columns show the tax revenues in billions of SEK from the carbon taxes in the benchmark, and the second series of columns show the change in tax revenues in scenario C100. For ease of interpretation and comparison we evaluate these changes in revenues using benchmark prices. Just as with the interpretation of the tax *rates* listed in Table 3, the payments are from each row sector for their usage of the column input. The vast bulk of carbon tax revenues comes from inputs of PETR, and the lion's share of revenues in the PETR column of panels (a) and (b) comes from just a handful of sectors: SAMF, BYGG, VARU and EL_O.

Now consider the effect of using the VAT or lump-sum transfers to keep government expenditures constant after a 100% increase in carbon taxes. The results are very similar to those found with the C100 scenario and labor tax replacement.

One implication of these small differences in the alternate use of labor taxes, the VAT and lump-sum taxes is that there seems to be relatively little distortionary impact from these replacement tax instruments. This may be an artifact of several model assumptions which could be examine further, such as the use of constant labor taxes for each household type, and for each household income level. A distinction between marginal and average labor tax rates would likely add significant distortions

from the use of the labor tax.

On the other hand, the more important part of this "tax replacement story" is not the size of the marginal excess burden (MEB) of the taxes but the fact that welfare *decreases* with the increase in carbon taxes irrespective of the tax replacement instrument. This outcome vitiates the "double dividend" argument, which presumes that increases in carbon taxes will generate increased revenue that allow a reduction in highly distortionary taxes elsewhere in the economy. Even with the expected net increase in government revenues, we do not find a net welfare gain from any of the replacement schemes. Hence *the double dividend story does not hold here*, at least in the strong form that hypothesizes a possible net welfare gain.

There are still some benefits from using the VAT or a lump-sum tax to replace revenues, relative to using labor taxes. The welfare cost of an average Kton of CO_2 reduced using the C100 scenario is 74 million SEK (= 3.9 b.SEK ÷ 52.2 Ktons of CO_2). But the welfare cost drops to an average of only 43 m.SEK im scenario C100V and 39 m.SEK in scenario C100LS. Since the lump-sum tax replacement option is not realistic in the sense of having a policy counterpart, we therefore tentatively recommend that the VAT be used as the tax replacement instrument instead of labor taxes. Again, this finding is conditional on our rudimentary treatment of income taxes in the model. Alternative specifications, discussed earlier, would increase the MEB of labor taxes to the point where they would be preferred to the VAT as a

replacement instrument. Further work should be undertaken on this feature of the model before we would have more confidence in this particular finding.

3.3 Effects of Removing the Carbon Tax

Consider the effects of removing several features of the existing energy and carbon tax regime. Scenario CTAX is similar to C100, except that we scale existing carbon taxes by 0% instead of 100% Scenario ETAX removes energy taxes on all sectors, and ALLTAX removes energy taxes, carbon taxes and sulphur taxes. All scenarios use the same tax replacement scheme as C100, a proportional adjustment up or down in labor taxes as required. The main results are displayed in Table 10.

Removing the existing carbon tax (scenario CTAX) generates an aggregate welfare *gain* of 2.9 billion SEK and a *decrease* in domestic CO_2 emissions of 94 Ktons. This is, at first blush, an astonishing result. Carbon emissions are being reduced from the removal of existing carbon taxes, and welfare rises. The latter part is perhaps to be expected, since we are reducing a distortion in the model. However, the first part is unexpected. Indeed, it seems counter-intuitive given the fact that scalar increases in carbon taxes reduce emissions. Why is the effect not symmetric?

Table 12 shows the detailed sectoral impacts of this wholesale repeal of carbon taxes. Table 13 displays the detailed emissions impacts for a range of repeal policies (CTAX, ETAX and ALLTAX) as well as the baseline results for C100.

First, it is expected that some sectors will expand their emissions under CTAX and some will contract, just as we found for C100. And we observe that, to a first approximation, the signs do tend to be reversed for most sectors in the C100 and CTAX columns of Table 13. There are some exceptions, such as JORD and JRN, but these are relatively few.

Second, the absolute values of changes in emissions is consistent in the sense that the sectors with the largest reductions under C100 are the sectors with the largest increases under CTAX.

Third, the absolute values of changes in emissions tend to be asymmetric in the sense that most of the changes under CTAX are larger in absolute size than the change under C100. For example, the increase of 2.9 kTons for sector FERR becomes a reduction of 11.9 kTons. There are some exceptions, such as JRN_, but they are rare. Thus we are seeing an asymmetric quantity impact of a given change in taxes. This is perfectly intuitive: if the price of beer increases by 50% I will buy less beer, but there is no general reason that this should be the same amount by which I increase my beer consumption if the price of beer drops by 50%.

Fourth, the immediate cause for the "counter-intuitive" result is the dramatic reduction in emissions in a handful of sectors related to iron & steel and metal fabrication: FERR, JNGJ, META, METV and I_JA. There are many sectors experiencing small changes in emissions which also work towards this overall result,

but these five sectors account for the lion's share. From Table 12 we observe that each of these sectors experience a decline their domestic output levels (their prices increase by about 1% and the value of the value added drops by about 1%).

The reason for these drops in output is quite easy to see in terms of our model. These sectors are approximated as being exempt from the carbon tax at the margin, as discussed earlier, so a reduction in that tax has little direct effect on them. But the reduction in the carbon tax requires that we increase some other tax to replace lost tax revenues, and in this instance we increase the labor tax which *does* impact these sectors negatively. Hence there is a relatively simple explanation for this result and the economic forces in the model that drive it.

Removing the existing energy tax (scenario ETAX) generates gross changes in domestic emissions that are comparable in structure to those from removal of the carbon tax, although the absolute magnitudes are smaller. It also results in slightly smaller gains in welfare.

Although not reported here, the results of removing the existing sulphur tax are negligible.

The most interesting result here is that the combined effect of the carbon and energy taxes is not what one would expect from their individual removal. The welfare gains in scenario ALLTAX are less than additive in the two most important components, CTAX and ETAX, but the emissions impacts are more than additive.

Instead we see a clear interaction effect between the two, with reductions in carbon emissions when the two are removed in tandem that are greater than the sum of carbon emissions from removing them independently.

3.4 Effects of Exemptions

Scenario EXEMPT removes the manufacturing sector exemptions on the carbon tax. The resulting carbon tax rates are calculated based on existing taxes on primary energy inputs and the usage of those inputs in manufacturing; they are listed in detail in Appendix A.

The results displayed in Table 10 provide some justification for the arguments used to support the use of exemptions. Their removal *lowers* aggregate carbon emissions, but at a relatively high domestic welfare cost of 4.6 billion SEK. This price tag averages to approximately 49 m.SEK per Kton. This price tag is not surprising given the high degree of competition that exempt sectors face from overseas producers.

The welfare effect of removing exemptions and also increasing the carbon tax rate by 100% (scenario E100) are roughly additive in the two components (EXEMPT and C100), although the emissions are larger than the sum of the two components would indicate. Similar results are obtained with the use of alternative tax replacements (scenarios E100V and E100LS).

3.5 Effects of Constraints on Nuclear Power

Although the model does not distinguish "nuclear" components of the electricity generation industry EL_O, it is possible to examine the effects of carbon tax changes with a rudimentary representation of the political constraint on nuclear power in Sweden. We do so by recognizing that nuclear power is roughly 50% of the current domestic power supplied in Sweden, and that it has a very low carbon-intensity under normal operating circumstances. Constraints on the production of EL_O can be imposed on our model, providing some economic instrument is also added to ensure that the constraint is met. The most natural is simply a tax on domestic value added in the EL_O sector, set such that the industry does not find it "economical" to produce at any higher level.

We impose constraints in this fashion that correspond to the EL_O industry not being allowed to expand relative to the benchmark (N100), and to it having to contract to 75% of the benchmark. This 75% contraction may be viewed as half-way towards the goal of complete elimination of nuclear. In each case we also impose the scenario C100, so these constraints should be evaluated relative to the impacts for C100 discussed earlier.

The nature of these constraints on EL_O also suggest that we should carefully interpret the carbon emissions estimates. If we were just allowing EL_O to change, without regard to whether it is the "cleanest of the clean" electricity plant or the

"dirtiest of the dirty," then we would just apply the industry-wide carbon emissions coefficient for that sector. This is exactly what we do in all other simulations, since our model is otherwise silent on the composition of the EL_O activity.[31] But here we are explicitly trying to capture the effects of nuclear reductions, so it is appropriate for us to modify our carbon emissions for sector EL_O accordingly. We therefore set all carbon emissions for this sector equal to their benchmark level, implicitly assuming that nuclear-generated electricity generates no carbon emissions at all. As a first approximation to the dirtier alternatives, this is acceptable.

The detailed sectoral results for scenario N75 are shown in Table 14, and the aggregate impacts of the scenarios with nuclear constraints are reported in Table 10. In welfare terms there is a substantial increase in the "price tag" of the carbon tax increase (from 3.9 bSEK to 7.8 bSEK) as we move from scenario N100 to N75, and a jump in the aggregate reduction in domestic carbon emissions (from 47 Ktons to 229 Ktons). There are modest changes in foreign emissions, such that the global reduction in emissions is driven again by the change in domestic emissions.[32] The main reason for the increase in carbon emission reductions is the generally depressing effect of the

---

[31] Actually, since the model solves for the intermediate inputs used by EL_O, and one might be able to identify those as being associated with "dirty" or "clean" technologies, it would be possible to allow carbon emissions to capture these effects. We prefer to model such detail when we have more information on the technology of each activity used in the EL_O industry.

[32] The largest increase in emissions, not surprisingly, is for imports of sector EL_O. It is an open issue if these would indeed be carbon-intensive. If generated from Norwegian hydro-electric sources they probably would not, but if generated by German coal they may be. Our model is currently silent on these possibilities, although it should be possible to refine the estimate of foreign carbon emissions to capture these differential effects.

nuclear power constraint on domestic production. Despite the larger welfare cost of reducing carbon emission with the nuclear constraint the reduction in carbon emission is even larger, such that the price tag of carbon reductions is lower with this constraint in place. Specifically, the welfare cost of an average Kton of CO_2 reduced in scenario N100 is only 34 million SEK (= 7.8 b.SEK ÷ 229 Ktons), compared to 74 m.SEK in scenario C100 and 43 m.SEK in scenario C100V.

Despite the possibility that they could interact, it appears that the carbon tax reductions and the nuclear constraint are roughly "additive" in effects. Scenario NU75 imposes a 75% constraint on sector EL_O, but without the doubling of the carbon tax. It therefore looks at the "pure" effect of the nuclear constraint. The aggregate results, also shown in Table 10, are virtually the same as the simple difference between the results for C100 and N75.

These aggregate results do mask a substantial restructuring of Swedish industry, however, as seen in Table 14. With a 25% reduction in domestic value added, and a substantial tax on value added, electricity prices rise by 55% and generate large changes in relative prices in most other sectors. The biggest losers in terms of domestic production are those that are relatively intensive users of electricity, of course: JARN, A_ME, PAPP, PPPP, CEME, JRN_, FERR, META and GASV. In many of these industries domestic production is partially replaced by imports, but in most cases these is a substantial reduction in demand for the product

(whether produced by domestic or foreign producers). With such widespread devastation of some major Swedish industries, it is no surprise that one sector to *expand* is our old friend, the "consulting and lobbying" sector (UPPD)! Indeed, there are many sectors that expand slightly as the result of the nuclear shutdown: LAKE, GUMM, machinery industries (e.g., MSKN, ELMO and INST), transportation (e.g., BILA and FLYG), and some service sectors (e.g., OVRP).

3.6 Effects of Global Policies

How sensitive are the costs of Sweden's carbon tax policies to shocks from the world trading system? The completion of the Uruguay Round portends large changes in the world prices of many traded good, particularly agricultural goods and light manufacturing products. Proposed multilateral carbon tax policies, whether implemented by the developed countries of the OECD or more comprehensively, will change many of the prices for energy-intensive goods which are the focus of concern in Sweden when evaluating unilateral carbon tax initiatives. In our model these world price changes can be incorporated parametrically, and the effects on resource allocation in the domestic economy evaluated.

The first step is to estimate the effects of these policies on world prices. To do so we use the simulation results from a CGE model presented in Harrison, Rutherford and Tarr [1995] [1996]. They use a global, multi-regional trade model to evaluate

the impacts of the Uruguay Round in 24 regions, one of which includes Sweden. We shock their model to study the effects of an additive 10% tax on Energy Products, imposed either just by developed countries (EN10D) or by all regions (EN10).

Since their model identifies 22 sectors in each region, all potentially tradeable, it solves for a 22×23 matrix of import prices for Sweden; we then compute a trade-weighted import price vector for each of the 22 commodities from that matrix, using benchmark trade shares with the 23 other regions of the model. A similar matrix for export prices is collapsed to a vector of export prices facing Sweden. Since traded goods are differentiated by origin in these multi-regional models, and the geographic origin of imports can differ from the geographic destination of exports, there is no presumption that the import and export price vector should be identical. We finally use these vectors to assign parametric changes in the 88 sectors of our model for Sweden, using a simple mapping described in Appendix A.

The result of this process are the vectors of parametric changes in world prices shown in percentage form in Table 15. These are imposed on the model in the simulations UR, EN10 and EN10D, respectively. They are also imposed, along with the assumptions of the C100 scenario, in C100UR, C100EN10 and C100EN10D.

The results show that the world price effects of the Uruguay Round[33] would have relatively little impact on Sweden, at least compared to the effects of a doubling

[33] Note that we do not include the actual changes in tariffs that Sweden would be required to make as the result of the Uruguay Round, just the effects of the Round on world prices.

of the domestic carbon tax. However, changes in global energy prices would impact Sweden significantly, primarily due to an increase in the world prices of energy-intensive goods which Sweden has a comparative advantage in. It is particularly interesting to see Swedish carbon emissions drop in the EN10 and EN10D scenarios, reflecting the switch towards exports that are relatively energy-intensive but not relatively carbon-intensive.

Imposing a doubling of the existing carbon taxes in the context of global energy prices increases (scenarios C100EN10 and C100EN10D) does increase the impact on domestic emissions reductions. Emissions are reduced by 125 kTons under C100EN10, compared to the modest 52 kTons under C100. It also lowers the welfare cost slightly in relation to the C100 scenario, from 3.9 bSEK to 3.3 bSEK. Hence the average "price tag" of a reduction in global emissions is reduced noticeably, from 75 mSEK to 26 mSEK, by having Swedish carbon taxes increase along with global energy prices. This result confirms the intuition of those that have argued that the marginal cost to Sweden of carbon taxes would be reduced if more foreign countries also imposed them.

3.7 Sensitivity Analysis

The formal sensitivity analysis of the model employs a Monte Carlo evaluation of the effects of perturbations in key elasticities[34] on the main results. We do not present detailed results of the sensitivity analysis here, but describe the general procedures used.

To calibrate the Swedish CGE model estimates of elasticities must be assembled for primary factor substitution, import demand, import source, and domestic demand, amongst the more important for present purposes. In the base model all elasticity values are assigned *a priori* to values which we believe are plausible central tendency estimates. Since elasticity estimates are subject to a margin of error, one "remedy" for this problem, which is endemic to any large-scale model of this kind, is to undertake systematic sensitivity analysis of our major results with respect to plausible bounds on these elasticities.

Even if we are unable to specify a point estimate with any precision, our priors over the likely bounds that these elasticities could take are quite strong. To the extent that our major conclusions are robust to perturbations over these bounds, we do not see our uncertainty over specific values of these elasticities as a weakness of the model.

These remarks should not be interpreted as denying the value of any new

---

[34] These perturbations are specified in Appendix A.

empirical work on generating such elasticities. On the contrary, any effort that could generate better bounds on these point estimates is useful in generating policy conclusions that carry greater credibility, even if those conclusions will still be probabilistic in nature. Moreover, we do not consider sensitivity analysis with respect to more general functional forms, even though we share concerns with the restrictiveness of some of the popular forms we employ.

Our sensitivity analysis employs the procedures developed by Harrison and Vinod [1992]. Essentially these procedures amount to a Monte Carlo simulation exercise in which a wide range of elasticities are independently and simultaneously perturbed from their benchmark values. These perturbations follow prescribed distributions, such as a Normal distribution with a specified standard deviation or a uniform distribution over a specified range. For each Monte Carlo run we solve the counter-factual policy with the selected set of elasticities. This process is repeated until we arrive at the desired sample size, in our case 1000.

The results are then tabulated as a distribution, with equal weight being given (by construction) to each Monte Carlo run. The upshot is a probability distribution defined over the endogenous variables of interest. This distribution can then be described using standard statistics or represented as a histogram.

Our results indicate that the model is not particularly sensitive to the variations in elasticities we have adopted. They also provide some guidance as to how

precisely our results ought to be interpreted.

3.8 A Cost-Benefit Comparison

Our model is constructed to generate estimates for each household of the "price tag" or cost of increases in carbon taxes. Is it possible to relate these, even roughly, to estimates of gross benefits from carbon tax reductions? Although proper gross benefit estimates do not exist for Sweden, or indeed for any country, there have been some estimates floated in international circles that can be usefully related to our cost estimates.

The source for these gross benefit estimates is the Inter-Governmental Panel on Climate Change (IPCC), specifically Working Group 3.[35] Based on some loose "avoided cost" calculations, they tentatively offer USD 125 per ton of carbon as an upper bound on gross benefits. We carefully translate that into kTons of CO_2 for comparison with our model.

The IPCC report does not indicate if they intend this number to refer to individuals or households, so we apply it to both. The IPCC report also does not say if this estimate is an *aggregate* over individuals or households, or is meant to be interpreted *per* individual or *per* household. Since the underlying avoided cost calculations are aggregative in nature, we assume that this estimate applies as an

---

[35] The source for these estimates is their summary report, available on web site HTTP://WWW.UNEP.CH/IPCC/SUMWG3.HTML. The estimates appear near the end of §7 of that report.

aggregate. To be conservative, we further assume that it applies to the aggregate population (of individuals or households) in *Sweden*, and not the *planet*. We then apportion the benefits proportionally across households, according to that household's share of the aggregate number of individuals or households. This assumption is appropriate given that we have no priors or data to suggest that one household group would value carbon reductions any greater than another.

We further assume that this gross benefit estimate is linear in the Kton reduction in CO_2 that our model generates for any particular scenario. In the case of C100, we estimate a 52.2 kTon reduction, so we are in effect assuming that each household receives the same gross benefit from the first kTon reduction as from the last. Although we might justify such an assumption based on the small scale of this carbon reduction, and hence the approximate linearity of the unknown marginal benefit schedule, our primary concern is to keep the arithmetic simple and transparent. It should *not* be assumed that marginal benefit would decline, due to diminishing marginal utility arguments, since households may correctly perceive the importance of threshold effects in carbon reductions. In other words, I might be willing to pay nothing for small decreases in carbon emissions, but substantially more if I perceive that the aggregate emission reduction might make a difference to the risk of global warming.

Our cost estimates do, however, take into account the non-linearity of the

underlying preferences and technologies for increasing reductions in emissions.

The resulting estimates for each household are presented in Table 16. The last row shows the average benefit and cost over all households, and each row shows the arithmetic for each household. We use an estimate of the gross benefit which is actually double the upper bound of the IPCC estimate, so as to avoid any risk of understating those benefits.

The conclusion is clear. The benefits of increasing the carbon tax in Sweden are a tiny fraction of the "price tag" which Swedes must pay in the form of higher prices and reduced incomes. Although we do not put much credence in these gross benefit numbers, they do serve to highlight the basis of our conclusion that carbon tax increases are not currently justifiable in Sweden. They also serve to focus the debate on the net benefits of further carbon taxes onto the question of estimating gross benefits for Swedes. *If these numbers are correct*, then advocates of carbon tax increases are telling the average Swede that he or she must pay a lot more for some environmental good than that Swede appears to derive as a benefit. This might be because the *advocate* derives significant enough benefits and would be willing to pay the price tag, but that does not justify foisting the price on others that do not derive net benefits.

4. Conclusions

Our most important conclusion is that the effects of the existing carbon tax in Sweden are surprisingly counter-intuitive. The *a priori* beliefs which we started with reflected that intuition and the prevailing "conventional wisdom": that the exemptions for manufacturing would probably diminish the impact on carbon emissions, but that otherwise the tax was well targeted at the externality in question and ought to have a dramatic effect. If combined with a reduction in taxes on some highly distortionary tax, such as the labor tax, it could provide an attractive means of meeting the environmental goal at least cost. Maybe a double dividend was too much to hope for, but some benefit from the tax replacement could be expected.

Our results, if correct, undermine this conclusion in several respects.

First, the exemptions are not all that important for aggregate carbon emissions. This follows from our explicit consideration of the effect of the exemptions on foreign emissions generated by changes in Swedish imports. Removing the exemptions imposes a welfare burden on Sweden while providing virtually no improvement in global emissions. It does not follow that removing the exemptions would be as costly if other countries also imposed carbon taxes, but that is a separate policy issue.

Second, increases in the carbon tax itself has relatively "modest" impact on aggregate carbon emissions. The reason is that there are many avenues of substitution open in terms of production and consumption choices, such that attempts to tax

certain externalities in some sectors generate an incentive to expand other sectors. The only interesting question is whether the net impact on carbon emissions will be positive: there should be no sensible debate on the fact that some sectors will emit more carbon when the carbon tax is increased while some reduce carbon emissions.

Third, increasing carbon taxes results in a net increase in government tax revenues, just as a partial equilibrium analysis would predict. However, it induces offsetting increases and decreases from different tax bases, such that it is conceivable that there could be a net decrease under certain circumstances (e.g., extremely high trade elasticities). The reason is that the carbon tax induces significant substitution in inputs and between products, resulting in a reduction in the use of inputs or products that would otherwise be paying substantial energy taxes. Normally these effects would be of "second order," such that an increase in one tax would be expected to increase revenue. However, the close overlap of the energy and carbon taxes in terms of legal incidence, combined with the greater magnitude of the energy taxes in the base year in *ad valorem* and revenue terms, means that these second order effects cannot be neglected in this case. Nonetheless, the net revenue effects on carbon tax revenues is much larger than the net revenue effects on energy tax revenues.

Fourth, imposed constraints on the nuclear generation of electricity would enhance the reductions in carbon emissions flowing from carbon tax increases. This effect comes from a general decline in energy-intensive production in Sweden, due to

energy price increases. Despite an increase in the *aggregate* welfare cost, nuclear constraints lower the *average* welfare cost of carbon reductions.

Fifth, our "bottom line" is that simple *expansions* in the existing carbon tax carry too high a price tag for most Swedish households to be justifiable. This overall cost-benefit assessment rests on some admittedly fragile estimates of the gross benefit that Swedes will get from carbon reductions. Our job was only to generate the gross costs of those policies, and for that side of the "cost-benefit equation" our model is relatively well suited. However, if the gross benefit estimates currently in use in international carbon tax debates are to be believed, Sweden cannot justify further *unilateral* increases in carbon taxes.

These results may not be what everyone likes to hear. Since we are not naïve to the political pressures surrounding this issue in Sweden, nor so cynical as to dismiss them as being unworthy of debate, it is incumbent on us to attempt to direct debate on our model and it's results into productive areas.

The model is incomplete in terms of a number of important *parameters*. Specifically, we need to (1) add better data on the differences in factor endowments of households, to better reflect differences in their income sources; (2) incorporate data-based estimates of leisure consumption in the benchmark, as well as labor supply elasticities for different household types; and (3) employ data-based estimates of differences in carbon emissions in foreign countries relative to Sweden. As revised

estimates for these parameters are generated they can be introduced directly into the existing model instantly.

The model may also be incomplete in terms of it's treatment of the *economic structure* of some sectors. Specifically, we could (1) provide a richer specification of the production technology of sectors with respect to energy inputs (e.g., allowing energy to be an input that combines with other intermediates in a Leontief manner, but which incorporates some degree of substitutability between energy types; and the use of non-separable production functions); (2) incorporate some supply restrictions on imports in key sectors, particularly those such as electricity which may be constrained by resource availability and/or network logistics; (3) model the way in which labor taxes impact households in a way that captures differences between marginal and average rates, as well as differences across households; (4) model the effects of labor unemployment, including implications for unemployment benefits and the government budget; and (5) model the use of nuclear and non-nuclear technologies more explicitly, perhaps with a formal sub-model of the electricity sector. Each of these extensions are conceptually straightforward, and use relatively familiar modeling tools, but were beyond the scope of the current project. We believe that each could be significant for current policy purposes.

The model could also be evaluated in terms of more *radical changes in structure*.

Specifically, we could consider (1) incorporating measures of environmental benefits[36] explicitly into the household utility function, to allow a complete cost-benefit analysis to be undertaken; (2) explicit dynamics, with attention given to the rate at which households and firms discount future environmental benefits relative to current costs; (3) lobbying activities surrounding green tax reforms, and endogenous political activity over the selection of reforms; and (4) endogenous technical change induced by carbon taxes. Each of these entail exciting methodological extensions.

---

[36] Some analysts have proposed using the estimated cost of the *existing* carbon tax structure as a crude measure of the environmental benefits from reduced emissions. We regard this inference as problematic, to put it politely. At *best* it could be inferred that the murky political process leading to the existing tax level represents the median voter, and then only if one were to make heroic assumptions about that political process representing the outcome "as if" a series of dichotomous-choice referenda had been undertaken at alternative tax-prices. Although a matter of some controversy (e.g., see Harrison and Kriström [1995]), such inferences cannot even be made if one uses a hypothetical survey to mimic the results of real referenda of this type (see Cummings, Elliot, Harrison and Murphy [1996]). Even assuming away these problems, knowing the marginal value that the *median* voter places on some public good tells us nothing whatsoever about the distribution of benefits, at least in the absence of super-heroic assumptions that would make even *Fantomen* blush. Without information on that distribution one cannot say anything about the net impact on welfare of individual households, or even about the aggregate impact under simplifying utilitarian assumptions. There is simply no acceptable substitute for estimating those benefits directly, and accounting fully for the potential biases in hypothetical survey elicitation procedures (e.g., see Blackburn, Harrison and Rutström [1994]).

References

Anderson, Krister, and Norrman, Erik, "Capital Taxation and Neutrality. A Study of Tax Wedges with Special Reference to Sweden," *Lund Economic Studies Number 41*, Department of Economics, University of Lund, 1987.

Ballard, Charles L., "The Marginal Efficiency Cost of Redistribution," *American Economic Review*, 78(5), December 1988, 1019-1033.

Bergman, Lars, "Tillväxt och miljö," *Bilaga 21 till LU-90*, Finansdepartmentet, Stockholm. (In Swedish; "Growth and the Environment," Supplement 21 to the Swedish Medium-Term Economic Survey, Treasury of Sweden, 1991).

Bergman, Lars, "Environment-Economy Interactions in a Computable General Equilibrium Model: A Case Study of Sweden," in P-O Johansson, B. Kriström and K-G Mäler (eds.), *Current Issues in Environmental Economics* (New York: Manchester University Press, 1995).

Blackburn, McKinley; Harrison, Glenn W., and Rutström, E. Elisabet, "Statistical Bias Functions and Informative Hypothetical Surveys," *American Journal of Agricultural Economics*, 76(5), December 1994, 1084-1088.

Bovenberg, A. Lans, and Goulder, Lawrence H., "Costs of Environmentally Motivated Taxes in the Presence of Other Taxes: General Equilibrium Analyses," *Working Paper No. 5117*, National Bureau of Economic Research, Inc., May 1995a.

Bovenberg, A. Lans, and Goulder, Lawrence H., "Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General Equilibrium Analyses," *Unpublished Manuscript*, Department of Economics, Stanford University, May 1995b.

Boyd, Roy; Krutilla, Kerry, and Viscusi, W. Kip, "Energy Taxation as a Policy Instrument to Reduce CO_2 Emissions: A Net Benefit Analysis," *Journal of Environmental Economics and Management*, 29(1), July 1995, 1-24.

Brooke, Anthony; Kendrick, David, and Meeraus, Alexander, *GAMS: A User's Guide, Release 2.25* (Danvers, MA.: Boyd & Fraser, 1992).

Cummings, Ronald G.; Elliott, Steven; Harrison, Glenn W., and Murphy, James, "Are Hypothetical Referenda Incentive Compatible?," *Economics Working Paper B-95-11*, Division of Research, College of Business Administration, University of South Carolina, 1995; forthcoming, *Journal of Political Economy*.

Cummings, Ronald G.; Harrison, Glenn W., and Rutström, E. Elisabet, "Homegrown Values

and Hypothetical Surveys: Is the Dichotomous Choice Approach Incentive Compatible?," *American Economic Review*, 85(1), March 1995, 260-266.

Dirkse, Steven P., and Ferris, Michael C., "The PATH Solver: A Non-Monotone Stabilization Scheme for Mixed Complementarity Problems,"*Optimization Methods and Software*, 5, 1995, 123-156.

Espinosa, J. Andrès and Smith, V. Kerry, "Measuring the Environmental Consequences of Trade Policy: A Nonmarket CGE Analysis," *American Journal of Agricultural Economics*, 77, August 1995, 772-777.

Goulder, Lawrence H., "Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader's Guide," *International Tax and Public Finance*, 2, 1995a, 157-183.

Goulder, Lawrence H., "Effects of Carbon Taxes in an Economy with Prior Tax Distortions: An Intertemporal General Equilibrium Analysis," *Journal of Environmental Economics and Management*, 29(3), November 1995b, 271-297.

Harrison, Glenn W., "Environmentally Sensitive Industries and an Emerging Mexico," *North American Journal of Economics and Finance*, 4(1), 1994, 109-126.

Harrison, Glenn W.; Jones, Richard; Kimbell, Larry J., and Wigle, Randall, "How Robust Is Applied General Equilibrium Analysis?" *Journal of Policy Modeling*, 15(1), 1993, 99-115.

Harrison, Glenn W., and Kriström, Bengt., "On the interpretation of responses in contingent valuation surveys," in P-O Johansson, B. Kriström and K-G Mäler (eds.), *Current Issues in Environmental Economics* (New York: Manchester University Press, 1995).

Harrison, Glenn W., and Manning, Richard, "Best Approximate Aggregation of Input-Output Systems," *Journal of the American Statistical Association*, 83, December 1987, 1027-1031.

Harrison, Glenn W.; Rutherford, Thomas F., and Tarr, David, "Piecemeal Trade Reform in the Partially Liberalized Economy of Turkey," *World Bank Economic Review*, 7, May 1993, 191-217.

Harrison, Glenn W.; Rutherford, Thomas F., and Tarr, David G., "Product Standards, Imperfect Competition, and the Completion of the Market in the European Community," *Policy Research Working Paper 1293*, International Economics Department, International Trade Division, The World Bank, April 1994; forthcoming, *Journal of Economic Integration*.

Harrison, Glenn W.; Rutherford, Thomas F., and Tarr, David G., "Quantifying the Outcome of the Uruguay Round," *Finance & Development*, 32(4), December 1995, 32(4), 38-41.

Harrison, Glenn W.; Rutherford, Thomas F., and Tarr, David G., "Quantifying the Uruguay Round," in W. Martin and L.A. Winters (eds.), *The Uruguay Round and the Developing Countries* (New York: Cambridge University Press, 1996).

Harrison, Glenn W.; Rutherford, Thomas F., and Wooton, Ian, "An Alternative Welfare Decomposition for Customs Unions," *Canadian Journal of Economics*, 26(4), November 1993, 961-968.

Harrison, Glenn W., and Vinod, H.D., "The Sensitivity Analysis of Applied General Equilibrium Models: Completely Randomized Factorial Sampling Designs," *The Review of Economics and Statistics*, 74, May 1992, 357-362.

Jorgenson, Dale W., and Wilcoxen, Peter J., "Intertemporal Equilibrium Modeling of Energy and Environmental Policies," in P-O Johansson, B. Kriström and K-G Mäler (eds.), *Current Issues in Environmental Economics* (New York: Manchester University Press, 1995).

Konjunkturinstitutet (KI), *SWEEA: Swedish Economic and Environmental Accounts - Summary* (Stockholm: National Institute of Economic Research, December 1994).

Melo, Jaime de, and Tarr, David, *General Equilibrium Analysis of U.S. Foreign Trade Policy* (Cambridge, MA: MIT Press, 1992).

Nordhaus, William D., "The Swedish Dilemma: Nuclear Energy *v.* The Environment," *Report* to Studieförbundet Näringsliv och Samhälle, Stcokholm, November 29, 1995.

Perroni, Carlo, and Rutherford, Thomas F., "Regular flexibility of nested CES functions," *European Economic Review*, 39, 1995a, 335-343.

Perroni, Carlo, and Rutherford, Thomas F., "A Comparison of the Performance of Flexible Functional Forms For Use in Applied General Equilibrium Analysis," *Discussion Paper 95-6*, Department of Economics, University of Colorado at Boulder, July 1995b.

Pritchett, Lant, and Sethi, Geeta, "Tariff Rates, Tariff Revenue, and Tariff Reform: Some New Facts," *World Bank Economic Review*, 8(1), January 1994, 1-16.

Proposition 1989/90:111. Saml. Regeringens Propositioner Nr 111-122, Band B 17. Sveriges Riksdag, Stockholm, 1990. (In Swedish. Proposals by the Swedish Government to the Swedish Parliament, Nr. 111, 1989/90).

Reinert, K.A. and D.W. Roland-Holst, "Armington Elasticities for the Manufacturing Sectors of the United States," *Journal of Policy Modeling*, 14(5), 1992, 631-639.

Reinert, K.A. and C.R. Shiells, "Trade Substitution Elasticities for Analysis of a North American Free Trade Area," *Unpublished Manuscript*, Office of Economics, U.S. International Trade Commission, January 1991.

Rutherford, Thomas F., "Applied General Equilibrium Modeling With MPSGE as a GAMS Subsystem," *Economics Working Paper 92-15*, Department of Economics, University of Colorado at Boulder, 1992.

Rutherford, Thomas F., "MILES: a Mixed Inequality and nonLinear Equation Solver," *Economics Working Paper*, Department of Economics, University of Colorado at Boulder, August 1993.

Rutherford, Thomas F., "Extensions of GAMS For Complementarity and Variational Problems Arising in Applied Economics," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(8), November 1995, 1299-1324.

Rutherford, Thomas F., Rutström, E. Elisabet, and Tarr, David G., "L'Accord de Libre Echange entre le Maroc et la CEE: Une Evaluation Quantitative," *Revue d'Economie du Developpement*, 2, 1994, 97-133.

Statens Offentliga Utredningar (SOU 1990:59), *Sätt Värde på Miljön: Miljöavgifter och andra Ekonomiska Styrmedel* (In Swedish: Final Report from the Commission on Environmental Charges). Norstedts, Stockholm, 1990.

Statens Offentliga Utredningar (SOU 1994:1776), *Ny Lag om Skatt på Energi: En Teknisk Översyn och EG-anpassning* (In Swedish. Report from the Committee on Energy Taxation, Part 1). Norstedt, Stockholm, 1994.

Treasury of Sweden, "Energi och Miljörelaterade Skatter I Sverige och I OCED-länderna" (In Swedish: "Energy and Environmentally Related Taxes in Sweden and the OECD Countries"), *Unpublished Manuscript*, Treasury of Sweden, August 6 1995, Stockholm.

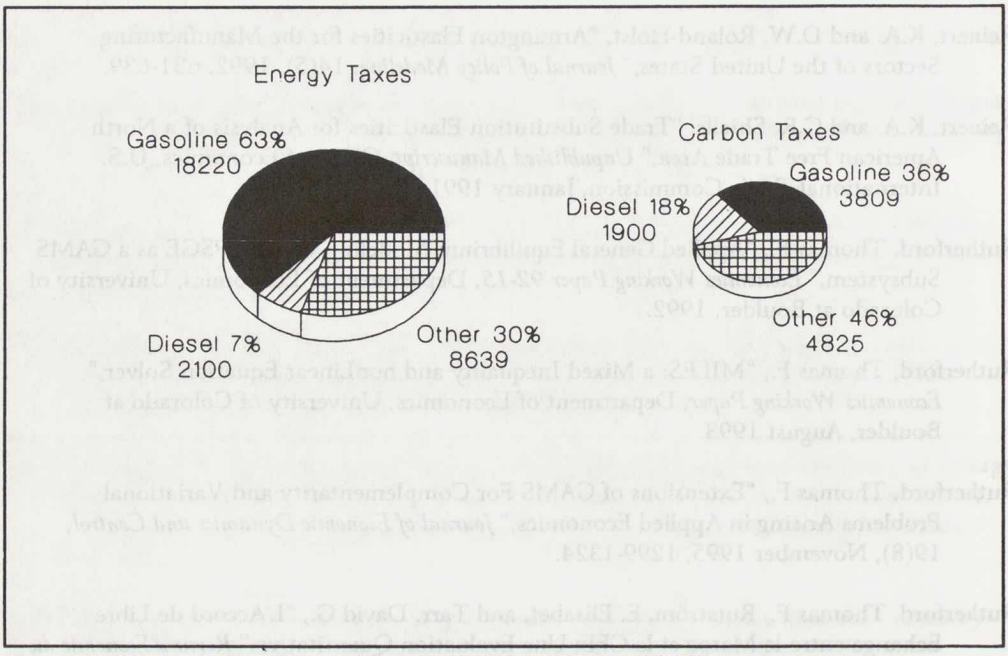


Figure 1: Revenues from Energy Taxes in 1994 (millions of SEK)

Table 1: Sectors in the Swedish Model

JORD	JORDBRUK	Agriculture and Hunting
SKOG	SKOGSBRUK	Forestry and Logging
FSKE	FISKE	Fishing
JARN	JARNGRUVOR	Iron Ore Mining
A ME	A MET.GRUVOR	Other Metal Mining
STEN	STENBROTT A.GR.	Stone Quarrying & Other Non-Metallic Mining
SLAK	SLAKTERIER	Meat Slaughtering
MEJE	MEJERIER	Dairy Products
FRUK	FRUKTKONSERVER	Canning of Fruits & Vegetables
FISK	FISKKONSERVER	Canning of Fish
FETT	FETT OLJOR	Oils and Fats
KVAR	KVARNPRODUKTER	Grain Mill Production
BAGE	BAGERIPROD.	Bakery Products
SOCK	SOCKER	Sugar
CHOK	CHOKLAD KONF.	Confectionary
DIVX	DIV.LIVSMEDEL	Other Food
FODE	FODERMEDEL	Prepared Animal Feeds
DRYC	DRYCKER	Beverages
TOBA	TOBAK	Tobacco
GARN	GARN VAVNAD	Spinning and Weaving
TEXT	TEXTILSOMN.	Textiles Other than Clothing
TRIK	TRIK2VAROR	Hosiery and Knitted Goods
OVRT	OVR TEXTIL	Other Textiles
BEKL	BEKLADNAD	Clothing
LADE	LADER SKOR	Leather and Shoes
S2GV	S2GVERK	Wood Preparations
TRAH	TRAHUS SNICK.	Wooden Building Materials
A TR	A TRAMATERIAL	Other Wooden Materials
OVR	OVR TRAVAROR	Other Wood Products
TRAM	TRAMOBLER	Wooden Furniture
PAPP	PAPPERSMASSA	Paper Pulp
PPPP	PAPPER PAPP	Paper and Board Manufacturing
TRAF	TRAFIBERPL.	Fibreboard
PFRP	PAPPFORP.	Paper Packaging Products
OVRX	OVR. PAPPER	Other Paper Products
GRAF	GRAFISK IND	Printing and Publishing
KEMI	KEMIKALIER	General Chemicals
GODS	GODSELMEDEL	Fertilizers and Pesticides
BASP	BASPLAST	Plastics and Synthetic Fibres
PLAS	PLAST HALVF.	Semi-finished Plastic Products
FARG	FARG	Paints
LAKE	LAKEMEDEL	Drugs and Medicines
TVAT	TVATTMEDEL	Soaps and Detergents
OVRK	OVR KEMIK.	Other Chemical Products
PETR	PETROL.RAFF	Petroleum Refining
SMOR	SMORJMEDEL	Lubricating Oils & Greases
GUMM	GUMMIVAROR	Rubber Products
PLSV	PLASTVAROR	Plastic Products
PORS	PORSLIN	Pottery
GLAS	GLAS	Glass and Glass Products
TEGE	TEGEL	Structural Clay Products
CEME	CEMENT	Cement and Plaster
OVRM	OVR MINERAL	Other Non-Metallic Mineral Products
JRN	JRN O ST2L	Iron and Steel
FERR	FERROLEGERING	Ferro-Alloys Manufacturing
JNGJ	JNGJUTERIER	Iron and Steel Casting
META	METALLVERK	Metal Fabrication
METV	METALLVALSV.	Metal Rolling Mills
I JA	I JARNGJUTERI	Iron and Steel Casting
METR	METALLVAROR	Other Metal Casting
MSKN	MASKINER	Industrial Machinery
ELMO	ELMOTORER	Electrical Machinery
TELE	TELEPRODUKTER	Electronics and Telecommunications
HUSH	HUSH2LLSMASK.	Domestic Eletrical Appliances
OVRE	OVR.ELPROD.	Other Electrical Goods
VARV	VARV B2TAR	Ship Building and Repair
RALS	RALSFORDON	Railroad Building and Repair
BILA	BILAR	Motor Vehicles and Parts
CYKL	CYKLAR	Bicycles and Motorcycles
FLYG	FLYGPLAN	Aircraft Manufacture and Repair
OVRR	OVR TRANSP.M.	Other Transport Equipment
INST	INSTRUMENT	Scientific Instruments
A TI	A TILLVERKN.	Other Manufacturing
EL O	EL O VARMEVERK	Electricity and Steam
GASV	GASVERK	Gas
VATT	VATTENVERK	Water
BYGG	BYGGNAD	Construction
VARU	VARUHANDEL	Trade
HOTE	HOTELL REST.	Hotels and Restaurants
SAMF	SAMFARDSEL	Transport and Storage
POST	POST TELE	Communication
BANK	BANK FORSAKR.	Banks and Insurance
EGNA	EGNAHEM FRITID	Housing
FAST	FASTIGHETSFORVALTN	Other Real Estate
UPPD	UPPDRAGSV.	Business Services
REPA	REPARATIONER	Repair Services
OVRP	OVR. PR. TJ	Personal Services

Table 2: Households in the Swedish Model

S_NC_1	Single adults with no children - first quartile
S_NC_2	Single adults with no children - second quartile
S_NC_3	Single adults with no children - third quartile
S_NC_4	Single adults with no children - fourth quartile
S_C_1	Single adults with children - bottom half
S_C_2	Single adults with children - top half
M_NC_1	Multiple adults with no children - first quartile
M_NC_2	Multiple adults with no children - second quartile
M_NC_3	Multiple adults with no children - third quartile
M_NC_4	Multiple adults with no children - fourth quartile
M_1C_1	Multiple adults with 1 child - first quartile
M_1C_2	Multiple adults with 1 child - second quartile
M_1C_3	Multiple adults with 1 child - third quartile
M_1C_4	Multiple adults with 1 child - fourth quartile
M_2C_1	Multiple adults with 2 children - first quartile
M_2C_2	Multiple adults with 2 children - second quartile
M_2C_3	Multiple adults with 2 children - third quartile
M_2C_4	Multiple adults with 2 children - fourth quartile
M_3C_1	Multiple adults with 3 or more children - first quartile
M_3C_2	Multiple adults with 3 or more children - second quartile
M_3C_3	Multiple adults with 3 or more children - third quartile
M_3C_4	Multiple adults with 3 or more children - fourth quartile
O_NC_1	Others with no children - first quartile
O_NC_2	Others with no children - second quartile
O_NC_3	Others with no children - third quartile
O_NC_4	Others with no children - fourth quartile
O_C_1	Others with children - first quartile
O_C_2	Others with children - second quartile
O_C_3	Others with children - third quartile
O_C_4	Others with children - fourth quartile

Table 3: Benchmark Carbon Taxes (percent)

Purchasing Sector	Input		
	STEN	PETR	GASV
JORD	268	64	61
SKOG		59	61
FSKE		66	61
JARN	268	84	61
A ME	268	90	61
STEN		67	61
SLAK	67	19	15
MEJE	67	20	15
FRUK	67	21	15
FISK	67	19	15
FETT	67	20	15
KVAR	67	18	15
BAGE	67	18	15
SOCK	67	24	15
CHOK	67	22	15
DIVX	67	20	15
FODE	67	21	15
DRYC	67	20	15
TOBA	67	20	15
GARN		22	15
TEXT		17	15
TRIK		18	15
OVRT		19	15
BEKL		15	15
LADE		15	15
S2GV	67	18	15
TRAH	67	18	15
A TR	67	23	15
OVR	67	16	15
TRAM	67	17	15
PAPP	67	24	15
PPPP		24	15
TRAF	67	25	15
PFRP	67	21	15
OVRX	67	19	15
GRAF	67	13	15
KEMI	67	20	15
GODS	67	19	15
BASP	67	23	15
PLAS	67	21	15
FARG	67	15	15
LAKE	67	22	15
TVAT	67	15	15
OVRK	67	20	15
PETR		25	15
SMOR	67	21	15
GUMM	67	18	15
PLSV	67	17	15
PORS		18	15
GLAS		20	15
TEGE		19	15
CEME		20	15
OVRM		19	15
JRN	67	20	15
FERR	67	20	15
JNGJ	67	21	15
META	67	20	15
METV	67	20	15
I JA	67	20	15
METR	67	17	15
MSKN	67	16	15
ELMO	67	14	15
TELE	67	17	15
HUSH	67	17	15
OVRE	67	16	15
VARV	67	18	15
RALS	67	18	15
BILA	67	16	15
CYKL	67	18	15
FLYG	67	14	15
OVRR	67	18	15
INST	67	12	15
A TI		16	15
EL O		87	61
GASV	268	87	61
VATT			61
BYGG		58	61
VARU		55	61
HOTE		55	61
SAMF		66	61
POST		55	61
BANK		55	61
EGNA		76	61
FAST		76	61
UPPD		55	61
REPA		55	61
OVRP	268	55	61

Table 4: Benchmark Energy and Sulphur Taxes (percent)

(a) Energy Taxes

Purchasing Sector	Input STEN	PETR	GASV
JORD	77	108	16
SKOG		117	16
FSKE		111	16
JARN	77		16
A_ME	77		16
STEN	77		16
EL_O	77	68	16
GASV	77	68	16
VATT			16
BYGG		112	16
VARU		110	16
HOTE		110	16
SAMF		109	16
POST		110	16
BANK		110	16
EGNA		70	16
FAST		70	16
UPPD		110	16
REPA		110	16
OVRP	77	110	16

(b) Sulphur Taxes

Purchasing Sector	Input STEN	PETR
JORD	56	0.5
SKOG		0.2
JARN	56	5
A_ME	56	7
STEN	56	0.3
EL_O		7
GASV	56	7
BYGG		0.1
SAMF		3
EGNA		2
FAST		2
OVRP	56	

Table 5: Simulation Scenarios

BENCH	Maintain all policies at their initial level and replicate the benchmark economy.
CTAX	Remove the existing structure of carbon taxes in Sweden. Increase labor taxes to maintain constant government revenue.
ETAX	Remove energy taxes, increasing labor taxes to replace any lost revenue.
ALLTAX	Remove energy taxes, carbon taxes, and sulphur taxes, increasing labor taxes to replace any lost revenue.
C100	Increase the existing structure of carbon taxes in Sweden by 100% above their benchmark rates, maintaining the existing exemptions from carbon taxes. Reduce labor taxes to maintain constant government revenue.
C100V	Same as C100, except use proportional adjustments in the VAT to ensure that government revenue is unchanged from the benchmark. These VAT adjustments are proportionally the same across all sectors to which the VAT is applied.
C100LS	Same as C100, except use a lump-sum tax to ensure that government revenue is unchanged from the benchmark. Each household pays the lump-sum tax in proportion to their benchmark income.
C50	Same as C100, except have a 50% increase in existing carbon taxes.
C150	Same as C100, except have a 150% increase in existing carbon taxes.
C200	Same as C100, except have a 200% increase in existing carbon taxes.
C250	Same as C100, except have a 250% increase in existing carbon taxes.
C300	Same as C100, except have a 300% increase in existing carbon taxes.
EXEMPT	Remove exemptions from carbon taxes applied to Manufacturing sectors.
E100	Same as C100, except that there are no exemptions for Manufacturing.
E100V	Save as C100V, except that there are no exemptions for Manufacturing.
E100LS	Same as C100LS, except that there are no exemptions for Manufacturing.
N100	Same as C100, except that the activity level of the Electricity sector must be maintained at no more than 100% of it's benchmark level to reflect the constraint of no *expansion* of nuclear power.
N75	Same as N100, except that Electricity only be allowed to produce 75% of it's benchmark output.
NU75	Constrain Electricity to produce no more than 75% of it's benchmark output.
UR	Shock world prices facing Sweden as the result of the completion of the Uruguay Round.
C100UR	Same as C100, but also shock world prices as in UR.
EN10	Shock world prices due to a global policy of an additive 10% tax on Energy Products.
C100EN10	Same as C100, but also shock world prices as in EN10.
EN10D	Shock world prices due to a Developing Countries policy of an additive 10% tax on Energy Products.
C100EN10D	Same as C100, but also shock world prices as in EN10D.

Table 6: Labor Types in the Swedish Model (percent employment in sector)

	Blue Collar			White Collar					
Sector	L_BC_U	L_BC_S	L_BC	L_WC_U	L_WC_SS	L_WC_S	L_WC	L_EMP	L_SE
JORD	18	11	29	6	4	6	16	46	54
SKOG	40	15	55	10	12	11	33	89	11
FSKE	25	3	28	4	5	56	65	92	8
JARN	35	30	65	6	17	8	31	97	3
A_ME	35	34	69	7	13	7	27	96	4
STEN	26	15	40	16	18	19	52	93	7
SLAK	41	25	66	11	8	9	28	94	6
MEJE	47	7	54	18	12	12	41	95	5
FRUK	41	7	48	17	13	17	47	95	5
FISK	56	4	60	11	8	13	33	93	7
FETT	32	13	45	13	18	19	50	95	5
KVAR	31	15	46	12	13	22	47	93	7
BAGE	40	23	63	14	6	10	30	93	7
SOCK	32	25	57	9	14	13	37	94	6
CHOK	48	8	56	15	11	13	39	94	6
DIVX	39	8	47	18	12	16	47	94	6
PODE	38	11	50	20	9	16	45	95	5
DRYC	43	8	52	15	13	14	41	93	7
TOBA	45	14	59	8	13	15	37	96	4
GARN	55	7	63	12	10	10	32	95	5
TEXT	55	8	64	12	6	12	31	94	6
TRIK	61	7	67	11	8	9	29	96	4
OVRT	42	10	51	11	12	20	43	95	5
BEKL	57	10	67	10	7	11	27	94	6
LADE	58	8	66	9	5	14	28	95	5
S2GV	60	13	73	8	6	8	22	96	4
TRAH	30	34	64	10	11	11	32	96	4
A_TR	56	16	72	8	9	8	24	96	4
OVR	57	11	68	8	9	9	26	94	6
TRAM	42	27	69	8	8	11	26	95	5
PAPF	34	31	65	10	15	8	32	97	3
PPPF	40	21	62	11	14	10	35	97	3
TRAF	45	22	67	9	11	10	29	96	4
PFRP	37	17	55	13	14	14	41	96	4
OVRX	38	20	58	13	10	16	38	96	4
GRAF	14	29	43	17	22	12	50	93	7
KEMI	18	20	38	13	23	21	57	95	5
GODS	26	27	53	9	15	17	41	95	5
BASP	24	25	49	13	21	13	47	96	4
PLAS	43	13	56	11	12	16	40	95	5
FARG	31	6	37	19	19	20	58	94	6
LAKE	15	6	20	13	27	35	75	96	4
TVAT	33	4	37	25	13	20	57	94	6
OVRK	35	14	49	13	17	17	47	96	4
PETR	13	23	35	10	35	14	60	95	5
SMOR	31	10	40	17	20	18	54	94	6
GUMM	54	6	61	9	12	12	34	95	5
PLSV	49	12	61	10	11	12	33	94	6
PORS	48	13	61	10	12	13	35	96	4
GLAS	51	17	68	8	10	10	28	96	4
TEGE	42	14	56	15	12	13	40	96	4
CEME	32	22	54	12	14	16	42	96	4
OVRM	44	15	59	11	14	11	36	96	4
JRN	40	23	63	9	15	10	34	97	3
FERR	43	24	67	10	9	9	28	95	5
JNGJ	45	24	68	7	11	8	26	94	6
META	42	24	67	9	12	8	29	96	4
METV	43	17	60	11	14	11	36	96	4
I_JA	47	23	70	6	11	8	25	95	5
METR	31	31	62	8	12	12	32	95	5
MSKN	16	31	48	10	21	17	48	95	5
ELMO	17	27	44	9	25	18	52	95	5
TELE	15	16	31	10	31	23	63	95	5
HUSH	33	28	60	9	14	11	34	94	6
OVRE	27	23	49	10	21	15	46	95	5
VARV	15	41	56	7	17	14	38	94	6
RALS	17	48	65	6	16	9	31	96	4
BILA	34	22	57	6	20	12	38	95	5
CYKL	44	13	57	13	12	14	39	96	4
FLYG	12	28	39	8	31	18	57	97	3
OVRR	41	20	61	10	11	15	35	96	4
INST	12	21	33	11	26	24	62	95	5
A_TI	33	23	56	10	9	16	38	94	6
EL_O	7	28	35	11	36	14	61	97	3
GASV	4	15	19	11	28	35	74	93	7
VATT	6	46	53	9	27	8	44	97	3
BYGG	19	11	30	10	29	21	60	90	10
VARU	26	8	35	26	11	21	59	94	6
HOTE	25	27	52	12	13	10	35	88	12
SAMF	40	9	49	17	11	15	44	93	7
POST	54	2	56	17	13	10	40	96	4
BANK	2	1	2	27	37	30	93	95	5
EGNA	26	15	41	19	19	15	53	94	6
FAST	5	3	8	19	26	38	83	91	9
UPPD	6	46	53	13	7	21	41	94	6
REPA	23	20	43	15	5	30	49	93	7
OVRP	26	15	40	16	18	19	52	93	7
TOTAL	26	15	41	16	18	19	54	95	8

Table 7: Carbon Emissions in the Swedish Model

Sectors	Aggregate Emissions (1000 tons)	Percent of Domestic Emissions	Rank of Percent of Emissions	Cumulative Percent	Emissions per bill. SEK output	Rank of Per Unit Emissions
JORD	1388	3	10	77	29	21
SKOG	424	1	21	88	16	25
FSKE	192		34	95	96	11
JARN	266	1	27	92	73	13
A_ME	214		29	93	70	14
STEN	70		47	97	3	62
SLAK	113		38	96	3	64
MEJE	116		36	95	5	48
FRUK	57		52	98	5	47
FISK	39		61	99	5	44
FETT	38		62	99	6	40
KVAR	35		65	99	7	35
BAGE	98		41	96	6	42
SOCK	116		37	96	48	17
CHOK	57		53	98	6	39
DIVX	60		48	98	6	41
FODE	47		56	98	7	36
DRYC	98		42	97	3	59
TOBA	33		67	99	2	69
GARN	59		51	98	8	32
TEXT	17		80	100	3	66
TRIK	18		78	100	1	81
OVRT	19		77	100	3	65
BEKL	7		84	100		86
LADE	3		86	100		85
S2GV	98		40	96	4	51
TRAH	45		58	99	5	49
A_TR	27		70	100	6	38
OVR	6		85	100	2	77
TRAM	28		69	99	1	79
PAPP	434	1	20	87	32	20
PPPP	398	1	22	89	9	30
TRAF	368	1	23	90	646	4
PFRP	95		43	97	15	26
OVRX	79		45	97	6	43
GRAF	105		39	96	2	70
KEMI	74		46	97	3	55
GODS	16		81	100	5	46
BASP	39		60	99	3	63
PLAS	53		54	98	5	45
FARG	21		73	100	3	57
LAKE	60		49	98	3	58
TVAT	17		79	100	2	71
OVRK	48		55	98	3	56
PETR	81		44	97	1	80
SMOR	59		50	98	16	24
GUMM	23		72	100	2	72
PLSV	46		57	99	3	61
PORS	179		35	95	65	15
GLAS	326	1	24	90	41	19
TEGE	213		30	93	147	8
CEME	725		28	92	166	7
OVRM	316	1	25	91	24	22
JRN	2404	5	3	49	64	16
FERR	2404	5	3	49	1565	1
JNGJ	2348	5	5	58	1220	3
META	2170	4	6	63	264	5
METV	2160	4	7	67	217	6
I_JA	2155	4	8	71	1289	2
METR	208		33	94	3	68
MSKN	211		31	94	2	76
ELMO	20		74	100	2	75
TELE	33		68	99	1	83
HUSH	12		82	100	2	73
OVRE	37		63	99	1	78
VARV	37		64	99	5	50
RALS	33		66	99	8	31
BILA	209		32	94	2	74
CYKL	19		76	100	7	34
FLYG	44		59	99	3	67
OVRR	20		75	100	22	23
INST	24		71	100	1	82
A_TI	8		83	100	1	84
EL_O	9622	19	2	44	136	9
GASV	266	1	26	91	134	10
VATT			87	100		87
BYGG	1474	3	9	74	8	33
VARU	538	1	12	79	47	18
HOTE	538	1	12	79	12	28
SAMF	12352	25	1	25	80	12
POST	538	1	12	79	12	29
BANK	538	1	12	79	7	37
EGNA	459	1	18	85	4	54
FAST	459	1	18	85	4	52
UPPD	538	1	12	79	3	60
REPA	538	1	12	79	14	27
OVRP	538	1	11	78	4	53
TOTAL	50029	100				

Table 8: Welfare Impact of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100)

	Percent Share of...		Utility	EV in SEK per...	
Household	Households	Individuals	Index	Individual	Household
S_NC_1	9.2	4.2	99.7	-415.0	-415.0
S_NC_2	9.1	4.2	99.8	-283.0	-283.0
S_NC_3	9.1	4.2	99.8	-409.0	-409.0
S_NC_4	9.2	4.2	99.9	-345.0	-345.0
S_C_1	1.8	1.9	99.8	-226.0	-521.0
S_C_2	1.8	2.2	99.7	-431.0	-1164.0
M_NC_1	7.3	6.7	99.5	-617.0	-1234.0
M_NC_2	7.4	6.8	99.7	-464.0	-928.0
M_NC_3	7.3	6.7	99.6	-653.0	-1307.0
M_NC_4	7.3	6.7	99.7	-693.0	-1387.0
M_1C_1	1.9	2.6	99.6	-386.0	-1157.0
M_1C_2	1.9	2.5	99.6	-448.0	-1343.0
M_1C_3	1.9	2.6	99.6	-537.0	-1611.0
M_1C_4	1.9	2.6	99.6	-762.0	-2287.0
M_2C_1	2.4	4.4	99.5	-416.0	-1666.0
M_2C_2	2.4	4.4	99.5	-481.0	-1924.0
M_2C_3	2.4	4.4	99.4	-602.0	-2407.0
M_2C_4	2.4	4.4	99.4	-758.0	-3033.0
M_3C_1	1.1	2.5	99.6	-299.0	-1557.0
M_3C_2	1.1	2.5	99.6	-363.0	-1887.0
M_3C_3	1.1	2.5	99.5	-461.0	-2397.0
M_3C_4	1.1	2.6	99.5	-537.0	-2900.0
O_NC_1	1.4	1.4	99.7	-436.0	-959.0
O_NC_2	1.4	1.7	99.7	-418.0	-1128.0
O_NC_3	1.4	1.8	99.7	-542.0	-1571.0
O_NC_4	1.4	2.1	99.7	-562.0	-1911.0
O_C_1	0.9	1.6	99.7	-348.0	-1323.0
O_C_2	0.9	1.8	99.7	-320.0	-1375.0
O_C_3	0.9	1.8	99.7	-456.0	-1963.0
O_C_4	0.9	1.9	99.6	-569.0	-2562.0

Table 9: Sectoral Impact of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100)

Sector	IPRICE%	VA%	IMP%	EXP%	CO2_D	CO2_F	CO2_W
JORD				-1	-1	1	
SKOG	-1		-1				-1
FSKE				-1	-1		-1
JARN		-1		-2	-4		-4
Å ME				-1			
STEN		-6	-7	-7	-5	-8	-13
SLÅK	-1						
MEJE				-1			
FRUK	-1						
FISK	-1						
FETT	-1						
KVÄR	-1						
BAGE	-1						
SOCK	-1			-1			
CHOK	-1						
DIVX	-1						
DRYC	-1						
TOBA	-1	1					
GARN	-1						
TEXT	-1	1	-1				
TRIK	-1	1		1			
OVRT	-1	1					
BEKL	-1	1					
LADE	-1	1					
S2GV	-1		-1				
TRAH				-1			
Å TR	-1						
OVR	-1						
TRAM	-1						
PAPP			-1	-1	-2		-2
PPPP				-1	-2		-1
TRAF	-1				1		1
OVRX	-1	1					
GRAF	-1						
KEMI				-2			
GODS				-1			
BASP	-1						
PLAS	-1	1					
LAKE	-1	1		1	1		1
TVÄT	-1						
OVRK	-1		-1				
PETR	18	-9	-2	-23	-11		-11
SMÖR			-1	-1			
GUMM	-1						
PLSV	-1	1					
PORS	-1				1		1
GLAS							1
TEGE				-1	-1		
CEME			-1	-1	-1		-1
OVRM				-1			
JRN				-1	-6	1	-4
FERR	-1				3	-1	2
JNGJ	-1	1			11	2	13
META					4	2	6
METV	-1				7	4	11
I JA	-1	1			11	2	13
METR	-1						1
MSKN	-1	1			1		1
ELMO	-1	1					
TELE	-1	1		1			
HUSH	-1	1		1			
OVRE	-1	1					
VARV	-1						
RALS	-1		-1				
BILA	-1	1		1	2		2
CYKL	-1	1		1			
FLYG	-1		-1				
OVRR	-1						
INST	-1	1					
A TI	-1						
EL O				-1	-5		-5
GASV	16	-1			-13		-13
BYGG	-1				1		1
VARU			-1	-1	-2		-2
HOTE	-1				1		1
SAMF				-1	-57		-57
POST	-1				1		1
EGNA	-1	1			3		3
FAST	-1				1		1
UPPD	-1				1		1
REPA	-1				2		2
OVRP	-1	1			2		3
TOTAL					-52	6	-47

Table 10: Impacts on Welfare and Aggregate Carbon Emissions of All Scenarios

	Aggregate Welfare Impact		Aggregate CO2 Emissions		
Scenario	b.SEK	%	Domestic	Foreign	Global
BENCH			50029.4	11786.3	61815.7
C100	-3.9	-0.3	-52.2	5.6	-46.6
C50	-1.9	-0.2	-18.9	4.1	-14.8
C100	-3.9	-0.3	-52.2	5.6	-46.6
C150	-6.0	-0.5	-95.4	5.2	-90.2
C200	-8.0	-0.7	-145.7	3.5	-142.2
C250	-10.1	-0.9	-201.1	0.8	-200.3
C300	-12.0	-1.1	-260.3	-2.7	-263.0
C100V	-4.3	-0.4	-99.0	-2.4	-101.4
C100LS	-4.6	-0.4	-118.7	-11.6	-130.2
EXEMPT	-4.6	-0.4	-93.8	5.3	-88.5
CTAX	2.9	0.3	-42.7	-22.5	-65.2
ETAX	2.5	0.2	-17.2	-12.6	-29.8
ALLTAX	3.8	0.3	-188.2	-57.7	-245.9
E100	-9.6	-0.8	-238.2	1.4	-236.8
E100V	-10.2	-0.9	-330.0	-14.2	-344.2
E100LS	-10.9	-1.0	-369.4	-32.5	-401.9
N100	-3.9	-0.3	-47.2	5.8	-41.4
N75	-7.8	-0.7	-229.3	12.6	-216.7
NU75	-3.8	-0.3	-180.6	6.4	-174.2
UR	-0.5		6.3	-8.3	-1.9
C100UR	-4.4	-0.4	-49.2	-3.3	-52.5
EN10	0.9	0.1	-87.5	1.1	-86.4
C100EN10	-3.3	-0.3	-125.6	4.9	-120.7
EN10D	0.4		-75.1	-16.1	-91.2
C100EN10D	-3.9	-0.3	-114.5	-12.4	-126.9

Table 11: Detailed Carbon Tax Revenue Effects of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100)

Sector	Benchmark Revenues (b.SEK)				Change in Scenario C100 (b.SEK)			
	STEN	PETR	GASV	TOTAL	STEN	PETR	GASV	TOTAL
JORD	0.496	0.704		1.200	0.495	0.646		1.141
SKOG		0.222		0.222		0.203		0.203
FSKE		0.095		0.095		0.086		0.086
JARN	0.105	0.061		0.165	0.101	0.054		0.155
A_ME	0.013	0.045		0.058	0.014	0.041		0.055
STEN		0.058		0.058		0.047		0.047
SLAK		0.020	0.003	0.022		0.018	0.002	0.020
MEJE		0.019	0.005	0.023		0.017	0.004	0.021
FRUK		0.007	0.009	0.017		0.007	0.009	0.016
FISK		0.002		0.002		0.002		0.002
FETT		0.007	0.003	0.010		0.007	0.002	0.009
KVAR		0.002		0.002		0.001		0.001
BAGE		0.016	0.003	0.020		0.015	0.003	0.019
SOCK	0.009	0.012	0.014	0.035	0.008	0.011	0.013	0.032
CHOK		0.005	0.001	0.005		0.004		0.004
DIVX		0.007	0.001	0.008		0.007		0.007
FODE		0.005	0.001	0.006		0.004	0.002	0.006
DRYC		0.013	0.006	0.019		0.013	0.005	0.018
TOBA				0.001		0.001	0.001	0.002
GARN		0.013	0.001	0.014		0.011	0.002	0.013
TEXT		0.001		0.001		0.001		0.001
TRIK		0.001		0.002		0.002		0.002
OVRT		0.004		0.004		0.003		0.004
BEKL		0.002		0.002		0.002	0.001	0.003
LADE		0.001		0.001		0.001		0.001
S2GV		0.022		0.022		0.021		0.021
TRAH		0.009		0.009		0.008		0.008
A_TR		0.006		0.006		0.006		0.006
OVR		0.002		0.002		0.002		0.002
TRAM		0.007		0.007		0.006		0.006
PAPP	0.028	0.046		0.074	0.028	0.042		0.070
PPPP		0.107	0.010	0.116		0.097	0.008	0.105
TRAF		0.001		0.001				
PFRP		0.007	0.002	0.009		0.006	0.002	0.008
OVRX	0.001	0.004		0.005		0.004		0.005
GRAF		0.016		0.017		0.015		0.016
KEMI	0.204	0.249	0.001	0.454	0.201	0.226		0.428
GODS	0.045	0.008	0.001	0.054	0.045	0.007	0.001	0.053
BASP	0.003	0.010	0.002	0.016	0.004	0.010	0.002	0.015
PLAS	0.007	0.007	0.002	0.015	0.006	0.006	0.001	0.014
FARG	0.003	0.009	0.001	0.012	0.004	0.007		0.011
LAKE		0.009		0.009		0.008		0.008
TVAF		0.002		0.002		0.001		0.002
OVRK	0.021	0.009	0.003	0.033	0.022	0.008	0.003	0.033
PETR		0.188		0.188		0.123		0.123
SMOR	0.243	0.024	0.002	0.269	0.240	0.023	0.002	0.265
GUMM	0.002	0.004		0.006	0.002	0.004		0.006
PLSV		0.009		0.009		0.008		0.008
PORS		0.004		0.004		0.003		0.003
GLAS		0.024		0.024		0.021		0.021
TEGE		0.004	0.003	0.008		0.005	0.003	0.008
CEME		0.007		0.007		0.007		0.007
OVRM		0.043	0.002	0.045		0.039	0.002	0.041
JRN	0.145	0.125	0.006	0.275	0.144	0.114	0.005	0.263
FERR	0.003			0.003	0.002	0.001		0.003
JNGJ	0.018	0.003		0.021	0.018	0.003		0.021
META	0.028	0.010	0.002	0.039	0.028	0.008	0.001	0.038
METV		0.007		0.007		0.007		0.007
I_JA	0.013	0.002		0.015	0.013	0.003		0.015
METR	0.002	0.053	0.002	0.057	0.002	0.048	0.002	0.053
MSKN	0.006	0.048	0.002	0.057	0.006	0.045	0.002	0.054
ELMO		0.003		0.003		0.002		0.002
TELE		0.005		0.005		0.006		0.006
HUSH		0.001		0.001		0.001		0.001
OVRE	0.017	0.008		0.024	0.017	0.007		0.023
VARV		0.005	0.001	0.006		0.004		0.005
RALS		0.004		0.004		0.003		0.003
BILA	0.016	0.049	0.007	0.072	0.016	0.045	0.007	0.069
CYKL				0.001		0.001		0.001
FLYG		0.003		0.003		0.003		0.003
OVRR						0.001		0.001
INST		0.004		0.004		0.003		0.003
A_TI		0.003		0.003		0.002		0.002
EL_O		1.156	0.473	1.630		1.060	0.438	1.498
GASV		0.618		0.618		0.517		0.517
BYGG		1.599		1.599		1.467		1.467
VARU		1.572	0.085	1.657		1.430	0.078	1.508
HOTE		0.227	0.022	0.249		0.209	0.020	0.230
SAMF		4.183		4.183		3.809		3.809
POST		0.101		0.101		0.092		0.092
BANK		0.169	0.004	0.174		0.156	0.004	0.160
FAST		0.746	0.037	0.783		0.687	0.034	0.720
UPPD		0.659	0.022	0.681		0.605	0.020	0.625
REPA		0.091		0.091		0.083		0.083
OVRP	0.142	0.481		0.623	0.143	0.445		0.588
TOTAL	1.568	14.096	0.740	16.405	1.559	12.787	0.686	15.032

Table 12: Sectoral Impact of Repeal of Carbon Taxes (Scenario CTAX)

Sector	IPRICE%	VA%	IMP%	EXP%	CO2_D	CO2_F
JORD				1	-1	-2
SKOG	1		1	1		
FSKE				2	1	
JARN		1		2	2	
A_ME	1				-1	-1
STEN	1	10	12	12	8	14
SLAK	1	-1				
MEJE	1	-1				
FRUK	1	-1				
FISK	1	-1				
FETT	1	-1				
KVAR	1	-1				
BAGE	1	-1			-1	
SOCK				1		
CHOK	1	-1				
DIVX	1	-1				
FODE	1					
DRYC	1	-1			-1	
TOBA	1	-1		-1		
GARN	1	-1				
TEXT	1	-1	1	-1		
TRIK	1	-1		-1		
OVRT	1	-1				
BEKL	1	-1				
LADE	1	-1				
S2GV	1		1	1		
TRAH	1		1	1		
A_TR	1					
OVR_	1					
TRAM	1	-1				
PAPP			1	1	2	
PPPP				1	1	
TRAF	1	-1			-2	
PFRP	1					
OVRX	1	-1			-1	
GRAF	1	-1				
KEMI				1		
GODS				1		
BASP	1	-1				
PLAS	1	-1				
FARG	1	-1				
LAKE	1	-1		-1	-1	
TVAT	1	-1				
OVRK	1	-1	1			
PETR	-19	14	3	39	18	
SMOR				1		
GUMM	1	-1				
PLSV	1	-1				
PORS	1	-1			-1	
GLAS	1	-1			-1	
TEGE				1		-1
CEME			1	1	1	
OVRM	1			1		
JRN_				1	-2	-3
FERR	1	-1			-12	-5
JNGJ	1	-1			-16	-3
META	1	-1			-11	-5
METV	1	-1			-12	-7
I_JA	1	-1			-17	-3
METR	1	-1			-1	
MSKN	1	-1			-1	
ELMO	1	-1		-1		
TELE	1	-1		-1		
HUSH	1	-1		-1		
OVRE	1	-1				
VARV	1	-1				
RALS	1		1			
BILA	1	-1		-1	-2	
CYKL	1	-1		-1		
FLYG	1	-1	1			
OVRR	1	-1				
INST	1	-1		-1		
A_TI	1	-1				
EL_O	1				-15	
GASV	-15	1			15	
VATT	1					
BYGG	1				-1	
VARU	1		1	1	2	
HOTE	1	-1			-3	
SAMF				1	40	-3
POST	1	-1			-3	
BANK	1				-1	
EGNA	1	-1			-4	
FAST	1	-1			-2	
UPPD	1				-2	
REPA	1	-1			-3	
OVRP	1	-1			-4	-1
TOTAL					-43	-23

Table 13: Sectoral Changes in Carbon Dioxide Emissions from Tax Removal (kTons)

Sector	C100	CTAX	ETAX	ALLTAX
JORD	-0.8	-1.3	-0.3	-4.2
SKOG	-0.4	0.1		-0.5
FSKE	-1.0	0.9	0.6	1.3
JARN	-3.7	2.2	0.8	-0.3
A ME	-0.2	-0.6	-0.4	-2.2
STEN	-4.6	7.9	2.7	13.1
SLAK	0.2	-0.5	-0.3	-1.1
MEJE	0.1	-0.3	-0.2	-0.8
FRUK	0.1	-0.3	-0.2	-0.6
FISK	0.1	-0.2	-0.1	-0.5
FETT	0.1	-0.2	-0.1	-0.5
KVAR	0.1	-0.2	-0.1	-0.4
BAGE	0.3	-0.6	-0.3	-1.3
SOCK	-0.4	0.1		-0.3
CHOK	0.2	-0.3	-0.2	-0.7
DIVK	0.2	-0.3	-0.2	-0.7
FODE		-0.1	-0.1	-0.3
DRYC	0.3	-0.6	-0.4	-1.4
TOBA	0.2	-0.3	-0.1	-0.5
GARN	0.2	-0.4	-0.2	-0.8
TEXT	0.1	-0.1	-0.1	-0.3
TRIK	0.1	-0.2	-0.1	-0.3
OVRT	0.1	-0.1	-0.1	-0.3
BEKL		-0.1		-0.1
S2GV		-0.1	-0.1	-0.2
TRAH				-0.1
A TR		-0.1		-0.2
TRAM	0.1	-0.2	-0.1	-0.3
PAPP	-2.2	1.7	0.8	1.2
PPPP	-1.5	0.8	0.3	-0.3
TRAF	1.0	-1.7	-1.1	-3.7
PFRP	0.1	-0.2	-0.1	-0.5
OVRX	0.3	-0.5	-0.3	-1.2
GRAF	0.2	-0.4	-0.2	-0.9
KEMI	-0.5	0.3	0.2	0.3
GODS				-0.1
BASP	0.1	-0.3	-0.2	-0.6
PLAS	0.2	-0.4	-0.2	-0.8
FARG		-0.1		-0.2
LAKE	0.7	-1.0	-0.7	-2.2
TVAT	0.1	-0.1	-0.1	-0.2
OVRK	0.1	-0.2	-0.2	-0.6
PETR	-11.1	17.5	10.6	35.8
SMOR	-0.2	0.1	0.1	0.1
GUMM	0.1	-0.1	-0.1	-0.3
PLSV	0.2	-0.3	-0.2	-0.7
PORS	0.5	-1.0	-0.6	-2.3
GLAS	0.5	-1.2	-0.6	-2.7
TEGE	-0.6		-0.1	-0.8
CEME	-1.0	0.9	0.4	1.0
OVRM	-0.3	-0.1	0.1	-0.4
JRN	-5.7	-2.4	-2.9	-18.6
FERR	2.9	-11.9	-8.3	-33.5
JNGJ	11.2	-18.2	-12.8	-41.5
META	4.4	-11.4	-7.3	-28.4
METV	6.6	-11.8	-6.9	-25.4
I JA	10.7	-17.4	-11.5	-38.3
METR	0.5	-0.8	-0.6	-1.9
MSKN	0.9	-1.4	-1.0	-3.2
ELMO	0.1	-0.2	-0.1	-0.4
TELE	0.2	-0.3	-0.2	-0.7
HUSH	0.1	-0.1	-0.1	-0.3
OVRE	0.2	-0.3	-0.2	-0.6
VARV	0.1	-0.2	-0.1	-0.5
RALS				-0.1
BILA	1.5	-2.4	-1.6	-5.2
CYKL	0.1	-0.2	-0.1	-0.4
FLYG	0.2	-0.2	-0.2	-0.5
OVRR	0.1	-0.1	-0.1	-0.3
INST	0.1	-0.2	-0.1	-0.4
A TI				-0.1
EL O	-4.9	-15.1	-4.0	-40.0
GASV	-13.1	14.9	5.2	20.6
BYGG	0.6	-1.4	-0.5	-2.6
VARU	-1.8	2.4	3.7	8.7
HOTE	1.3	-2.6	-1.3	-5.5
SAMF	-56.9	40.0	35.4	53.5
POST	1.4	-2.6	-1.3	-5.2
BANK	0.1	-1.1	-0.2	-2.3
EGNA	2.8	-4.3	-2.4	-8.5
FAST	1.0	-2.0	-0.9	-4.0
UPPD	1.1	-2.0	-1.0	-4.0
REPA	1.7	-3.0	-1.5	-6.0
OVRP	2.4	-4.0	-2.2	-8.0
TOTAL	-52.2	-42.7	-17.2	-188.2

Table 14: Sectoral Impact of Doubling the Carbon Tax with a Nuclear Shutdown (Scenario N75)

Sector	IPRICE%	VA%	IMP%	EXP%	CO2_D	
FRUK	-1	1		1	1	
FISK	-2	2		1	1	
FETT	-1	1		1		
KVAR	-1	1				
BAGE	-1	1	-1	1	1	
SOCK		1		-1		
CHOK	-1	2			1	
DIVX	-2	1			1	
FODE	-1	1	-1			
DRYC	-2	2		2	2	
TOBA	-2	2		3	1	
GARN	-1	1		1	1	
TEXT	-2	2	-2	3		
TRIK	-2	2	-1	4		
OVRT	-2	1	-1	1		
BEKL	-2	2		2		
LADE	-2	2		2		
S2GV	-5	1	-4	1	1	
TRAH	-1		-2	-2		
A_TR	-2	1				
OVR	-2	1	-1			
TRAM	-2	2				
PAPP	-1	-7	-8	-8	-33	-2
PPPP	6	-8	4	-12	-35	1
TRAF				-2	-1	1
PFRP	1	1	-1	-1		
OVRX			-1	-2		
GRAF	-1	1	-1		1	
KEMI		-1	-1	-3	-1	
GODS	-1	1	-1	-1		
BASP	-1	1				
PLAS	-1	2	-1	1	1	
FARG	-2	1	-1			
LAKE	-2	5	-1	5	3	
TVAT	-2	2		1		
OVRK	-2	2	-1	2	1	
PETR	17	-8	-2	-22	-11	
SMOR	-1	1	-1	-1		
GUMM	-2	2		1		
PLSV	-1	2		1	1	
PORS	-1	2	-1	1	2	
GLAS	-1	1			3	1
TEGE	-1		-1	-1	-1	-1
CEME	-2	-2	-1	-6	-7	
OVRM	-1		-1	-1	-2	
JRN	2	-2		-6	-78	4
FERR	2	-4	-2	-8	-124	-13
JNGJ		2	1	-1	24	9
META	1	-1	-1	-3	-36	2
METV	-1	1			11	7
I_JA		2	1		24	7
METR	-1	1	-1		1	
MSKN	-2	2	-1	1	3	
ELMO	-2	3		3		
TELE	-2	3		3	1	
HUSH	-2	3	-1	4		
OVRE	-2	1	-1	1		
VARV	-2	2		1		
RALS	-1	1	-1			
BILA	-2	3		3	6	
CYKL	-2	2	-1	4		
FLYG	-2	2	-1	2	1	
OVRR	-2	2	-1	1		
INST	-2	3		3	1	
A_TI	-1	1				
EL_O	55	-25	1	-42	-5	3
GASV	15	-6			-27	
VATT		1				
BYGG	-2				-3	
VARU	-1	1	-1		1	
HOTE	-2	1			6	
SAMF	-1	1	-1		59	
POST	-2	1	-1	1	5	
BANK	-1	1				
EGNA	-3	3			13	
FAST		1			-1	
UPPD	-2	1	-1	1	5	
REPA	-2	2			8	
OVRP	-2	2		2	11	2
TOTAL					-234	13

Table 15: Parametric Shocks to World Prices (% change)

	Uruguay Round		Global 10% Energy Tax		OECD 10% Energy Tax	
Sector	Import	Export	Import	Export	Import	Export
JORD	-0.12	-0.09	0.95	1.04	1.17	0.96
SKOG	-0.12	-0.09	0.95	1.04	1.17	0.96
FSKE	-0.12	-0.09	0.95	1.04	1.17	0.96
JARN	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
A_ME	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
STEN	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
SLAK	9.90	-0.98	1.05	0.97	1.56	1.13
MEJE	29.62	0.06	0.94	0.94	1.17	0.99
FRUK	13.42	9.80	1.18	1.21	1.81	1.52
FISK	-0.12	-0.09	0.95	1.04	1.17	0.96
FETT	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
KVAR	10.77	1.88	1.86	1.67	2.12	1.85
BAGE	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
SOCK	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
CHOK	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
DIVX	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
FODE	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
DRYC	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
TOBA	0.90	0.68	0.90	1.00	1.26	0.99
GARN	-1.82	-0.07	1.00	1.51	1.42	1.46
TEXT	-1.82	-0.07	1.00	1.51	1.42	1.46
TRIK	-1.82	-0.07	1.00	1.51	1.42	1.46
OVRT	-1.82	-0.07	1.00	1.51	1.42	1.46
BEKL	-3.15	-0.65	0.81	1.02	1.32	1.03
LADE	-3.15	-0.65	0.81	1.02	1.32	1.03
S2GV	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
TRAH	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
A_TR	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
OVR	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
TRAM	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
PAPP	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
PPPP	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
TRAF	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
PFRP	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
OVRX	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
GRAF	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
KEMI	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
GODS	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
BASD	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
PLAS	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
FARG	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
LAKE	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
TVAT	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
OVRK	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
PETR	0.21	0.10	15.48	15.85	9.91	15.35
SMOR	0.21	0.10	15.48	15.85	9.91	15.35
GUMM	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
PLSV	-0.18	-0.03	2.29	3.36	2.24	3.00
PORS	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
GLAS	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
TEGE	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
CEME	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
OVRM	-0.01	0.06	1.69	1.45	1.86	1.30
JRN	-0.18	-0.07	1.25	1.71	1.34	1.55
FERR	-0.14	-0.07	1.11	1.15	1.44	1.09
JNGJ	-0.18	-0.07	1.25	1.71	1.34	1.55
META	-0.18	-0.15	0.97	0.99	1.12	0.93
METV	-0.18	-0.15	0.97	0.99	1.12	0.93
I_JA	-0.18	-0.07	1.25	1.71	1.34	1.55
METR	-0.18	-0.15	0.97	0.99	1.12	0.93
MSKN	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
ELMO	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
TELE	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
HUSH	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
OVRE	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
VARV	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
RALS	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
BILA	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
CYKL	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
FLYG	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
OVRR	-0.22	-0.26	0.85	1.04	1.01	1.00
INST	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
A_TI	-0.23	-0.16	0.78	0.92	0.97	0.87
EL_O	0.21	0.10	15.48	15.85	9.91	15.35
GASV	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
VATT	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
BYGG	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
VARU	0.01	0.19	0.97	0.96	1.19	0.88
HOTE	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
SAMF	0.01	0.19	0.97	0.96	1.19	0.88
POST	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
BANK	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
EGNA	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
FAST	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
UPPD	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
REPA	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73
OVRP	0.40	0.11	0.64	0.80	1.10	0.73

Table 16: Costs and Benefits to Swedes in SEK of Doubling the Carbon Tax (Scenario C100)

	Average Individual			Average Household		
Household	Benefit	Cost	Percent	Benefit	Cost	Percent
S_NC_1	3	415	1	6	415	2
S_NC_2	3	283	1	6	283	2
S_NC_3	3	409	1	6	409	2
S_NC_4	3	345	1	6	345	2
S_C_1	3	226	1	6	521	1
S_C_2	3	431	1	6	1164	1
M_NC_1	3	617		6	1234	1
M_NC_2	3	464	1	6	928	1
M_NC_3	3	653		6	1307	
M_NC_4	3	693		6	1387	
M_1C_1	3	386	1	6	1157	1
M_1C_2	3	448	1	6	1343	
M_1C_3	3	537	1	6	1611	
M_1C_4	3	762		6	2287	
M_2C_1	3	416	1	6	1666	
M_2C_2	3	481	1	6	1924	
M_2C_3	3	602		6	2407	
M_2C_4	3	758		6	3033	
M_3C_1	3	299	1	6	1557	
M_3C_2	3	363	1	6	1887	
M_3C_3	3	461	1	6	2397	
M_3C_4	3	537	1	6	2900	
O_NC_1	3	436	1	6	959	1
O_NC_2	3	418	1	6	1128	1
O_NC_3	3	542	1	6	1571	
O_NC_4	3	562	1	6	1911	
O_C_1	3	348	1	6	1323	
O_C_2	3	320	1	6	1375	
O_C_3	3	456	1	6	1963	
O_C_4	3	569	1	6	2562	
AVE	3	500	1	6	1090	1

Appendix A: Additional Data

In this appendix we document detailed calculations underlying the data assumed in the model. The software file SWEDEN92.RAW provides the complete calculations underlying our database, and should be consulted for the "final word" on the calculations undertaken.

A.1 Domestic Taxes

The model incorporates several domestic taxes, apart from the energy and pollution taxes which are described below separately. The specific values assumed in the model are listed, on a net basis, in Table 17.

The first is the value added tax (VAT), which is set at *ad valorem* rates for each sector reflecting the official statutory rates applicable in 1995. The general rate of 25% has remained the same since 1992, the year of the Input-Output database, but the lower rates were all set at 18% in 1992.

The second is a production tax (SPTAX), which is estimated from collected revenue listed in the Input-Output table for 1992. To avoid "double-counting", we set this tax to zero for all sectors for which the observed tax is almost entirely the energy or pollution taxes modeled separately (viz., for PETR, SMOR, EL_O and GASV). The third is a production subsidy (SPSUB), again calibrated from observed transactions data in the Input-Output table for 1992.

The fourth is a tax on the use of labor in domestic production (LAB), set at the fixed rate 32.86% reflecting 1995 rates (the corresponding rate in 1992 was 34.83%). The final

domestic tax is a corporate tax of 25% on the use of capital (CAP), again specified using aggregate 1995 estimates (the rate for 1992 was 23%). These factor tax estimates are based on estimates obtained from Maude Svensson of the Swedish Ministry of Finance (personal communication).

Energy taxes and pollution taxes are estimated from sources described in the text. The detailed carbon taxes and sulphur taxes are listed in the text. Table 4 lists the detailed energy taxes assumed. In each case the column shows the sector whose *input* to the row sector's output is taxed at the specified rate. We also undertake simulations in which we remove all exemptions from the carbon tax. The carbon taxes imposed in this case are listed in Table 18.

A.2 Import Tariffs

Import tariff rates listed in Table 17 are estimated from the collected revenues listed in the Input-Output tables. Although rates on European Union imports (TAR_EU) have become much lower in recent years, with the application of a free trade area (the "economic space") and finally the admission of Sweden into the European Union, we apply the same rates to imports from all sources. It would be an easy matter to revise this assumption if data on rates by importing country were available.

A.3 Elasticities

The model requires assumptions to be made about a number of elasticities. Our estimates for the key trade elasticities are shown in Table 19, and the remaining elasticities

are listed in Table 20 for each sector. These elasticities refer to:

- The elasticity of substitution between capital and labor in each sector, SUB_KL, for which we employ point estimates from Harrison, Rutherford, and Tarr [1993] which in turn derive from estimates generated for the United States by Harrison, Jones, Kimbell and Wigle [1993].
- Elasticities of substitution between intermediate inputs and the value added composite in each sector, SUB_IO, assumed to be 0.25 in all sectors reflecting an approximation to the Leontief tradition for intermediate input substitutability.
- Elasticities of substitution between domestic production and an imports composite in each sector, SUB_DM. Our base elasticities are derived from the USITC studies referred to in the text (Reinert and Roland-Holst [1992] and Reinert and Shiells [1991]). The detailed estimates in Table 19 show the point estimates and standard errors used in our sensitivity analysis.
- The elasticity of substitution for detailed imports distinguished by source, SUB_MM, estimated again from the USITC study.
- The elasticity of transformation of domestic production into domestic uses and export, TRN_DX, chosen to be symmetric to the assumption made for SUB_DM (avoiding any bias in favor or against net imports due to elasticity specifications).
- The elasticity of transformation between regional destinations, TRN_XX, also chosen to be symmetric to SUB_MM.
- The elasticity of substitution between different labor (capital) types in value added, SUB_LL (SUB_KK), assumed to be 1.5 (0.5).

These elasticity values reflect our best guesses based on past experience and the available data.

Our sensitivity analysis with respect to these elasticities employs a number of assumptions as to their likely range of variation. These assumptions are based partly on available econometric estimates of standard errors, and largely on *a priori* judgement. Specifically, we assume:

- SUB_KL is distributed normally, with a mean equal to the point estimate assumed in the base model and a standard deviation from the original source cited above.
- SUB_IO is distributed uniformly between 0 and 0.5 in all sectors.
- SUB_DM (and hence TRN_DX, by symmetry) and SUMB_MM (and hence TRN_XX, also by symmetry) are distributed normally, with a mean equal to the point estimate assumed in the base model and a standard deviation as listed in Table 19.

In all cases we assume that elasticities generated by random perturbation must be non-negative, resulting in some truncation at zero for those generated assuming a normal distribution.

A.4 Pollution Emissions

Considerable effort has been applied to the estimation of sectoral emissions of carbon dioxide. The general logic used is quite standard: to estimate the amount of primary energy that is used in each sector in physical units, and then to apply estimates of the carbon generated from those physical units. The main sources for these estimates are the Swedish Industrial Statistics of SCB (Industri 92) and "SWEEA: Swedish Economic and

Environmental Accounts" which is produced by Konjunkturinstitutet and SCB (December 1994, table 3.2, p. 28).

The latter step is not particularly controversial from the perspective of economists studying the carbon tax issue. We have the following primary energy types: KOL denotes Coal, measured in tons; KOKS denotes Coke, measured in tons; GASOL denotes LPG, measured in tons; BENSIN denotes Petrol, measured in 1000 liters; DIESEL denotes Diesel, measured in 1000 liters; NGAS denotes Natural Gas, measured in 1000 cubic meters; EO1 denotes Light Oil, measured in cubic meters; EO25 denotes Heavier Oil (class 2 to 5), measured in cubic meters. We assume the following emissions of tons of CO_2 for each energy type: COAL 2484, COKE 2484, LPG 3002, PETR 2323, DIESEL 2323, NGAS 2138, EO1 2744, and E25 2966. Note that a "ton" in Sweden refers crisply to 1000 kilograms, and is in-between a "long ton" (1016 kg) and a "short ton" (907 kg). These estimates were obtained from Swedish Industrial Statistics of SCB (Industri 92) and the Fianansdepartementet (SOU 1990:91, "Konkurrensneutral Energibeskattning. Betänkade av Utredningen om översyn av reglerna om skattenedsättning för industri oc växthusnäring", Finansdepartementet, Stockholm, p.56).

However, the first step is riddled with data problems. The first major problem is that the available data typically consists of estimate of the *value* of primary energy inputs in each sector. This would not be a problem if all sectors paid the same price for the same primary energy input, but they do not. The reasons are understandable: large industrial users of some inputs often obtain preferential rates for bulk useage or off-peak usage. Some are less readily understood, and may involve specific exemptions that are legal but difficult to document

systematically. We avoid this problem by taking one estimate of the average price of each primary input and applying it to all sectors.

The second problem is that the available data are not sufficiently detailed for us to separately identify emissions for each of our 88 sectors. In these cases we allocate energy use equiproprortionately across the detailed sectors. An alternative would be to use benchmark production as a basis for assigning shares to detailed industries. We used this method of apportionment for the important case of EL_O and GASV.

The resulting estimates of physical primary energy use by sector are contained in Table 21, and are based on data in Swedish Industrial Statistics of SCB (Industri 92) . When combined with the emissions coefficients listed above, they provide the aggregate emissions for CO_2 listed in the text. We do, however, over-ride the estimates for three sectors (JORD, SKOG and FSKE) and directly assign separate estimates of aggregate emissions based on 1991 data. The source for these additional estimates was "SWEEA: Swedish Economic and Environmental Accounts", produced by Konjunkturinstitut and SCB (December 1994, table 3.2, p. 28).

Similar methods are employed to generate the estimate of sulphur dioxide emissions for each sector, listed in Table 22. These estimates show emissions in tons for each million SEK of domestic production in each sector.

A.5 Household Expenditures and Income

The 1992 Household Expenditure Survey produced by SCB (obtained via Åke Nordlander, then of the Ministry of Finance) was used to estimate the pattern of

expenditures by each household. The original survey contained data classified according to a large number of consumer goods, and we needed to determine the pattern of final consumption in terms of the products of each of our 88 sectors. In the absence of any formal "mapping" between the two classifications being available, we used casual introspection to assign consumer good categories to each of the 88 sectors. In each case we were able to identify a plausible category for each sector (the exact mapping is listed in file SWEDEN92.RAW). Our procedure only requires information on how final consumption expenditures on each sector are allocated across the 30 households. Hence we could use, if appropriate, the same (broad) consumer category for several sectors to ensure that we had captured the correct commodity. This option was valuable in cases where we could not confidently identify a specific consumer category for a specific sector.

The end result of this mapping is a matrix showing patterns of spending by each household on each of the sectors. This matrix is listed in Tables 23 through 26 in percentage form. To ease eye-strain we only report percent shares that are greater than 0.5 and hence round to an integer percentage. Each column should therefore sum to 100, apart from the small entries that are not reported.

The survey also provides information on the distribution of households and individuals by household type. Estimates of this distribution in the (domestic) Swedish population rely on projections based on the general census conducted by SCB. The number of households in each category in the survey, and the estimates distribution in the population, are reported in Table 27. These estimates are used to calculate the aggregate welfare impacts reported in the text.

We were less fortunate in our ability to locate good data on the different sources of income for each household. We were able to obtain data from SCB showing income for family types for 1990. These data were available for an aggregation of our 30 households. Specifically, we had separate data for the following categories of households: single adults with no children, single adults with children, multiple adults with no children, and multiple adults with children. Information on the following categories of income was also available for each of these four household types: labor income, entrepreneurial income, income from capital, occasional occupational income, positive transfers, negative transfers (taxes), disposable income, and disposable income per family member.

These data were used in the following manner to generate the endowment shares we needed. From the household expenditure survey we knew the disposable income of each household in the model, but we did not have any information about the sources of these incomes across the different households. We initially assumed that each of the households in the model had identical endowment shares, given by aggregate endowments in the economy. Endowment *shares* for the four aggregate households of the income survey were available from the income survey, and were assumed as "targets" for each of the households corresponding to them in the model. A non-linear minimization problem then revised the matrix of endowment shares for each household so as to ensure that the shares matched these targets and no aggregate imbalance was thereby generated. The objective function was to minimize the squared differences from the original estimates (equal endowment shares across all households).

This type of "synthetic data construction" is quite standard when one obtains data

from diverse sources, as we have here. The only weakness in the approach is that the data from the income survey are relatively aggregated, so we end up with relatively little variation in endowment shares *within* each of the aggregate household groups of the income survey. Exact details on the setup of this minimization problem, and the results, can be obtained from the file SWEDEN92.BMK.

Table 17: Domestic Taxes

	VAT	SPTAX	SPSUB	LAB	CAP	TAR_EU	TAR_ROW
JORD	25	2	5	33	25	3	3
SKOG	25			33	25		
FSKE	21			33	25		
JARN	25			33	25		
A_ME	25			33	25		
STEN	25	3		33	25	47	47
SLAK	21			33	25	41	41
MEJE	21			33	25	5	5
FRUK	21			33	25	1	1
FISK	21			33	25	25	25
FETT	21	1		33	25	10	10
KVAR	21		1	33	25	25	25
BAGE	21		1	33	25	22	22
SOCK	21			33	25	3	3
CHOK	21	5		33	25	8	8
DIVX	21			33	25	9	9
FODE	25			33	25	2	2
DRYC	25	38		33	25		
TOBA	25	45		33	25		
GARN	25			33	25	2	2
TEXT	25			33	25	5	5
TRIK	25			33	25	5	5
OVRT	25			33	25	1	1
BEKL	25			33	25	5	5
LADE	25			33	25	3	3
S2GV	25			33	25		
TRAH	25			33	25		
A_TR	25			33	25	1	1
OVR	25			33	25	1	1
TRAM	25			33	25		
PAPP	25			33	25		
PPPP	25			33	25		
TRAF	25			33	25		
PFRP	25			33	25		
OVRX	25		2	33	25		
GRAF	25			33	25		
KEMI	25			33	25		
GODS	25	12		33	25	4	4
BASP	25			33	25	1	1
PLAS	25			33	25		
FARG	25			33	25		
LAKE	25		41	33	25		
TVAT	25	6		33	25		
OVRK	25			33	25	1	1
PETR	25			33	25		
SMOR	25			33	25		
GUMM	25			33	25	2	2
PLSV	25		2	33	25	1	1
PORS	25			33	25	2	2
GLAS	25			33	25	1	1
TEGE	25			33	25		
CEME	25			33	25		
OVRM	25			33	25		
JRN	25			33	25		
FERR	25			33	25		
JNGJ	25			33	25		
META	25			33	25		
METV	25			33	25		
I_JA	25			33	25		
METR	25			33	25	1	1
MSKN	25			33	25	1	1
ELMO	25			33	25	2	2
TELE	25	1		33	25	1	1
HUSH	25			33	25	1	1
OVRE	25			33	25		
VARV	25			33	25		
RALS	25			33	25	1	1
BILA	25	1		33	25	2	2
CYKL	25			33	25		
FLYG	25			33	25		
OVRR	25			33	25	1	1
INST	25		2	33	25	1	1
A_TI	25			33	25		
EL_O	25			33	25		
GASV	25			33	25		
VATT	25			33	25		
BYGG	25			33	25		
VARU	25			33	25		
HOTE	19			33	25		
SAMF	12			33	25		
POST	25			33	25		
BANK	25			33	25		
EGNA	25			33	25		
FAST	25			33	25		
UPPD	25	1		33	25		
REPA	25			33	25		
OVRP	25			33	25		

Table 18: Carbon Taxes Without Exemptions (percent)

Sector	STEN	PETR	GASV
JORD	268	64	61
SKOG		59	61
FSKE		66	61
JARN	268	84	61
A_ME	268	90	61
STEN		67	61
SLAK	268	77	61
MEJE	268	81	61
FRUK	268	84	61
FISK	268	75	61
FETT	268	80	61
KVAR	268	72	61
BAGE	268	70	61
SOCK	268	97	61
CHOK	268	87	61
DIVX	268	78	61
FODE	268	82	61
DRYC	268	81	61
TOBA	268	79	61
GARN		86	61
TEXT		69	61
TRIK		72	61
OVRT		76	61
BEKL		60	61
LADE		60	61
S2GV	268	71	61
TRAH	268	73	61
A_TR	268	94	61
OVR	268	62	61
TRAM	268	68	61
PAPP	268	95	61
PPPP		96	61
TRAF	268	100	61
PFRP	268	84	61
OVRX	268	78	61
GRAF	268	51	61
KEMI	268	80	61
GODS	268	77	61
BASP	268	91	61
PLAS	268	85	61
FARG	268	62	61
LAKE	268	86	61
TVAT	268	61	61
OVRK	268	82	61
PETR		100	61
SMOR	268	85	61
GUMM	268	71	61
PLSV	268	68	61
PORS		73	61
GLAS		80	61
TEGE		75	61
CEME		80	61
OVRM		78	61
JRN	268	82	61
FERR	268	82	61
JNGJ	268	83	61
META	268	79	61
METV	268	78	61
I_JA	268	81	61
METR	268	66	61
MSKN	268	62	61
ELMO	268	55	61
TELE	268	69	61
HUSH	268	68	61
OVRE	268	64	61
VARV	268	70	61
RALS	268	70	61
BILA	268	63	61
CYKL	268	71	61
FLYG	268	55	61
OVRR	268	71	61
INST	268	47	61
A_TI		63	61
EL_O		87	61
GASV	268	87	61
VATT			61
BYGG		58	61
VARU		55	61
HOTE		55	61
SAMF		66	61
POST		55	61
BANK		55	61
EGNA		76	61
FAST		76	61
UPPD		55	61
REPA		55	61
OVRP	268	55	61

Table 19: Trade Elasticities

	Point Estimates			Standard Errors		
Sector	DM	DMMM	MM	DM	DMMM	MM
JORD	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
SKOG	0.640	0.742	0.899	0.246	0.065	0.095
FSKE	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
JARN	1.220	1.200	0.990	0.748	0.369	0.151
A_ME	1.154	1.135	0.996	0.708	0.349	0.151
STEN	0.321	0.668	0.938	0.142	0.116	0.513
SLAK	1.680	0.570	0.650	0.509	0.159	0.020
MEJE	1.513	0.742	0.899	0.226	0.065	0.095
FRUK	0.603	0.790	0.690	0.118	0.173	0.232
FISK	0.270	0.370	1.310	0.052	0.054	0.142
FETT	0.869	0.794	0.831	0.337	0.124	0.156
KVAR	0.795	0.901	1.456	0.304	0.147	0.299
BAGE	1.110	0.660	0.220	0.145	0.122	0.171
SOCK	0.603	0.210	0.140	0.118	0.176	0.241
CHOK	0.130	0.190	1.030	0.020	0.033	0.073
DIVX	0.078	0.630	0.873	0.015	0.130	0.195
FODE	1.461	0.886	0.832	0.214	0.058	0.057
DRYC	0.928	0.212	0.449	0.157	0.082	0.259
TOBA	0.921	0.706	0.313	0.162	0.142	0.176
GARN	0.548	0.731	1.044	0.136	0.052	0.072
TEXT	2.180	0.460	0.700	0.583	0.063	0.122
TRIK	1.576	1.055	0.975	0.161	0.191	0.146
OVRT	0.796	0.486	0.814	0.225	0.091	0.142
BEKL	0.603	1.180	1.230	0.118	0.203	0.014
LADE	0.893	0.758	0.911	0.077	0.081	0.156
S2GV	0.631	0.455	0.497	0.829	0.158	0.191
TRAH	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
A_TR	0.047	0.101	0.548	0.006	0.084	0.169
OVR	0.496	0.875	1.182	0.049	0.037	0.033
TRAM	0.044	0.063	0.369	0.048	0.012	0.104
PAPP	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
PPPP	1.055	0.189	0.196	0.073	0.120	0.128
TRAF	0.970	1.280	0.510	0.970	0.382	0.175
PFRP	0.090	0.203	1.128	0.020	0.070	0.182
OVRX	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
GRAF	0.937	0.916	1.022	0.039	0.039	0.033
KEMI	0.480	0.900	0.930	0.115	0.049	0.054
GODS	0.310	0.220	1.130	0.086	0.054	0.121
BASP	0.606	0.913	0.932	0.132	0.054	0.060
PLAS	0.870	0.820	0.500	0.195	0.119	0.198
FARG	0.603	0.660	1.040	0.118	0.197	0.175
LAKE	1.090	0.980	0.980	0.168	0.041	0.014
TVAT	0.580	0.800	0.950	0.403	0.238	0.047
OVRK	0.960	0.680	0.930	0.051	0.227	0.034
PETR	0.603	0.530	0.960	0.118	0.150	0.165
SMOR	0.400	0.850	1.000	0.261	0.335	0.092
GUMM	0.101	0.418	0.911	0.066	0.109	0.195
PLSV	1.102	0.866	1.005	0.661	0.069	0.072
PORS	1.450	1.160	1.140	0.196	0.066	0.072
GLAS	0.348	0.611	1.023	0.046	0.034	0.040
TEGE	1.040	0.900	0.980	0.037	0.171	0.145
CEME	0.784	0.873	1.090	0.049	0.043	0.041
OVRM	1.130	0.860	1.100	0.635	0.177	0.083
JRN	0.784	0.954	0.772	0.132	0.053	0.071
FERR	0.777	0.942	0.760	0.103	0.036	0.067
JNGJ	0.640	0.893	0.731	0.141	0.066	0.094
META	0.603	0.040	0.950	0.118	0.267	0.341
METV	0.031	0.297	0.873	0.024	0.167	0.208
I_JA	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
METR	0.290	0.519	0.774	0.076	0.050	0.060
MSKN	0.701	0.913	0.958	0.098	0.036	0.036
ELMO	0.737	1.020	1.004	0.173	0.028	0.038
TELE	0.842	1.185	1.016	0.159	0.057	0.053
HUSH	1.320	0.846	0.732	0.230	0.085	0.066
OVRE	0.654	0.933	0.987	0.152	0.060	0.040
VARV	0.300	0.870	0.970	0.121	0.029	0.052
RALS	0.920	0.742	0.899	0.181	0.065	0.095
BILA	1.160	0.980	0.980	0.097	0.074	0.024
CYKL	1.730	0.940	0.930	0.275	0.250	0.095
FLYG	0.660	0.742	0.899	0.202	0.065	0.095
OVRR	0.650	0.742	0.899	0.281	0.065	0.095
INST	0.725	0.771	0.986	0.090	0.042	0.048
A_TI	0.116	0.328	0.913	0.030	0.040	0.071
EI_O	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
GASV	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
VATT	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
BYGG	1.680	0.570	0.650	0.509	0.159	0.020
VARU	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
HOTE	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
SAMF	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
POST	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
BANK	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
EGNA	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
FAST	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
UPPD	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
REPA	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095
OVRP	0.603	0.742	0.899	0.118	0.065	0.095

Table 20: Base Model Elasticities for Each Sector

	SUB_MM	SUB_DM	TRN_XX	TRN_DX	SUB_IO	SUB_KL	SUB_LL	SUB_KK
JORD	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
SKOG	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
FSKE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
JARN	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
A_ME	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
STEN	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
SLAK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
MEJE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
FRUK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
FISK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
FETT	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
KVAR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
BAGE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
SOCK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
CHOK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
DIVX	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
FODE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
DRYC	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
TOBA	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.94	1.50	0.50
GARN	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
TEXT	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
TRIK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
OVRT	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
BEKL	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
LADE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.93	1.50	0.50
S2GV	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
TRAH	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
A_TR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
OVR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
TRAM	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
PAPP	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
PPPP	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
TRAF	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
PFRP	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
OVRX	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
GRAF	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
KEMI	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
GODS	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
BASP	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
PLAS	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
FARG	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
LAKE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
TVAT	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
OVRK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
PETR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.29	1.50	0.50
SMOR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.29	1.50	0.50
GUMM	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
PLSV	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.01	1.50	0.50
PORS	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
GLAS	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
TEGE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
CEME	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
OVRM	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.43	1.50	0.50
JRN	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.91	1.50	0.50
FERR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.96	1.50	0.50
JNGJ	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.91	1.50	0.50
META	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.19	1.50	0.50
METV	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.19	1.50	0.50
I_JA	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.91	1.50	0.50
METR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.19	1.50	0.50
MSKN	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
ELMO	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
TELE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
HUSH	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
OVRE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
VARV	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
RALS	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
BILA	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
CYKL	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
FLYG	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
OVRR	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
INST	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
A_TI	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.20	1.50	0.50
EL_O	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	0.29	1.50	0.50
GASV	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
VATT	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
BYGG	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
VARU	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.28	1.50	0.50
HOTE	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
SAMF	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	1.28	1.50	0.50
POST	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
BANK	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
EGNA	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
FAST	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
UPPD	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
REPA	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50
OVRP	8.00	4.00	8.00	4.00	0.25	3.12	1.50	0.50

Table 21: Primary Energy Usage in Physical Units

Sector	KOL	KOKS	GASOL	BENSIN	DIESEL	NGAS	EO1	EO25
JORD	40000	2000	1000	63000	320000	17000	58000	30000
SKOG				36000	110000		11000	6000
FSKE				2000	70000			
JARN	35791	479	7500	137	17804		3148	34637
A_ME	35791	479	7500	109	4518		797	29887
STEN	3688	71	2252	1648	15935	216	3427	1129
SLAK	1257	368	2202	2254	6596	9389	12095	9572
MEJE	1257	368	2202	2561	6113	9398	2638	20045
FRUK	1257	368	2202	666	614	9398	883	7055
FISK	1257	368	2202	174	272	9398	2490	52
FETT	1257	368	2202	172	138	9398	270	1923
KVAR	1257	368	2202	96	900	9398	738	6
BAGE	1257	368	2202	2480	8864	9398	14478	465
SOCK	1257	368	2202	64	889	9398	864	27323
CHOK	1257	368	2202	379	115	9398	1436	6996
DIVX	1257	368	2202	1024	570	9398	4285	4536
FODE	1257	368	2202	127	506	9398	2082	2923
DRYC	1257	368	5205	1005	3679	9398	4485	11788
TOBA	1257	368	2202			9398		759
GARN			4048	975	171	619	1827	12594
TEXT			4048	514	29	619	702	39
TRIK			4048	384	36	619	1123	315
OVRT			4048	94	280	619	232	1212
BEKL			78	859	19	619	1053	336
LADE			4	239		619	240	143
S2GV	198		117	1925	24479	12	4971	7626
TRAH	198		117	2585	3232	12	3087	7626
A_TR	198		117	162	708	12	551	7626
OVR_	198		117	349	1446	12	337	12
TRAM	198		53	1960	1590	12	5093	1586
PAPP	13618		3858	304	5278	6351	19624	103884
PPPP	13618		3858	800	6198	6351	5482	103884
TRAF	13618		3858	14	187	6351	32	103884
PPRP	13618		3858	961	342	6351	1692	9471
OVRX	13618		3858	426	987	6351	3190	2690
GRAF	13618		3195	12120	279	6351	4476	2262
KEMI	1450	414	708	1486	3735	2457	7131	10241
GODS	1450	414	708	50	349	2457	672	384
BASP	1450	414	708	495	441	2457	20	8468
PLAS	1450	414	708	973	426	2457	4728	8468
FARG	1450	414	324	1233	207	2457	2197	249
LAKE	1450	414	324	1249	1277	2457	2237	12388
TVAT	1450	414	324	864	165	2457	971	439
OVRK	1450	414	324	982	539	2457	5936	5837
PETR	1450	414	1	203	318	2457	27	23643
SMOR	1450	414	930	462	2188	2457	4820	8962
GUMM	1450	414	17	1019	23	2457	2194	1590
PLSV	1450	414	1373	3132	176	2457	5217	3406
PORS	54043	7132	5578	962	48	3009	207	848
GLAS	54043	7132	32132	516	386	3009	5639	18040
TEGE	54043	7132	13607	169	532	3009	3478	912
CEME	54043	7132	13607	79	597	3009	435	7691
OVRM	54043	7132	13607	1872	11542	3009	18431	15077
JRN	284667	205667	40843	633	3794	424333	18430	32137
FERR	284667	205667	40843	633	3794	424333	18430	32137
JNGJ	284667	205667	40843	207	142	424333	1453	32137
META	284667	205667	4534	194	1992	424333	5835	3400
METV	284667	205667	4534	583	203	424333	3334	3400
I_JA	284667	205667	4534	251	54	424333	1827	3400
METR	16	1015	9773	16229	3890	2097	37204	7726
MSKN	16	1015	6591	23287	3356	2097	32352	11206
ELMO	16	1015	725	2214	34	2097	1242	639
TELE	16	1015	725	2309	85	2097	2710	3573
HUSH	16	1015	725	325	3	2097	517	273
OVRE	16	1015	725	3270	584	2097	3436	3265
VARV	16	1015	3645	1514	921	2097	2218	2463
RALS	16	1015	3645	307	3965	2097	1893	83
BILA	16	1015	3645	23332	8983	2097	17990	22329
CYKL	16	1015	3645	192	52	2097	200	
FLYG	16	1015	3645	6115	67	2097	549	3301
OVRR	16	1015	3645	217	20	2097	416	
INST	16	1015	96	4366	55	2097	1655	586
A_TI			64	891	77		1235	650
ELO	1181343		60332	64225	4865	1987070	68117	644192
GASV	32657		1668	1775	134	54930	1883	17808
BYGG			1000	167000	274000		151000	11000
VARU			2000	86000	28000	6000	92857	
HOTE			2000	86000	28000	6000	92857	
SAMF			1000	1078000	1782000	1	60000	1868000
POST			2000	86000	28000	6000	92857	
BANK			2000	86000	28000	6000	92857	
EGNA				20000			112500	35000
FAST				20000			112500	35000
UPPD			2000	86000	28000	6000	92857	
REPA			2000	86000	28000	6000	92857	
OVRP	1		2000	86000	28000	6000	92857	

Table 22: Sulphur Emissions in the Swedish Model

Sectors	Aggregate Emissions tons	Percent of Domestic Emissions	Rank of Percent of Emissions	Cumulative Percent	Emissions per mill. SEK output	Rank of per unit Emissions
JORD	1400	1	13	75	29	40
SKOG	300		46	96	11	52
FSKE	200		53	98	100	19
JARN	1600	2	11	72	439	8
A_ME	1300	1	15	77	427	9
STEN			83	100		83
SLAK	1050	1	19	82	27	42
MEJE	1090	1	18	81	45	30
FRUK	380		42	95	33	38
FISK	120		62	99	17	50
FETT	110		63	99	18	48
KVAR	40		70	100	8	55
BAGE	720	1	25	86	43	32
SOCK	1360	1	14	76	556	6
CHOK	410		39	94	46	28
DIVX	430		38	93	45	29
FODE	240		50	97	37	36
DRYC	790	1	22	84	26	43
TOBA	40		70	100	3	68
GARN	700	1	26	87	96	20
TEXT	40		70	100	7	56
TRIK	70		64	99	4	64
OVRT	70		64	99	11	53
BEKL	70		64	99	3	69
LADE	20		76	100	2	73
S2GV	610	1	32	91	28	41
TRAH	520		34	92	54	26
A_TR	400		40	94	95	21
OVR	20		76	100	5	60
TRAM	320		45	96	15	51
PAPP	8420	8	3	44	614	5
PPPP	7710	7	4	51	180	12
TRAF	780	1	23	85	1371	3
PFRP	560	1	33	91	86	23
OVRK	290		47	96	21	44
GRAF	340		44	95	7	57
KEMI	920	1	20	83	43	33
GODS	60		68	100	19	46
BASP	450		37	93	35	37
PLAS	700	1	26	87	69	25
FARG	130		61	99	20	45
LAKE	780	1	23	85	42	35
TVAT	70		64	99	8	54
OVRK	620	1	31	90	42	34
PETR	3100	3	8	67	44	31
SMOR	1800	2	9	69	502	7
GUMM	200		53	98	18	49
PLSV	460		36	92	31	39
PORS	50		69	100	18	47
GLAS	1140	1	17	80	145	14
TEGE	210		52	97	145	15
CEME	390		41	94	288	10
OVRM	1620	2	10	71	117	16
JRN	4100	4	6	61	110	17
FERR	4100	4	6	61	2669	2
JNGJ	1490	1	12	74	774	4
META	660	1	28	88	80	24
METV	480		35	92	48	27
I_JA	380		42	95	227	11
METR	260		48	97	3	67
MSKN	250		49	97	2	74
ELMO	10		79	100	1	79
TELE	40		70	100	1	80
HUSH			83	100		83
OVRE	40		70	100	2	75
VARV	30		75	100	4	66
RALS	10		79	100	2	71
BILA	230		51	97	2	72
CYKL			83	100		83
FLYG	20		76	100	1	77
OVRR			83	100		83
INST	10		79	100		82
A_TI	10		79	100	1	81
EL_O	6190	6	5	57	87	22
GASV	11510	11	2	36	5781	1
VATT			83	100		83
BYGG	800	1	21	83	4	65
VARU	1200	1	16	79	105	18
HOTE	200		53	98	5	62
SAMF	26100	25	1	25	169	13
POST	200		53	98	4	63
BANK	200		53	98	3	70
EGNA	650	1	29	89	5	61
FAST	650	1	29	89	6	58
UPPD	200		53	98	1	78
REPA	200		53	98	5	59
OVRP	200		53	98	1	76
TOTAL	105640	100				

Table 23: Household Expenditure Patterns in Percent (Part I)

Sector	S_NC_1	S_NC_2	S_NC_3	S_NC_4	S_C_1	S_C_2	M_NC_1	M_NC_2	M_NC_3
JORD	2	2	2	2	3	3	3	2	2
STEN	1	1	1	1	2	2	1	1	1
SLAK	2	2	2	2	3	2	2	2	2
MEJE	2	2	2	1	2	2	2	2	2
FRUK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FISK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BAGE	1	1	1	1	2	1	1	1	1
CHOK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIVX	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DRYC	3	4	4	3	3	3	2	3	3
TOBA	2	2	2	2	1	1	1	2	2
TEXT						1			
TRIK	2	2	1	1	2	3	1	2	2
OVRT						1			
BEKL	2	2	2	2	3	4	2	2	2
LADE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRAM	1	1	1	1	1	1	1	2	1
GRAF	3	2	2	2	1	2	2	2	1
KEMI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BASP					1	1			
LAKE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TVAT	1	1	1		1	1	1	1	1
OVRK	1	1			1	1	1		1
PETR	3	2	3	2	3	4	5	3	4
GUMM					1	1	1		1
PLSV					1	1	1		
JRN		1	1	1	1	1	1	1	1
METR	1	1	2	1	2	2	1	1	1
MSKN	3	4	4	4	4	4	4	4	4
TELE	2	3	2	1	2	3	2	1	2
HUSH								1	
OVRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VARV						1			
BILA	9	9	8	6	7	5	6	5	4
INST	1	1	1	1	1	2	1	1	1
A_TI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ET_O	2	2	2	2	2	3	4	3	3
VARU						1			
HOTE	5	5	5	4	4	3	4	3	3
SAMF	8	6	4	4	4	5	3	4	4
POST	3	2	2	2	1	2	2	2	2
BGNA	10	10	11	11	12	12	10	11	11
FAST	1	2	5	9	1	1	5	7	9
UPPD	4	3	3	3	2	2	3	5	5
REPA	1	1	.	2	1	2	2	2	2
OVRP	11	10	11	13	9	7	11	12	11

Table 24: Household Expenditure Patterns in Percent (Part II)

Sector	M_NC_4	M_1C_1	M_1C_2	M_1C_3	M_1C_4	M_2C_1	M_2C_2	M_2C_3	M_2C_4
JORD	2	3	3	2	2	3	3	3	2
STEN	1	1	2	1	2	2	1	2	2
SLAK	2	2	2	2	2	3	2	2	2
MEJE	1	2	2	2	2	2	2	2	2
FRUK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FISK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BAGE	1	2	2	1	1	2	2	1	1
CHOK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DYVK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DRYC	3	3	2	3	3	3	3	2	2
TOBA	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRIK	2	2	2	2	2	2	2	2	2
BEKL	2	3	3	3	3	3	3	3	3
LADE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRAM	2	2	1	1	1	1	1	1	1
GRAF	2	2	2	2	1	2	2	1	1
KENI	1	2	1	1	1	1	1	1	1
BASP		1	1	1		1	1		1
PLAS		1							
LAKE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TVAT		1	1	1	1	1	1	1	1
OVRK		1	1	1	1	1	1	1	1
PETR	3	4	4	4	4	4	4	4	4
GUMM		1	1	1	1	1	1	1	1
PLSV		1	1	1	1	1	1	1	1
JRN	1	1	1	1	1	1	1	1	1
METR	1	2	2	2	2	2	2	2	2
MSKN	4	4	4	4	4	4	4	4	5
TELE	1	3	2	3	2	2	2	2	2
HUSH		1							
OVRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VARV						1			
BILA	3	5	5	4	3	5	4	4	3
FLYG			1			1			
INST	1	1	2	2	2	1	2	2	1
A TI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ET O	2	3	3	3	3	3	3	3	3
VARU		1	1		1				1
HOTE	2	3	3	2	2	3	2	2	2
SAMF	4	3	2	4	2	3	3	4	3
POST	2	2	2	2	1	2	2	1	1
BANK	1	1	1	1	1	2	2	1	1
EGNA	11	11	12	11	12	12	12	12	13
FAST	16		3	7	9	2	2	4	7
UPPD	2	2	2	2	2	2	2	2	2
REPA	2	2	2	3	2	2	2	2	4
OVRP	9	9	10	10	9	8	10	9	7

Table 25: Household Expenditure Patterns in Percent (Part III)

Sector	M_3C_1	M_3C_2	M_3C_3	M_3C_4	O_NC_1	O_NC_2	O_NC_3	O_NC_4	O_C_1
JORD	3	3	3	3	3	2	2	2	3
STEN	1	1	2	2	1	1	1	1	1
SJAK	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MEJE	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FRUK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FISK	1	1	1	1	1	1	1	1	2
BAGE	2	2	2	1	1	1	1	1	1
CHOK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIVX	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DRYC	2	2	2	2	2	3	3	3	2
TOBA	1	1	1	1	1	2	1	1	1
TEXT	1	1		1					1
TRIK	2	2	2	2	1	2	2	2	3
OVRT	1	1		1					1
BSKL	3	3	3	4	2	2	2	3	4
LADE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GRAF	2	2	1	1	2	1	2	1	1
KEMI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BASP	1	1	1	1					
LAKE	1	1	1		1	1	1	1	1
TVAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OVRK	1	1	1	1	1	1	1		1
PETR	5	4	4	4	4	3	4	4	4
GUMM	1	1	1	1		1	1		1
PLSV	1	1	1	1					
JRN	1	1	1	1	1	1	1	1	1
METR	2	2	2	2	1	1	2	1	2
MSKN	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TELE	2	2	2	1	4	3	3	2	4
OVRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VARV			1	1					
BILA	4	4	3	3	6	4	4	3	4
CYKL	1								
FLYG	1	1	1	1					
INST	1	1	2	1	1	1	2	2	1
A_TI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EL_O	4	3	3	3	3	3	3	3	3
VARU			1	1					
HOTE	3	2	2	2	4	2	2	2	3
SAMF	2	2	2	3	5	4	4	5	4
POST	2	2	1	1	2	1	2	1	1
BANK	1	1	1	1					1
EGNA	11	12	12	12	10	10	11	11	11
FAST	3	3	4	5	4	9	6	13	3
UPPD	2	2	2	2	3	2	2	2	2
REPA	2	3	2	3	3	2	2	3	2
OVRP	8	9	8	9	10	13	10	10	8

Table 26: Household Expenditure Patterns in Percent (Part IV)

Sector	O_C_2	O_C_3	O_C_4
JORD	3	3	2
STEN	1	1	1
SLAK	2	2	2
MEJE	2	2	2
FRUK	1	1	1
FISK	1	1	1
BAGE	1	1	1
CHOK	1	1	1
DIVX	1	1	1
DRYC	2	3	2
TOBA	1	1	1
TEXT		1	1
TRIK	2	2	2
OVRT		1	1
BEKL	3	3	4
LADE	1	1	1
TRAM	1	1	1
GRAF	1	1	1
KEMI	1	1	1
BASP		1	
LAKE	1	1	1
TVAT	1	1	1
OVRK	1	1	1
PETR	3	4	4
GUMM	1	1	1
PLSV	1	1	1
JRN	1	1	1
MSTR	1	2	2
MSKN	4	4	4
TELE	4	2	3
OVRE	1	1	1
BILA	3	3	2
FLYG	1	1	
INST	1	2	1
A_TI	1	1	1
EL_O	3	3	3
HOTE	2	2	1
SAMF	6	4	4
POST	2	1	1
BANK	1	1	1
EGNA	11	12	11
FAST	3	4	12
UPPD	2	2	2
REPA	4	1	2
OVRP	12	12	10

Table 27: Estimated Number of Households and Individuals in Each Household Type

Household	Percent HHD	Percent IND	Number of Households in SCB Survey	Estimated Number in Population (in 1000's) Households	Estimated Number in Population (in 1000's) Individuals
S_NC_1	9.2	4.2	148	331.7	331.7
S_NC_2	9.1	4.2	142	330.5	330.5
S_NC_3	9.1	4.2	146	329.5	329.5
S_NC_4	9.2	4.2	145	332.0	332.0
S_C_1	1.8	1.9	71	65.0	149.5
S_C_2	1.8	2.2	91	64.2	173.3
M_NC_1	7.3	6.7	220	265.3	530.6
M_NC_2	7.4	6.8	242	266.8	533.6
M_NC_3	7.3	6.7	249	264.6	529.2
M_NC_4	7.3	6.7	250	265.5	531.0
M_1C_1	1.9	2.6	93	67.8	203.4
M_1C_2	1.9	2.5	92	67.0	201.0
M_1C_3	1.9	2.6	106	67.9	203.7
M_1C_4	1.9	2.6	99	67.5	202.5
M_2C_1	2.4	4.4	176	86.5	346.0
M_2C_2	2.4	4.4	180	86.1	344.4
M_2C_3	2.4	4.4	182	86.4	345.6
M_2C_4	2.4	4.4	182	86.5	346.0
M_3C_1	1.1	2.5	107	38.2	198.6
M_3C_2	1.1	2.5	105	38.0	197.6
M_3C_3	1.1	2.5	105	38.2	198.6
M_3C_4	1.1	2.6	106	38.2	206.3
O_NC_1	1.4	1.4	45	49.3	108.5
O_NC_2	1.4	1.7	63	48.9	132.0
O_NC_3	1.4	1.8	67	49.5	143.5
O_NC_4	1.4	2.1	79	49.0	166.6
O_C_1	0.9	1.6	66	33.6	127.7
O_C_2	0.9	1.8	78	33.5	144.0
O_C_3	0.9	1.8	76	33.7	144.9
O_C_4	0.9	1.9	80	33.7	151.6

Appendix B: Software

In this appendix we document the software used for our simulations. To provide adequate documentation for what we did, for the audience that is likely to be interested at this level of detail, there is no efficient substitute for the actual code used. We therefore explain in detail the necessary syntax features of MPS/GE, adapting directly from Rutherford [1992], in sections B.1 and B2.[37] It is then an easy matter to simply list the model developed for Sweden in section B.3.

Readers interested in obtaining a complete set of files to implement the model should visit the web page HTTP://THEWEB.BADM.SC.EDU/GLENN/SWEDEN.HTM.

B.1 General MPS/GE Syntax

General syntax rules

- All input is free format (spaces and tabs are ignored) *except* keywords for which "$" must appear in column 1.

- End-of-line is significant. Continuation lines are indicated by a "+" in column 1.

- In general, input is not case sensitive, except in the specification of sub-nests for production and demand functions.

- Numeric expression involving GAMS parameters or constants must be enclosed in parentheses.

---

[37] Further documentation of the features of MPS/GE can be found on the web at HTTP://WWW.GAMS.COM/SOLVERS/MPSGE/INDEX.HTM.

Keywords

Keywords typically appear in the following order:[38]

$ONTEXT	Indicate the beginning of a GAMS comment block containing an MPS/GE model.
$MODEL:model_name	model_name must be a legitimate file name. This name is subsequently used to form two files: MODEL_NAME.HDR and MODEL_NAME.GEM (upper case is required for these names under UNIX).
$SECTORS:, $COMMODITIES:, $AUXILIARY:, $CONSUMERS:	Four keywords define variables which are used in the model. Entries in these blocks share the same syntax. The $AUXILIARY block is only used in models with side constraints and endogenous taxes or rationed endowments.
$PROD:sector	Production functions must be specified for each production sector in the model.
$DEMAND:consumer	Demand functions must be specified for every consumer in the model. General structure is the same as for production functions above.
$CONSTRAINT:auxiliary	Specifies a side constraint to be associated with a specified auxiliary variable.
$REPORT:	Identifies the set of additional variables to be calculated. These include outputs and inputs by sector and demands by individual consumers.
$OFFTEXT	Indicates the end of model specification.

[38] Both MPSGE keywords and control parameters appear within a model declaration block. A summary of MPSGE control parameters is provided below.

Variable Declarations

There are four classes of variables within an MPS/GE model: activity levels for production sectors, prices for commodities, income levels for consumers and level values for auxiliary variables. These classes of variables are distinguished in order to permit additional semantic checking by the MPS/GE preprocessor. For example, if P has been declared as a price (within the $COMMODITIES: block), then the preprocessor would report an error if it encountered "$PROD:P".

The $SECTORS:, $COMMODITIES:, $CONSUMERS: and $AUXILIARY: blocks contain implicit GAMS variable declarations in which the index sets must be specified in the GAMS program above and the variable names must be distinct from all other symbols in the GAMS program. One or more variables may be declared per line separated by one or more spaces.

Example 1

```
$SECTORS:
        Y(R,T)      ! Output in region R in period T
        K(T)        ! "Aggregate capital stock, period T"
```

In these declarations, the trailing comments (signified by "!") are interpreted as variable name descriptors which subsequently appear in the solution listing. The equivalent GAMS declaration for these variables would be:

```
VARIABLES  Y(R,T) Output in region R in period T
           K(T) "Aggregate capital stock, period T";
```

As with the usual GAMS syntax, when a variable descriptor contains a punctuation symbol such as ",", it is required to enclosed in quotes.

Example 2

```
$SECTORS:
        X(R,T)$(X0(R) GT 0)
```

Here, the GAMS conditional operator "$" is used to restrict the domain of the variable X. The expression following the dollar sign is passed through to the GAMS compiler and must conform to GAMS syntax rules.

Example 3

```
$SECTORS:
        X Y(R)$Y0(R) Z      ! Descriptor for Z
        W(G,R,T)            ! Descriptor for W
```

More than one symbol may appear on a single line. The descriptor only applies to the last one.

All MPSGE variables must be declared. When multidimensional variables are specified, they must be declared explicitly: declarations like X(*) are not permitted. Two further restrictions are that the sets used in the declaration must be static rather than dynamic, and any variable which is declared must be used in the model. There is a simple way to work around these restrictions. For example, suppose that in a model the set of production sectors AL is employed for all elements of a static set S which satisfy a particular condition, for example BMX(S) ≠ 0. This would require that AL be declared as follows:

```
$SECTORS:
    ...
    AL(S)$BMX(S)
    ...
```

In this context, the symbol "$" is used as an "exception operator" which should be read as "such that". In this case, we have generated one AL sector for each element of the set S for which BMX(S) is nonzero.[39]

---

[39] When restricting the declaration of a particular variable to a subset, be sure to avoid references in the model to elements of the set which are undeclared. For example, if AL(S)$BMX(S) is how sector AL is declared in the $SECTORS section, it is then necessary to restrict the domain of the function declaration, using a function header: "$PROD:AL(S)$BMX(S)".

Function Declarations

Functional declarations characterize nested CES functions which characterize both preferences and technology. The former are written within a $DEMAND: block and the latter within a $PROD: block. Tax entries may appear within a $PROD: block but not within a $DEMAND: block, otherwise the syntax is nearly identical. The syntax for these blocks will be described through a sequence of examples:

Example 4

```
$PROD:Y(R) s:1
    O:P(R)          Q:Y0(R)
    I:W(F,R)        Q:FD0(F,R)
```

This block characterizes a Cobb-Douglas production function in which the elasticity of substitution between inputs is one - "s:1" in the first line which sets a top level substitution elasticity equal to unity. Variable Y(R) is an activity level declared within the $SECTORS: block. Variables P(R) and W(F,R) are prices declared within the $COMMODITIES: block. The O: label indicates an output, and the I: prefix indicates an input. The Q: fields in both records represent "reference quantities". Y0(R) and FD0(F,R) must be GAMS parameters defined previously in the program.

Example 5

```
$PROD:X(R) s:ESUB(R) a:0 b:(ESUB(R)*0.2)
    O:PX            Q:X0(R)
    I:PY(G)         Q:YX0(G,R) a:
    I:PL            Q:LX0(R) b:
    I:PK            Q:KX0(R) b:
```

The keyword line specifies three separate elasticities related to this function. ESUB(R) is the top level elasticity of substitution. There are two sub-nests in the function. Nest a: is a Leontief nest (in which the compensated elasticity is zero). The elasticity of subtitution in nest b: is one-fifth of the top level elasticity. In the function specification, commodities

PY(G) (one input for each element of set G) enter in fixed proportions. Commodities PL and PK enter in nest b. If this function has been specified using a balance benchmark dataset with reference prices equal to unity, then the following identity should be satisfied:

X0(R) = SUM(G, YX0(G,R)) + LX0(R) + KX0(R)

Example 6

```
$PROD:AL(S) s:0 a:ELAS(S)
    O:P(G)      Q:A(G,S)
    I:P(G)      Q:B(G,S)
    I:W(F)      Q:FD(F,S) P:PF(F,S) A:GOVT T:TF(F,S) a:
```

In this function, we have two new ideas. The first is the use of a reference price denoted by "P:". This entry indicates that the function should be calibrate to a reference point where individual input prices (gross of tax) equal PF(F,S). If P: does not appear, prices of one are assumed. The second new idea here is that taxes may be levied on production inputs. The A: label identifies the name of the tax agent (a $CONSUMER:). The T: label identifies the ad-valorem tax rate.

Example 7

```
$DEMAND:RA(R)$RA0(R) s:1
    E:PL                Q:LE(R)
    D:P(G)$DG(G)        Q:D0(G,R)$DD(G,R)       P:P0(G,R)
```

This function specification demonstrates the use of conditionals. This function is only generated when RA0(R) is nonzero. The demands D: for a particular element of set G are suppressed entirely when DG(G) equals 0. The Q: field also has an exception operator, so that the default value for Q: (unity) is applied when DD(G,R) equals zero. This example is somewhat artificial, but it illustrates the distinction between how exception operators affect lead entries (I:, O:, D: and E:) and subsequent entries. When an exception is encountered on the lead entry, the entire record may be suppressed. Exceptions on subsequent entries only

applied to a single field.

The valid labels in a function declaration ($PROD: or $DEMAND:) line include:

s: Top level elasticity of substitution between inputs or demands.

t: Elasticity of transformation between outputs in production. (valid only in $PROD blocks).

a:,b:,... Elasticities of substitution in individual input nests.

The recognized labels in an I: or O: line include:

Q: Reference quantity. Default value is 1. When specified, it must be the second entry.

P: Reference price. Default value is 1.

A: Tax revenue agent. Must be followed by a consumer name.

T: Tax rate field identifier. (More than one tax may apply to a single entry.)

N: Endogenous tax. This label must be followed by the name of an auxiliary variable.

M: Endogenous tax multiplier. The advalorem tax rate is the product of the value of the endogenous tax and this multiplier.

a:,b:,.. Nesting assignments. Only one such label may appear per line.

The valid labels in an E: line include:

Q: Reference quantity.

R: Rationing instrument identifier. Must be followed by the name of an auxiliary variable.

The valid labels in a D: line include:

Q: Reference quantity.

P: Reference price.

a:,b:... Nesting assignment.

Constraints

Auxiliary constraints in MPSGE models conform to standard GAMS equation syntax. The may refer to any of the four classes of variables, $SECTORS, $COMMODITIES, $CONSUMERS and $AUXILIARY, but they may *not* reference variables names declared within a $REPORT block.

Complementarity conditions apply to upper and lower bounds on auxiliary variables and the associated constraints. For this reason, the orientation of the equation is important. When an auxiliary variable is designated POSITIVE (the default), the auxiliary constraint should be expressed as a "greater or equal" inequality (=G=). If an auxiliary variable is designated FREE, the associated constraint must be expressed as an equality (=E=).

Example 8

```
$CONSTRAINT:TAU
        G =G= X * Y;
```

Example 9

```
$CONSTRAINT:MU(I)$MU0(I)

    MU(I) * P(I) * Q(I) =G= SUM(J, THETA(I,J) * PX(J));
```

The exception applied in this example restricts the equation only to those elements of set I for which MU0(I) is not zero.

Report Declaration

The GAMS interface to MPS/GE normally returns level values only for the central variables: those declared within $SECTORS:, $COMMODITIES:, $CONSUMERS: and

$AUXILIARY: sections. An equilibrium determines not only these values, but also levels of demand and supply by individual sectors and consumers. Given benchmark information, elasticities and the equilibrium values, all such demands can be computed, but this can be tedious to do by hand. In order to have these values returned by MPS/GE, it is necessary to indicate the name of the variable into which the value is to be returned.

The general form is as follows:

```
$REPORT:
     V:variable name     I:commodity     PROD:sector
     V:variable name     O:commodity          PROD:sector
     V:variable name     D:commodity          DEMAND:consumer
     V:variable name     W:consumer
```

The first row returns an input quantity the second row returns an output quantity, the third returns a demand quantity, and the fourth row returns a consumer welfare index. (Note: the level value returned for a "consumer variable" is an income level, not a welfare index.)

Example 9

```
$REPORT:
     V:DL(S)                  I:PF("L")      PROD:Y(S)
     V:DK(S)                  I:PF("K")      PROD:Y(S)
     V:SX(G,S)$SX0(G,S)       O:PX(G)        PROD:X(S)
     V:D(G,H)                 D:P(G)         DEMAND:RA(H)
     V:W(H)                   W:RA(H)
```

Note that the "$" exception is only meaninful on the first entry. Also notice that the domain of the report variable must conform to the domain of the subsequent two entries.

Exception Handling

The GAMS exception operator can be used on virtually any entry in the MPSGE input file. For example, if you want to have sector X(S) have one production structure for

elements S in a subset T(S), you can provide separate production function declarations as follows:

```
$PROD:X(S)$T(S)
...             ! sector X described for S in T
$PROD:X(S)$(NOT T(S))
...             ! sector X described for S not in T.
```

The preprocessor does not require one and exactly one declaration for each sector. If multiple declarations appear, the later set of coefficients overwrites the earlier set.

B.2 General File Structure

This section provides an overview of the structure of GAMS input files which include MPSGE models. Rutherford [1992] presents many of these ideas by way of example, but it may also be helpful for some users to have a "template" for constructing MPSGE models. The discussion in this section focuses on a "generic" input file, the schematic form of which is presented in Table 28. This section first presents a "top down" view of program organization, and then it discusses aspects of the new syntax for model specification.

Flow of Control

When a model is developed using GAMS as a front-end to MPSGE, the input file generally has five sections as identified in Table 28. Section (i), the benchmarking section, contains standard GAMS statements. This includes GAMS SET declarations, input data (SCALARS, PARAMETERS and TABLES), and PARAMETER declarations for intermediate arrays used in benchmarking or model specification. In complex models, this section of the

file will typically contain some algebraic derivations, the result of which is a calibrated benchmark equilibrium data set.[40]

Users who are unfamiliar with GAMS can consult the manual: Brooke, Kendrick and Meeraus [1992].[41] Beginning GAMS programmers should remember that the MPSGE interface to GAMS is unlike other solution subsystems. "Level values" are passed between the GAMS program and MPSGE in the usual fashion, but MPSGE models do not require the explicit use of the VARIABLE or EQUATION statements.)

The second section of the file consists of a GAMS comment range, beginning with an $ONTEXT record and ending with an $OFFTEXT record, followed by an $INCLUDE statement for the model's HDR file. The statements in the MPSGE model declaration are "invisible" to the GAMS compiler. They are instead interpreted by the MPSGE "preprocessor" which reads the MPSGE model statements and generates corresponding HDR and GEN files. Among other things, the HDR file contains VARIABLE declarations for each of the central variables and report variables in the MPSGE model.

The third section of the generic input file performs a "benchmark replication" and may not be present in all applications. There are four statements required for benchmark validation. The first statement sets the iteration limit to be zero; the second statement causes the MPSGE model to be "generated", and the third statement causes the MPSGE solver to read the model and return the deviations. In this call, the level values passed to the

---

[40] An MPS/GE model need not be based on a calibrated benchmark. In some models, for example in non-stationary dynamic equilibrium models, there is no calibrated benchmark, and the reference equilibrium values must be computed.

[41] See, in particular, Chapter 2 of the GAMS manual which contains a tutorial introduction written by Richard Rosenthal. See also the appendix in Thompson and Thore [1992].

solver are unaltered because the iteration limit is zero.[42] Market excess supplies and zero profit checks are returned in the "marginals" of the associated commodity prices and activity levels, respectively. The final statement in this section resets the iteration limit to 1000 (the default value) for subsequent counter-factual computations.[43]

Section (iv) defines and then computes a counter-factual equilibrium. A counter-factual equilibrium is defined by parameter values such as tax rates or endowments which take on values different from those in the benchmark equilibrium. Within the GAMS interface to MPSGE, it is also possible to fix one or more central variables.[44] When any variable is fixed, the associated equation is omitted from the equilibrium system during the solution process but the resulting imbalance is then reported in the solution returned through the marginal.

The final section of the file represents the GAMS algebra required for comparing counter-factual equilibria. It would be possible, for example, to construct welfare measures or to report percentage changes in certain values. All of these calculations are quite easy because the equilibrium values are returned as level values in the associated variables.

For large models, the advantage of the vector format is that by using appropriately defined GAMS sets, the number of individual functions which need to be defined is reduced

---

[42] The HDR file install default level values of unity for all variables is zero.

[43] There are two ways that a user, from within a GAMS program, can limit the resources consumed by a single run: (i) <model>.ITERLIM = xx; places a limit of xx on the total number of minor (Lemke) iterations, (ii) <model>.RESLIM = xx; limits the total number of CPU seconds. The default values for ITERLIM, and RESLIM are 1000 and 3600, respectively.

[44] "Central variables" are commodity prices, activity levels, auxiliary variables and income levels. When no prices or income levels are fixed, then MPSGE uses the price index of the first commodity as numeraire assigning an equilibrium value of unity. If, on the other hand, one or more prices or income levels are fixed exogenously, then no numeraire is installed for reporting the solution nor for the iterative solution sequence.

only to the number of "classes" of functions. This makes it possible to represent large dimensional models using only a few lines of code.

To summarize, here are the basic features of a program which uses GAMS as a front-end to MPSGE:

- An MPSGE model is defined within a GAMS comment range followed by $INCLUDE <model>.HDR. The HDR file is automatically written by the preprocessor given the model structure.
- Every SOLVE statement for a particular model is preceded by $INCLUDE <model>.GEN. Like the HDR file, the GEN file is written by the preprocessor based on the model structure.
- Solution values for the cental variables in the MPSGE model and any declared "report variables" are returned in GAMS variable level values. Level values for slacks are returned as "marginals" for the associated variables.
- The model description follows a format which is a direct extension of the scalar data format. Certain aspects of the new language, such as case folding, are incompatible with the original MPSGE syntax.

GAMS Code Generated by the Preprocessor: the GEN and HDR Files

Most novice users will find it easiest to treat the preprocessor output files as "black boxes". These files contain GAMS source code required for declaring and generating the MPSGE input file. Table 29 presents the HDR file for model HARBERGER in its entirety. Table 30 contains portions of the GEN file for the same model. Table 31 shows the

preprocessor-generated listing and symbol table which are always appended to the bottom of the GEN file. If a preprocessor error occurs, it can be helpful to consult the symbol table to track down the bug.

B.3 Specific Code for the Sweden Model

The Sweden model is invoked with a batch file called R.BAT, listed in the form used for the preferred model and scenario C100 in Table 32. A ":" in column 1 means that the line is not processed by MS-DOS. The batch file allows the user to define the scenarios to be evaluated in RUN(SC), to expedite matters if one is not interested in all scenarios.

The initial few lines of Table 32 define the sensitivity analysis, and is set up in this version of R.BAT to just undertake "one" loop through the sensitivity analysis, implying that the model will solve using the base point estimates for all elasticities. If more than one loop is requested at this stage (e.g., see the line that is "remarked out", which requests 100 loops), then the program randomly generates perturbations around these point estimates in the manner defined in Appendix A. The file SWEDEN92.SIG specifies these elasticity settings.

The batch file is currently set up to just run the scenario BENCH and the core scenario C100. It is a simple matter to edit this file such that the RUN(SC) set points to any of the scenarios available.

Several SCALARs define model settings. NUKEIT and NUKCON define the "nuclear shutdown" constraint. If we let NUKEIT be "active" by setting it to 1, but have NUKCON equal to infinity, then the EL_O sector is effectively unconstrained. The NU75 scenario, for

example, would require NUKEIT=1 and NUKCON=0.75. The SUPPORT option is not employed in the current analysis, and is therefore "turned off" by initializing SUPPORT to 0. Similarly with the PARETO sidepayments option.

The SCALET and SCALED values determine if we scale up all trade or domestic elasticities by some scalar. If these are set to 1, the default, then we use our default elasticities. To double the trade elasticities, for example, we would set SCALET equal to 2. The T_ELAST parameter allows the user to over-ride the default estimates of trade elasticities, which vary across sectors, and impose some constant value. If it is set to 0, the default, then the base case elasticities are used; otherwise all trade elasticities are set equal to that value. Finally, the T_NONEST parameter allows the user to switch from the trade elasticities estimated assuming a standard Armington nesting structure, the default, to one that does not make that assumption. The specific effects of these parameters can be seen in the code in SWEDEN92.SIG.

The SSK array defines the percentage of the specified sector's benchmark capital payments which are attributed to sector-specific capital. We allocate all of the capital payments in the natural RESOUrce sectors, and 20% of the capital payments in the three primary energy sectors listed. The effect of this setting is to constrain the supply responses of these sectors, since higher shares of factor payments to sector-specific factors imply less elastic supply curves.

The LUMPHH scalar specifies whether "lump-sum" transfers will be effected from households on a "per household" basis or not. Since there are different numbers of actual households in each of the household types of the model, it would not be appropriate to

transfer one kroner from each *type* if the intent were to transfer one kroner from each *household*. In other words, we should weight the kroner transfer by the share of the total number of households in each type, so that in effect each household makes the same kroner transfer. The LUMPHH scalar should be set to 1 to undertake this weighting.

The UNEMP scalar sets he benchmark level of classical unemployment in the model. To replicate our results his option should be left at 0 to denote the absence of unemployment. We do not believe that this specification of unemployment is appropriate for Sweden, and it is beyond the scope of this report to examine the alternative specifications.

The RREV scalar determines if the model employs an "equal revenue" constraint for government. If it is activated, by being set to 1, then the government replaces all lost revenue with increases in specified taxes; likewise, the government returns any extra revenue by reducing those specified taxes. If RREV=0 the government simply expands or contracts its expenditures depending on it's revenues.

Finally, the BMK_NUDE scalar tells the model whether or not to *benchmark* to a setting in which the economy is "stripped" of carbon taxes. Doing this can show the effects of imposing the existing carbon taxes. Be sure to keep track of the restart file generated by this switch, and not to accidentally use it when you intend to have the model benchmarked *with* carbon taxes (the default).

The core programs called in the batch file, SWEDEN92.BMK and SWEDEN92.SC, sets up the database for the model and solve the specified scenario(s). After the model has solved the batch file calls the program SWEDEN92.REP to just display the final results of

the simulation. This display program just mimics the report-writing commands at the bottom of SWEDEN92.SC, but saves the user from having to wade through tens of thousands of lines of interim results. The main report will therefore be in the file SV.REP.

The files SWEDEN92.RAW, SWEDEN92.TAX and SWEDEN92.SIG contain specific pieces of code which are "included" into the core program SWEDEN92.BMK and SWEDEN92.SC. The RAW file has the basic data, in fairly gory detail. The TAX file contains the logic for defining the energy and pollution taxes. The SIG file contains the elasticity specifications, including those for the sensitivity analysis.

In all of our simulations we use version 87 of GAMS/MPSGE software. We expect that all simulations will run on the version 85, which is more widely available, but have not verified this. Note that several of the auxiliary constraints in the model will *not* run on versions 69 or earlier, since they employ the "=E=" option. We use the PATH solver, and although e have solved most of the scenarios using MILES or PATH we cannot guarantee that all will solve unless PATH is used. For this model, and indeed virtually all models of this genre, our experience has been that any "numerical problems" have always been due to ill-formed economics; we strongly encourage novice modelers to adopt the same working hypothesis when debugging problems.

The model itself is specified in Tables 33, 34 and 35. The variables used in the model are defined in Table 36, and the sets used in the model are defined in Table 37. These listings might appear cryptic to a novice user, but their purpose is to formally define the computer representation of our model in a complete and unambiguous manner. Most of the specifications are "standard", and should be evident from our description of the model in the

text and the description of MPSGE syntax earlier in this appendix. Several features are worth commenting on in addition.

The MAKEME auxiliary constraint is listed here but is not employed in the current version. It is designed to solve for an endogenous level of the carbon tax system in order to meet pre-specified carbon emission reduction targets. In effect it is dual to the problems solved in the C50, C100, C150 .... C300 scenarios.

The detailed report variables DELINP and DINS are requested in order to determine the detailed impacts of scenarios on intermediate input useage in certain key sectors. The DINS values allow one to re-generate the complete Input-Output matrix after each scenario has solved, if this were of any interest. It is, for example, useful to identify the sectoral impacts on revenue from the energy and carbon taxes, which are central to one of our results (viz., the potential for "perverse" revenue effects of carbon tax increases if trade elasticities are sufficiently high).

The specification of the $PROD block for Y(I) contains the key carbon and energy taxes in the model, which are "buried" in parameter IOT(J,I). The benchmark values for energy taxes, carbon taxes and sulphur taxes are generated in the file SWEDEN92.TAX and are then added as IOT(I,J) = ENTAX(I,J) + CO2TAX(I,J) + SO2TAX(I,J) after being revised according to the specific scenario. For example, prior to this IOT(I,J) definition, in scenario C100 we would have doubled carbon taxes using the command CO2TAX(I,J) = 2 * CO2TAX(I,J). Note that the endogenous tax in addition to IOT in this block is only active if the MAKEME auxiliary variable is allowed to change from the initial value of 0 (which, in turn, is only true if CONCO2 is true).

There is also some unfortunate reversals of the I and J indices for the tax data in SWEDEN92.TAX, and the reader show be wary of this. The net results have been carefully triple-checked, but be warned if you try to tinker with this code!

The other notable feature of the Y(I) block is that we separate the value added of the EL_O sector from others. This facilitates the imposition of the "nuclear shutdown" constraint, which only applies to the EL_O sector. To illustrate the workings of GAMS/MPSGE, one could merge these two lines for the value added input by replacing the M:(0.01)$NUKEIT field with some field which specifies a tax which only applies to EL_O. Hence if we define the parameter NTAX with values NTAX(I) = 0 and NTAX("EL_O") = 0.01, we could have the one line

I:PV(I) Q:VA(I) A:GOVT N:NUKED$NUKEIT M:NTAX$NUKEIT

instead of the current specification.

Additional References

Thompson, G., and Thore, S., *Computational Economics* (Redwood City, CA: Scientific Press, 1992).

Table 28: Generic File Structure and Flow of Control

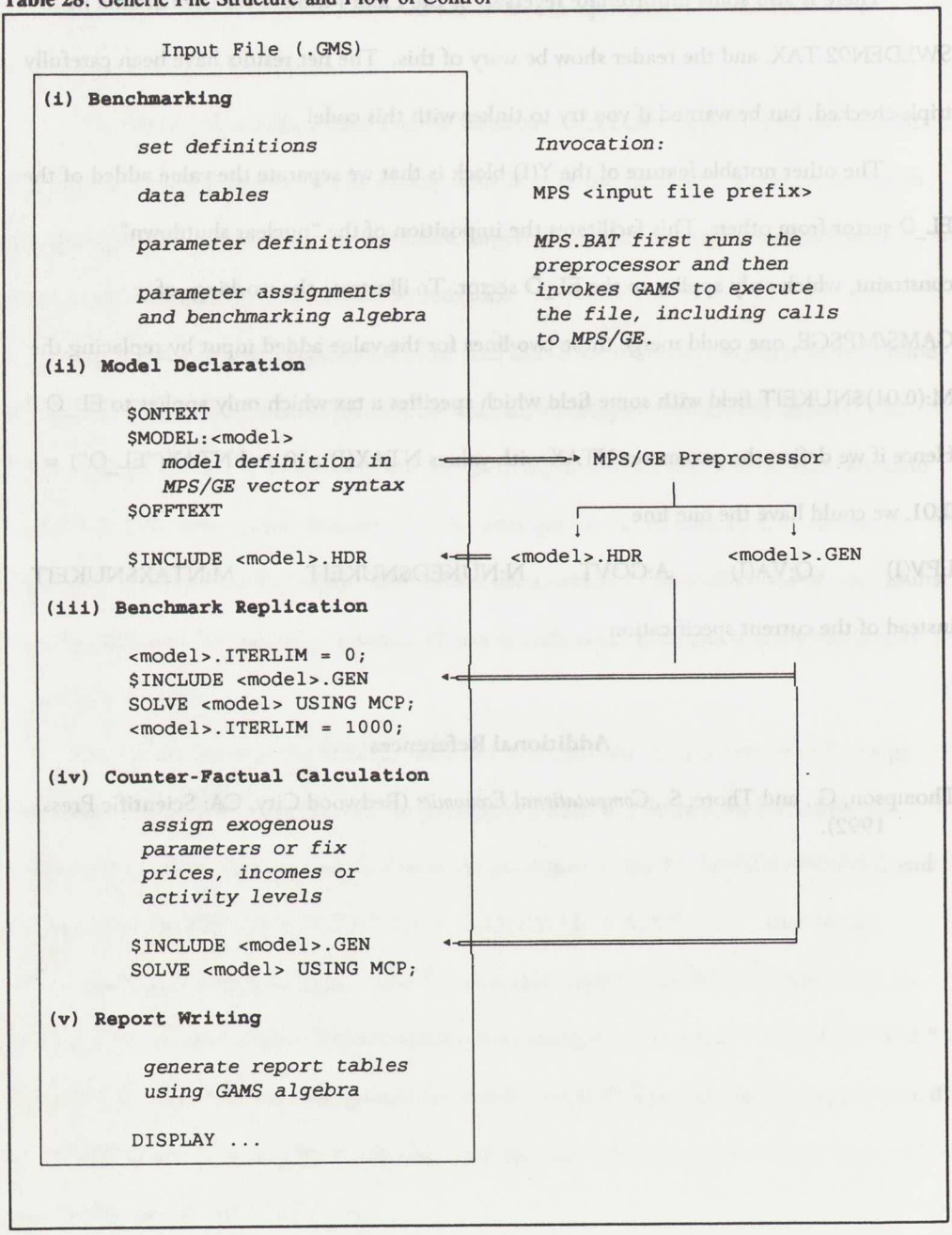


Table 29: Model Header File (generated by preprocessor)

```
*  MPS/GE MODEL DECLARATION FILE

OPTION MCP=MPSGE;
SCALAR MPSEPS; MPSEPS=1.E-8;
FILE MPS01 /D:\MPS_INP.SCR/;
MPS01.ND = 8;
MPS01.NW =15;
MPS01.NR = 2;
MPS01.LW = 0;
EQUATION DUMMY01;
MODEL HARBERGER /DUMMY01/;


POSITIVE VARIABLES
AL(S)
P(G)
W(F)
PT
RA(H)
GOVT
CD(G,H)
DF(F,H)
EMPLOY(S)
WLF(H)
;

*       Default initial values:

AL.L(S) = 1;
P.L(G) = 1;
W.L(F) = 1;
PT.L = 1;

*       Dummy equation definition:

DUMMY01..
+SUM((S),AL(S))
+SUM((G),P(G))
+SUM((F),W(F))
+PT
+SUM((H),RA(H))
+GOVT
+SUM((G,H),CD(G,H))
+SUM((F,H),DF(F,H))
+SUM((S),EMPLOY(S))
+SUM((H),WLF(H))
   =E= 0;
```

Table 30: Model Generation Code (generated by preprocessor)

```
* MPS/GE MODEL GENERATOR FILE

$OFFINLINE
$INLINECOM { }
PUT MPS01/;
PUT'$RESET:'/;
PUT'$MODEL: HARBERGER  '/;

{    2}  PUT /;

{    2}  PUT'$SECTORS:'/;
{    3}  LOOP((S),
{    3}    PUT'AL''.'S.TL;
{    3}    PUT /;
{    3}  );
{    5}  PUT /;

{    5}  PUT'$COMMODITIES:'/;
{    6}  LOOP((G),
{    6}    PUT'P''.'G.TL;
{    6}    PUT /;
{    6}  );
{    6}  LOOP((F),
{    6}    PUT'W''.'F.TL;
{    6}    PUT /;
{    6}  );
{    6}  PUT'PT';
{    6}  PUT /;
{    8}  PUT /;

{    8}  PUT'$CONSUMERS:'/;
{    9}  LOOP((H),
{    9}    PUT'RA''.'H.TL;
{    9}    PUT /;
{    9}  );
{    9}  PUT'GOVT';
{    9}  PUT /;
{   11}  PUT /;

{   11}  PUT / '$REPORT:'/;
{   12}  LOOP((G,H),
{   12}    PUT'V:CD''.'G.TL'.'H.TL;
{   12}    PUT '          ';
{   12}    PUT @25'D:P''.'G.TL;
{   12}    PUT '          ';
{   12}    PUT @43'DEMAND:RA''.'H.TL;
{   12}    PUT /;
{   12}  );

...

{   28}  PUT /;
{   28}  PUT'$DEMAND:GOVT';
{   29}  PUT /;
{   29}  IF(ABS(GREV) GT MPSEPS,
{   29}    PUT'D:PT';
{   29}    PUT @25'Q:'GREV;
{   31}    PUT /;
{   31}  );

OPTION LIMROW=0;
OPTION LIMCOL=0;
PUT / '$PEPS:1.E-6'/;
PUT / '$SOLVE'/;
PUTCLOSE MPS01;
```

Table 31: MPS/GE Model Listing and Symbol Table (from preprocessor)

```
MPSPP VERSION 11/92   286/386/486 DOS          02/23/93    02:35:39.58
    1
    2  $SECTORS:
    3        AL(S)
    4
    5  $COMMODITIES:
    6        P(G)  W(F)  PT
    7
    8  $CONSUMERS:
    9        RA(H) GOVT
   10
   11  $REPORT:
   12           V:CD(G,H)        D:P(G)          DEMAND:RA(H)
   13           V:DF(F,H)        D:W(F)          DEMAND:RA(H)
   14           V:EMPLOY(S)      I:W("L")        PROD:AL(S)
   15           V:WLF(H)         W:RA(H)
   16
   17  $PROD:AL(S)  s:0  a:ELAS(S)
   18        O:P(G)       Q:A(G,S)
   19        I:P(G)       Q:B(G,S)
   20        I:W(F)       Q:FD(F,S)   P:PF(F,S)   A:GOVT   T:TF(F,S)  a:
   21
   22  $DEMAND:RA(H)  s:1  a:ESUB(H)
   23        D:P(G)       Q:C(G,H)    a:
   24        D:W(F)       Q:D(F,H)
   25        E:W(F)       Q:E(F,H)
   26        E:PT         Q:TRN(H)
   27
   28  $DEMAND:GOVT
   29        D:PT         Q:GREV

Symbol Listing

Note:   Parameter and set references appearing within
        parentheses are not identified by the preprocessor.

Symbol      Type       References
==========  =====      ==================================================
"L"         SET          14
A           PARAM        18
AL          ACTIV         3   14   17
B           PARAM        19
C           PARAM        23
CD          REPRT        12
D           PARAM        24
DF          REPRT        13
E           PARAM        25
ELAS        PARAM        17
EMPLOY      REPRT        14
ESUB        PARAM        22
F           SET           6   13   13   20   20   20   20   24   24   25   25
FD          PARAM        20
G           SET           6   12   12   18   18   19   19   23   23
GOVT        CONSU         9   20   28
GREV        PARAM        29
H           SET           9   12   12   13   13   15   15   22   22   23   24   25   26
P           PRICE         6   12   18   19   23
PF          PARAM        20
PT          PRICE         6   26   29
RA          CONSU         9   12   13   15   22
S           SET           3   14   14   17   17   18   19   20   20   20
TF          PARAM        20
TRN         PARAM        26
W           PRICE         6   13   14   20   24   25
WLF         REPRT        15
```

Table 32: Batch File Used To Invoke Base Model

```
echo   SET RUN(SC) /bench, C100/;                                    >sc.ptr
:echo          CTAX, EXEMPT, ETAX, ALLTAX/;                         >>sc.ptr
:echo          C100,C100V,C100LS/;                                  >>sc.ptr
:echo          C100FB,FIRST,CTAXFB/;                                >>sc.ptr
:echo          C50,C100,C150,C200,C250,C300/;                       >>sc.ptr
:echo          C100,EXEMPT,E100,E100V,E100LS,E100FB/;               >>sc.ptr
:echo          C100,N100,N75,N50/;                                  >>sc.ptr
:echo          C100,UR,C100UR,EN10,C100EN10,EN10D,C100EN10D/;       >>sc.ptr

echo    OPTION SEED=11;                                              >seed.ptr
echo    FILE SSS /SSA.0/;                                            >>seed.ptr
echo    FILE SSA /SSA.11/;                                           >>seed.ptr
:echo   SET SSALOOP SSA LOOP    /SSA1*SSA100/;                       >>seed.ptr
echo    SET SSALOOP SSA LOOP    /SSA1/;                              >>seed.ptr

echo     SCALAR                                                       >model.ptr

echo    NUKEIT  Activate nuclear constraint           /1/,    >>model.ptr
echo    NUKCON  Default fraction of electricity allowed /INF/, >>model.ptr
echo    SUPPORT Activate support for sensitive sectors  /0/,  >>model.ptr
echo    LEISURE Define leisure endowment share (0=none) /0.25/, >>model.ptr
echo    PARETO  Make sidepayments (0=none)            /0/,    >>model.ptr
echo    LUMPHH  Weight hhd LS transfers (1=yes)       /1/,    >>model.ptr
echo    SCALET  Scale trade elasticities (1=none)     /1/,    >>model.ptr
echo    SCALED  Scale domestic elasticities (1=none)  /1/,    >>model.ptr
echo    T_ELAST Specify the trade elasticities (0=no) /0/,    >>model.ptr
echo    T_NONEST Specify no trade nesting (1=yes)     /0/,    >>model.ptr
echo    UNEMP   Percentage unemployment rate          /0/,    >>model.ptr
echo    RREV    Replace Revenue (1=yes)               /1/,    >>model.ptr
echo    BMK_NUDE Benchmark without CO2 taxes (1=yes)  /1/;    >>model.ptr

echo    SSK(RESOU,SC)   =  100;                                      >>model.ptr
echo    SSK("STEN",SC)  =  20;                                       >>model.ptr
echo    SSK("PETR",SC)  =  20;                                       >>model.ptr
echo    SSK("SMOR",SC)  =  20;                                       >>model.ptr

call gams  sweden92.bmk  s=bmk codex=1
call gams  sweden92.sc   r=bmk  s=sc codex=1
call gams  sweden92.rep  r=sc  o=sv.rep codex=1

: use the following call when doing sensitivity analysis...
:call gams  sweden92      o=nul
```

Table 33: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part I)

```
$MODEL:SWEDEN

$SECTORS:
        U(H)                        ! Welfare indices
        G                           ! Government demand
        NVK                         ! Aggregate investment
        Y(I)                        ! Production
        V(I)$VA(I)                  ! Value-added
        X(I)$EXPORT(I)              ! Export index
        M(I)$IMPORT(I)              ! Import index
        A(I)                        ! Armington supply index
        LS(H)                       ! Labor supply indices

$COMMODITIES:
        PU(H)                       ! Welfare indices
        PLS(LABF,H)                 ! Labor supply prices
        PFX                         ! Foreign exchange
        PNVK                        ! Price of investment
        PG                          ! Price of government output
        PF(F)$(SUM(H,E(F,H)))       ! Factor prices
        PA(I)                       ! Armington supply prices
        PE(I)$EXPORT(I)             ! Export price index
        PD(I)                       ! Domestic price of output
        PI(I)$IMPORT(I)             ! Import price index
        PV(I)$VA(I)                 ! Value added price index

$AUXILIARY:
        TAU_VAT                     ! VAT replacement multiplier
        TAU_F                       ! Factor tax replacement multiplier
        TAU_LS                      ! Lumpsum tax replacemnent
        MAKEME$CONCO2               ! Constrain aggregate CO2 pollution level
        TRN(H)$PARETO               ! Pareto-implementing income transfer - % EV
        POLL(POLLUT)                ! Aggregate pollution
        SAVE(I)$SAVEME(I)           ! Save these sectors with a subsidy
        NUKED$NUKEIT                ! Constrain the nuclear electricity activity

$CONSUMERS:
        RA(H)                       ! Households
        GOVT                        ! Government

$REPORT:
        V:DF(F,I)$DFB(F,I)      I:PF(F)         PROD:V(I)
        V:DS(I)                 I:PD(I)         PROD:A(I)
        V:DELINP(ELIN)          I:PA(ELIN)      PROD:Y("EL_O")
        V:DINS(J,I)             I:PA(J)         PROD:Y(I)
        V:CONSD(H,I)            D:PA(I)         DEMAND:RA(H)
        V:CONSP(H,I)            I:PA(I)         PROD:U(H)
        V:WLF(H)                W:RA(H)
```

Table 34: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part II)

```
*       AGGREGATE PRODUCTION:

$PROD:Y(I)   t:ETRNDX(I) s:ESUBIO(I)
        O:PD(I)             Q:DB(I)             P:PYB(I)          A:GOVT  T:(-SP(I))
        O:PE(I)             Q:XD(I)             P:PYB(I)          A:GOVT  T:(-SP(I))
        I:PA(J)             Q:INS92(J,I)        P:IOP(J,I)
+               A:GOVT      T:IOT(J,I)
+               A:GOVT      N:MAKEME$CONCO2              M:CO2_TAU(J,I)$CONCO2
        I:PV(I)$(NOT ELO(I))    Q:VA(I)$(NOT ELO(I))
        I:PV(I)$ELO(I)          Q:VA(I)$ELO(I)
+               A:GOVT          N:NUKED$NUKEIT  M:(0.01)$NUKEIT

$PROD:V(I)$VA(I)        s:ESUBKL(I)         K:ESUBKK(I)       L:ESUBLL(I)
        O:PV(I)                             Q:VA(I)
+       A:GOVT  N:SAVE(I)$SAVEME(I)         M:(-SAVESUB(I))$SAVEME(I)
        I:PF(F)$(LABF(F) AND SUBF(F,I))             Q:DFB(F,I)        P:PFB(F,I) L:
+                       A:GOVT              N:TAU_VAT         M:VATD(I)
+                                           N:TAU_F           M:FACT(F,I)
        I:PF(F)$(LABF(F) AND NOTSUBF(F,I))          Q:DFB(F,I)        P:PFB(F,I) L:
+                       A:GOVT              N:TAU_VAT         M:VATD(I)
+                                           T:FACT(F,I)
        I:PF(F)$(NOT LABF(F))               Q:DFB(F,I)        P:PFB(F,I) K:
+                       A:GOVT              N:TAU_VAT         M:VATD(I)
+                                                             T:FACT(F,I)

*       EXPORTS

$PROD:X(I)$EXPORT(I)  t:ETRNXX(I)
        I:PE(I)             Q:XD(I)
        O:PFX$(XR)          Q:(XB(I,XR)*PX(I,XR))
+                           P:(PXB(I,XR)/PX(I,XR))
+                           A:GOVT  T:(-SX(I,XR)/(1-SX(I,XR)))

*       IMPORTS

$PROD:A(I)   s:ESUBDM(I)
        O:PA(I)                     Q:AB(I)
        I:PD(I)                     Q:DB(I)
        I:PI(I)$IMPORT(I)           Q:(AB(I)-DB(I))

$PROD:M(I)$IMPORT(I)  s:ESUBMM(I)
        O:PI(I)             Q:(AB(I)-DB(I))
        I:PFX$(MR)          Q:(MB(I,MR)*PM(I,MR))  P:(PMB(I,MR)/PM(I,MR))
+               A:GOVT  T:T(I,MR) N:TAU_VAT M:((1+T(I,MR))*VATI(I))

*       PRIVATE HOUSEHOLD UTILITY:

$PROD:U(H)   s:ESUBC(H)
        O:PU(H)                     Q:(UB(H)+SUM(LABF,LEISR(LABF,H)))
        I:PA(I)                     Q:CF(I,H)
        I:PLS(LABF,H)               Q:LEISR(LABF,H)

*       GOVERNMENT CONSUMPTION:

$PROD:G
        O:PG                Q:(SUM(I, GB(I)))
        I:PA(I)             Q:GB(I)

*       CAPITAL FORMATION:

$PROD:NVK
        O:PNVK              Q:(SUM(I, IB(I)))
        I:PA(I)             Q:IB(I)

*       DOMESTIC CONSUMER:

$DEMAND:RA(H)    s:1.01
        D:PU(H)                     Q:UB(H)
        E:PF(F)$(NOT LABF(F))       Q:E(F,H)
        E:PA(I)                     Q:EN(I,H)
        E:PNVK                      Q:(-SUM(I, IB(I))*SAVSHR(H))
        E:PFX                       Q:(BOPDEF*DEBTSHR(H))
        E:PG                        Q:(-GOVDEF*DEBTSHR(H))
        E:PU(H)                     Q:(-LUMPS(H))       R:TAU_LS
        E:PU(H)$PARETO  Q:((UB(H)+SUM(LABF,LEISR(LABF,H)))/100)  R:TRN(H)
        E:PU(H)                     Q:(-TRANSF(H))

*       LABOR SUPPLY:

$PROD:LS(H)   t:0
        O:PF(F)$(LABF(F))           Q:E(F,H)
        I:PLS(LABF,H)               Q:LSUPPLY(LABF,H)
```

Table 35: The Sweden Model in MPS/GE Format (Part III)

```
*       GOVERNMENT AGENT:

$DEMAND:GOVT
        E:PG                    Q:GOVDEF
        E:PU(H)                 Q:LUMPS(H)              R:TAU_LS
        D:PG
        E:PU(H)$PARETO          Q:(-(UB(H)+SUM(LABF,LEISR(LABF,H)))/100) R:TRN(H)
        E:PU(H)                 Q:TRANSF(H)

*       THESE AUXILIARY CONSTRAINTS DETERMINE LEVELS OF FACTOR OR LUMPSUM
*       TAXATION, DEPENDING ON WHICH INSTRUMENT IS USED TO ACHIEVE
*       EQUAL YIELD:

$CONSTRAINT:TAU_F$RREV
        G =E= 1;

$CONSTRAINT:TAU_VAT$RREV
        G =E= 1;

$CONSTRAINT:TAU_LS$RREV
        G =E= 1;

*       COMPUTE THE AGGREGATE AMOUNT OF DOMESTIC POLLUTION:

$CONSTRAINT:POLL(POLLUT)
        POLL(POLLUT) =E= SUM(I, POLLOUT(I,POLLUT)*Y(I)*YB(I) );

*       CONSTRAIN THE AGGREGATE AMOUNT OF CO2 POLLUTION:

$CONSTRAINT:MAKEME$CONCO2
        POLLB("CO2") * POLLMAX =E= SUM(I, POLLOUT(I,"CO2")*Y(I)*YB(I) );

*       DETERMINE IF PARETO SIDEPAYMENTS ARE NEEDED:

$CONSTRAINT:TRN(H)$PARETO
        U(H) =G= 1;

*       SAVE SOME SECTORS FROM CONTRACTING WITH A PRODUCTION SUBSIDY

$CONSTRAINT:SAVE(I)$SAVEME(I)
        V(I) =G= 1;

*       KILL THE NUCLEAR ELECTRICITY SECTOR WITH A DOMESTIC PRODUCTION TAX

$CONSTRAINT:NUKED$NUKEIT
        V("EL_O") =L= NUKCON;
```

Table 36: Variables Defined in the Swedish Model

Variable	Definition
U(H)	Welfare indices
G	Government demand
NVK	Aggregate investment
Y(I)	Production
V(I)	Value-added
X(I)	Export index
M(I)	Import index
A(I)	Armington supply index
LS(H)	Labor supply indices
PU(H)	Welfare indices
PLS(H)	Labor supply prices
PFX	Foreign exchange
PNVK	Price of investment
PG	Price of government output
PF(F)	Factor prices
PA(I)	Armington supply prices
PE(I)	Export price index
PD(I)	Domestic price of output
PI(I)	Import price index
PV(I)	Value added price index
TAU_VAT	VAT replacement multiplier
TAU_F	Factor tax replacement multiplier
TAU_LS	Lumpsum tax replacemnent
MAKEME	Constrain aggregate CO2 pollution level
TRN(H)	Pareto-implementing income transfer - % EV
POLL(POLLUT)	Aggregate pollution
SAVE(I)	Save these sectors with a subsidy
NUKED	Constrain the nuclear electricity activity
RA(H)	Households
GOVT	Government

Table 37: Sets Used in the Swedish Model

```
SET     SC  Scenarios
/       BENCH    Replicate the benchmark,
        C100     Increase CO2 taxes by 100% with labor tax replacement,
        ... as defined in the text ...
        ALLTAX   Remove all energy & CO2 & SO2 taxes with labor tax rep./;

SET     INST                Replacement taxes          /VAT, FACT, LUMPSUM/,
        ENDOG(INST,SC)      Specify which replacement tax to use;

SET     POLLUT              Pollutants          /CO2, SO2/;

SET     R          Trade partners               /FIN, NOR, DEN, REU, USA, JAP, ROW/,
        MR(R)      Import regions               /FIN, NOR, DEN, REU, USA, JAP, ROW/,
        XR(R)      Export regions               /FIN, NOR, DEN, REU, USA, JAP, ROW/,

        F                   Primary factors

/       L_BC_U,  L_BC_S,   L_BC,
        L_WC_U,  L_WC_SS, L_WC_S, L_WC,
        L_EMP,   L_SE,
        K,
        JORD, SKOG, FSKE, JARN, A_ME, STEN, SLAK, MEJE, FRUK, FISK,
        FETT, KVAR, BAGE, SOCK, CHOK, DIVX, FODE, DRYC, TOBA, GARN,
        TEXT, TRIK, OVRT, BEKL, LADE, S2GV, TRAH, A_TR, OVR_, TRAM,
        PAPP, PPPP, TRAF, PFRP, OVRX, GRAF,       KEMI, GODS, BASP,
        PLAS, FARG, LAKE, TVAT, OVRK, PETR, SMOR, GUMM, PLSV, PORS,
        GLAS, TEGE, CEME, OVRM, JRN_, FERR, JNGJ, META, METV, I_JA,
        METR, MSKN, ELMO, TELE, HUSH, OVRE, VARV, RALS, BILA, CYKL,
        FLYG, OVRR, INST, A_TI, EL_O, GASV, VATT, BYGG, VARU, HOTE,
        SAMF, POST, BANK, EGNA, FAST, UPPD, REPA, OVRP/,

        LABT(F)             Labor factors (including composites)

/       L_BC_U              Blue collar unskilled,
        L_BC_S              Blue collar skilled,
        L_BC                Blue collar,
        L_WC_U              White collar unskilled,
        L_WC_SS             White collar semi-skilled,
        L_WC_S              White collar skilled,
        L_WC                White collar,
        L_EMP               Collared Employees,
        L_SE                Self employed/,

        LABF(F)             Labor factors (final types only)

/       L_BC_U              Blue collar unskilled,
        L_BC_S              Blue collar skilled,
        L_WC_U              White collar unskilled,
        L_WC_SS             White collar semi-skilled,
        L_WC_S              White collar skilled,
        L_SE                Self employed/,

      I(F)                  Goods and sectors
/       JORD    JORDBRUK                Agriculture and Hunting
        ... as defined in the text ...
        OVRP    OVR. PR. TJ             Personal Services/;
ALIAS (I,J), (I,S);

SET     H       Households
/       S_NC_1   Single adults with no children - first quartile
        ... as defined in the text ...
        O_C_4    Others with children - fourth quartile/;
ALIAS (H,HH);

SET     RESOU(I)            Resource-constrained sectors
/       JORD    JORDBRUK            Agriculture and Hunting
        SKOG    SKOGSBRUK           Forestry and Logging
        FSKE    FISKE               Fishing/;

SET     MANUF    Manufacturing sectors (for energy tax exemptions)

/       SLAK    SLAKTERIER          Meat Slaughtering
        ... as defined in the text ...
        A_TI    A TILLVERKN.        Other Manufacturing/;

*       Define the sectors that are to be saved if the SUPPORT flag is set

SET     SENSITIVE(I)      Sensitive sectors

/       PAPP    PAPPERSMASSA        Paper Pulp
        ... as defined in the text ...
        META    METALLVERK          Metal Fabrication/;
```

4 Industrins efterfrågan på energi

4.1 Inledning

Syftet med denna underlagsrapport är dels att ge en beskrivning av energianvändningen inom svensk industri, och dels att analysera bestämningsfaktorerna för industrins efterfrågan för olika typer av energislag. I utredningsdirektiven betonas särskilt vikten av en utvärdering av de befintliga ekonomiska styrmedlen i miljöpolitiken. Eftersom de nuvarande ekonomiska styrmedlen till stor del är olika typer av skatter, framför allt på energi, så innebär en sådan utvärdering att bestämma i vilken utsträckning prisförändringar på olika typer av energivaror påverkar industrins efterfrågan på dessa. Givet att vi kan bestämma effekterna av olika prisförändringar följer, som en biprodukt, möjligheten att förutse och kvantifiera effekterna av en förändrad miljö/energipolitik.

De verktyg vi valt för att uppnå dessa syften är en kombination av ekonomisk teori och statistisk (ekonometrisk) metodik. Utifrån ekonomisk teori specificerar vi en modell som konfronteras med faktiska data för tidsperioden 1974-1993. Givet skattningar av efterfrågemodellens parametrar kan vi skatta effekterna av den förda politiken med avseende på bl.a. miljö och skatteintäkter. Givet denna ansats öppnas möjligheten att simulera olika förändringar av miljö/energipolitiken.

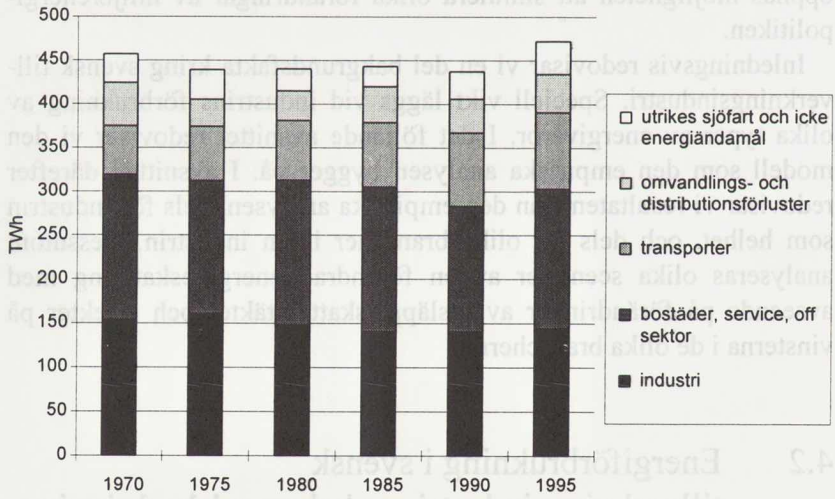
Inledningsvis redovisar vi en del bakgrundsfakta kring svensk tillverkningsindustri. Speciell vikt läggs vid industrins förbrukning av olika typer av energivaror. I det följande avsnittet redovisar vi den modell som den empiriska analysen bygger på. I avsnitten därefter redovisar vi resultaten från den empiriska analysen, dels för industrin som helhet, och dels för olika branscher inom industrin. Dessutom analyseras olika scenarier av en förändrad energibeskattning med avseende på förändringar av utsläpp, skatteintäkter och effekter på vinsterna i de olika branscherna.

4.2 Energiförbrukning i svensk tillverkningsindustri, en bakgrundsbeskrivning

I detta avsnitt skall vi ge en beskrivning av utvecklingen för svensk tillverkningsindustri, framförallt med avseende på energiförbrukning. Vi har valt att beskriva utvecklingen på en relativt hög aggregeringsnivå, dels på grund av problem att erhålla relevanta data på en mer dissaggregerad nivå, men framförallt på grund av att vi med analysens syfte inte finner det särskilt meningsfullt att arbeta på en mer disag-

gregerad nivå. Aggregeringsnivån, som följer Svensk näringsgrensindelning (SNI), är i stort sett på så kallad två eller tresiffernivå, vilket betyder att 16 sektorer är med i analysen. Alla data är hämtade från industristatistiken (SOS Industri och NU-databasen hos NUTEK) och täcker perioden 1974-1993[1]. Här vill vi påpeka att vi är fullt medvetna om att stora variationer förekommer inom varje bransch, vilket betyder att miljöpolitiken kommer att slå väldigt olika inom branscherna. Att vi valt industristatistiken innebär bl.a. att data på förbrukad mängd energi, och andra insatsvaror, endast innefattar inköpta sådana. Exempelvis betyder det att vi underskattar skogsindustrins energiförbrukning eftersom de själva producerar en inte oväsentlig mängd energi i lutpannorna.

I figur 4.1 redovisas den totala energiförbrukningen i Sverige, uppdelat på olika sektorer. Som vi kan se så svarar industrin för cirka en tredjedel av den totala energiförbrukningen, medan bostadssektorn (uppvärmning) svarar för en tredjedel. Den återstående tredjedelen består till cirka hälften av inrikes transporter och till hälften av distributionsförluster, utrikes sjöfart och användning för icke energiändamål. Värt att notera är att dessa andelar varit i stort sett konstanta under den studerade perioden.

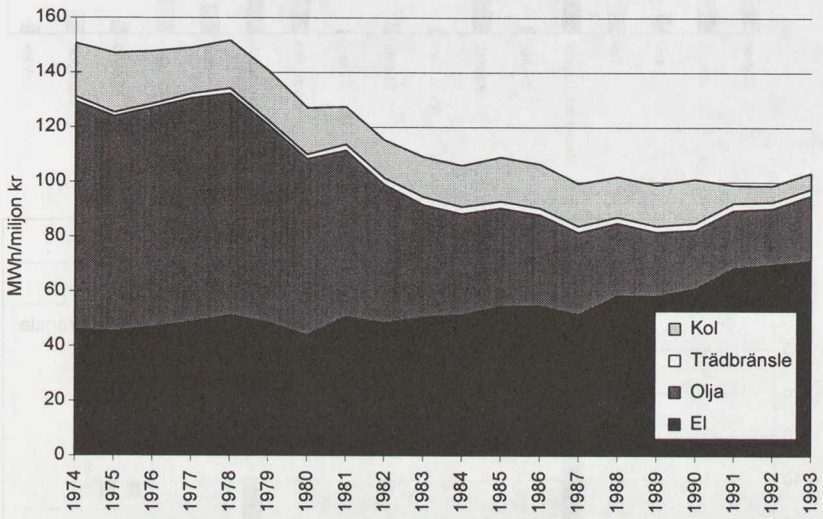


Figur 4.1 Energiförbrukning i Sverige 1970 -1995, TWh timmar.

Källa: NUTEK, Energiläget i siffror

[1] En bransch, "instrumentvaruindustrin", är inte med i analysen beroende dels på en del dataproblem men även på dess ringa betydelse ur energisynpunkt..

En tredje intressant iakttagelse är att den totala förbrukningen 1995 ligger kvar på i stort sett samma nivå som 1974 trots att bruttonationalprodukten ökat med cirka 43 % i fasta priser under den studerade perioden. För industrins del kan man till och med notera en viss minskning av den totala förbrukningen. Sammantaget betyder det att den svenska ekonomin blivit mindre energiintensiv under period 1974 - 1995. För industrins del illustreras detta i figur 4.2. där vi kan se att energiförbrukningen (av inköpt bränsle), dels totalt och dels med avseende på olika energityper, har minskat per producerad enhet från cirka 150 MWh per miljon kr till cirka 100 MWh, dvs en minskning med en tredjedel.

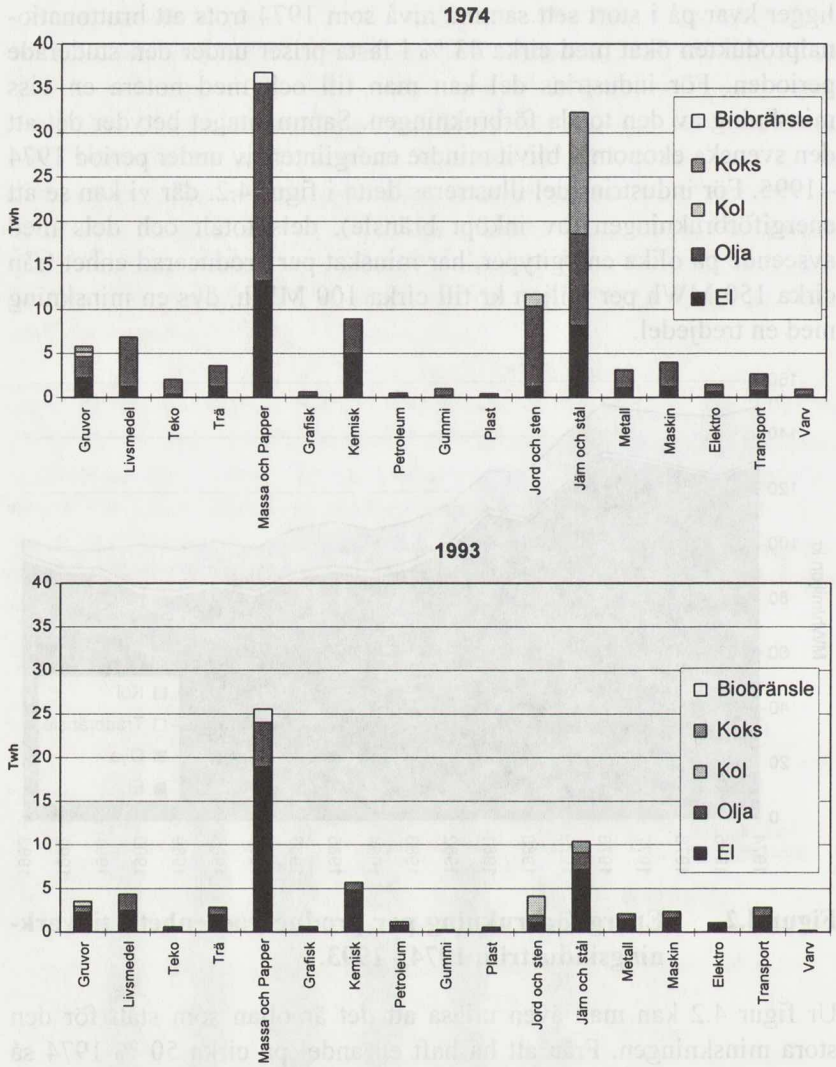


Figur 4.2 Energiförbrukning per producerad enhet i tillverkningsindustrin, 1974 - 1993.

Ur figur 4.2 kan man även utläsa att det är oljan som stått för den stora minskningen. Från att ha haft en andel på cirka 50 % 1974 så har oljans andel av den totala energiförbrukningen fallit till cirka 20 %. Elförbrukningen å andra sidan, uppvisar ett motsatt, men dock ej lika starkt, mönster. Från en andel på knappt 50 % 1974, till cirka 70 % 1993. Att biobränsle har så liten andel kan till stor del förklaras av att ej inköpta bränslen inte ingår. Vi vet dock att trävaru- samt massa och pappersindustrin genererar stora mängder energi från biprodukter i produktionen (spån och flis samt restprodukter från sulfat kokningen).

Om man tittar på utvecklingen i de olika branscherna inom tillverkningsindustrin ser man att mönstret är i stort sett lika; kraftigt

minskad oljeförbrukning och en viss ökning av elförbrukningen. I figur 4.3 har vi låtit illustrera detta för två år, 1974 och 1993.

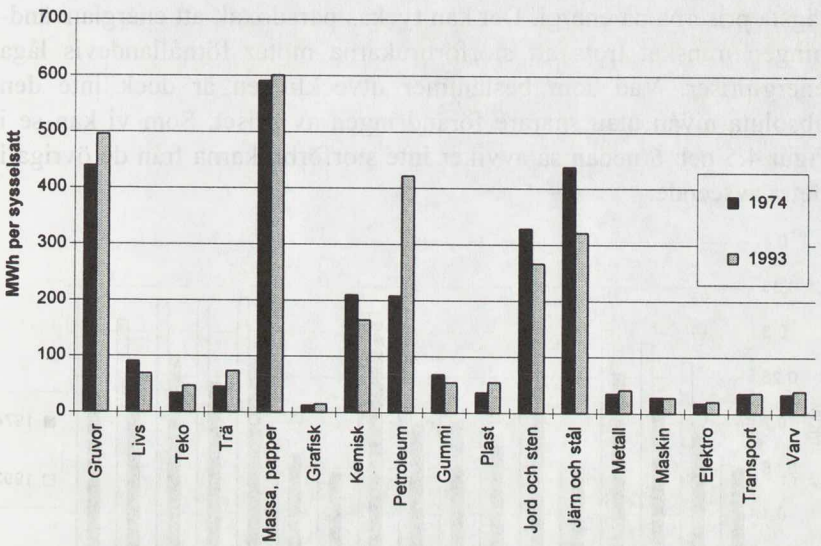


Figur 4.3 Energiförbrukning av inköpta bränslen i svensk tillverkningsindustri 1974 och 1993, miljoner MWh.

Den kanske mest intressanta observationen från figur 4.3 är att förändringarna, både vad gäller total energiförbrukning som sammansättningen mellan olika typer av energi, är störst för storförbrukarna, dvs. massa och pappersindustrin, jord och stenindustrin, samt järn och stål. För exempelvis järn och stålindustrin har den totala (inköpta) energiförbrukningen mer än halverats under tidsperioden, och oljans andel är numera endast en bråkdel av vad den varit. För massa och

pappersindustrin, som är den i särklass största energiförbrukaren, är mönstret i stort sett likadant, en kraftig substitution bort från olja samtidigt som den totala energi-förbrukningen minskat kraftigt.

I figur 4.4 framgår det att energiförbrukningen per sysselsatt förändrats relativt kraftigt för vissa branscher. Inom den mest energikrävande branschen, massa och papper, är dock energiförbrukningen per sysselsatt i stort sett oförändrad, vilket återspeglar en kraftig minskning av sysselsättningen i massa och pappersindustrin.

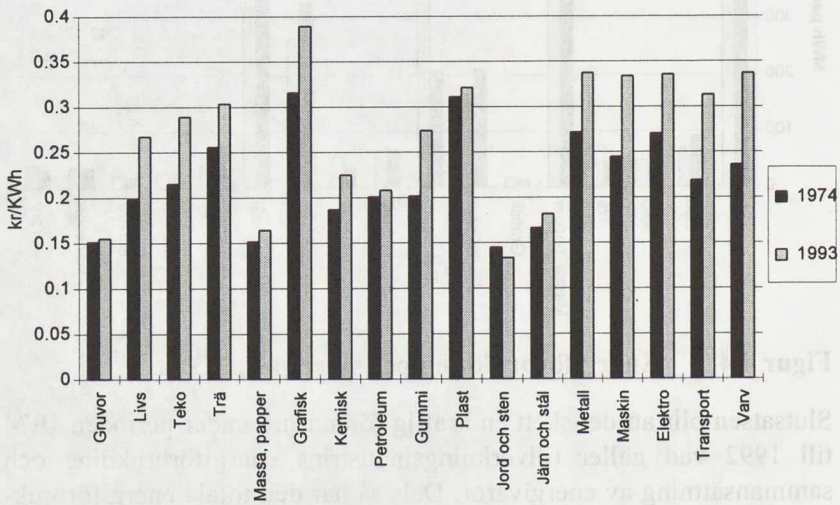


Figur 4.4 Energiförbrukning per sysselsatt, MWh.

Slutsatsen blir att det skett en kraftig förändring under perioden 1974 till 1992 vad gäller tillverkningsindustrins energiförbrukning och sammansättning av energivaror. Dels så har den totala energiförbrukningen minskat kraftigt, och dels så har det skett en kantring från olja till el under den studerade perioden. Minskningen avspeglas endast inte av en minskad totalförbrukning, utan också av det faktum att energiinnehållet per producerad enhet har minskat över tiden. Det sistnämnda indikerar på en "real" förändring av energiförbrukningen. Det vill säga, givet en viss produktionsnivå så använder man betydligt mindre energi 1993 än 1974.

Det intressanta med beskrivningen ovan är att den överensstämmer väl med de uppsatta energipolitiska målen. Efter oljekriserna på 70-talet blev det ett uttalat mål att oljeberoendet skulle minska. Den konkreta politiken för att uppnå detta var dels skattehöjningar på oljeprodukter, och dels en kraftig ökning av elutbudet via kärnkrafts-

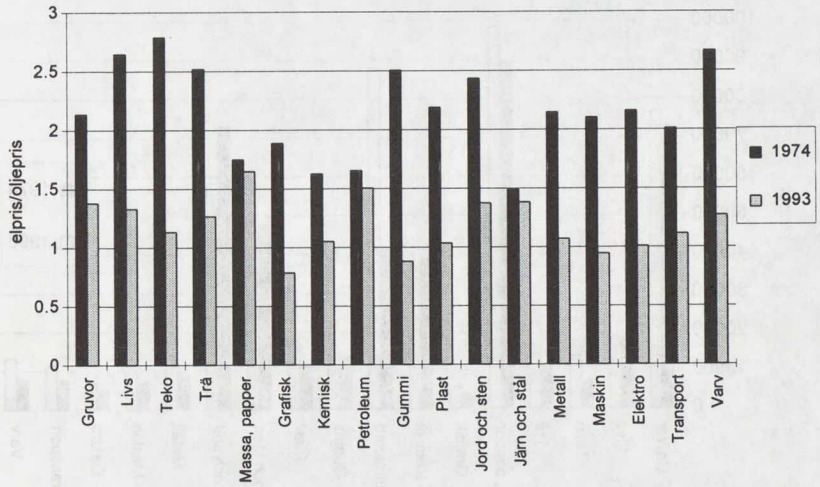
utbyggnaden. Detta, i sin tur, har lett till att priserna på oljeprodukter ökat kraftigt medan elpriserna ökat i mer modest takt. Sammantaget har dock energipriserna ökat under perioden (i fasta priser), vilket illustreras i figur 4.5[2]. År 1974 var det genomsnittliga energipriset för tillverkningsindustrin cirka 20 öre, medan det 1993 var cirka 30 öre per kWh. Ökningen kan till stor del förklaras av prishöjningar, till följd av höjda punktskatter, på fossila bränslen. Intressant att notera är att spridningen i pris är stor mellan branscherna, samt att storförbrukarna, massa och papper, jord och sten samt järn och stål, betalar de lägsta priserna på energi. Det kan tyckas paradoxalt att energianvändningen minskat trots att storförbrukarna möter förhållandevis låga energipriser. Vad som bestämmer utvecklingen är dock inte den absoluta nivån utan snarare förändringen av priset. Som vi kan se i figur 4.5 och 6 nedan så avviker inte storförbrukarna från de övriga i detta avseende.



Figur 4.5 Energipris 1974 och 1993, kr/kWh. 1992 års priser.

Att el blivit förhållandevis billigt illustreras i figur 4.6, där man kan se att priset på olja i stort sett fördubblats för samtliga branscher i förhållande till elpriset, massa och papper samt järn och stål undantaget.

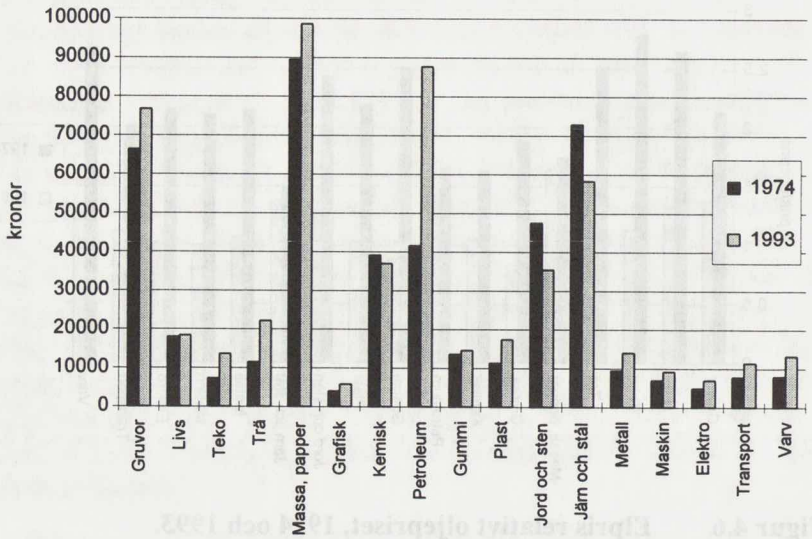
[2] Energipriset är beräknat som ett vägt genomsnitt för samtliga energislag där vikterna är de olika energislagens andel av total energiförbrukning i varje bransch. Priset på respektive energislag är beräknat som kvoten mellan faktisk kostnad och kvantitet, dvs nettopris inklusive alla skatter och nedsättningar.



Figur 4.6 Elpris relativt oljepriset, 1974 och 1993.

Utvecklingen av tillverkningsindustrins energiförbrukning i riktning mot lägre energiintensitet och lägre andel fossila bränslen skulle därmed kunna förklaras dels av att energipriserna har stigit realt, dels av att priset på fossila bränslen ökat i förhållande till elpriset. Med andra ord tycks industrin ändra sitt beteende till följd av ändrade relativpriser, dvs. priselasticiteten för energivaror tycks vara negativ[3]. En intressant fråga, vilken vi kommer att försöka besvara mer formellt i kommande avsnitt, är storleken på denna priselasticitet. En viss vägledning i denna fråga kan man dock få genom att titta på utvecklingen av energikostnaden i förhållande till andra insatsvaror. I figur 4.7 redovisas energikostnaden per sysselsatt i de olika branscherna 1974 och 1993.

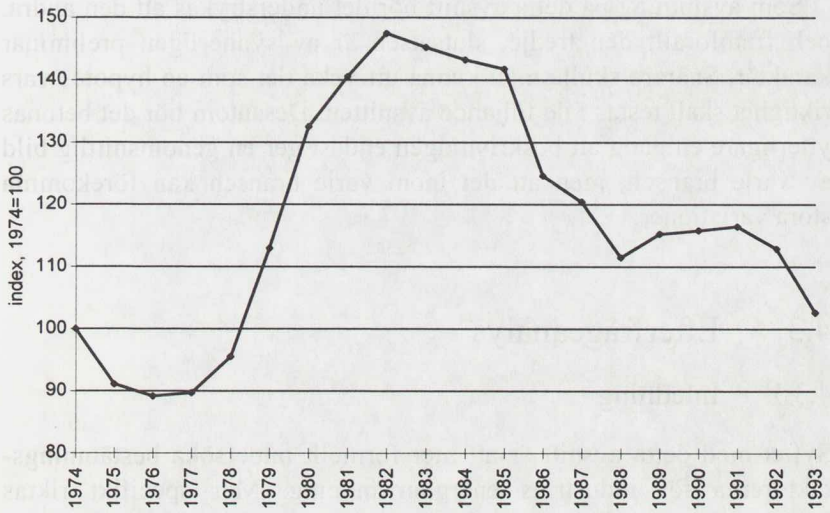
[3] Priselasticiteten på energi anger den procentuella förändringen av energiförbrukningen till följd av en procentuell förändring av energipriset.



Figur 4.7 Energikostnad per sysselsatt, kr. 1992 års priser

Mönstret i figur 4.7 är tydligt. För samtliga branscher, utom jord och sten samt järn och stål, så har energikostnaden per sysselsatt stigit mellan 1974 och 1993. För exempelvis massa och pappersindustrin så var energikostnaden per sysselsatt 1974 knappt 90 000 kr, medan kostnaden 1992 stigit till närmare 100 000 kr. En möjlig tolkning av detta är att priselasticiteten på energi ligger mellan noll och minus ett. Att den är mindre än 1 (i absolutvärde) betyder till exempel att en energiprishöjning på 10 % (allt annat lika) leder till att energiförbrukningen minskar med mindre än 10 %, vilket per definition betyder att kostnaderna för energi, relativt andra insatsfaktorer, ökar. Att priselasticiteten är mindre än 1 indikerar på svårigheter, eller att det är förenat med höga kostnader, att substituera bort från den dyrare energivaran och/eller att energins andel av de totala kostnaderna är förhållandevis små. Det senare betyder att det inte spelar någon större roll för de totala kostnaderna om energipriset stiger, vilket i sin tur betyder att det inte finns någon större anledning att minska användningen. Givet denna tolkning så är innebörden att jord och sten- samt järn- och stålindustrin har en priselasticitet på energi som är större än 1, eftersom energikostnaden per sysselsatt minskat mellan 1974 och 1993. Eftersom energins kostnadsandel i dessa branscher inte i något dramatiskt avseende skiljer sig från kostnadsandelen i massa och pappersindustrin så blir tolkningen att det varit relativt enklare (billigare) att minska energiförbrukningen i jord- och sten- samt järn och stålindustrin. Som redan antytts så är detta endast en möjlig tolkning av figur 4.7. Problemet med denna tolkning är att den är sann

med säkerhet endast under antagandet "allt annat lika", dvs under antagandet att alla andra priser än energipriserna är oförändrade. Vi vet dock att under den här tidsperioden har det skett mer eller mindre stora förändringar av samtliga relevanta priser. Dock är det så, som man kan se i figur 4.8, att priset på energi relativt arbetskraft har stigit under perioden 1974 till 1993, vilket ger ett visst stöd för ovanstående resonemang.



Figur 4.8 Priset på energi relativt priset på arbetskraft, index 1974=100.

Sammanfattningsvis kan man säga att det skett kraftiga förändringar vad gäller tillverkningsindustrins energianvändning under perioden 1974 till 1992. För det första så har den totala energianvändningen minskat. Vad gäller sammansättningen av olika typer av energivaror så har andelen fossila bränslen minskat, medan andelen el ökat. Förändringen är dessutom "real", dvs energi-innehållet per producerad enhet har minskat. För det andra tycks det vara så att dessa förändringar är helt i linje med den politik som förts, nämligen att styra iväg från oljeberoendet, och styra mot ett elberoende med hjälp av kärnkraftsutbyggnaden. En tredje slutsats som är frestande att dra är att energiefterfrågan är oelastisk (dvs elasticiteten är mindre än 1), vilket betyder att energiförbrukningen förändras procentuellt sett mindre än prisförändringen.

De två sista slutsatserna är speciellt viktiga ur miljö- och skatteväxlingssynpunkt. Ur miljösynpunkt innebär den andra slutsatsen att miljöskatter, som exempelvis koldioxidskatten, har en styrande effekt, eftersom denna typ av skatter är liktydiga med prishöjningar. Storle-

ken på denna styrande effekt är med andra ord avhängig priselasticiteten på energi. Den tredje tentativa slutsatsen är väldigt intressant ur ett skatteväxlingsperspektiv. Å ena sidan vill man att miljöskatten skall ha en signifikant effekt på de miljöproblem man vill lösa, å andra sidan blir det problem om basen för miljöskatten eroderar alltför snabbt. Den tredje slutsatsen, att priselasticiteten på energi är mindre än 1, uppfyller till viss del dessa villkor.

Som avslutning på detta avsnitt bör det understrykas att den andra, och framförallt den tredje, slutsatsen är av synnerligen preliminär karaktär. Snarare skulle man kunna uttrycka det som en hypotes vars riktighet skall testas i de följande avsnitten. Dessutom bör det betonas ytterligare en gång att beskrivningen endast ger en genomsnittlig bild av varje bransch, men att det inom varje bransch kan förekomma stora variationer.

4.3 Efterfrågeanalys

4.3.1 Inledning

Syftet med detta avsnitt är att mer formellt undersöka bestämningsfaktorerna för industrins energianvändning. Mer specifikt riktas intresset mot prisets roll som bestämningsfaktor. Dels är vi intresserade av egenpriseffekter, dvs hur påverkas efterfrågan på en vara om priset på varan ändras, allt annat oförändrat, och dels så är vi intresserade av så kallade korspriseffekter, dvs hur påverkas efterfrågan på en vara om priset på någon annan vara förändras. Att dessa frågor är viktiga förstår man från diskussionen i föregående avsnitt. Om man exempelvis beslutar sig för att höja koldioxidskatten så måste det till en uppfattning om hur detta slår, inte bara på förbrukningen av fossila bränslen, vilka drabbas direkt av skatten, utan även huruvida det sker någon substitution mot andra energislag, exempelvis el. Att få svar på denna typ av frågor är viktigt dels för att utvärdera miljöeffekterna, och dels för att utvärdera de fiskala effekterna. I exemplet med en koldioxidskatt ovan kan effekten bli att elanvändningen ökar, vilket betyder att skatteintäkterna ökar ytterligare eftersom industrins elanvändning är beskattad (fram till 1992).

För att belysa dessa frågor kan en mängd olika angreppssätt användas. Analysen här baseras på ett utbuds- och efterfrågesystem som är härlett från antagandet att företagen har som mål att uppnå största möjliga vinst, alternativt minsta möjliga kostnad givet ett produktionsmål. Givet detta antagande, samt att företagen möter givna priser på den vara man producerar och de varor man använder som insats-

faktorer i produktionen, så kan företagens efterfrågan på de olika produktionsfaktorerna beskrivas i termer av priserna på produkten samt samtliga insatsvarupriser.

4.3.2 Andra studier

Det metodik som diskuteras ovan är inte unik på något sätt. Det finns numer ett oräkneligt antal studier som använt detta angreppssätt, se exempelvis Berndt (1991). I detta sammanhang kan det dock vara intressant att titta närmare på två specifika applikationer av denna typ av modell. Den ena applikationen återfinns i en studie av Dargay (1983), och den andra i en expertrapport till produktivitetsdelegationen, Walfridsson och Hjalmarsson (1991). Det intressanta med båda dessa studier är att de explicit behandlar efterfrågan på olika typer av energi i svensk tillverkningsindustri. Gemensamt för båda dessa studier, vilket för övrigt är vad som skiljer dessa från analysen i föreliggande studie, är att båda utgår från en kostnadsfunktion. De elasticiteter som skattas är därmed så kallade nettoelasticiteter, dvs betingade på en given produktionsnivå. De två studierna skiljer sig på ett antal punkter. För det första så skiljer de sig med avseende på aktualitet. Dargay's studie använder ett datamaterial för tidsperioden 1952-1976, medan Walfridsson och Hjalmarsson använder data för perioden 1968-1987. Metodmässigt skiljer sig studierna på två viktiga punkter. Dargay modellerar energiefterfrågan i två steg. I det första steget väljer företaget den kostnadsminimerande energisammansättningen för att producera en enhet. Givet denna sammansättning väljer företaget i ett andra steg den kostnadsminimerande sammansättningen av olika insatsfaktorer, inklusive energi, för att producera en given mängd av färdigvaran. En implikation som följer av denna ansats är att energimixen är oberoende av alla andra produktionsfaktorer och att insatsen av andra produktionsfaktorer än energi är oberoende av energimixen. Vidare antar Dargay att samtliga produktionsfaktorer är fullständigt flexibla, vilket implicerar att modellen är av långsiktig karaktär. I Walfridsson och Hjalmarsson modelleras efterfrågan efter samtliga produktionsfaktorer i ett enda steg, vilket implicerar färre restriktioner på teknologin. Dvs., energimixen tillåts bero på insatsen av andra produktionsfaktorer och vice versa. Dessutom tillåter de att företagen ej nödvändigtvis anpassar kapitalstocken till dess långsiktiga nivå mellan varje period. I tabell 4.1 redovisas några viktiga resultat från dessa studier.

Tabell 4.1 Egenpriselasticiteter på el och bränslen i svensk tillverkningsindustri. Skattningar hämtade från Dargay (1983) och Walfridsson och Hjalmarsson (1991).

Walfridsson & Hjalmarsson				
bransch	El, kort sikt	El, lång sikt	Bränsle, kort sikt	Bränsle, lång sikt
Industri	-0.03	-0.14	-0.08	-0.37
Livsmedel	-0.01	-0.24	-0.01	-0.19
Textil	-0.03	-0.29	-0.04	-0.36
Trä	-0.14	-0.50	-0.15	-0.57
Kemi	-0.16	-0.93	-0.13	-0.74
Jord, sten	0.00	0.02	-0.05	-0.31
Järn, stål	-2.20	-0.63	-0.15	-0.47
Verkstad	-0.13	-0.54	-0.05	-0.23
Dargay				
	Energi[a]	El[b]	Bränsle	Fast bränsle[b]
Industri	-0.10	-0.21	-0.29	-0.60
Livsmedel				
Textil				
Trä	-0.13	-0.20	-0.28	-1.40
Kemi	-0.57	-0.48	-0.28	-1.85
Jord, sten	-0.05	-0.14	-0.28	-1.43
Järn, stål	0.29	-0.12[c]	-0.26[c]	-0.14[c]
Verkstad	-0.17	-0.30	-0.33	-1.03

[a] egenpriselasticitet med avseende på aggregerad energi.
[b] egenpriselasticitet med avseende på respektive energivara.
[c] Beräknad med priselasticiteten för energi satt till 0.

Elasticiteterna i tabell 4.1 skall tolkas som den procentuella förändringen av respektive efterfrågan av en procentuell förändring av respektive pris, givet oförändrad produktionsnivå. Från den vänstra delen av 4.1 ser man att efterfrågan på både el och bränslen tycks vara relativt okänslig för prisförändringar på både kort och lång sikt. För industrin som helhet skulle enligt dessa skattningar en prishöjning på el med 10 % leda till en minskad efterfrågan på el med 0.3 % på kort sikt och med cirka 1.4 % efter det att kapitalstocken anpassat sig till det nya priset. Motsvarande siffror för bränsle är 0.8 respektive 3.7 %. Om vi för enkelhets skull antar att el och bränsle har lika stora andelar av den totala energiförbrukningen så blir den sammanvägda effekten av en allmän energiprishöjning på 10 % lika med 0.6 och 2.5

% på kort respektive lång sikt[4]. Motsvarande elasticitet i Dargay's studie (1:a kolumnen i den högra delen i 4.1) är 1 %, dvs., en energiprishöjning på 10 % skulle enligt denna skattning leda till en minskad energiförbrukning på 1 %. I den högra delen av 4.1 kan man också indirekt utläsa i vilken utsträckning olika energivaror kan substitueras mot varandra. Om priset på exempelvis olja stiger med 10 % minskar oljeförbrukningen med cirka 2.9 %. Minskningen av den totala energiförbrukningen blir dock mindre, vilket betyder att en del av den minskade oljeförbrukningen ersätts med el och/eller fasta bränslen.

En slutsats man kan dra från dessa studier är att prisförändringar på olika energivaror tycks ha haft en liten, men dock signifikant, effekt på industrins energiefterfrågan såtillvida att ett högre pris har lett till lägre förbrukning. Med liten effekt avses att elasticiteterna är mindre än 1 (i absoluta tal) vilket tyder på att energins andel av de totala kostnaderna ökat. Detta styrks också av figur 4.7 där man kunde se att energikostnaden per sysselsatt ökat över tiden.

Av detta följer att miljöskatter på energiområdet, typ CO_2 skatten, tycks ha haft en negativ effekt på förbrukningen av fossila bränslen, vilket i sin tur bidragit till minskade utsläpp av bl.a. koldioxid och svavel. Om vi applicerar den egenpriselasticitet Walfridsson och Hjalmarsson kommit fram till på 1993 års priser får vi att en fördubbling av koldioxidskatten leder till en minskning av kol och oljeförbrukningen med cirka 0.8 - 3.7 %, beroende på tidshorisont[5]. I termer av 1993 års förbrukning av olja innebär det en minskning med cirka 60 tusen m^3, vilket i sin tur betyder att koldioxidutsläppen minskar med cirka 180 tusen ton, vilket innebär en minskning med cirka 0.6 % av det svenska bidraget av koldioxid.

I följande avsnitt redogörs för den empiriska modell som ligger till grund för en mer grundläggande analys av olika miljöskatters inverkan på energiförbrukning (och därmed koldioxidutsläpp) och skatteintäkter.

[4] Med lång sikt avses här effekten då kapitalstocken anpassats fullständigt. Fortfarande är effekten beräknad under antagandet att produktionsnivån är oförändrad.

[5] En fördubbling av koldioxidskatten innebär i runda tal en prishöjning på olja och kol med 10 %.

4.3.3 En teoretisk efterfrågemodell

Den efterfrågemodell som utvecklas i denna studie har stora likheter med de studier som redovisats ovan, framförallt med Walfridsson och Hjalmarsson. Den stora skillnaden är att vi i denna studie utgår från ett utbuds- och efterfrågesystem som är härlett från antagandet att företagen har som mål att uppnå största möjliga vinst genom att välja produktionsnivå samt hur mycket av olika produktionsfaktorer som skall användas. I de två ovan redovisade studierna är utgångspunkten istället kostnadsminimering, dvs att uppnå största möjliga vinst betingat på en given produktionsnivå. Liksom Walfridsson och Hjalmarsson kommer fokuseringen att ske på i grunden två "primära" insatsfaktorer; arbetskraft och energi. För att studera substitution mellan olika typer av energi har produktionsfaktorn energi delats upp i olika typer av energivaror. De energivaror vi studerar är el, olja och i förekommande fall även kol och trädbränsle. I en stor del av svensk tillverkningsindustri används varken kol eller trädbränsle för energiändamål i någon större utsträckning. Kol används i stort sett endast i två branscher, jord- och stenindustri samt järn- och stålindustri. I den senare är kolet dessutom inte knutet till energiutvinning utan används i den metallurgiska processen. Det betyder att kol endast kommer med i analysen av jord- och stenindustrin. Vad gäller trädbränslen så är det framförallt inom massa och pappersindustrin de används som energivara, vilket betyder att efterfrågan på trädbränslen endast kommer med i analysen av massa och pappersindustrin. En tredje, och viktig, produktionsfaktor i analysen är insatsen av kapital[6]. Kapital skiljer sig dock från övriga insatsfaktorer i den meningen att den är mindre flexibel på kort och mellanlång sikt. Om företagen kunde köpa och sälja maskiner och byggnader fullständigt friktionsfritt skulle kapitalstocken, dvs stocken av byggnader och maskiner, anpassa sig omedelbart vid en prisförändring på kapital eller någon annan produktionsfaktor. Det är dock en vedertagen uppfattning att förändringar i kapitalstocken är tröga, dvs investeringar påverkas endast i mycket ringa omfattning av kortsiktiga prisförändringar. Förklaringarna till detta är många. En viktig förklaring, dock, är att kapitalet i många fall är företagsspecifikt, dvs det har ingen, eller väldigt liten, alternativanvändning. Det betyder att har man investerat i en ny maskin så sitter man med kostnaden även om den inte behövs i kommande perioder. En annan förklaring till trögheter i anpass-

[6] En fjärde produktionsfaktor är "material", men i analysen bortses från denna . Anledningen är ett antagande att de inte går att substituera material mot någon annan insatsfaktor.

ningen är att det tar tid att genomföra en investering och att den är förenad med andra kostnader än själva kapitalkostnaden. En investering i en ny maskin kanske medför ökade utbildningskostnader etc. Att kapitalstocken är mer eller mindre given på kort sikt har vissa implikationer. För det första betyder det att efterfrågan på rörliga produktionsfaktorer, arbetskraft och energi, är oberoende av priset på kapital på kort sikt. För det andra betyder det att efterfrågans priskänslighet är lägre på kort sikt än på lång sikt. Anledningen till det senare är tämligen självklar. Om exempelvis lönerna stiger minskar förmodligen efterfrågan på arbetskraft givet kapitalstocken. Att lönerna ökar leder till att vinsterna pressas ner i större eller mindre utsträckning. Att vinsterna faller betyder att avkastningen på det befintliga kapitalet sjunker, vilket i sin tur innebär att kapitalstocken anpassar sig nedåt på sikt. Detta i sin tur innebär att produktionen faller på sikt med ännu lägre efterfrågan på arbetskraft som följd.

Givet att företagen har som mål att uppnå största möjliga vinst så kan systemet av utbuds- och efterfrågefunktioner i sin mest generella form kan skrivas som[7]

$$y = y(\underset{+}{p_y}, \underset{?}{p_{arb}}, \underset{?}{p_{el}}, \underset{?}{p_{olja}}, \underset{?}{p_{kol}}, \underset{?}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (1)$$

$$x_{arb} = x_{arb}(\underset{+}{p_y}, \underset{-}{p_{arb}}, \underset{?}{p_{el}}, \underset{?}{p_{olja}}, \underset{?}{p_{kol}}, \underset{?}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (2)$$

$$x_{el} = x_{el}(\underset{+}{p_y}, \underset{?}{p_{arb}}, \underset{-}{p_{el}}, \underset{?}{p_{olja}}, \underset{?}{p_{kol}}, \underset{?}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (3)$$

$$x_{olja} = x_{olja}(\underset{+}{p_y}, \underset{?}{p_{arb}}, \underset{?}{p_{el}}, \underset{-}{p_{olja}}, \underset{?}{p_{kol}}, \underset{?}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (4)$$

$$x_{kol} = x_{kol}(\underset{+}{p_y}, \underset{?}{p_{arb}}, \underset{?}{p_{el}}, \underset{?}{p_{olja}}, \underset{-}{p_{kol}}, \underset{?}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (5)$$

$$x_{ved} = x_{ved}(\underset{+}{p_y}, \underset{?}{p_{arb}}, \underset{?}{p_{el}}, \underset{?}{p_{olja}}, \underset{?}{p_{kol}}, \underset{-}{p_{ved}}, \underset{?}{K}) \quad (6)$$

där y står för utbudet av varan, x står för efterfrågan på respektive produktionsfaktor, p_i är priset på den vara man producerar samt respektive insatsvara, och K är den på kort sikt givna kapitalstocken Plustecknet under p_y, priset på färdigvaran, betyder att man kan förvänta sig att utbudet av varan ökar med stigande pris, samt att efterfrågan efter samtliga produktionsfaktorer ökar om priset på färdigvaran stiger, allt annat oförändrat. Det negativa tecknet under egenpriset i respektive efterfrågerelation implicerar att efterfrågan på respektive

[7] En formell härledning av utbuds- och efterfrågesystemet ges i appendix A.

vara förväntas minska om egenpriset stiger, medan frågetecknet betyder att man generellt sett inte kan ha någon specifik uppfattning om effekten av en prishöjning. Huruvida frågetecknet kan ersättas med ett plus eller minustecken beror helt och hållet på produktionsteknologin, dvs, huruvida de olika produktionsfaktorerna är bruttosubstitut eller bruttokomplement till varandra. Att ordet brutto används beror på att en prisförändring ger upphov till två olika effekter. Dels en ren substitutionseffekt och dels en produktionseffekt. Produktionseffekten, som uppstår på grund av att man förändrar den vinstmaximerande produktionsnivån, kan därmed förstärka eller försvaga den rena substitutionseffekten. Med andra ord, även om energi och arbete är substitut ur ren produktionsteknologisk synpunkt, så kan den vinstmaximerande effekten av en energiprishöjning även leda till en minskad användning av arbetskraft, dvs energi och arbetskraft kan vara nettosubstitut och bruttokomplement samtidigt (eller vice versa)[8]. Vilket mått på substituerbarhet som man skall använda, brutto eller netto, beror på syftet med studien. I denna studie, där syftet i första hand är att analysera effekter på efterfrågan av förändrade priser ter sig dock bruttoeffekten intressantast[9].

4.3.4 Den empiriska modellen[10]

Genom att ansätta explicita funktionsformer på de generella utbuds och efterfrågeekvationerna (1) - (6) är det möjligt att med hjälp av tidsseriedata uppskatta de ingående parametrarna i modellen.

Den funktionsform som valts är en så kallad Generaliserad Leontieffunktion (GL). Fördelen med denna är att det är relativt enkelt att skatta systemet, samt att man på ett bekvämt sätt kan inkorporera de restriktioner på företagens beteende som kommer från eko-

[8] Man kan visa vilka förutsättningar som måste gälla för att varor skall kunna vara nettosubstitut och bruttokomplement, eller tvärtom, samtidigt. För den intresserade läsaren hänvisas till Chambers (1988).

[9] Det bör dock noteras att det är fullt möjligt att dekomponera bruttoeffekten i en nettoeffekt och en produktionseffekt. Ett alternativt angreppssätt är att, som i de studier som redovisas nedan, använda sig av kostnadsfunktionen. Det innebär i princip att de härledda efterfrågefunktionerna är betingade på produktionsnivån vilket betyder att de skattade substitutionseffekterna är nettoeffekter, dvs rena substitutionseffekter.

[10] En fullständig beskrivning av den empiriska modellen redovisas i appendix A.

nomisk teori. Dessutom är GL formen en så kallad flexibel funktionsform, vilket betyder att den i närheten av de observerade värdena approximerar en godtyckligt vald funktionsform.

Två olika metodologiska ansatser har använts i skattningarna av utbuds och efterfrågefunktionerna. Den första ansatsen är en så kallad "poolad" modell. Det betyder i korthet att vi utnyttjar data för samtliga sektorer och samtliga år samtidigt. En renodlat "poolad" modell innebär tyvärr att mycket restriktiva antaganden påtvingas modellen. Ett sådant mycket restriktivt antagande är att samtliga sektorer antas ha samma teknologi. Innebörden av detta är exempelvis att en prisförändring kommer att ha samma effekt i samtliga sektorer. Vinsten med den "poolade" ansatsen är att antalet frihetsgrader i modellen blir stort eftersom antalet observationer blir lika med antalet sektorer multiplicerat med antalet observationer för varje sektorer. I detta fall, med 16 sektorer och 20 observationer per sektor, innebär den "poolade" ansatsen att vi har 320 datapunkter att basera skattningarna på. För att i någon mån komma bort från de mest restriktiva antagandena och samtidigt åtnjuta en del av vinsterna med den "poolade" ansatsen har vi i den "poolade" modellen lagt till sektorsspecifika effekter. De sektorsspecifika effekterna är konstruerade på så sätt att givet att samtliga sektorer möter samma priser så kommer man att efterfråga olika stora kvantiteter av de olika insatsvarorna. Detta är naturligtvis ett minimikrav vi måste ställa på modellen. Utöver dessa grundläggande sektorsspecifika effekter tillåter vi att den tekniska utvecklingen är olika i olika sektorer. I kontrast till den "poolade" modellen estimeras även fullständigt sektorsspecifika modeller. Ur teoretisk synpunkt är detta naturligtvis det bästa alternativet eftersom vi i detta fall inte lägger några restriktioner på att vissa parametrar skall vara identiska för olika sektorer. Baksidan är att vi får relativt få observationer i relation till antalet parametrar som skall skattas, vilket betyder att skattningarna blir relativt ineffektiva (stor varians). I analysen nedan kommer resultaten från båda dessa ansatser att redovisas.

4.3.5 Data

De data som använts har erhållits från NUTEK:s databas NUCOMDAT, SCB:s årliga industristatistik (SOS industri), samt nationalräkenskaperna och sträcker sig över perioden 1974 - 1993. Den sektorsindelning som använts följer den som redovisats tidigare. Följande variabeldefinitioner har använts:

Produktion (y): Produktionen har mätts som saluvärde minus materialkostnader, i fasta priser (1993).

Varupris (p_y): Producentprisindex för respektive sektor.

Arbetskraft (x_{arb}) och lön (p_{arb}): Insatsen av arbetskraft mäts som antalet sysselsatta. Lön, eller priset på arbetskraft, mäts som kostnad per sysselsatt inklusive sociala kostnader, är beräknat som kvoten mellan arbetskraftskostnad och antalet sysselsatta.

Elenergi (x_{el}) och elpris (p_{el}): Elenergi mäts som miljoner MWh. Elpriset, kr per MWh, är beräknat som kvoten mellan kostnaden och användningen i MWh.

Olja (x_{olja}) och pris på olja (p_{olja}): Oljeförbrukningen är total förbrukning av oljeprodukter, miljoner m^3. Priset på olja, kr/m^3, är beräknat som kvoten mellan kostnad och kvantitet.

Kol (x_{kol}) och pris på kol (p_{kol}): Kolförbrukning är total förbrukning av kol för energiändamål. Priset på kol är kr/ton inklusive skatter.

Trädbränsle (x_{ved}) och pris på trädbränsle (p_{ved}): Förbrukning av trädbränslen mäts som inköpt mängd, miljoner m^3 biomassa. Priset är beräknat som kvoten mellan värde och kvantitet.

Kapitalstock (K): Kapitalstocksindex i fasta priser (nationalräkenskaperna).

Den aggregeringsnivå vi valt, med 17 sektorer, motsvarar i stort SNI 3 på tvåsiffernivån, i vissa fall på tresiffernivån[11].

4.4 Resultat[12]

4.4.1 Hela industrin

I tabell 4.2 redovisas de skattade egenpris och korspriselasticiteterna för utbudet och samtliga rörliga insatsfaktorer för hela industrin.

[11] En redovisning av sektorsindelningen återfinns i appendix A.

[12] En fullständig redovisning av estimationsresultaten återfinns i appendix A.

Tabell 4.2 Egenpris och korspriselasticiteter. Vägt genomsnitt för svensk tillverkningsindustri år 1993 (t-värden inom parentes)[13].

	Produktpris	Lön	Elpris	Oljepris
Varuutbud	0.12	-0.08	-0.03	-0.01
	(4.34)	(-2.99)	(-9.42)	(-3.05)
Arb.kraft	0.14	-0.13	-0.02	0.008
	(2.99)	(-2.83)	(-2.66)	(0.97)
Elförbrukning	0.64	-0.22	-0.26	-0.16
	(9.42)	(-2.66)	(-2.76)	(-3.10)
Oljeförbrukning	0.40	0.12	-0.19	-0.32
	(3.06)	(0.97)	(-3.10)	(-4.68)

Tabellen läses på följande sätt. Radvis redovisas utbudet och varje insatsvara och kolumnvis respektive pris. Produktionen ökar således med cirka 1.2 % om färdigvarupriserna ökar med 10 %. Samma prishöjning innebär att arbetskraftsefterfrågan ökar med 1.4 %, samt att elförbrukningen och oljeförbrukningen ökar med 6.4 respektive 4 %. På samma sätt minskar arbetskraftsefterfrågan med 1.3 % om arbetskraftskostnaden per sysselsatt ökar med 10 %. Ett intressant resultat är den ringa effekt en el- och/eller oljeprishöjning har på arbetskraftsefterfrågan. Om elpriset ökar med 10 % skulle, enligt dessa skattningar, arbetskraftsefterfrågan minska med 0.2 %, dvs, el och arbetskraft är svaga bruttokomplement. Även om effekten är statistiskt signifikant så måste den betraktas som väldigt liten. Motsvarande effekt av en oljeprishöjning är statistiskt sett ej signifikant skild från noll. Olja och el är enligt skattningarna bruttokomplement på aggregerad nivå. När oljepriset stiger minskar dels efterfrågan på olja men även efterfrågan på el. Motsvarande effekt gäller vid en elprishöjning, dels en minskad efterfrågan på el men även en minskad efterfrågan på olja. Att el och olja är bruttokomplement betyder inte, som diskuterats tidigare, att dessa är tekniska komplement i produktionen. En prishöjning på el har två effekter, dels en substitutionseffekt som innebär att man vill substituera bort från den dyrare elen vid en given produktionsnivå, och dels en produktionseffekt som innebär att efterfrågan efter samtliga produktionsfaktorer minskar till följd av en minskad produktion. Därmed kan totaleffekten på oljeefterfrågan bli negativ av en elprishöjning om produktionseffekten dominerar substitutionseffekten även om el och olja är tekniska substitut

[13] Ett t-värde som är mindre än cirka 2 (i absoluta tal) innebär att vi inte kan förkasta hypotesen att elasticiteten är lika med noll.

Även om elasticiteterna i 4.2 har det tecken man kan förvänta sig så är det slående hur okänslig för prisförändringar efterfrågan efter de olika produktionsfaktorerna är. Om man jämför egenpriselasticiteterna i tabell 4.2 med de i 4.1 finner man en viss konsistens. Att de är högre i absoluta tal i 4.2 kan enkelt förklaras med det faktum att elasticiteterna i 4.1 är beräknade under antagandet att produktionen är oförändrad, medan elasticiteterna i tabell 4.2 beskriver den "totala" effekten, dvs inkluderar effekten på produktionen. Vad som är gemensamt för de tre olika studierna är att oljeefterfrågan tycks vara mer känslig för prisförändringar än elefterfrågan.

Att priselasticiteterna generellt sett är relativt låga är inte speciellt överraskande och styrker de tidigare slutsatserna. Vad det betyder är att industrin, i alla fall på kort sikt, har väldigt små möjligheter att i någon större utsträckning substituera bort från en produktionsfaktor som plötsligt blir dyrare.

Fördubbling av koldioxidskatten

Ovanstående skattningar kan användas för att studera effekterna av olika policyförändringar. Här har vi valt att analysera effekterna av en fördubbling av fördubbling av CO_2 skatten från 1996 års nivå.

I tabell 4.3 redovisas utvecklingen från 1992 av de för industrin relevanta punktskattesatserna på el, olja och kol.

Tabell 4.3 Punktskatter på el, olja och kol 1992 - 1996.

Skatt	1992[a]	1993	1995	1996
Energi, kr/m^3	Olja: 540	0	0	0
CO_2, kr/m^3	Olja: 720	230	246	Eo1: 265 Eo5: 245
Energi	El: 0.05 kr/kWh	0	0	0
CO2	Kol: 620 kr/ton	200 kr/ton	214 kr/ton	428 kr/ton
Energi	Kol: 230 kr/ton	0	0	0
Drivmedel Kr/m^3	Bensin: 2950 Diesel: 1260	3880 230	4010 1436	4180 2723

[a] Dessa skattesatser är brutto, dvs de inkluderar inte de energiintensiva branschernas skattenedsättning som 1992 uppgick till cirka 1.1 miljarder kronor

I tabell 4.3 framgår det att den stora genomgripande förändringen skedde 1993 då industrin blev undantagen energiskatt, samt att skattesatsen per kg koldioxidutsläpp från industrin sänktes till 25 % av den

nivå som gällde tidigare (från 32 öre/kg till 8 öre/kg), samtidigt som hela nedsättningssystemet i stort sett avskaffades.

I tabell 4.4 redovisas resultatet av modellsimuleringen där koldioxidskatten fördubblas från 9 öre/kg koldioxid till 18 öre.

Tabell 4.4 Simulering av effekterna på hela industrin av en fördubbling av koldioxidskatten (ej bensin).

Oljepris %	Produktion %	El % (milj.MWh)	Olja % (milj.m^3)	CO_2 % (milj.ton)	Skatteint. % (milj.kr)
10.9	-1,89	-5.2 (-2.43)	-11.0 (-0.20)	-11.5 (-0.59) (-0.89)[a]	77.0 (311.8)

[a] reduktion i miljoner ton om gasol och naturgasefterfrågan minskar i motsvarande grad

En fördubbling av koldioxidskatten innebär i praktiken att priset på olja ökar med i genomsnitt cirka 11 %. Simuleringen visar vidare att oljeförbrukningen minskar med 11 % och att elförbrukningen minskar med 5.2 %. Om industrin inte ändrade sitt beteende skulle en fördubblad koldioxidskatt leda till en 100 % ökning av skatteintäkterna (bortsett från eventuella nedsättningar). Den negativa priselasticiteten på olja visar dock att en prishöjning på olja leder till en beteendeförändring. I tabell 4.4 kan vi se att detta leder till att skatteintäkterna ökar med 77 %. Miljövinsten av reformen fås av den femte kolumnen i tabell 4.5 där man kan se att utsläppen från olja och kol minskar med cirka 0.6 miljoner ton[14]. Om det sker en motsvarande minskning av gasol och naturgas blir minskningen cirka 0.9 miljoner ton. Om man sätter detta i relation till de totala utsläppen av koldioxid i Sverige innebär det en minskning med cirka 1.3 % på kort sikt.

4.4.2 Enskilda sektorer

De modeller som används i detta avsnitt är i grunden desamma som i föregående analys av hela industrin. Vad som skiljer denna analys från den ovan är att parametrarna för respektive industri skattas helt oberoende av alla andra industrier. Dessutom estimeras även en efterfrågefunktion för trädbränslen för massa och pappersindustrin, samt en efterfrågefunktion för kol i jord och stenindustrin. Analysen kom-

[14] Det bör påpekas att detta inte är den enda miljöeffekten av CO_2 skatt. Andra positiva effekter är bl.a. minskade svavelutsläpp.

mer att fokuseras på energiefterfrågan.

Egenpriselasticiteterna för olika typer av energiefterfrågan i de olika sektorerna redovisas i tabell 4.5, medan korspriselasticiteterna redovisas i tabell 4.6.

I tabell 4.5 kan man se att priselasticiteterna på el och olja är negativa för de flesta av de studerade branscherna. Undantag är priselasticiteten på el för massa och pappersindustrin och jord och stenindustrin, samt priselasticiteten på olja för livsmedelsindustrin. De två förra är dock inte statistiskt skilda från noll. Anledningen till att elpriset inte tycks ha någon effekt på massa och papper samt jord och sten kan vara samvariationen mellan oljepris och elpris över tiden, vilket betyder att det är svårt att isolera effekten av en enskild prisförändring.

Ett huvudresultat från tabell 4.5, vilket överensstämmer med tidigare resultat, är att energiefterfrågan är relativt okänslig för prisförändringar på kort sikt, vilket betyder, som redan påpekats, att skattebasen är relativt stabil medan miljöeffekterna av energiskatter är relativt små på kort sikt. Vad som är intressant att notera är att priselasticiteten på olja tycks vara högst i de energiintensiva branscherna.

Tabell 4.5 Egenpriselasticiteter för olika typer av energiefterfrågan. t-värden inom parentes.

Näringsgren	El	Olja	Kol	Trädbränsle
gruvor	-0.50 (-5.27)	-0.29 (-2.33)		
Livsmedel	-0.11 (-1.79)	0.05 (2.88)		
Teko	-0.88 (-2.83)	-0.10 (-2.34)		
Trä	-0.48 (-2.88)	-0.20 (-4.81)		
Massa o papp	0.07 (0.97)	-0.45 (-5.65)		-0.27 (-2.13)
Grafisk	-2.04 (-2.61)	-0.38 (-3.87)		
Kemisk	-0.32 (-2.26)	-0.21 (-2.53)		
Jord o sten	0.08 (1.05)	-0.51 (-7.03)	-0.35 (-6.96)	
Järn o stål	-0.51 (-3.80)	-0.31 (-5.23)		
Metall	-0.22 (-2.83)	-0.21 (-3.15)		
Maskin	-0.40 (-3.69)	-0.02 (-0.48)		
Elektro	-0.30 (-2.12)	-0.16 (-2.10)		
Transport	-0.66 (-4.34)	-0.36 (-7.58)		
Varv	-0.43 (-2.13)	-0.13 (-1.84)		

Tabell 4.6 Korspriselasticiteter mellan olika typer av energivaror.

	el-olja	el-bio/kol	olja-el	olja-bio/kol	bio/kol-el	bio/kol -olja
Gruvor	-0.00		-0.04			
Livsmedel	0.06		0.03			
Teko	-0.12		-0.07			
Trä	0.09		0.11			
Massa o papp.	0.06	-0.003	0.09	0.06	-0.04	0.68
Grafisk	0.55		0.65			
Kemisk	-0.05		-0.09			
Jord o sten	0.08	0.07	0.03	0.17	0.07	0.47
Järn o stål	0.04		0.06			
Metall	-0.04		-0.05			
Maskin	-0.05		-0.05			
Elektro	-0.10		-0.17			
Transport	0.09		0.08			
Varv	0.11		0.08			

I tabell 4.6 framgår det att korspriselasticiteterna för de olika energivarorna är förhållandevis små, vilket, föga överraskande, betyder att substitutionsmöjligheterna är små, åtminstone på kort sikt. Även detta resultat är konsistent med den tidigare analysen. Intressant att notera, dock, är korspriselasticiteten mellan olja och trädbränslen i massaindustrin, samt olja och kol i jord och sten industrin. Enligt dessa skattningar skulle en prishöjning på olja leda till att efterfrågan på trädbränslen i massa och pappersindustrin ökar med 6.8 %, samt att efterfrågan på kol i jord och stenindustrin ökar med 4.7 %. Med andra ord tycks trädbränslen respektive kol vara ett bra substitut till olja, vilket inte låter hel orimligt. Statistiskt sett är det endast dessa korspriselasticiteter som är signifikant skilda från noll.

Fördubbling av koldioxidskatten

Resultaten i tabell 4.5 och 6 kan nu användas till att utföra samma experiment som tidigare, dvs en fördubbling av koldioxidskatten. Resultatet redovisas i tabell 4.7.

Tabell 4.7 Simulering av effekterna på de enskilda branscherna av en fördubbling av koldioxidskatten.

Näringsgren	El % (milj.Mwh)	Olja % (milj.m^3)	Kol/bio % (ton,milj.m^3)	CO_2 % (milj.ton)	Skatteint. % (milj.kr)
Gruvor	0.000	-5.6 (-0-004)		-2.85 (-0.01)	59.4 (17.1)
Livs	0.48 (0.011)	0.25 (0.000)		0.25 (0.00)	100.4 (41.6)
Teko	-0.86 (-0.003)	-2.25(-0.000)		-2.25 (-0.00)	95.4 (4.65)
Trä	0.69 (0.01)	-5.73 (-0.004)		-5.73 (-0.01)	88.8 (16.34)
Massa	0.97 (0.18)	-30.5 (-0.15)	11.9 (0.46)	-30.51 (-0.44)	39.0 (44.2)
Grafisk	3.25 (0.01)	-2.86 (-0.000)		-2.86 (-0.001)	94.3 (3.67)
kemisk	-0.30 (-0.03)	-5.50 (-0.008)		-5.50 (-0.07)	89.0 (29.8)
jord,sten	2.48 (0.02)	-6.12 (-0.005)	-6.23 (-0.02)	-7.98 (-0.07)	92.0 (79.0)
järn,stål	0.55 (0.04)	-14.5 (-0.027)		-14.5 (-0.08)	71.1 (30.6)
metall	-0.38 (-0.006)	-5.48 (-0.003)		-5.48 (-0.01)	89.0 (12.27)
maskin	-0.34 (-0.005)	-2.93 (-0.002)		-2.93 (-0.006)	94.1 (15.48)
elektro	-0.95 (-0.008)	-6.33 (-0.001)		-6.33 (-0.004)	87.3 (4.60)
transport	0.76 (0.01)	-7.96 (-0.007)		-7.96 (-0.02)	84.1 (17.44)
varv	1.09 (0.001)	-4.59 (-0.000)		-4.59 (-0.001)	90.8 (1.59)
summa	0.23 (0.5 %)	-0.21 (-12 %)		-0.7 (12 %)	318 (79 %)

Om vi börjar med att titta på den sista raden i tabell 4.7 finner vi att överensstämmelsen är förvånansvärt god med resultaten i tabell 4.4, de för hela industrin. Den enda noterbara skillnaden är den totala effekten på elförbrukningen. I analysen av hela industrin blev effekten på elförbrukningen negativ (-1.5 %), medan den i den branschspecifika analysen blir svagt positiv. Som redan påpekats så är de relevanta korspriseffekterna dock ej statistiskt signifikanta, vilket betyder

att inte alltför stor vikt skall fästas vid denna avvikelse. En robust slutsats angående elförbrukningen är förmodligen att den blir i stort sett oförändrad om koldioxidskatten förändras.

Om vi ser på de enskilda branscherna finner vi att det är i framförallt de energiintensiva branscherna effekterna uppstår, både i såväl absoluta tal som i procent. Av den totala minskningen med 0.21 miljoner m^3 olja svarar massa och pappersindustrin för 0.15, dvs mer än hälften. Massaindustrin tycks kompensera denna minskning delvis med att öka elanvändningen (0.18 miljoner MWh), men framförallt med att öka användningen av trädbränslen med 0.46 miljoner m^3 (=0.12 miljoner m^3 olja). I detta fall är med andra ord miljöskatten effektiv, eftersom det sker en substitution från en miljöbelastande icke förnyelsebar resurs mot en förnyelsebar. Om skatten har tillkommit av rent fiskala orsaker så är den ineffektiv eftersom man substituerar en beskattad vara mot en obeskattad. Vidare är det värt att notera jord och stenindustrin minskar förbrukningen av kol och olja i ungefär samma proportioner.

4.5 Sammanfattning

Syftet med denna underlagsrapport är att ge en beskrivning och att analysera energianvändningen in svensk tillverkningsindustri. I den första delen ges en beskrivning där slutsatsen är att det skett stora förändringar i efterfrågemönster sedan mitten av 70-talet. Dels så har den totala energiförbrukningen minskat, och dels så har energimixen förändrats kraftigt så tillvida att det skett en kraftig förskjutning från fossila bränslen mot elenergi. Eftersom politiken har varit inriktad mot att minska oljeberoendet kan man inte säga annat än att politiken varit framgångsrik.

Två olika ansatser används i den kvantitativa analysen. Dels en så kallad "poolad" ansats vilket innebär att man kan dra slutsatser för industrin som helhet, och dels en "branschspecifik" ansats där man kan göra utsagor om de enskilda branscherna i industrin.

Sammanfattningsvis kan man säga att de två olika ansatserna ger likvärdiga resultat vad gäller effekter på hela industrin av förändrade energipriser. Den slutsats man kan dra är att energianvändningen tycks påverkas negativt av höjda energipriser, vilket i sin tur innebär att miljöskatter, som är prishöjande, har en positiv miljöeffekt. Analysen har dock visat att effekterna är förhållandevis små. En fördubbling av CO_2 skatten skulle enligt den kvantitativa analysen leda

till att industrins CO_2 utsläpp minskade med mellan 0.5 och 0.9 miljoner ton, vilket är en minskning med cirka 0.8-1,3 % av de totala utsläppen i Sverige.

En annan slutsats som följer från den kvantitativa analysen är att substitutionseffekterna är små, i alla fall på kort sikt, mellan fossila bränslen och el[15]. I analysen av de enskilda branscherna kan man dock få en indikation på att substitutionsmöjligheterna mellan olika typer av bränslen är betydligt större. För massa och pappersindustrins del tycks det vara så att olja och trädbränslen är goda substitut, vilket betyder att en höjd skatt på olja leder till en icke negligerbar ökning av trädbränsleanvändningen.

Avslutningsvis vill vi poängtera att den aggregeringsnivå som tillämpats är mer eller mindre godtycklig och att effekterna på de enskilda företagen inom varje bransch kan variera kraftigt. Resultaten för livsmedelsindustrin, till exempel, visar på relativt små effekter. I verkligheten kommer dock höjda CO_2 skatter att slå väldigt olika på olika företag. Sockertillverkning, exempelvis, är en energiintensiv verksamhet, vilket skulle betyda att sockertillverkarna drabbas väldigt hårt, med följden av vi istället importerar socker från utlandet. I anknytning till detta vill vi också poängtera att de miljöeffekter, i form av minskade koldioxidutsläpp, som beräknats är minskade utsläpp i Sverige. Eftersom CO_2 problemet är av global karaktär blir problemet i vilken utsträckning användningen av fossila bränslen endast flyttas från Sverige till något annat land. Med andra ord så kan vi utifrån denna analys inte säga någonting om den globala miljöeffekten. Å ena sidan kan miljön försämras om det är så att användningen av fossila bränslen flyttas till regioner med annan teknologi, å andra sidan kan vi få en miljöförbättring som är långt kraftigare än den effekt som skattats här om det är så att den svenska politiken får efterföljare i andra länder. Dessa frågor är dock oerhört svåra att besvara, och den analys som presenterats här ger ingen som helst vägledning.

[15] Detta resultat kan tyckas motstridigt mot det faktum att oljeförbrukningen har minskat kraftigt under den studerade tidsperioden samtidigt som elförbrukningen ökat något. Man bör dock hålla i minnet att höjda priser på fossila bränslen minskar dess andel av den totala energiförbrukningen även om substitutionsmöjligheterna är små. Dessutom är substitutionselasticiteterna beräknade utifrån antagandet "allt annat oförändrat".

4.6 Referenser

Berndt, E. R. (1991) The Practice of Econometrics. Classic and Contemporary. Addison-Wesley.

Chambers, R. G. (1988) Applied Production Analysis. A Dual Approach. Cambridge University Press.

Dargay, J. (1983) The Demand for Energy in Swedish Manufacturing. In Energy in Swedish Manufacturing. IUI Stockholm

Walfridsson, B. och Hjalmarsson, L. (1991) Kapitalbildning, Kapitalutnyttjande och Produktivitet. Expertrapport nr. 3 till Produktivitetsdelegationen, Allmänna Förlaget, Stockholm.

Appendix A

Teoretisk modell

Antag att företagen har som mål att maximera vinsten från sin verksamhet. Den kortsiktiga vinstfunktionen, dvs den funktion som vid givna priser ger största möjliga vinst, definieras då som:

$$\Pi^i = \Pi^i(p_y^i, p_{arb}^i, p_{el}^i, p_{olja}^i, p_{kol}^i, p_{ved}^i, K^i), \qquad i = 1,\ldots, 16 \qquad (1)$$

där p_j betecknar priset på den vara de producerar samt de olika insatsvarorna och K är den givna kapitalstocken. Vi antar att den efterfrågekurva som de olika industrierna möter för sin vara är fullständigt elastiskt, samt att man kan köpa obegränsade mängder av de olika insatsvarorna till det givna priserna, vilket innebär att en övervältring framåt eller bakåt inte är möjlig.

Via Hotelling's lemma erhålls utbudsfunktionen för papper, y, och den härledda efterfrågan på de rörliga produktionsfaktorerna.

Empirisk specifikation

För att estimera parametrarna i vinstfunktionen måste modellen som beskrivits ovan parameteriseras. Vi använder oss en sk Generaliserad Leontief (GL) vinstfunktion, vilken kan uppfattas som en andra ordningens diffenrential approximation av en godtycklig vinstfunktion. Två ansatser används. I den första, så kallade "poolade" ansatsen, se vinstfunktionen ut på följande sätt:

$$\Pi^i = \left[\sum_l \sum_m \beta_{lm} p_l^{1/2} p_m^{1/2} + \sum_l \beta_{lt} p_l T + \sum_j \sum_l \beta_{jl} D_j p_l + \sum_j \sum_l \beta_{jlt} D_j T p_l \right] \cdot K$$

$l = y, arb, el, olja, kol, ved$

$m = y, arb, el, olja, kol, ved$

$i = 1,\ldots,16$

$j = 2,\ldots,16$

(2)

där T är en tidstrend och D_i är en dummyvariabel som tar värdet 1 om observationen tillhör den j:e branschen och 0 annars. Givet att

bransch 1 och 2 möter samma priser och har samma kapitalstock så blir skillnaden i vinst mellan dessa lika med:

$$\Pi^1 - \Pi^2 = -\sum_l \beta_{2l} p_l - \sum_l \beta_{2lt} T p_l \qquad (3)$$

dvs, trots att de tycks vara lika i alla avseenden så kan vinsterna bli olika stora. Vi ser också att om vi håller allting konstant så kommer vinstutvecklingen över tiden att bli olika för olika branscher.

Att K kommer in multiplikativt i vinstfunktionen implicerar att vi lagt på ett antagande om konstant skalavkastning på lång sikt. Dvs, då alla produktionsfaktorer är fullständigt flexibla leder en fördubbling av samtliga dessa faktorer till en fördubbling av produktionen.

De data som används för att skatta parametrarna i modellen är årsdata för perioden 1960 till 1988. Data har insamlats från framförallt SOS Industri samt Skogsstatistisk årsbok. Två olika ekonometriska metoder har utnyttjats; trestegs minstakvadratmetoden (3SLS) och maximumlikelihoodmetoden (FIML). Vi har valt att presentera resultaten från FIML skattningarna.

Data

Den sektorsindelning som används redovisas i tabell A1.

Tabell A1 Branschindelning.

I	SNI	Bransch
1	2	gruvor
2	31	livsmedel
3	32	teko
4	33	trä
5	341	massa o papper
6	342	grafisk
7	351+352	kemisk
8	353+354	petroleum
9	355	gummi
10	356	plast
11	36	jord o sten
12	37	järn- stål o metallverk
13	381	metallvaru
14	382	maskinind.
15	383	elektro
16	3842+3843	transport
17	3841	varv

Empiriska resultat

Tabell A3 Skattningsresultat hela industrin med bransch-specifika effekter, t-värden[16]

	Py	Parb	Pel	Polja	Trend	R^2
y	8.47	-2.99	-9.42	-3.06	-7.08	0.95
x_{arb}		-8.02	2.66	-0.97	8.57	0.98
x_{el}			0.68	3.11	0.06	0.99
x_{olja}				0.49	0.10	0.98

y = förädlingsvärde
x_{arb}=arbetskraftsefterfrågan, antalet anställda
x_{el}=elefterfrågan
x_{olja}=efterfrågan efter fossila bränslen

[16] Vi har valt att redovisa endast t-värde då koefficienterna i sig är svårtolkade.

Empiriska resultat

Tabell A3 Skattningsresultat bela industrin med branschspecifika effekter, t-värden[16]

Py	Bark	Tid	Dolja	Trend	R^2
5.47	-2.90	-0.42	-3.06	-7.08	0.95
x_{arb}	-8.02	2.66	0.97	8.37	0.98
x_{el}	0.65	3.11		0.06	0.99
x_{olja}		0.46	0.19		0.98

y = förädlingsvärde
x_{arb}=arbetskraftsefterfrågan mätt antalet anställda
x_{el}=elefterfrågan
x_{olja}=efterfrågan eller fossila bränslen

[16] Vi har valt att redovisa endast t-värde då koefficienterna i sig är svårtolkade.

5 Hushållens energiefterfrågan

5.1 Inledning

Syftet med denna underlagsrapport är dels att ge en beskrivning av utvecklingen av hushållens energianvändningen, och dels att analysera bestämningsfaktorerna för privat konsumtion av olika typer av energislag. I utredningsdirektiven betonas särskilt vikten av en utvärdering av de befintliga ekonomiska styrmedlen i miljöpolitiken. Eftersom de nuvarande ekonomiska styrmedlen till stor del är olika typer av skatter, framför allt på energi, så innebär en sådan utvärdering att bestämma i vilken utsträckning prisförändringar på olika typer av energivaror påverkar den privata konsumtionen av dessa. Givet att vi kan bestämma effekterna av olika prisförändringar följer, som en biprodukt, möjligheten att förutse och kvantifiera effekterna av en förändrad miljö/energipolitik.

De verktyg vi valt för att uppnå dessa syften är en kombination av ekonomisk teori och statistisk (ekonometrisk) metodik. Utifrån ekonomisk teori specificerar vi en modell som konfronteras med faktiska data för tidsperioden 1981-1994. Givet skattningar av efterfrågemodellens parametrar kan vi skatta effekterna av den förda politiken med avseende på bl.a. miljö och skatteintäkter. Givet denna ansats öppnas även möjligheten att simulera olika förändringar av miljö/energipolitiken.

Inledningsvis redovisar vi en del bakgrundsfakta kring utvecklingen av den privata konsumtionen av icke varaktiga varor. Speciell vikt läggs på konsumtionen av olika typer av energivaror. I det följande avsnittet redovisar vi den modell som den empiriska analysen bygger på. I avsnitten därefter redovisar vi resultaten från den empiriska analysen. Dessutom analyseras olika scenarier av en förändrad energibeskattning med avseende på förändringar av energiförbrukning, utsläpp och skatteintäkter.

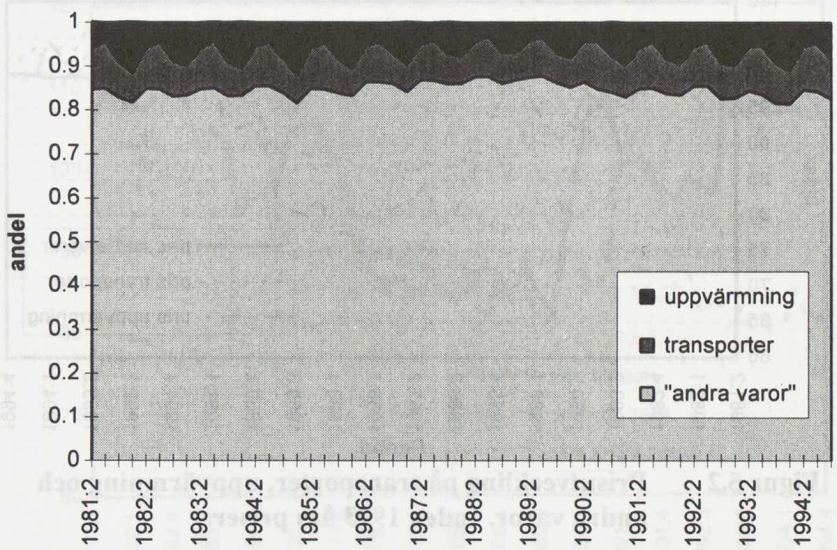
5.2 Konsumtionsmönster i Sverige

I detta avsnitt skall vi ge en kort beskrivning av den privata konsumtionen i Sverige, framförallt med avseende på energi-konsumtion. Vi har valt att beskriva utvecklingen på en relativt hög aggregeringsnivå, speciellt för andra varor än energivaror, på grund av att vi med analysens syfte inte finner det särskilt meningsfullt att arbeta på en mer disaggregerad nivå. De renodlade energivaror vi studerar är konsumtionen av elektricitet, bensin samt olja för uppvärmning. Dessutom har vi valt att ta med tre olika typer av "sammansatta" energivaror i analysen; kollektivtrafik, "nöjesresor" och fjärrvärme. Orsaken till att dessa varusammansättningar är med i analysen är att individen inte direkt kan påverka energimixen i dessa varor. Förutom energivaror konsumerar hushållen en mängd andra varor, vilka i denna analys klumpats ihop till en enda vara, "andra varor". Vi vill här poängtera att denna aggregering är helt godtycklig från vår sida. Men eftersom syftet i första hand är att analysera den privata konsumtionen av olika energivaror är denna aggregeringsnivå knappast mer godtycklig än någon annan.

De data som använts är hämtade från nationalräkenskaperna och består av privat konsumtion kvartalsvis för perioden 1981-1994. Givet dessa data har vi antagit att hushållen i grunden efterfrågar tre olika typer av varugrupper; transporter, uppvärmning och andra varor. Den databeskrivning som följer bygger på den teoretiska modell som presenteras i nästkommande avsnitt. Det grundläggande antagandet i denna modell är att hushållen budgeterar i flera steg. Givet att hushållen bestämt sig för hur mycket som skall spenderas på respektive varugrupp, dvs., transporter, uppvärmning och "andra varor", så bestämmer sig hushållen i nästa steg för varusammansättningen inom respektive varugrupp. Då det gäller transporter kan hushållet välja mellan bensin (egen bil), kollektivtrafik eller "andra resor" (taxi, tåg, flyg). För uppvärmning kan hushållet välja mellan el, olja och fjärrvärme. Vad gäller uppvärmning så är vi medvetna om att substitutionsmöjligheterna är små, eller rentav obefintliga för många hushåll, framförallt för hushåll i flerfamiljshus.

Den fråga vi i grunden ställer oss är huruvida det har skett någon förskjutning mellan de olika varugrupperna till följd av förändrade relativpriser, och om det skett någon förändring av "mixen" inom respektive varugrupp.

I figur 5.1 redovisas de olika huvudgruppernas andel av den totala utgifterna på icke varaktiga varor.

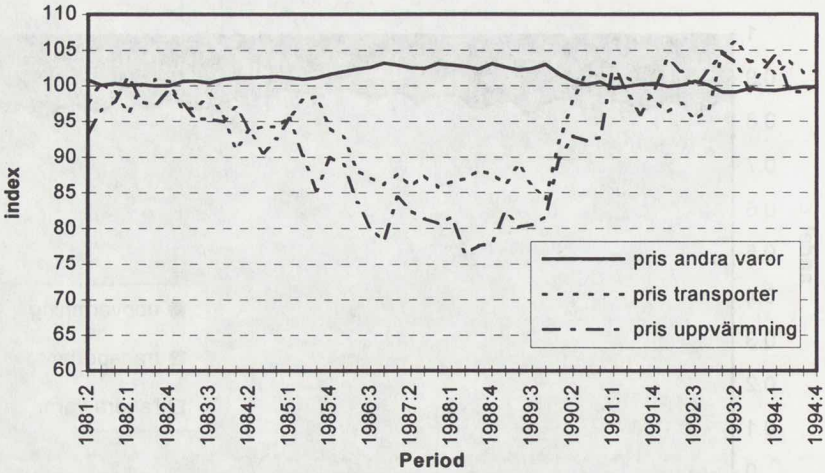


Figur 5.1 Transporter, uppvärmning och "andra varors" andel av privat konsumtion av icke-varaktiga varor.

Som vi kan se så upptar transportutgifter och utgifter för uppvärmning vardera knappt 10 % av de totala utgifterna. Vidare kan man observera att det inte skett några dramatiska förändringar över tiden av dessa andelar[1]. Detta är speciellt intressant i skenet av figur 5.2 där man kan se en nedgång i priset på transporter och uppvärmning, relativt andra varor, under 80-talet. Någon trendmässig förskjutning av priserna för dessa tre huvudgrupper kan dock inte observeras. Utifrån detta vore det frestande att dra slutsatsen att hushållens konsumtionsmönster är oberoende av de relativa priserna. Man bör dock vara försiktig att i detta läge dra denna slutsats. Orsaken är att vi inte tagit hänsyn till hur inkomsterna förändrats över tiden, samt det faktum att vi inte vet hur utgiftsandelarna påverkas av inkomstförändringar[2].

[1] Den största variationen i utgiftsandelarna kan hänföras till säsongsmässiga variationer.

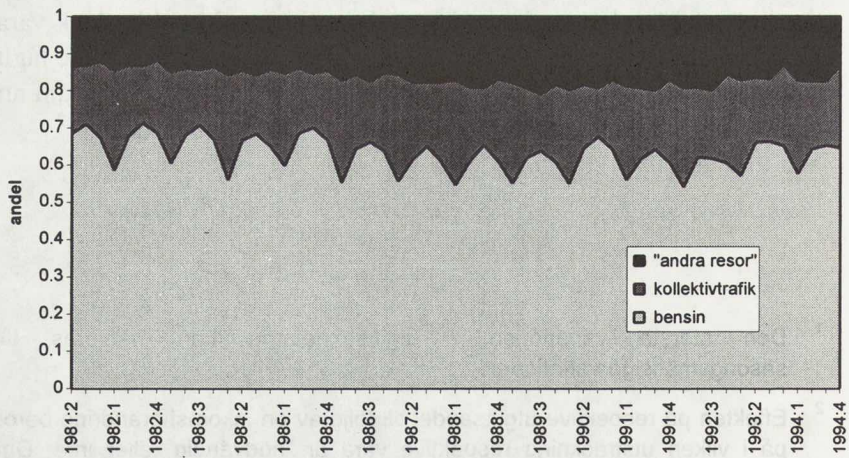
[2] Effekten på respektive utgiftsandel till följd av en inkomstförändring beror på i vilken utsträckning respektive vara är "nödvändig" eller inte. Om varan är en "lyxvara" tenderar utgiftsandelen att öka med högre inkomst, och tvärtom för en nödvändighetsvara.



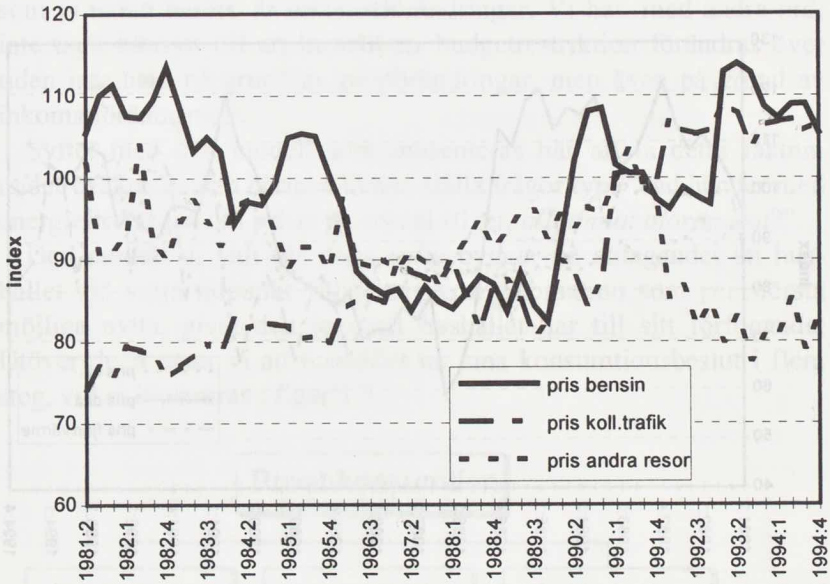
Figur 5.2 Prisutveckling på transporter, uppvärmning och andra varor. Index 1993 års priser.

I figur 5.3 och 5.4 redovisar vi motsvarande bild för varugruppen transporter.

I figur 5.3 framgår det att även inom transportgruppen är utgiftsandelarna relativt stabila över tiden, bortsett från säsongsmässiga variationer. Dock tycks det vara så att det skett en viss förskjutning mot "andra resor" under senare delen av 80-talet. En viss konsistens med denna iakttagelse finner man i figur 5.4 där man kan se en relativt kraftig prisförändring, såtillvida att "andra resor" blivit förhållandevis billiga. Värt att notera i figur 5.4 är prisutvecklingen på kollektivtrafik, vilken varit väldigt ogynnsam relativt bensin och andra resor.



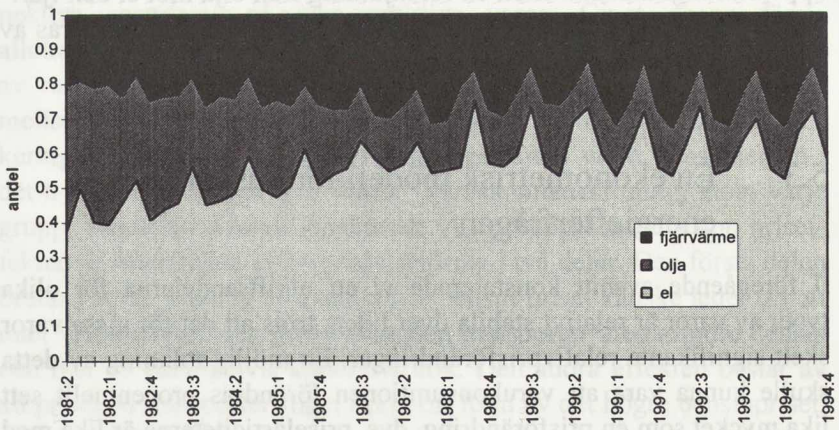
Figur 5.3 Andel av totala utgifter på transporter för "andra resor", kollektivtrafik och bensin.



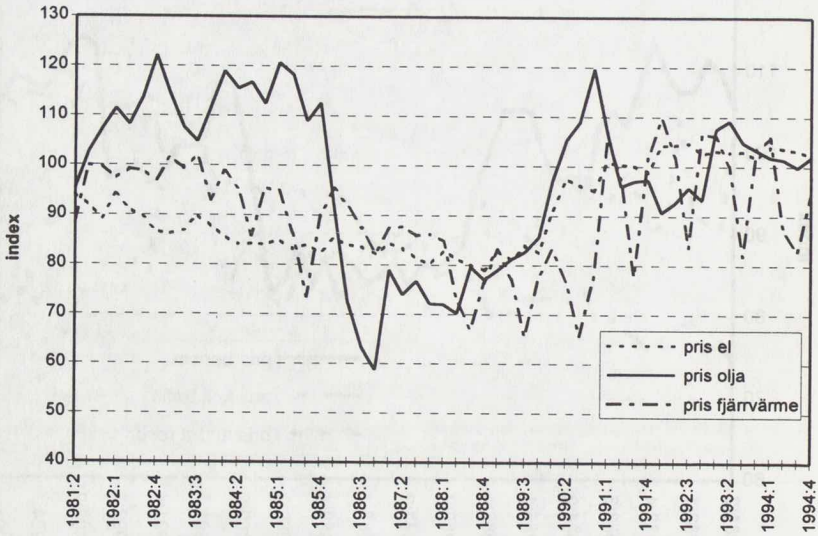
Figur 5.4 Pris på bensin, kollektivtrafik och "andra resor". Index 1993 års priser.

I figur 5.5 och 5.6 illustreras utvecklingen inom gruppen uppvärmning.

Som man kan se av figur 5.5 så är det inom denna grupp de största förändringarna skett. Det har skett en signifikant förskjutning mot uppvärmning med el i stort sett under hela perioden. Även fjärrvärmens andel har ökat något, vilket betyder att oljeandelen minskat betydligt. Intressant i detta sammanhang är att i stort sett motsvarande förändring har skett i industrisektorn.



Figur 5.5 Andel av totala utgifter på uppvärmning för el, olja och fjärrvärme.



Figur 5.6 **Pris på el, olja och fjärrvärme. Index 1993 års priser.**

Det kanske mest intressanta med figur 5.6 är att det saknas någon trendmässig, eller långsiktig, relativprisförändring mellan de olika energislagen. Dock kan man se att oljepriserna steg kraftigt, relativt el och fjärrvärme, i början av 80-talet. Efter 1985 har dock priset på olja fallit kraftigt och följer därefter i stort prisutvecklingen på el och fjärrvärme.

Den slutsats man kan dra så långt är att konsumtionsmönstret varit förhållandevis stabilt under den studerade perioden, men att det för uppvärmningsändamål skett en förskjutning från olja mot el och fjärrvärme. Vidare kan man konstatera att denna trend ej kan förklaras av enbart relativprisförändringar.

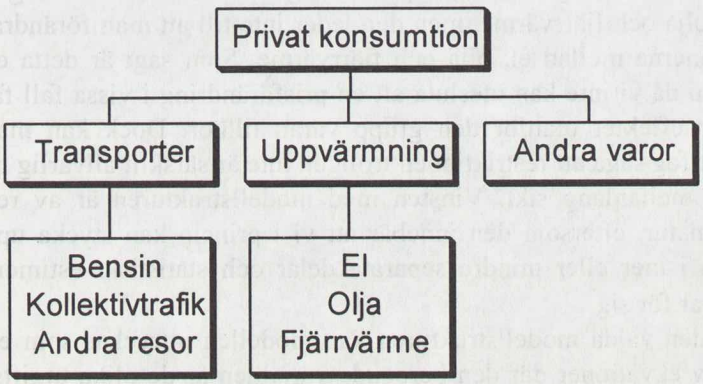
5.3 En ekonometrisk modell för hushållens energiefterfrågan

I föregående avsnitt konstaterade vi att utgiftsandelarna för olika typer av varor är relativt stabila över tiden, trots att det för vissa varor skett signifikanta relativprisförändringar. En möjlig tolkning av detta skulle kunna vara att varukonsumtionen förändras procentuellt sett lika mycket som en prisförändring, dvs, priselasticiteterna är lika med -1. En annan, mer försiktig, tolkning är att andra saker skett samtidigt och att vi i analysen inte tagit hänsyn till detta. En sådan "annan sak",

som vi redan berört, är inkomstförändringar. Vi har, med andra ord, inte tagit hänsyn till att hushållens budgetrestriktion förändras över tiden inte bara på grund av prisförändringar, men även på grund av inkomstförändringar.

Syftet med den modell som presenteras här att ta detta faktum under beaktande och därmed kunna ställa frågor typ: "vad händer med energiefterfrågan om priset på energi stiger, *allt annat oförändrat*?".

Den modell vi valt för detta syfte bygger på antagandet att hushållet vid varje tidpunkt väljer en varukombination som ger största möjliga nytta, givet den inkomst hushållet har till sitt förfogande. Utöver detta antar vi att hushållet tar sina konsumtionsbeslut i flera steg, vilket illustreras i figur 5.7.



Figur 5.7 Modellstruktur.

I steg ett, vilket inte modelleras här, beslutar hushållet hur stor del av budgeten som skall sparas, eller konsumeras på varaktiga varor, respektive spenderas på icke-varaktiga varor. Givet denna första allokering av inkomsterna beslutar hushållet, i nästa steg, vilken *typ* av varor som skall konsumeras. Här antar vi att hushållet kan välja mellan transporter, uppvärmning och andra varor. Efter denna allokering av inkomsten på olika varugrupper antar vi att konsumenten i det tredje steget väljer den "bästa" varusamman-sättning, inom varje grupp. Modellstrukturen innebär att vi i princip kan dela upp priseffekten på efterfrågan av en prisförändring i två delar. Den första delen består i att en höjning av exempelvis bensin-priset kanske leder till att man "producerar" den givna mängden transporter med mindre bensin och mer av exempelvis kollektivtrafik. Den andra effekten består av att priset på transporter stiger i pris till följd av det högre bensinpriset, vilket kan leda till minskad efterfrågan på just transporter. Utöver dessa två "priseffekter" tillkommer en inkomsteffekt eftersom pris-

höjningen som sagt leder till högre pris på transporter. Detta i sin tur leder till en allmän prishöjning vilket urholkar den reala köpkraften. För att beräkna den totala effekten på bensinefterfrågan måste alla dessa tre effekter tas i beaktande.

Modellstrukturen med flerstegsbudgetering innebär att vissa restriktioner har lagts på hushållens beteende. En sådan restriktion är att en prisförändring på en vara endast påverkar utgiftsandelarna inom den grupp prisförändringen sker. Exempelvis leder en förändring av bensinpriset till förändrad efterfrågan inte bara på transporter men även på uppvärmning och andra varor. Däremot leder inte pris-förändringen på bensin till någon förändring *inom* grupperna uppvärmning och andra varor. Dvs, visserligen kommer bensinpris-höjningen att påverka efterfrågan efter uppvärmning och därmed efterfrågan efter el, olja och fjärrvärme, men den leder inte till att man förändrar proportionerna mellan el, olja och fjärrvärme. Som sagt är detta en restriktion då vi inte kan utesluta att en prisförändring i vissa fall får substitutionseffekter utanför den grupp varan tillhör. Dock kan man med visst fog säga att restriktionen troligen inte är särskilt allvarlig på kort och mellanlång sikt. Vinsten med modellstrukturen är av ren praktisk natur, eftersom den innebär att vi i princip kan stycka upp modellen i mer eller mindre separata delar och statistiskt estimera delarna var för sig[3].

Givet den valda modellstrukturen kan modellen uttryckas som ett system av ekvationer där den beroende variablen är de olika utgifts-andelarna, och de oberoende, eller förklarande variablerna, är varu-priserna och den reala "inkomsten"[4]. Den specifika funktionsform vi valt är en så kallad LAIDS[5] specifikation (Linear Almost Ideal Demand System), vilken har den bekväma egenskapen att den är linjär i parametrarna.

[3] Detta är en sanning med modifikation eftersom man kan tänka sig att en slumpmässig chock som påverkar en del av modellen får återverkningar även på andra delar. Det innebär att modellens parametrar kan uppskattas effektivare om denna typ av samband mellan de olika delarna beaktas.

[4] En detaljerad beskrivning av modellen redovisas i appendix A. "Inkomst" i detta sammanhang är de totala utgifterna på icke-varaktiga varor.

[5] Se Deaton and Muellbauer (1980a).

5.4 Resultat

5.4.1 Data och estimeringsmetod

Modellen estimeras på aggregerade tidsseriedata över privatkonsumtion. Data är hämtade från nationalräkenskaperna och innehåller kvartalsdata för perioden 1981-1994. Priserna på respektive vara har konstruerats som prisindextal genom en beräkning av kvoten mellan konsumtionen i löpande priser och konsumtionen i fasta priser. Dessa varuspecifika priser har i nästa steg använts till att konstruera priser för respektive varugrupp och ett "konsumentpris-index", dvs det sammanvägda priset på privat konsumtion.

Som vi redan sett så finns det i tidsserierna en utpräglad säsongskomponent, dvs, under varje återkommer ett likartat mönster. För att kontrollera för dessa säsongsvariationer inkluderar vi så kallade "säsongsdummys".

Som redan påpekats så består modellen av ett system av efterfrågefunktioner som i princip kan estimeras var för sig. Dock är det så att "effektivare" parameter skattningar, dvs snävare konfidensintervall, kan erhållas om vi tar hänsyn till att de enskilda ekvationerna är en del i ett sammanhängande system. Vi har därför valt en estimationsmetod som tar detta i beaktande. Vi vill dock påpeka att det finns vissa nackdelar med detta tillvägagångssätt. En sådan nackdel är att en eventuell felspecifikation, mätfel i data, etc., i en av ekvationerna "sprider" sig till resten av modellen.

5.4.2 Modellresultat

En detaljerad redovisning av skattningsresultaten återfinns i appendix A. Sammanfattningsvis kan man säga att modellen förklarar historiska data på ett tillfredsställande sätt. De flesta av parameterskattningarna är klart signifikant skilda från noll och förklaringsgraden är hög.

I tabell 5.1 redovisar vi uppskattningarna av inkomstelasticiteterna, dels den totala, dvs effekterna på privat konsumtion då den totala budgeten förändras, och dels för de fall då budgeten för en specifik varugrupp förändras.

Tabell 5.1 Inkomstelasticiteter för privat konsumtion av icke-varaktiga varor.

Inkomstelasticiteter privat konsumtion			
	transporter	**uppvärmning**	**andra varor**
Elasticitet	1.04645	0.76604	1.01434
inkomstelasticiteter inom transporter			
	bensin	**kollektiv trafik**	**andra resor**
Elasticitet	0.82935	0.49328	2.28296
inkomstelasticiteter inom uppvärmning			
	elektricitet	**Olja**	**fjärrvärme**
Elasticitet	1.62594	-2.09659	2.19629

Tabell 5.1 skall tolkas på följande sätt. Om inkomsterna ökar med 1%, allt annat oförändrat, ökar efterfrågan efter transporter med 1,05%. Motsvarande siffra för uppvärmning och andra varor är 0,77% respektive 1,01%. En tolkning av dessa siffror är att transporter och andra varor är, i stort sett, "normala" varor, dvs., om inkomsten ökar så ökar man konsumtionen av dessa varor i samma proportion som inkomstökningen. Uppvärmning tycks vara en "nödvändighetsvara", eftersom en inkomstminskning leder till att konsumtionen av uppvärmning då minskar i mindre utsträckning än inkomsten.

Ur tabell 5.1 kan vi också utläsa att om utgifterna för transporter tillåts öka med 1% så ökar bensinförbrukningen med cirka 0,83 %, användningen av kollektivtrafik ökar med cirka 0,49% och efterfrågan på andra resor ökar med hela 2,29%. Med andra ord så tycks det vara så att bensin, men framförallt kollektivtrafik, är nödvändiga varor i hushållens transportarbete. Andra resor, däremot, tycks vara en "lyx-vara" då konsumtionen av denna ökar proportionellt sett mer än inkomstökningen.

Om utgifterna för uppvärmning tillåts öka med 1% ser vi att ser vi att det sker en kraftig subtstitution från olja till el- och fjärrvärme. Elen ökar med 1,63%, fjärrvärmen med 2,19 %, medan oljeuppvärmning *minskar* med 2,1%. Det sista kan tyckas märkligt. Varför skulle man konsumera mindre av en vara om inkomsterna ökar? En stunds eftertanke visar dock att man kan hitta en mängd olika varor som skulle kunna ha den egenskapen. Det mest klassiska exemplet är potatis. Är man fattig har man i stort sett inte råd att konsumera något

annat än den billiga potatisen. Allteftersom inkomsten stiger får man råd till andra varor och konsumtionen av potatis minskar, inte bara som andel utan också i absoluta tal. Att olja skulle vara en sådan typ av vara kan tyckas svårt att förstå, men en förklaring skulle kunna vara att högre inkomster leder till en uppgradering till dyrare och modernare bostäder, vilka i större utsträckning värms upp med fjärrvärme och/eller el.

Sammanfattningsvis kan man säga att högre inkomster, allt annat lika, leder till en proportionellt sett lika stor ökning av transporter och andra varor, medan energi för uppvärmningsändamål ökar proportionellt sett mindre än inkomsten. Med andra ord så leder ökad tillväxt till minskad energiintensitet i den privata konsumtionen, under förutsättning att priserna är oförändrade.

I tabell 5.2 redovisar vi priselasticiteterna för de olika varorna. De elasticiteter som redovisas är de totala "okompenserade" elasticiteterna. Dvs, det är den totala effekten, inklusive inkomst-effekten, på konsumtionen av respektive vara till följd av en prisförändring.

Tabell 5.2 Efterfrågeelasticiteter för privat konsumtion.

	Bensin	**koll. Trafik**	**andra resor**	**elek-tricitet**	**Olja**	**fjärr-värme**	**andra varor**
bensin	**-0.1286**	-0.0027	-0.0022	-0.0184	-0.0067	-0.0078	-0.6959
koll. Trafik	-0.0050	**-0.2575**	-0.0013	-0.0109	-0.0039	-0.0046	-0.4139
andra resor	-0.0232	-0.0075	**-0.5628**	-0.0506	-0.0184	-0.0213	-1.9157
elek-tricitet	-0.0256	-0.0084	-0.0067	**-0.0953**	-0.0417	-0.0482	-0.8474
olja	0.0331	0.0107	0.0086	0.1474	**-0.1916**	0.0628	1.0927
fjärr-värme	-0.0346	-0.0112	-0.0090	-0.1544	-0.0563	**0.0004**	-1.1447
andra varor	-0.0614	-0.0198	-0.0161	-0.0379	-0.0138	-0.0160	**-0.7238**

Tabell 5.2 skall läsas på följande sätt. Radvis ges efterfrågan efter respektive vara medan kolumnerna anger respektive pris. Första raden, bensin, anger därmed den procentuella förändringen av bensinkonsumtionen till följd av en procentuell förändring av bensin-priset (kolumn 2), priset på kollektivtrafik (kolumn 3), osv. Det

betyder att diagonalen i matrisen anger efterfrågans egenpriselasticitet (fet stil).

Den första intressanta observationen är att samtliga egenpris-elasticiteter är negativa, fjärrvärme undantaget, vilket är vad man kan förvänta sig. Det betyder att om priset på en vara ökar, allt annat oförändrat, så minskar konsumtionen av densamma. Detta gäller dock inte för fjärrvärme. Än mer slående är att efterfrågan efter samtliga varor är tämligen oelastiska. Samtliga varor, har en egenpriselasticitet som är mindre än 1, i absolut värde, vilket betyder att dess budgetandel ökar om priset ökar, allt annat oförändrat.

Egenpriselasticiteten för "andra varor" är dock högre än de övriga vilket kan tyda på att dessa i mindre utsträckning är beroende av något specifikt kapital, vilket energivaror som bensin, el och fjärrvärme är. Priselasticiteten för fjärrvärme avviker som sagt från de övriga egenpriselasticiteterna i den meningen att den har ett positivt tecken. Om priset på fjärrvärme stiger med 1% skulle fjärrvärme-konsumtionen enligt modellen *öka* med 0,0004%, dvs i praktiken ingen förändring. Med andra ord tycks fjärrvärmekonsumtionen i stort sett vara okänslig för prisförändringar. Att konsumtionen av fjärr-värme är i stort sett oberoende av prisförändringar på kort sikt är inte särskilt överraskande med tanke på de höga fasta kostnaderna. Dvs, har man anslutit sig till ett fjärrvärmenät så är det inte troligt att man byter uppvärmningsystem till följd av kortsiktiga prisvariationer.

En andra observation är att korspriselasticiterna i allmänhet är små. Vi kan exempelvis se att om priset på kollektivtrafik stiger med 1% så minskar bensinefterfrågan med cirka 0,003%, dvs en väldig liten förändring. Man kan undra varför denna effekt inte är positiv. Vad man skulle förvänta sig är att en prishöjning på kollektivtrafik skulle leda till att man väljer att köra den egna bilen istället för det kollektiva transportmedlet. En förklaring till den negativa effekten på bensinefterfrågan är inkomsteffekten. Dvs., det högre priset på kollektivtrafik innebär inte bara att man vill substituera bort från den dyrare varan. Det innebär också att den reala köpkraften minskar, vilket betyder att konsumtionen av samtliga varor, inklusive bensin, minskar.

Ur miljöpolitisk synpunkt är det senare ett intressant resultat. Antag att vi vill styra över en större del av transporter mot kollektivtrafik, för att på så sätt minska utsläppen från bilar. Ett sätt att åstadkomma detta, tycker man, är att höja skatten på bensin och samtidigt stödja en utbyggd kollektivtrafik med subsidier. Den omedelbara effekten blir att bensinkonsumtionen minskar medan konsumtionen av kollektivtrafik ökar (egenpriseffekten). Det sänkta priset på kollektivtrafik

leder dock, om vi skall tro på siffrorna i tabell 5.2, till att efterfrågan på bensin ökar något, dvs, den direkta effekten på bensinefterfrågan förtas till viss del av den indirekta effekten. Det här kan till viss del belysa komplexiteten med skatteväxling eftersom skatteväxling innebär att vi höjer skatten på någon/några varor och använder intäkterna till att finansiera en skattesänkning på något annat. Vi återkommer till detta i mer detalj i nästa avsnitt.

Att korspriseffekterna på efterfrågan efter de olika energivarorna inte är speciellt stora kan enkelt förklaras av det faktum att energivarorna har relativt små budgetandelar. Med andra ord, om priset på exempelvis el stiger, så får det en förhållandevis liten effekt på det totala konsumtionsutrymmet. Detta i sin tur innebär att den inte finns några skäl att förändra sitt beteende i någon större utsträckning. Denna typ av effekt syns tydligt i fallet med "andra varor". Om priset på "andra varor" stiger så får det en förhållandevis stor effekt på konsumtionen av energivarorna. Exempelvis så leder en prisökning på "andra varor" med 1% till att konsumtionen av bensin minskar med 0,7%, och konsumtionen av "andra resor" minskar med 1,9%. Orsaken är helt enkelt att en prishöjning på "andra varor" får en signifikant effekt på det totala konsumtionsutrymmet, vilket i sin tur innebär att det kan löna sig att i större utsträckning ändra sitt beteende.

En slutsats man kan dra från tabell 5.2 är att ökade priser på energivaror visserligen leder till minskad konsumtion, men att effekten är förhållandevis liten. Man kan se att en fördubbling av koldioxidskatten, vilket innebär en dryg 10%-ig bensinprishöjning, skulle leda till att bensinkonsumtionen minskade med cirka 1,5%. Detta är dock en sanning med modifikation eftersom koldioxidskatten även påverkar priset på olja för uppvärmning och därmed även priset på fjärrvärme (cirka 10% av energiinnehållet i fjärrvärme utgörs av olja). Med andra ord, vi måste ta hänsyn till det genomslag en skatte-förändring på en vara har på samtliga varugrupper där denna vara ingår. Detta görs i nästa avsnitt då vi simulerar olika typer av skatteförändringar. De priselasticiteter som redovisas ovan gäller *allt annat oförändrat*, vilket inte kan anses gälla om vi förändrar skatter som påverkar priset på flera olika varor, vilket är fallet med CO_2 skatten.

Sammanfattningsvis kan man säga att skatter på energivaror som ingår i den privata konsumtionen är effektiva ur fiskal synpunkt. Dvs, de ger stora skatteintäkter och förhållandevis små beteendeförändringar, åtminstone på kort och mellanlång sikt. Med andra ord, energivaror är en "stabil" skattebas. Å andra sidan, om skattens syfte är "styrande", dvs den är tänkt att styra mot ett visst miljömål så inses

att ett ambitiöst miljömål ställer väldigt höga krav på skatteförändringar. Vi återkommer till detta i nästa avsnitt.

Den modell för energiefterfrågan som används här skiljer sig från majoriteten av de empirska modeller som använts i Sverige för att uppskatta hushållens energiefterfrågan. De flesta empiriska studier som riktar sig mot privat konsumtion av energi har behandlat bensinefterfrågan separat. Den typiska specifikationen (se Goodwin (1992), Sterner & Dahl (1991), Franzén (1994)) är att bensinefterfrågan i ett land är en funktion av BNP och realt pris på bensin. Det reala bensinpriset är i de flesta av dessa studier det nominella priset på bensin deflaterat med konsumentprisindex. Nackdelen med dessa modeller är att man bortser från det faktum att konsumtionsbeslutet för bensin sker simultant med konsumtionsbesluten för andra varor. En annan typisk specifikation är att dela upp bensinefterfrågan i olika komponenter (se Jansson & Wall (1994)). De delkomponenter som studeras är bilinnehavet, dvs antalet bilar per innevånare multiplicerat med antalet innevånare, körsträckan per bil och bensinförbrukningen per körd kilometer. Tanken är då att en prisförändring påverkar de olika komponenterna på olika lång sikt, vilket betyder att man kan separera ut kort och långsiktiga effekter. Exempelvis kan man tänka sig att ett ökat bensinpris får en omedelbar effekt på körsträckan per bil, medan bilinnehavet knappast förändras omedelbart. Däremot kan man tänka sig en viss effekt på bensinförbrukningen per kilometer även på kort sikt till följd av mjukare körning. På lång sikt kan man däremot tänka sig ytterligare effekter till följd av förändrat bilinnehav, samt en större andel bränslesnåla bilar. Även dessa modeller bortser dock från samspelet mellan efterfrågan för olika varor.

I tabell 5.3 redovisas resultaten från ett urval av dessa studier.

Tabell 5.3 Efterfrågeelasticiteter för bensin Goodwin (1992) och Jansson och Wall (1994).

	kort sikt	lång sikt
Goodwin	-0.16	-0.33
Jansson & Wall	-0.21	-0.71

Vad gäller resultaten från studien av Jansson & Wall så drivs resultaten på lång sikt i stort sett av förändrat bilinnehav. Dvs, en bensinprishöjning leder visserligen till lägre efterfrågan på kort sikt, till följd av lägre körsträcka per bil. På lång sikt förstärks denna efterfrågeminskning till följd av minskat bilinnehav. Resultaten från Goodwins studie skiljer sig från Jansson & Wall framförallt på lång

sikt. Rent allmänt kan man säga att det råder en viss oklarhet om vad som egentligen menas med kort och lång sikt.

Sammanfattningsvis kan man säga att de resultat som presenterats bekräftar de resultat som framkommit i andra studier, nämligen att bensineftefterfrågan är tämligen oelastisk på kort sikt. Vad gäller effekter på lång sikt så pekar de flesta studier på en något större elasticitet, utan att man för den skull kan påstå att bensinefterfrågan är särskilt elastisk.

5.4.3 Modellsimuleringar

Syftet med detta avsnitt är att simulera olika typer av skatteförändringar. Som redan påpekats så anger pris- och inkomst-elasticiteterna som redovisats vad som händer på marginalen av en marginell förändring av ett pris, allt annat lika. Elasticiteterna visar dock inte på ett korrekt sätt effekterna av större förändringar. Dessutom leder en skatteförändring till förändringar i flera priser, vilket komplicerar analysen. De simuleringar som görs är:

- Fördubbling av CO_2 skatten. Ingen återbetalning av skatteintäkterna
- Generell skatteväxling. Fördubbling av CO_2 skatten där skatteintäkterna används till en allmän momssänkning.

Modellen har kalibrerats på den privata konsumtionen 1994. Skattesatserna är dock i utgångsläget satt till de skattesatser som gäller 1995. Utöver den allmänna momsen, vilken vi för enkelhets skull har satt till 25% för samtliga varor, så har endast punktskatter på energivaror beaktats. Med andra ord så bortser vi från exempelvis tobaks och alkoholskatten.

Avgörande för hur punktskatterna på olika typer av energi kommer att påverka konsumtionen av fjärrvärme, kollektivtrafik och "andra varor" är i vilken utsträckning producenterna av dessa varor kan övervältra skatten framåt mot konsumenterna. Vad gäller "andra varor" antar vi att producenterna konkurrerar med likvärdiga importvaror, vilket omöjliggör övervältring framåt i högre konsumentpriser. Med andra ord så antar vi att en fördyrad produktion till följd av högre skatter på vissa insatsvaror inte slår igenom i konsumentpriset. Då det gäller kollektivtrafik och fjärrvärme antar vi det motsatta. Dvs, höjd skatt på insatsvarorna leder till högre pris på slutprodukten. Om exempelvis 10% av fjärrvärmen framställs från olja så leder, med

detta antagande, ett 10% högre oljepris till en prishöjning på fjärrvärme med 1%. Vad gäller produktionen av fjärrvärme så antar vi att två punktskattebelagda varor används, olja och el. Vidare antar vi att olja och el har en andel av det totala energiinnehållet som uppgår till 10% (NUTEK). För kollektivtrafik finns inga uppgifter om energiinnehåll, vilket är en försvårande omständighet. Vi har antagit för kollektivtrafikens del att energiskattens och CO_2 skattens andelar av den totala punktskatten är samma som för bensin, samt att punktskattens andel av producentpriset är lika med 1. För "andra resor" har samma antagande gjorts. I tabell 5.4 redovisas de skattesatser som använts i utgångsläget som andel av producent respektive konsumentpris.

Tabell 5.4 Skattesatser 1995 som andel av konsumentpris, *r*, respektive producentpris, τ.

Vara	*r*	τ	varav CO_2 skatt
Bensin*	0,519	1,861	0,364
El*	0,144	0,22	
Olja*	0,379	0,985	0,620

* källa: Hansson- Brusewits (1996)

4.3.1 Fördubbling av CO_2 skatten

I denna simulering fördubblas CO_2 skatten från 34 öre per kg koldioxid till 68 öre per kg. I tabell 5.5 redovisas skatteförändringens effekter på priset på de enskilda varorna, priset på de olika varugrupperna samt effekter på KPI.

Tabell 5.5 Prisförändringar på de enskilda varorna, samt de olika varugrupperna till följd av en fördubblad CO_2 skatt.

Vara	Prisförändring (%)	varugrupp	Prisförändring (%)
Bensin	13	Konsumentpris	1.4
El	0	Transporter	10
Olja	31	Uppvärmning	6
Kollektivtrafik	5	Andra varor	0
Andra resor	8		
Fjärrvärme	6		

Som vi kan se så slår skatteförändringen hårdast igenom, i procent räknat, på olja. Exempelvis leder skatteförändringen till att bensinpriset ökar med drygt 1 kr per liter (CO_2 skatt + moms).

Vidare kan man se att den allmänna prisnivån ökar med 1.4% till följd av skatteändringen. Priset på transporter ökar självfallet med 10%, medan priset på uppvärmning ökar med "endast" 6%. Att priset på uppvärmning inte ökar mer, trots den kraftiga ökningen av priset på olja, beror på oljans relativa blygsamma andel av de totala uppvärmningskostnaderna.

I tabell 5.6 redovisas konsumtionsförändringarna, till följd av skatteförändringen, på de olika varorna.

Tabell 5.6 Effekter på konsumtion av en 100% höjning av CO_2 skatten.

	före reform[1]	efter reform[1]	volymförändring (%)
Transporter	46900	45982	-2.0
Uppvärmning	38042	37483	-1.5
Andra varor	430357	424589	-1.3
Bensin	28140	27535	-2.1
Kollektivtrafik	9161	9172	0.1
Andra resor	9598	9274	-3.4
El	22093	21601	-2.2
Olja	5698	5753	0.09
Fjärrvärme	10251	10130	-1.2

[1] miljoner kronor, 1991 års priser

Som väntat så blir effekten av skatteförändringen störst på transportkonsumtionen. I tabell 5.6 kan vi utläsa att transport-konsumtionen minskar med 2%, medan konsumtionen av upp-värmning och "andra varor" minskar med cirka 1,5%. Att konsum-tionen av "andra varor" minskar kan tyckas märkligt med tanke på att "andra varor" blivit relativt sett billigare än energi. I tabell 5.5 kunde vi dock se att den allmänna prisnivån stiger till följd av skatte-förändringen, vilket är detsamma som att säga att den reala inkomsten, eller köpkraften, faller, vilket i sin tur, enligt resultaten i tabell 5.1, innebär att konsumtionen minskar för samtliga varu-grupper, inklusive "andra varor".

Om vi tittar på förändringen av de enskilda energivarorna ser vi att "andra resor" är den vara som påverkas mest, procentuellt sett. Att "andra resor" drabbas hårdast kan förklaras av två nyckelparametrar. För det första är "egenpriselasticiteten" för "andra resor" förhållandevis hög. Dvs, en procentuell förändring av priset på "andra resor"

minskar konsumtionen av "andra resor" förhållandevis mycket. För det andra så har "andra resor" karaktären av en "lyx-vara". Vi såg i tabell 5.1 att inkomstelasticiteten för "andra resor", inom gruppen transporter, var klart högre än 1, vilket betyder att en inkomstminskning leder till en utgiftsminskning som i procent är större än inkomstminskningen. För bensin och kollektivtrafik gäller det omvända, relativt låg egenpriselasticitet och en inkomstelasticitet som är mindre än 1. Det senare indikerar att både bensin och kollektiv-trafik kan karakteriseras som nödvändighetsvaror.

För de energivaror som används för uppvärmning är kanske det mest överraskande resultatet att oljeförbrukningen skulle öka något till följd av skatteförändringen. Detta trots att egenpriselasticiteten för olja är negativ. Orsaken till resultatet fås även här från tabell 5.1 där vi kan se att inkomstelasticiteten för olja inte bara är mindre än 1, den är till och med negativ. I klartext betyder det att en minskad realinkomst, till följd av en skattehöjning, leder till att oljeförbrukningen ökar. Det bör dock påpekas att den totala effekten på oljeförbrukningen är mycket liten. Slutligen kan det noteras att det sker en viss efterfrågeökning på kollektivtrafik.

Att den ur miljösynpunkt kanske mest intressanta varan, bensin, inte minskar mer än 2% har (minst) två implikationer. Den första implikationen är att en skatt på bensin är bra ur fiskal synpunkt, eftersom skattebasen är stabil. Den andra implikationen är att det kan krävas väldigt höga skatter för att uppnå de miljömål som ställs på trafiksektorn.

Att anpassningarna är förhållandevis små indikerar också på att "välfärdskostnaden" av skatten är förhållandevis liten. Välfärds-kostnaden definieras här som den summa pengar hushållen skulle vara villiga att betala för att slippa skatten. Vi kan definiera denna kostnad inklusive eller exklusive skatteintäkt. Om vi inkluderar skatteintäkterna får vi det så kallade EV eller CV måttet (Ekvivalent Variation respektive Kompenserad Variation), och om vi exkluderar skatteintäkterna får vi den så kallade "överskottsbördan". Om den senare är positiv är innebörden att även om vi kompenserar hushållen med samma belopp som de betalat in i skatter så skulle de fortfarande finnas en betalningsvilja för att slippa skatten. Den förra (EV) är därmed den kostnad, eller betalningsvilja för att slippa skatten, som hushållen har om de inte kompenseras med skatteintäkterna.

I tabell 5.7 redovisar vi skatteförändringens välfärdseffekter både totalt och per capita, samt effekterna på skatteintäkterna.

Tabell 5.7 Skatteintäktsförändring och skattekostnad av en fördubbling av CO_2 skatten (miljoner kronor).

ΔT	$\Delta T_{statisk}$	CV	DVL	CV_{cap}	DVL_{cap}
5836	7945	7938	2102	908	242

ΔT=Skatteintäktsförändring, miljoner kronor
$\Delta T_{statisk}$=Skatteintäktsförändring vid oförändrat beteende, miljoner kronor
CV=Compensating variation, miljoner kronor
DVL=Överskottsbörda, miljoner kronor
CV_{cap}= Compensating variation, kronor per capita
DVL_{cap}= Överskottsbörda, kronor per capita

Från tabell 7 kan vi se att reformen skulle ge ett tillskott till statskassan motsvarande 5.8 miljarder kronor, vilket implicerar en ökning med 21 % från energirelaterade skatter. Om vi inte tar hänsyn till att konsumtionen av de olika energivarorna förändras blir result-atet cirka 8 miljarder kronor. Med andra ord, om vi inte tar hänsyn till att hushållen anpassar konsumtionen till de nya priserna överskattas skatteintäkterna med drygt 2 miljarder kronor.

Vidare ser vi att betalningsviljan för att slippa skatten uppgår till 904 kronor per person och år, givet att man inte kompenseras. Om hushållen kompenseras på så sätt att skatten återförs som en klumpsumma blir skattekostnaden lika med 242 kronor per person och år. Detta kan tyckas lite, men man bör komma ihåg att denna summa är ett genomsnitt för samtliga individer. I praktiken kommer kostnaden för vissa hushåll att vara betydligt större, och för vissa hushåll betydligt mindre, beroende på de enskilda hushållens konsumtionsmönster. Antag exempelvis att vi har två hushåll. Hushåll 1 konsumerar i utgångsläget en stor mängd energivaror, säg 90% av den totala energimängden, medan hushåll 2 endast konsumerar 10% av energimängden. Antag vidare att den sammanlagda privat-ekonomiska kostnaden för skattehöjningen (CV) är lika med 1000 kr., varav 800 kr är skatteintäkter. Den samhällsekonomiska kostnaden för reformen är därmed 200 kr, eller i genomsnitt 100 kr per hushåll. Men om hushållen får hälften var av skatteintäkterna ser vi att hushåll 1 får en faktisk kostnad som är ungefär lika med $0.9 \cdot 1000-400=500$ kr, medan hushåll 2 får en kostnad som är ungefär lika med $0.1 \cdot 100-400=-300$ kr, dvs hushåll 2 tjänar på reformen. Med detta exempel vill vi belysa den fördelningssproblematik som kan uppstå.

Om man ser till miljöeffekten av reformen får vi att den huvudsakliga effekten kan härledas från den minskade bensinförbrukningen.

Enligt modellen minskar den privata konsum-tionen av bensin med cirka 95 miljoner liter (2,1%), från 1994 års nivå, vilket ger en minskning av CO_2 utsläppen med cirka 0,22 miljoner ton, vilket i sin tur motsvarar cirka 0,4% av Sveriges bidrag till CO_2 utsläppen.

4.3.2 Fördubbling av CO_2 skatten och sänkning av momsen

Även i denna simulering fördubblas CO_2 skatten från 34 öre per kg koldioxid till 68 öre per kg, men till skillnad från det förra fallet så används skatteintäkterna till att sänka den allmänna momsen. I tabell 5.8 redovisas effekterna av reformen på de enskilda varupriserna.

Tabell 5.8 Prisförändringar på de enskilda varorna, samt de olika varugrupperna till följd av en fördubblad CO_2 skatt och en sänkning av momsen med 1,7 procentenheter.

Vara	Prisförändring (%)	varugrupp	Prisförändring (%)
Bensin	11	Konsumentpris	0.0
El	-1.5	Transporter	9
Olja	29	Uppvärmning	5
Kollektivtrafik	5	Andra varor	-1.5
Andra resor	6		
Fjärrvärme	4		

Effekten på den allmänna prisnivån är noll eftersom det är en intäktsneutral reform. Prisförändringarna på de övriga varorna, i förhållande till det förra fallet är momsförändringen, vilket betyder att samtliga priser blir något lägre. Momssänkningen betyder dock att konsumenterna kan åtnjuta ett lägre pris på "andra varor" vilket är viktigt ur konsumenternas perspektiv då dess utgiftsandel är betydande.

I tabell 5.9 redovisas reformens effekter på den privata konsumtionen.

Tabell 5.9 Effekter på konsumtion av en 100% höjning av CO_2 skatten och sänkning av momsen med 1,7%.

	Före reform	efter reform	volymförändring (%)
Transporter	46900	46738	-0.3
Uppvärmning	38042	38018	-0.1
Andra varor	430357	430983	0.1
Bensin	28140	27862	-1.0
Kollektivtrafik	9161	9205	0.5
Andra resor	9598	9640	0.4
El	22093	22033	-0.3
Olja	5698	5594	-1.8
Fjärrvärme	10251	10391	1.4

Det mest anmärkningsvärda resultatet i tabell 5.9 är de relativt blygsamma konsumtionsförändringarna. Trots att bensinpriset efter reformen är 10% högre än före reformen så minskar bensin-konsumtionen endast med 1%. Detta kan tyckas anmärkningsvärt, men svaret står att finna i den sista kolumnen i tabell 5.2. Där kan vi utläsa att "korspriselasticiteten" på bensin med avseende på "andra varor" är lika med -0.7, vilket betyder att en prissänkning på "andra varor" inte bara leder till ökad efterfrågan på "andra varor", utan även leder till ökad konsumtion av bensin. Med andra ord, bensin och "andra varor" är komplementära. En konsekvens av detta är att en politik som syftar till att minska bensinkonsumtionen kan motverkas om politiken utformas på ett sätt som stimulerar efterfrågan på "andra varor". Förklaringen till att fjärrvärmekonsumtionen ökar trots ett högre pris kan också förklaras i termer av priselasticiteter. Egenpris-elasticitetn för fjärrvärme är i stort sett noll, medan korspris-elasticiteten med avseende på "andra varor" är negativ. Det betyder att det högre priset på fjärrvärme i stort sett inte har någon inverkan på fjärrvärmekonsumtionen, medan det lägre priset på "andra varor" har en stimulerande inverkan på fjärrvärmekonsumtionen.

En slutsats man kan dra från denna simulering är att utvecklingen av konsumtionen av de olika energivarorna är starkt beroende av prisutvecklingen för andra varor än energivaror. Förklaringen till detta är en kombination av det faktum att energivarorna har en förhållandevis liten budgetandel, och det förhållandet att de viktigaste energivarorna och "andra varor" är komplementära.

5.5. Sammanfattning och slutsatser

Syftet med denna underlagsrapport är dels att undersöka hur den privata konsumtionen av olika typer av energivaror reagerar på prisförändringar på kort sikt, och dels simulera olika typer av skatteförändringar.

Den första slutsats man kan dra är att hushållens allokering av utgifter på olika typer av varor är relativt stabila under perioden 1981 - 1994. En andra slutsats, som delvis följer av den första, är att efterfrågan på de olika varorna är relativt prisokänsliga. Detta gäller i högre grad för energivaror än andra varor. En förklaring till detta kan vara att konsumtion av energivaror i större utsträckning än andra varor är kapitalbundna. Det betyder att permanenta prisförändringar, eller de som uppfattas som permanenta, troligtvis påverkar allokeringen mellan varaktiga och icke-varaktiga varor, men även mellan olika typer av varaktiga varor, såsom val av bil, val av uppvärmningssystem etc. Det betyder i sin tur att på lång sikt kan man räkna med att priskänsligheten är betydligt större. Andra studier av bensin-efterfrågans bestämningsfaktorer indikerar just detta, dock i mindre utsträckning än vad man kan tro. Denna slutsats innebär att ekonomiska styrmedel, som exempelvis CO_2 skatten, har haft en förhållandevis liten inverkan på den privata konsumtionen på kort sikt. En minst lika viktig förklaringsfaktor till utvecklingen av den privata konsumtionen är inkomstutvecklingen. Resultaten säger att bensinförbrukningen ökar i samma takt som inkomstutvecklingen, givet oförändrade priser, medan energikonsumtion för uppvärmningsändamål ökar i lägre takt än inkomstökningen. Det betyder att om ett av de miljöpolitiska målen är att stabilisera, eller till och med minska, utsläppen av koldioxid så krävs det kraftiga skattehöjningar. Om vi dessutom har en hög tillväxtakt i ekonomin så blir implikationen att skatterna måste höjas kontinuerligt för att balansera den ökning av konsumtionen som följer av ökade inkomster. Ett betydande problem med en sådan politik, som vi inte berört här, är de fördelningsmässiga konskekvenserna. Kraftiga höjningar av energipriserna slår oundvikligen olika på olika typer av hushåll.

De simuleringar som redovisas visar att en fördubbling av CO_2 skatten har en förhållandevis liten effekt på energikonsumtionen, åtminstone på kort sikt. Givet att skatten inte återförs till konsumenterna så minskar exempelvis konsumtionen med endast 2,1%, eller cirka 95 miljoner liter. Den privatekonomiska bördan av en sådan reform är, utslagen på samtliga innevånare drygt 900 kronor per person. Om skatteintäkterna återförs till konsumenterna i form av lägre allmän moms, så blir konsumtionsförändringarna förhållandevis

små. Orsaken till detta är framförallt att andra varor än energivaror faller i pris som följd av momssänkningen, vilket betyder ökad konsumtion av andra varor. Vad resultaten dock visar är att ökad konsumtion av andra varor än energivaror leder till ökad konsumtion av bl.a. bensin vilket i detta fall motverkar den direkta priseffekten.

5.6 Referenser

Deaton and Muellbauer (1980a). An Almost Ideal Demand System. *American Economic Review*, 70, 312-326.

Deaton and Muellbauer (1980b). *Economics and Consumer Behaviour*. Cambridge University Press.

Franzén, M (1994). *Gasoline Demand - A Comparison of Models*. Ekonomiska studier nr. 49, Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet.

Goodwin, P.B (1992). A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes. *Journal of Transport Economics and Policy*, 1992:2.

Hansson-Brusewitz, U. (1997). Höjd koldioxidskatt och höjd energiskatt på elektrisk kraft: effekter på hushållens välfärd och konsumtionl. Underlagsrapport 6 i denna bilaga

Jansson, J.O. och Wall, R. (1994). Bensinskatteförändringars effekter. Rapport till Expertgruppen för Offentliga Studier (ESO), Ds 1994:5.

Sterner, T och Dahl, C. (1991*). Gasoline Demand Modelling: Theory and Application* i International energy modelling ed. T. Sterner, Chapman and Hall, London 1991.

Appendix A

A1. Den ekonometriska modellen

Modellen baserar sig på så kallad flerstegsbudgetering. I det första steget antas hushållet fördela den disponibla inkomsten mellan sparande, utgifter på varaktiga varor och utgifter icke varaktiga varor. I det andra steget antas hushållet fördela sina utgifter på icke varaktiga varor på olika varugrupper. I det tredje steget slutligen fördelar hushållen utgifterna inom de olika varugrupperna på olika typer av varor. Den modell som estimeras här kan betraktas som en kortsikts modell då det första steget antas vara taget redan. Dvs, fördelningen mellan sparande/varaktiga varor och icke varaktiga varor antas redan vara bestämt, vilket betyder, exempelvis, att en bensinprishöjning inte påverkar hushållet i valet av bil eller inte bil.

Hushållet antas fördela utgifterna i enlighet med ett så kallat Almost Ideal Demand System (AIDS), vilket betyder att en specifik varugrupps utgiftsandel kan skrivas som:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln(y / P) + \varepsilon_i \qquad \text{(A1)}$$

där

w_i=varugrupp i:s andel av de totala utgifterna som spenderas icke varaktiga varor.
p_j=prisindex för varugrupp j.
P=prisindex för icke varaktiga varor.
y=totala utgifter på icke varaktiga varor.
ε_i=slumpterm.
α, β, γ = okända parametrar .

Prisnivån, P, bestäms simultant med utgiftsandelarna, men som en approximation används för det mesta Stone's linjära prisindex:

$$P = \prod_j p_j^{w_j}$$

eller

$$\ln P = \sum_j w_j \ln p_j \qquad \text{(A2)}$$

dvs, prisnivån på icke varaktiga varor är ett vägt genomsnitt av varugruppspriserna där vikten är lika med varugruppens budgetandel.

I detta fall med flerstegsbudgetering får vi tre olika uppsättningar av ekvation (A1) och (A2). I den första uppsättningen får vi andelarna för respektive varugrupp, dvs, transporter, uppvärmning och andra varor, där "inkomsten", y, är lika med de totala utgifterna på icke varaktiga varor. I den andra uppsättningen av ekvationer får vi transportvarornas budgetandelar *inom* gruppen transporter, där y är de totala utgifterna på transporter och P är ett transportprisindex. I den tredje uppsättningen, slutligen, får vi budgetandelarna för varorna *inom* gruppen uppvärmning som dess andel av totala utgifter på uppvärmning.

För att ekvationssystemet i ekvation (A1) skall korrespondera med konsumtionsteorin så måste olika kombinationer av de okända parametrarna uppfylla vissa villkor. Det första av dessa villkor är att budgetandelarna summerar upp till 1, dvs budgetuttömning, vilket betyder att $\sum_i \alpha_i = \sum_i \beta_i = \sum_i \gamma_{ij} = 0.$ Vidare så måste ekvationssystemet uppfylla villkoret om avsaknaden av "penningillusion". Dvs, om samtliga priser och inkomsten fördubblas så skall inte efterfrågad kvantitet förändras. Detta kan uttryckas som: $\sum_j \gamma_{ij} = 0$. Slutligen måste det gälla att $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$, vilket är det så kallade symmetrivillkoret.

Värt att notera är att restriktionen $\sum_i \beta_i = 0$ implicerar att inte alla varor kan vara lyxvaror, eller enbart nödvändighetsvaror.

Givet dessa restriktioner så kan "inkomst" respektive priselasticiteterna härledas. Inkomstelasticiteten beräknas som:

$$E_i = 1 + \frac{\beta_i}{w_i} \qquad \text{(A3)}$$

medan den (okompenserade) priselasticiteten beräknas som:

$$e_{ij} = \frac{\gamma_{ij} - \beta_i w_j}{w_i} - \delta_{ij} \qquad \text{(A4)}$$

där $\delta_{ij} = 1 \quad om \quad i = j$

$\delta_{ij} = 0 \quad om \quad i \neq j$

Som redan påpekats i huvudtexten så innebär den specifikation vi valt, flerstegsbudgetering, att vissa restriktioner lagts på hushållens nyttofunktion. Anledningen till att vi trots detta valt denna speci-

fikation är av rent statistisk och estimeringsmetodologisk natur. Antag att vi inte valt flerstegsmodellen utan i stället antar att hushållens nyttofunktion inte är separabel i de olika huvudgrupperna transporter, uppvärmning och andra varor. Rent praktiskt innebär ett sådant antagande att vi får ett enda ekvationssystem som består av lika många ekvationer som enskilda varor. Varje andelsekvation är dessutom en funktion av samtliga varupriser. Exempelvis så blir utgiftsandelen för bensin en direkt funktion av priset på fjärrvärme. Problemet är att fler parametrar måste estimeras simultant och att multikollinaritetsproblemet ökar. Med flerstegsmodellen minskar dessa problem eftersom varje andelsekvation inte är en direkt funktion av samtliga priser, utan endast en funktion av varupriserna *inom* den specifika varugruppen.

Även om flerstegsmodellen som sagt implicerar tre olika uppsättningar av ekvationssystem, vilket innebär att vi kan estimera dessa helt separat, så har vi valt att skatta dessa som ett så kallat "seemingly unrelated system", vilket betyder att vi utnyttjar eventuell samvariation mellan de olika systemens slumptermer. Orsaken till att information om det ena ekvationssystemets slumptermer kan vara värt att utnyttja i de andra ekvationssystemen är att samtliga ekvationer kan härledas från samma nyttofunktion, vilket betyder att en slumpmässig "chock" i nyttofunktionen får återverkningar i hela systemet.

För att estimera modellen har vi använt oss av programpaketet TSP™.

A2. Skattningsresultat

Tabell A1. Skattningsresultat

parameter	värde	t-värde	Ekvation	R^2	DW
α_1	0.044229	1.81520	Transporter	0.98	1.60
γ_{11}	0.079778	13.48220	Uppvärmning	0.92	1.52
γ_{12}	-0.001790	-0.41507			
β_1	0.005428	1.59644			
Q_{11}	-0.010991	-14.12640			
Q_{12}	0.010281	13.75170			
Q_{13}	0.022486	27.92600			
α_2	0.191134	3.00372			
γ_{22}	0.058368	9.23464			
β_2	-0.014550	-1.63973			
Q_{21}	0.013336	5.27273			
Q_{22}	-0.028133	-11.41230			
Q_{23}	-0.038592	-14.99680			
Inom Transporter					
α_4	1.133890	10.71840	Bensin	0.94	1.95
γ_{11}	0.158871	12.00780	Kollektivtrafik	0.95	1.40
γ_{12}	-0.110035	-9.96223			
β_1	-0.109432	-4.86683			
Q_{11}	-0.092883	-14.06850			
Q_{12}	0.016714	3.70974			
Q_{13}	0.043271	7.91165			
α_5	0.701995	6.41725			
γ_{22}	0.110510	8.21594			
β_2	-0.102756	-4.42274			
Q_{21}	0.029241	4.61672			
Q_{22}	-0.014921	-3.82554			
Q_{23}	-0.033380	-6.60823			
Inom Uppvärmning					
α_1	-1.05010	-3.07187	El	0.62	1.20
γ_{11}	0.26170	6.86896	Olja	0.17	1.35
γ_{12}	-0.09319	-2.44075			
β_1	0.33396	4.64562			
Q_{11}	-0.03747	-1.67634			
Q_{12}	0.17707	4.47583			
Q_{13}	0.34270	6.16234			
α_2	3.08840	7.64367			
γ_{22}	0.12185	2.57296			
β_2	-0.60926	-7.17036			
Q_{21}	0.05537	1.78694			
Q_{22}	-0.27529	-5.58559			
Q_{23}	-0.45861	-6.82001			

6 Höjd koldioxidskatt och höjd energiskatt på elektrisk kraft: effekter på hushållens välfärd och konsumtion

av

Fil.dr. Urban Hansson Brusewitz
Finansdepartementet
Stockholm

6 Högt koldioxidskatt och högt energiskatt på elektrisk kraft: effekter på hushållens välfärd och konsumtion

6.1 Inledning och sammanfattning

I denna studie analyseras konsekvenserna av fyra olika förändringar av beskattningen av varor och tjänster. I de två första reformerna studeras effekterna av en fördubblad koldioxidskatt på fossila bränslen. I en av dessa två reformer kombineras koldioxidskattehöjningen med en momssänkning som medför ett totalt oförändrat uttag av konsumtionsskatter. I de två resterande skattereformerna studeras effekterna av en tredubblad energiskatt på elektrisk kraft, med respektive utan en samtida momssänkning. Skattereformernas effekter simuleras med hjälp av en modell för hushållens konsumtionsefterfrågan som estimerats på mikro- och makrodata. Simuleringsresultaten visar bl.a. hur inkomstfördelningen och hushållens efterfrågan och välfärd påverkas av reformerna.

En slutsats som kan dras från resultaten är att höjningen av koldioxidskatten eller energiskatten på el leder till välfärdsförluster om inte den nyttoeffekt som den förbättrade miljö som reformerna eventuellt kan ge upphov till är tillräckligt stor. Reformerna kommer också leda till en något mindre jämn inkomstfördelning eftersom den relativa realinkomstförsämringen blir större för låginkomsttagare. Bördan av reformerna faller också i något större omfattning på hushåll bosatta utanför storstäderna, speciellt i norra glesbygden. Resultaten visar också att koldioxidskattehöjningen endast medför marginella förändringar av konsumtionen av koldioxidbeskattade varor medan elskattehöjningen ger upphov till större effekter på hushållens efterfrågan. Resultaten bör givetvis tolkas med viss försiktighet, speciellt med tanke på att reformerna, i avsaknad av nya nedsättningsregler eller subventioner, kommer påverka beskattningen av företagens faktoranvändning vilket kan förorsaka förändringar i hushållens faktorinkomster. Dessa effekter beaktas inte i modellen.

I avsnitt två beskrivs den ekonometriska modell och den data som används vid skattningarna och simuleringarna. I avsnitt tre presenteras resultaten från de ekonometriska skattningarna. Avsnitt fyra beskriver simuleringsmetoden och avsnitt fem simuleringsresultaten.

6.2 Ekonometrisk modell, data och estimationsmetod

Modellen baserar sig på ett antagande om s.k. intertemporal tvåstegsbudgetering. I det första steget antas hushållet fördela den disponibla inkomsten mellan sparande (finansiellt sparande och utgifter på varaktiga konsumtionsvaror) och utgifter på icke varaktiga konsumtionsvaror. I nästa steg fördelar hushållet de totala utgifterna på icke varaktiga konsumtionsvaror på tolv olika varugrupper: 1. Livsmedel 2. Alkohol 3. Tobak 4. Olika kulturella och fritidsrelaterade varor och tjänster 5. Tidningar och böcker 6. Kollektivtrafik, post och telefon 7. Driftskostnader för bil, mc och moped 8. Hushållsel och el som används för uppvärmning av egnahem 9. Övrigt bränsle för uppvärmning av egnahem och fritidshus 10. Hushållsrelaterade tjänster 11. Kläder och skor 12. Övriga ej varaktiga varor och tjänster. [1] Fossila bränslen som omfattas av koldioxidbeskattningen finns främst i varugrupperna sex, sju och nio och i konsumtionen av varaktiga varor (bostadshyror). Energiskatten på elektrisk kraft påverkar främst priset på varugrupp åtta.

Hushållet antas fördela konsumtionsutgifterna på de enskilda varugrupperna i enlighet med en s.k. LAIDS-modell (Linear Almost Ideal Demand System). I LAIDS-modellen antas det att den andel av konsumtionsutgifterna på icke varaktiga konsumtionsvaror som spenderas på en viss varugrupp beror på priserna på de olika varugrupperna och på de totala reala konsumtionsutgifterna på icke varaktiga varor.[2] Appendix B ger en detaljerad beskrivning av modellen.

Vid skattningarna av efterfrågesystemet har både mikro- och makrodata använts. I frånvaro av data över enskilda hushålls konsumtion över en längre tidsperiod har aggregerade nationalräkenskapsdata använts för att erhålla precisa skattningar av prisernas effekter på efterfrågan.

Skattningarna på aggregerade data har gjorts med hjälp av uppgifter om privat konsumtion i nationalräkenskaperna för perioden 1970-1994. Årsdata har använts för perioden 1970-79 medan kvartalsdata

[1] I Appendix A beskrivs vilka varor och tjänster som ingår i respektive varugrupp och deras ändamålskod i nationalräkenskapssystemet.

[2] Se t.ex. Deaton och Muellbauer (1980).

har använts för perioden 1980-94.[3] Priserna har konstruerats som implicita prisindextal genom att kvoten mellan konsumtionen i löpande och i 1991 års priser beräknats. Vid skattningarna på aggregerade data har utgiftsandelarna för de olika varugrupperna specificerats som en funktion av varugruppernas priser, de reala konsumtionsutgifterna på icke varaktiga varor och en linjär tidstrend. För att kontrollera för säsongsvariationer i efterfrågan inkluderas dessutom kvartalsdummys i efterfrågefunktionerna.[4] I appendix C ges en kortfattad statistisk beskrivning av de variabler som används vid skattningarna.

Aggregerade data kan emellertid ge upphov till icke väntevärdesriktiga parameterskattningar. Detta gäller speciellt de parametrar som visar hur hushållets totala reala konsumtionsutgifter påverkar utgiftsandelarna för olika varugrupper, de s.k. budgeteffekterna.[5] För att erhålla väntevärdesriktiga skattningar av budgeteffekterna har dessa parametrar också skattats på mikrodata.[6] Mikrodata tenderar också att ge mer precisa skattningar av budgeteffekterna eftersom både antalet observationer och inkomstspridningen är större i mikrodata än i aggregerade data.

Ett viktigt statistiskt problem vid estimering på mikrodata är förekomsten av sällanköpsvaror. Förekomst av sällanköpsvaror kan medföra att inga utgifter registreras på en vara under bokföringsperioden samtidigt som hushållets konsumtion av varan är positiv. Skillnaden mellan utgifterna och konsumtionen påverkar både de beroende variablerna i efterfrågesystemet, dvs utgiftsandelarna, och de totala reala utgifterna på icke varaktiga varor och tjänster. De totala utgifterna kommer därför innehålla ett mätfel som resulterar i icke vänte-

[3] Eftersom definitionen av vissa utgiftskategorier är något olika i de två tidsperioderna har vissa mindre nivåjusteringar gjorts av konsumtionen under perioden 1970-79.

[4] En dummyvariabel som antar värdet ett efter 1979 inkluderas också för att ta hänsyn till att årsdata används för perioden före 1980 medan kvartalsdata används efter detta år.

[5] Se t.ex. Blundell m.fl. 1993. Storleken på denna snedvridning beror bl.a. på hur olika hushållsegenskaper samvarierar med pris- och budgeteffekterna.

[6] Decoster m.fl. (1995) använder samma typ av kombinerade skattningar på makro- och mikrodata. Ett alternativ vore att även estimera priseffekterna på ett antal upprepade hushållsbudgetundersökningar och att sedan kombinera skattningarna från mikro- och makrodata på ett optimalt sätt, t.ex. genom den minimum-distance procedur som används av Nichele och Robin (1995).

värdesriktiga skattningar. För att hantera detta problem skattas efterfrågesystemet på mikrodata med hjälp av en instrumentvariabelmetod.[7]

Vid skattningarna på mikrodata har utgiftsandelarna specificerats som en funktion av hushållets reala konsumtionsutgifter på icke varaktiga varor och olika preferenspåverkande hushållsegenskaper som antal hushållsmedlemmar, antal barn i olika åldrar, hushållsföreståndarens ålder, bostadsregion och socioekonomisk tillhörighet. Dessutom har dummyvariabler inkluderats som kontrollerar för säsongsmässiga variationer i efterfrågan. I konsumtionen av varaktiga varor inkluderas bl.a. bostadskonsumtion, exkl. hushållsel och el och bränsle som används för uppvärmning av egnahem och fritidshus, utgifter på konsumentkapitalvaror och vissa offentligt tillhandahålla tjänster som vanligen är ransonerade (t.ex. kommunal barnomsorg och äldreomsorg). I modellen antas konsumtionen av varaktiga varor vara konstant. Att den efterfrågade kvantiteten av varaktiga konsumtionsvaror antas vara konstant innebär att hushållens anpassningar till t.ex. inkomstförändringar blir betingade av faktorer som bostadens typ och storlek. För att beakta detta inkluderas dummyvariabler för sådana faktorer i efterfrågefunktionerna när efterfrågesystemet estimeras på mikrodata.[8] Dessa dummys kan, tillsammans med andra hushållsegenskaper, också kontrollera för skillnader i preferenserna mellan olika hushåll.

Skattningarna på mikrodata har gjorts på data från SCB:s hushållsbudgetundersökning Hushållens utgifter 1992 (HUT-92). Urvalet består av 3806 hushåll som under fyra veckor bokförde samtliga hushållsmedlemmars utgifter. Information om hushållets utgifter på varaktiga konsumtionsvaror erhölls i samband med en inledningsintervju och avser utgifter under de tolv månader som föregick bokföringsperioden. Knappt 2/3 av de ursprungligen drygt 6000 utvalda hushållen deltog i såväl bokföring som övriga moment.

7 Se t.ex. Keen (1986). Den ekvation som används för att instrumentera de totala utgifterna på icke varaktiga varor presenteras i appendix D.

8 Se också Baker m.fl. (1990).

6.3 Estimationsresultat

6.3.1 Skattningar på aggregerade data

Tabell 6.1 visar de (okompenserade) egenpriselasticiteter och korspriselasticiteter som erhålls från skattningarna på aggregerade data, dvs den procentuella förändringen i efterfrågan på en viss varugrupp som inträffar när priset på samma varugrupp eller någon annan varugrupp ökar med 1 procent samtidigt som priset på övriga varugrupper och de totala utgifterna hålls konstanta. Diagonalen i tabellen visar egenpriselasticiteterna. Elasticiteterna har utvärderats vid den genomsnittliga utgiftsandelen för respektive varugrupp. I appendix E visas skattningarna av modellens parametrar.

Tabell 6.1 Priselasticiteter från skattningar på aggregerade data.

	Efterfrågan på:					
Pris på:	Livsmedel	Alkohol	Tobak	Fritid	Litteratur	Koll.tr
Livsmedel	-0.662	-0.712	0.236	-0.198	0.076	-0.068
Alkohol	-0.099	-1.029	-0.388	0.202	0.049	0.025
Tobak	0.026	-0.283	-0.332	-0.056	-0.149	0.017
Fritid	0.091	1.156	-0.139	-1.144	-0.608	-0.297
Litteratur	0.018	0.031	-0.120	-0.097	0.027	-0.079
Koll.tr	-0.026	0.008	0.032	-0.185	-0.239	-0.389
Bil, drift	0.100	-0.437	-0.275	-0.148	0.171	0.118
El	-0.048	0.081	0.125	-0.041	0.145	0.121
Bränsle	-0.035	0.095	0.055	-0.058	-0.098	-0.005
Hush.tj	-0.023	0.045	0.040	-0.005	-0.282	0.055
Kläder	0.254	-0.081	-0.075	-0.063	0.202	-0.272
Övrigt	-0.132	0.231	0.328	0.038	-0.237	0.366

	Efterfrågan på:					
Pris på:	Bil, drift	El	Bränsle	Hush.tj	Kläder	Övrigt
Livsmedel	0.149	-0.329	-0.750	-0.360	0.426	-0.511
Alkohol	-0.162	0.111	0.187	0.094	-0.055	0.091
Tobak	-0.082	0.102	0.057	0.049	-0.048	0.083
Fritid	-0.091	0.029	-0.587	0.141	-0.058	0.206
Litteratur	0.041	0.114	-0.151	-0.345	0.039	-0.068
Koll.tr	0.040	0.217	-0.092	0.149	-0.244	0.207
Bil, drift	-0.154	-0.943	0.077	0.118	-0.431	-0.022
El	-0.321	-0.316	0.513	-0.097	0.216	-0.170
Bränsle	0.025	0.282	-0.101	-0.113	-0.056	-0.037
Hush.tj	0.021	-0.048	-0.142	-0.526	0.093	-0.099
Kläder	-0.336	0.698	-0.317	0.518	-1.090	-0.197
Övrigt	0.006	-0.385	-0.231	-0.423	-0.213	-0.610

Av tabellen framgår att de varugrupper som innehåller koldioxidbeskattade varor hör till de grupper vars efterfrågan är minst känslig för förändringar i varugruppens eget pris. En ökning av driftskostnaden för bil med en procent tenderar att minska bilåkandet med endast 0,15 procent, allt annat lika. Ett ökat pris på bränslen som används för uppvärmning av egnahem och fritidshus med en procent minskar efterfrågan på dessa bränslen med 0,10 procent. Egenpriselasticiteten för kollektivtrafik är -0,39 och egenpriselasticiteten för el är -0,32. Vi ser också att kollektivtrafik och bilkörning är (brutto)substitut: ett högre pris på kollektivtrafik medför något mer bilkörning. Högre driftskostnader för bilåkande tenderar samtidigt att leda till fler resor med kollektiva transportmedel. Resultaten visar även att hushållsel och bränslen som används för uppvärmning också är substitut.

6.3.2 Skattningar på mikrodata

I tabell 6.2 visas budgetelasticiteterna för olika varugrupper, dvs den procentuella förändringen i efterfrågan på en viss varugrupp som inträffar när de totala utgifterna på icke varaktiga konsumtionsvaror ökar med en procent. De budgetelasticiteter som presenteras har utvärderats vid de genomsnittliga utgiftsandelarna i urvalet. I appendix E visas skattningarna av modellens samtliga parametrar.

Tabell 6.2 Budgetelasticiteter estimerade på mikrodata.

Livsmedel	**Alkohol**	**Tobak**	**Fritid**	**Litteratur**	**Koll. Traf.**
0.578	1.905	0.481	1.562	0.857	0.902

Bil, drift	**El**	**Bränsle**	**Hush. tj**	**Kläder**	**Övrigt**
0.609	0.337	0.220	1.478	1.323	1.543

Budgetelasticiteten är lägst för bränsle (0,22) och högst för alkohol (1,90). Med undantag för bränslen som används för uppvärmning av egnahem och fritidshus är alla budgetelasticiteter signifikant skilda från noll. Alkohol, fritidsvaror, hushållstjänster, kläder och övriga icke varaktiga konsumtionsvaror är lyxvaror vars utgiftsandelar växer med storleken på de totala utgifterna på icke varaktiga varor. Resterande varugrupper är nödvändighetsvaror vars budgetelasticiteter är mindre än ett. Dessa varor, som bl.a. inkluderar kollektivtrafik, driftskostnader för bil, el och bränsle för uppvärmning, har en mindre vikt i

rikare hushålls budgetar, under förutsättning att hushållets övriga egenskaper hålls konstanta.

Effekterna av de preferenspåverkande hushållsegenskaperna visar bl.a. att storstadsbor och egenföretagare har en lägre utgiftsandel för bensin och andra driftskostnader för bilkörning jämfört med andra grupper. Boendeform och bostadens storlek har stor effekt på den andel av hushållets budget som spenderas på el. Innehav av fritidshus har en positiv effekt på utgiftsandelen för bränsle. Hushållets sammansättning, socioekonomisk tillhörighet och hushållsföreståndarens ålder tycks dock inte påverka de energirelaterade varugruppernas utgiftsandelar, under förutsättning att hushållets totala utgifter på icke varaktiga varor konstanthålls.

6.4 Simuleringsmetod

Simuleringarna utförs på data från HUT-92. Först beräknas för varje hushåll i urvalet de konsumtionsutgifter och de konsumtionsskatter som hushållet betalar under 1995 års skattestruktur. Denna beräkning kan delas upp i följande steg:[9]

1 Moms- och punktskattesatser under 1992 och 1995 års skattesystem beräknas för de drygt tvåhundra olika varugrupper som ingår i HUT. Punktskattesatserna, som normalt är fixerade till ett visst belopp per enhet av varan, transformeras till värderelaterade skattesatser.

2 Effekten på konsumentpriserna av skattesatsförändringarna mellan 1992 och 1995 beräknas för samtliga varugrupper. Vid simuleringarna antas det att producentpriserna är konstanta på 1992 års nivå. Prisförändringarna på varaktiga konsumtionsvaror och på modellens övriga varugrupper beräknas som ett vägt medelvärde av prisförändringarna på de underliggande varugrupperna. Punktskatter på företagens investeringar och insatsförbrukning och ingående moms i verksamheter som är undantagna från momsplikt antas inte påverka konsumentpriserna. Det rådande prisregleringssystemet på marknaden för hyreslägenheter medför dock att det är rimligt att anta att moms och punktskatter på driften

[9] Appendix F innehåller en mer formaliserad beskrivning av simuleringsmetoden.

av flerfamiljshus fullt ut övervältras framåt på hyrorna.[10] Förändrade punktskatter på bränsle antas också fullt ut påverka priset på kollektivtrafik.

3 Hushållens bostadskonsumtion och konsumtion av andra varaktiga konsumtionsvaror antas vara konstant och lika med den observerade efterfrågade kvantiteten i HUT-92. Följaktligen kommer prisförändringar på varaktiga konsumtionsvaror fullt ut påverka hushållens utgifter på dessa varor. Hushållens finansiella sparande antas också vara konstant. Dessa antaganden innebär att hushållens totala konsumtionsutgifter på icke varaktiga varor under 1995 års skattestruktur kan beräknas som skillnaden mellan de totala konsumtionsutgifterna 1992 och konsumtionsutgifterna på varaktiga varor under 1995 års skattestruktur.

4 Nya utgiftsandelar för de tolv olika varugrupperna under 1995 års skattesystem beräknas för vart och ett av hushållen i urvalet med hjälp av parametrarna från det skattade efterfrågesystemet, de under punkt två beräknade konsumentpriserna och de under punkt tre beräknade totala utgifterna på icke varaktiga varor. Utgifterna på de olika varugrupperna under 1995 års skattestruktur beräknas som produkten av dessa utgiftsandelar och de totala utgifterna på icke varaktiga varor.

5 Den konsumtionsskatt som ett hushåll betalar under 1995 års skattestruktur beräknas med hjälp av 1995 års värderelaterade skattesatser och de under punkt fyra beräknade utgifterna.

Vid simuleringar av skattereformers effekter upprepas beräkningarna i steg 1-5, men skattestrukturen efter reformen ersätter 1995 års skattestruktur. Reformens effekter kan sedan studeras genom att förändringen av priser, utgifter och konsumtionsskatter m.m. mellan 1995 års system och systemet efter reformen beräknas. Dessutom beräknas för varje hushåll i urvalet den klumpsummetransferering som hushållet måste erhålla efter reformen för att det skall uppnå samma nytta som under 1995 års skattesystem, en s.k. kompenserad förändring (CV). I appendix F visas hur kompensationsmåttet beräknas. Detta belopp är ett mått på den välfärdsförlust som reformen

[10] Vid simuleringen används schablonmässiga antaganden om den andel av hyran (avgiften) som utgörs av mervärdesskattebelagda drifts- och underhållskostnader och punktskattebelagda energikostnader. Dessa andelar, som antas vara lika stora för alla lägenhetinnehavare, baserar sig på uppgifter från SABO.

leder till för hushållet, under förutsättning att de extra konsumtionsskatter som hushållet får betala i samband med reformen inte återbetalas till hushållet. Skillnaden mellan CV och de extra konsumtionsskatter som hushållet får betala visar hur den överskottsbörda som konsumtionsskatterna förorsakar förändras till följd av reformen. Om detta belopp är positivt kan en återbetalning av de extra skatteintäkter som reformen ger upphov till inte fullt ut kompensera hushållet, vilket innebär att reformen kan leda till försämrad samhällsekonomisk effektivitet.

Reformens effekter på inkomstfördelningen studeras genom att hushållen delas in i fem lika stora inkomstklasser -- s.k. kvintiler -- beroende på storleken på hushållens konsumtionsutgifter. [11] Reformens effekter studeras också för olika familjetyper och för hushåll bosatta i olika regioner.

För att ta hänsyn till de stordriftsfördelar i konsumtionen som ett stort antal hushållsmedlemmar förorsakar beräknas även hushållets konsumtionsutgifter, skatter m.m. per konsumtionsenhet. Vid beräkningen av antalet konsumtionsenheter per hushåll har den s.k. svenska ekvivalensskalan använts.[12] De belopp per konsumtionsenhet som erhålls vid beräkningarna fördelas lika på alla hushållsmedlemmar. I beräkningarna av reformernas fördelningseffekter har alla individer (ej hushåll) samma urvalssannolikhet.

Med undantag för de prisförändringar som orsakas av skattesatsförändringarna hålls priserna konstanta på 1992 års nivå vid simuleringarna. I de simuleringsresultat som presenteras i nästa avsnitt har beloppen räknats upp till 1996 års prisnivå med konsumentprisindex.

[11] Vid beräkningen av de konsumtionsutgifter som används vid klassificeringen inkluderas inte boräntorna i konsumtionsutgifterna. I stället inkluderas en implicit hyresinkomst som beräknats utifrån ett skattat marknadsvärde på bostaden.

[12] Enligt denna skala är vikten för den första personen i hushållet 1,0. Den marginella vikten för den andra och den tredje personen i hushållet är 0,58 respektive 0,52. Den marginella vikten för resterande personer är 0,46.

6.5 Simuleringsresultat

I detta avsnitt studeras effekterna av fyra olika skattereformer:

1. En fördubbling av koldioxidskatten från 34 öre per kilo koldioxid (1995 års nivå) till 68 öre per kilo.
2. Samma koldioxidskattehöjning som i reform ett tillsammans med en sänkning av 1995 års mervärdesskattesatser med 6,5 procent vardera.
3. En tredubbling av energiskatten på elektrisk kraft från 9 öre per kWh (1995 års nivå) till 27 öre per kWh. [13]
4. Samma elskattehöjning som i reform tre tillsammans med en sänkning av 1995 års mervärdesskattesatser med 5,1 procent vardera.

Mervärdesskattesänkningen i skatteväxlingsreformerna två och fyra kan betraktas som en sänkt skatt på arbete. [14] Dessa två reformer leder också till ett oförändrat skatteuttag på hushållens privata konsumtion. [15]

[13] I simuleringarna antas det att elskatten höjs med 18 öre per kWh även i de delar av Norrland där elskatten är nedsatt.

[14] En enhetlig mervärdesbeskattning av alla varor och tjänster som är konstant över tiden är i princip likvärdig med en proportionell skatt på arbetsinkomster. Det faktiskt existerande momssystemet är varken enhetligt eller konstant över tiden. Eftersom HUT-data saknar information om enskilda hushållsmedlemmars arbetsinkomster har vi dock valt att använda sänkt moms som en approximation av en sänkt beskattning av arbetsinkomster.

[15] Med undantag för bostadshyror beaktar modellen endast effekterna av de indirekta skatter som tas ut på varor och tjänster som ingår i hushållens privata konsumtion. Dessa skatter påverkar konsumenterna direkt genom sin effekt på konsumentpriserna. I avsaknad av nya nedsättningsregler eller subventioner till näringslivet kommer reformerna även påverka storleken på den skatt som tas ut på näringslivets faktoranvändning i form av punktskatt och moms för företag som bedriver icke skattepliktig verksamhet. I den modell som här används har det inte varit möjligt att beakta att den förändrade produktionsfaktorbeskattningen påverkar statsfinanserna, faktorinkomsterna och eventuellt konsumentpriserna.

6.5.1 Höjd koldioxidskatt

Reform 1: enbart fördubbling av koldioxidskatten

I tabell 6.3 redovisas reformens effekter på de konsumtionsskatter som olika typer av hushåll betalar och storleken på den realinkomstförsämring som hushållen drabbas av. Realinkomstförsämringen för respektive hushåll i urvalet har beräknats som storleken på den klumpsummekompensation som krävs för att hushållet skall uppnå samma nytta som före koldioxidskattehöjningen, s.k. kompenserad variation (CV). I tabell 6.3 visas dessutom reformens effekter på hushållens efterfrågan på de koldioxidskattebelagda varorna.

Resultaten visar bl.a. att konsumtionsskatterna i genomsnitt ökar med 777 kr per år och konsumtionsenhet, eller med totalt knappt 5 mdkr, som en följd av reformen. Eftersom reformen även påverkar efterfrågan varor och tjänster som inte är belagda med koldioxidskatt inkluderar denna effekt även förändrade konsumtionsskatteintäkter på dessa varor och tjänster. Av tabellen framgår också att skattehöjningen för den rikaste femtedelen av hushållen är nästan dubbelt så stor som skattehöjningen för den fattigaste femtedelen av hushållen (+1026 respektive +554 kr/ke). Skattehöjningen för en familj med två vuxna och minst ett barn är i genomsnitt drygt 1600 kr per år och hushåll medan den understiger 1000 kr per år för ensamstående utan barn.

För att hushållen efter skattehöjningen skall uppnå samma välfärd som före reformen måste de få en klumpsummekompensation som i genomsnitt uppgår till knappt 1300 kr per år och konsumtionsenhet. Kompensationsbeloppets storlek för ett visst hushåll kan sägas ange storleken på den realinkomstförsämring som hushållet drabbas när skatten höjs. Eftersom den genomsnittliga realinkomstförsämringen överstiger den genomsnittliga höjningen av skatteintäkterna är reformen effektivitetssänkande om inte hushållen värdesätter den förbättrade miljö som reformen kan ge upphov till tillräckligt högt.

Tabell 6.3 Effekter av reform 1 och 2.

	Fördubblad koldioxidskatt (Reform 1)				Fördubblad koldioxidskatt och momssänkning med 6,5% (Reform 2)	
	Indirekt skatt före reformen*	Förändring av indirekt skatt	Real-inkomst-försämring (CV)	(CV) som andel av konsumtion sutgifterna	CV	(CV) som andel av konsum-tionsutgifterna
Familjetyp (kr per hushåll)						
Ej sambo 0 barn	23418	951	1530	1.18%	409	0.33%
Sambo 0 barn	38535	1492	2421	1.07%	565	0.30%
Ej sambo 1 barn	33996	1383	2217	1.14%	532	0.28%
Sambo 1 barn	48066	1621	2790	0.99%	459	0.21%
Ej sambo 2+ barn	42104	1498	2351	0.98%	220	0.12%
Sambo 2+ barn	50421	1660	2821	0.91%	327	0.14%
Inkomst-kvintil (kr per konsumtionsenhet)						
Övre kvintilgräns (utgifter per ke, tkr):						
1 *89,2*	13172	554	888	1.24%	265	0.37%
2 *112,5*	17167	683	1110	1.10%	287	0.29%
3 *138,9*	20264	744	1258	1.00%	276	0.22%
4 *175,0*	24125	851	1451	0.94%	282	0.18%
5	32276	1026	1727	0.78%	115	0.07%
Region (kronor per konsumtionsenhet)						
Södra mellan-bygden	20822	761	1318	1.10%	322	0.29%
Sthlm, Gbg, Malmö	22479	813	1261	0.88%	139	0.13%
Större stad	20986	765	1275	1.03%	257	0.24%
Norra tätbygden	20413	753	1275	1.07%	297	0.27%
Norra glesbygden	21993	778	1392	1.16%	353	0.32%
Bilinnehav (kronor per konsumtionsenhet)						
Ja	21890	798	1346	1.04%	289	0.26%
Nej	18061	627	876	0.84%	-61	-0.04%
Samtliga hushåll	21402	777	1287	1.01%	245	0.23%

Pris- och kvantitetsförändringar

	Reform 1			*Reform 2*		
	prisför-ändring	utgifts-förändring	kvantitets-förändring	prisför-ändring	utgifts-förändring	kvantitets-förändring
Varaktiga varor	0.4%	0.4%	0.0%	-0.1%	-0.1%	0.0%
Kollektivtr.	2.49%	2.35%	-0.1%	1.75%	2.67%	0.9%
bil, drift	8.27%	6.56%	-1.7%	7.05%	6.48%	-0.6%
bränsle	6.12%	6.34%	0.2%	5.49%	5.87%	0.4%

* Samtliga belopp är uttryckta i 1996 års prisnivå

Realinkomstförsämringens fördelning på olika hushåll har stora likheter med fördelningen av de förändrade konsumtionsskatterna. I tabellen ser vi att realinkomstförsämringen för den rikaste femtedelen av hushållen uppgår till i genomsnitt drygt 1700 kr per år och konsumtionsenhet. Detta belopp är nästan dubbelt så stort som realinkomstförsämringen för att den femtedel av hushållen som har lägst konsumtionsstandard. Ensamstående utan barn måste kompenseras med minst 1500 kr per år och barnfamiljer med två vuxna med minst 2800 kr per år och hushåll för att uppnå samma nytta som före reformen. För att välfärden för hushåll i norra glesbygden inte skall försämras måste dessa hushåll i genomsnitt kompenseras med drygt 100 kr mer per år och konsumtionsenhet jämfört med hushåll i tätbebyggda områden. Hushåll som äger eller disponerar bil drabbas också betydligt hårdare av koldioxidskattehöjningen. För att dessa hushåll skall uppnå samma nytta som före reformen måste de i genomsnitt kompenseras med knappt 500 kr mer per år och konsumtionsenhet än hushåll som saknar bil.

En extra inkomstkrona ger upphov till en större välfärdsvinst för ett hushåll med låg levnadsstandard än för ett hushåll med hög levnadsstandard. För att beakta detta har den kompensation som krävs för att hushållet skall uppnå samma nytta som före reformen satts i relation till hushållets totala konsumtionsutgifter. Om en skattereform medför att den relativa inkomstförsämringen (kompenserad variation / totala utgifter) är lika stor för olika inkomstgrupper är reformen fördelningsmässigt neutral mätt med den s.k. Ginikoefficienten. När realinkomstförsämringen sätts i relation till hushållets totala utgifter finner vi dock att koldioxidskattehöjningen medför att hushåll med en lägre konsumtionsstandard drabbas av en relativt större realinkomstförsämring än höginkomsttagare. Realinkomstförsämringen för den fattigaste femtedelen av hushållen uppgår i genomsnitt till drygt 1,2 procent av deras konsumtionsutgifter medan realinkomstförsämringen för den rikaste femtedelen av hushållen endast uppgår till 0,8 procent av konsumtionsutgifterna. Eftersom realinkomstförsämringen i denna reform är relativt sett större för låginkomsttagare kommer koldioxidskattehöjningen medföra att inkomstfördelningen mätt med Ginikoefficienten blir mindre jämn och att konsumtionsskatternas regressiva karaktär förstärks. Av tabellen framgår också att ensamstående och hushåll utan barn drabbas av en större relativ realinkomstförsämring än sammanboende och hushåll med barn. Slutsatsen är således att bördan av skattehöjningen i högre grad faller på låginkomsttagare, bilägare, hushåll utan barn och hushåll i norra glesbygden.

I avsnitt 3.1 såg vi att egenpriselasticiteterna var negativa men förhållandevis små för varugrupper som omfattas av koldioxidbeskattningen. Vi kan därför förvänta oss att reformens effekter på efterfrågan på dessa varor blir relativt liten. I tabell 6.3 ser vi att priset på bilåkande ökar med 8,3 procent och att denna prisökning, tillsammans med korspriseffekter från prisförändringar på andra koldioxidskattebelagda varor, tenderar att minska bilåkandet med 1,7 procent. Priset på kollektivtrafik ökar med 2,5 procent. Trots att egenpriselasticiteten för kollektivtrafik inte är försumbar uteblir efterfrågeeffekten. Detta beror främst på att kostnaden för bilåkande ökar och att kollektivtrafik är ett substitut till bilkörning. Av tabellen framgår också att konsumtionen av bränsle som används för uppvärmning av egnahem och fritidshus ökar något trots att priset på varugruppen bränsle ökar med drygt 6 procent. Att bränsleförbrukningen inte minskar beror dels på att egenpriselasticiteten för bränsle är mycket liten och att priset på substitutet bilkörning ökar.[16]

Reform 2: Fördubblad koldioxidskatt i kombination med sänkt moms

Denna skatteväxling innebär att mervärdesskattesatserna sänks med 6,5 procent vardera, vilket t.ex. innebär att normalskattesatsen sänks från 25 procent till 23,38 procent. Reformen har ingen effekt på den konsumtionsskatt som en genomsnittligt hushåll betalar. Trots detta måste ett genomsnittligt hushåll kompenseras med 245 kr per år och konsumtionsenhet för att hushållet skall uppnå samma välfärd som

[16] Koldioxidskattehöjningen ger upphov till ökade driftskostnader för uppvärmning av flerfamiljshus. Vid simuleringarna antas denna kostnadsökning fullt ut påverka hyresgästernas utgifter på varaktiga konsumtionsvaror. I tabellen ser vi att priset på varaktiga varor ökar med i genomsnitt 0,4 procent för samtliga hushåll i urvalet. Eftersom bostadshyror i genomsnitt utgör 26 procent av utgifterna för varaktiga varor tenderar hyrorna stiga med omkring 1,5 procent när koldioxidskatten fördubblas.

före reformen. Denna indikerar att reformen ger upphov till en välfärdsförlust om inte välfärdsvinsten från de miljöförbättringar som reformen kan leda till är tillräckligt stor. [17]

Med undantag för den åttondel av hushållen som saknar bil måste samtliga hushållstyper ges en positiv kompensation för att uppnå samma välfärd som före reformen. För kvintilerna 1-4 uppgår realinkomstförsämringen till över 250 kr per år och konsumtionsenhet medan den endast uppgår till drygt 100 kr per år och konsumtionsenhet för den rikaste femtedelen av hushållen.

Denna fördelningsmässiga profil förstärks när realinkomstförsämringen sätts i relation till hushållets totala konsumtionsutgifter. I tabellen ser vi att kompensationen måste uppgå till knappt 0,4 procent av konsumtionsutgifterna för den fattigaste femtedelen av hushållen. För den rikaste femtedelen av hushållen måste kompensationen uppgå till 0,1 procent av konsumtionsutgifterna. Detta innebär att även denna reform kommer att förstärka konsumtionsskatternas regressiva karaktär, dock i något mindre utsträckning än i föregående reform.

Liksom i reform 1 drabbas barnlösa hushåll och hushåll i norra glesbygden i större utsträckning av den förändrade beskattningen. För hushåll utan barn och för hushåll i norra glesbygden uppgår realinkomstförsämringen till omkring 0,3 procent av konsumtionsutgifterna medan den endast uppgår till drygt 0,1 procent av utgifterna för flerbarnshushåll och för hushåll bosatta i storstäderna. Momssänkningen medför att hushåll som saknar bil får en mindre realinkomstförstärkning på i genomsnitt 0,04 procent av konsumtionsutgifterna.

Denna reform påverkar priserna på samtliga varugrupper i modellen och ger därför upphov till en mängd korspriseffekter på efterfrågan på de koldioxidskattebelagda varorna. Det är därför svårt att analysera vilka faktorer som främst påverkar efterfrågan på en enskild vara. I tabell 6.3 ser vi att efterfrågan på de varugrupper som omfattas

[17] Enligt teorin om optimal beskattning kan den effektivitetsförlust som konsumtionsskatterna förorsakar minimeras, vid ett givet krav på skatteintäkter, om varor vars efterfrågan är relativt prisokänslig (t.ex. energirelaterade varor) beskattas med en högre skattesats än andra varor. Vi skulle därför kunna förvänta oss att en höjd koldioxidskatt och en sänkt en mervärdesskatt skulle leda till en mer samhällsekonomiskt effektiv beskattning. Detta resonemang bortser dock från det faktum att de koldioxidskattebelagda varorna redan i utgångsläget är hårdare beskattade än flertalet övriga varor och tjänster.

av koldioxidbeskattningen förändras med mindre än 1 procent. Efterfrågan på kollektivtrafik och bränsle som används för uppvärmning ökar något medan bilåkandet minskar. [18]

6.5.2 Höjd energiskatt på elektrisk kraft

Reform 3: enbart tredubbling av energiskatten på elektrisk kraft

Resultaten från denna reform presenteras i tabell 6.4. Som framgår av tabellen kommer elskattehöjningen få till följd att konsumtionsskatterna i genomsnitt ökar med drygt 600 kr per år och konsumtionsenhet eller med totalt knappt 4 mdkr. Det kan påpekas att denna effekt inte enbart inkluderar ökade skatteintäkter på hushållsel och el som används för bostadsuppvärmning utan även förändrade skatteintäkter på andra varor och tjänster.

För att ett genomsnittligt hushålls välfärd inte skall försämras av elskattehöjningen måste hushållet kompenseras med en klumpsummetransferering på minst 1100 kr per år och konsumtionsenhet. I den mån hushållet värdesätter den förbättrade miljö som reformen kan ge upphov till blir det nödvändiga kompensationsbeloppet lägre.

Den rikaste femtedelen av hushållen måste kompenseras med drygt 1500 kr per år och konsumtionsenhet för att inte dessa hushålls välfärd skall försämras. För den första inkomstkvintilen uppgår motsvarande kompensation till knappt 800 kr per år och konsumtionsenhet. Den relativa realinkomstförsämringen är dock större för hushåll med låg konsumtionsstandard. För hushåll i den första inkomstkvintilen uppgår realinkomstförsämringen till i genomsnitt 1,1 procent av hushållets konsumtionsutgifter medan den för den rikaste femtedelen av hushållen endast uppgår till 0,7 procent av konsumtionsutgifterna. Elskattehöjningen kommer därför, liksom koldioxidskattehöjningen, förstärka konsumtionsskatternas regressiva karaktär och leda till en något mindre jämn inkomstfördelning mätt med Ginikoefficienten. Att inkomstfördelningen blir mindre jämn är främst en följd av att de varor som omfattas av el- och koldioxidskatten är nödvändighetsvaror vars inkomstelasticitet är mindre än ett.

[18] Momssänkningen är inte tillräckligt stor för att fullt ut kompensera för koldioxidskattehöjningens positiva effekt på bostadshyrorna. Eftersom även andra utgifter på varaktiga varor omfattas av momssänkningen blir emellertid priset och de totala utgifterna på varaktiga varor sammantaget något lägre om denna reform genomförs.

Tabell 6.4 Effekter av reform 3 och 4.

	Tredubblad elskatt (Reform 3)				Tredubblad elskatt och momssänkning med 5,1% (Reform 4)	
	Indirekt skatt före reformen*	Förändring av indirekt skatt	Real-inkomst-försämring (CV)	CV som andel av konsumtion sutgifterna	CV	CV som andel av konsum-tionsutgifterna
Familjetyp (kr per hushåll)						
Ej sambo 0 barn	23418	493	835	0.67%	-38	0.01%
Sambo 0 barn	38535	1063	1974	0.86%	524	0.26%
Ej sambo 1 barn	33996	748	1299	0.67%	-16	0.00%
Sambo 1 barn	48066	1403	2623	0.90%	798	0.29%
Ej sambo, 2+ barn	42104	1339	2332	0.93%	664	0.26%
Sambo 2+ barn	50421	1641	3048	0.97%	1090	0.37%
Inkomstkvintil, kronor per konsumtionsenhet						
Övre kvintilgräns (utgifter per ke, tkr):						
1 *89,2*	13172	477	788	1.11%	301	0.44%
2 *112,5*	17167	525	926	0.92%	284	0.28%
3 *138,9*	20264	604	1094	0.87%	327	0.26%
4 *175,0*	24125	692	1212	0.78%	297	0.19%
5	32276	909	1527	0.69%	264	0.13%
Region (kronor per konsumtionsenhet)						
Södra mellan-bygden	20822	656	1220	1.04%	440	0.41%
Sthlm, Gbg, Malmö	22479	543	940	0.61%	61	0.02%
Större stad	20986	598	1124	0.92%	328	0.30%
Norra tätbygden	20413	643	1203	1.02%	437	0.39%
Norra glesbygden	21993	743	1356	1.18%	542	0.53%
Bostadstyp (kronor per konsumtionsenhet)						
egnahem	21205	863	1575	1.21%	770	0.64%
övrigt	21662	266	496	0.44%	-334	-0.24%
Samtliga hushåll (kronor per konsumtionsenhet)	21402	605	1110	0.88%	295	0.26%
Pris- och kvantitetsförändringar						
	prisför-ändring	utgifts-förändring	kvantitets-förändring		prisför-ändring	utgifts-förändring
Elektricitet	32.6%	16.8%	-15.8%		31.3%	16.2%

* Samtliga belopp är uttryckta i 1996 års prisnivå

Till skillnad från koldioxidskattehöjningen ger elskattehöjningen upphov till en större genomsnittlig realinkomstförsämring för flerbarnsfamiljer än för andra familjetyper. Detta kan eventuellt vara en följd av att flerbarnsfamiljer i större utsträckning bor i egnahem. Som framgår av tabellen är realinkomstförsämringen för egnahemsägare både i absoluta och relativa tal omkring tre gånger så stor som realinkomstförsämringen för hushåll som bor i flerfamiljshus. Att den genomsnittliga realinkomstförsämringen för hushåll bosatta i storstäderna endast uppgår till 0,6 procent av konsumtionsutgifterna medan den är betydligt större för hushåll bosatta i glesbygdsområden kan sannolikt till stor del förklaras av att andelen egnahemsägare är betydligt större i glesbygdsområden än i storstadsområden. Slutsatsen är således att bördan av elskattehöjningen i större omfattning faller på låginkomsttagare, egnahemsägare, flerbarnshushåll och hushåll bosatta i glesbygden.

Tredubblingen av elskatten tenderar att höja konsumentpriset på el med omkring en tredjedel. Resultaten från mikrosimuleringen visar att denna höjning av elpriset tenderar att minska hushållens efterfrågan på el med knappt 16 procent.[19]

Reform 4: Tredubblad energiskatt på elektrisk kraft i kombination med sänkt moms

I denna reform sänks 1995 års mervärdesskattesatser med 5,1 procent vardera, vilket medför att den totala konsumtionsskatt som ett genomsnittligt hushåll betalar inte påverkas. Elskattehöjningen ger trots detta upphov till en kostnad för det genomsnittliga hushållet eftersom en positiv kompensation på en kvarts procent av konsumtionsutgifterna måste ges till hushållet för att det inte skall få det sämre än före elskattehöjningen. För att hushållets välfärd totalt inte skall försämras av reformen måste nyttoeffekten av den förbättrade miljö som reformen kan förorsaka överstiga detta värde.

Realinkomstförsämringen är betydligt större för egnahemsägare än för hushåll bosatta i flerfamiljshus. Egnahemsägare får en realinkomstförsämring på omkring 2/3 procent av konsumtionsutgifterna medan lägenhetsinnehavare får en realinkomstförstärkning på

[19] Observera att denna efterfrågeeffekt överstiger den effekt som erhålls om egenpriselasticiteten för el på -0,33 (se tabell 6.1), som beräknats vid den genomsnittliga utgiftsandelen för el, multipliceras med denna relativa prishöjning.

omkring en kvarts procent. Denna skillnad mellan boendeformer är sannolikt en starkt bidragande orsak till att sammanboende vuxna med två eller flera barn är den familjetyp som drabbas hårdast av reformen och till de stora regionala skillnader som erhålls: den genomsnittliga effekten på realinkomsten för hushåll bosatta i storstäderna är nära noll medan hushåll i glesbygden drabbas av en realinkomstförlust på i genomsnitt 0,4-0,5 procent av konsumtionsutgifterna. Den relativa realinkomstförsämringen är mer än tre gånger så stor i den första inkomstkvintilen jämfört med den femte kvintilen. Reformen bidrar därför till en mindre jämn inkomstfördelning och till en mer regressiv indirekt beskattning, om än i något mindre utsträckning än i reform 3.

Referenser

Baker P., McKay S., E. Symons (1990), The Simulation of Indirect Tax Reforms: The I.F.S. Simulation Program for Indirect Taxation (S.P.I.T.), IFS Working Paper Series No W90/11, The Institute for Fiscal Studies, London

Blundell R., Pashardes P., G. Weber (1993), What Do We Learn About Consumer Demand Patterns from Micro Data?, *American Economic Review* Vol. 83 No 3

Deaton A., J. Muellbauer (1980), An Almost Ideal Demand System, *American Economic Review*, June 1980 vol. 70

Decoster A., Schokkaert E., G. Camp (1995), Horizontal Neutrality and Vertical Redistribution with Indirect Taxes, Centrum voor Economische Studiën, Leuven, Belgien (mimeo)

Keen M. (1986), Zero Expenditures and the Estimation of Engel Curves, *Journal of Applied Econometrics* vol. 1

Nichele V., J.M. Robin (1995), Simulation of Indirect Tax Reforms Using Pooled Micro and Macro French Data, *Journal of Public Economics* 56

Symons E., N. Warren (1993), Modelling Consumer Behavioural Response to Commodity Tax Reforms in Microsimulation Models, Institute for Fiscal Studies och University of New South Wales (mimeo)

APPENDIX A

Varugruppsdefinitioner

VARUGRUPP:	HUTKOD	MOTSVARANDE KOD I NATIONALRÄKENSKAPERNA	FÖRKLARING:
VARAKTIGA KONSUMTIONSVAROR	R232,R233, R234,R041, R052-R056,	3110	HYRA FLERFAMILJSHUS
		3120	NYTTJANDEVÄRDE SMÅHUS
		3130	" FRITIDSHUS
		3140	HYRESGÄSTERS REPARATIONER
	R091-R096, R101,R097, R167-R170, R172,R173,		
		3250	FJÄRRVÄRME
		4110	MÖBLER, MATTOR, BELYSNING
	R102-R115, R116,	4120	MÖBELREPARATION
		4310	HUSHÅLLSAPPARATER
	R122-R131	4320	REP. AV HUSHÅLLSAPPARATER
	R143,		
		4620	KOMMUNAL BARNOMSORG
	R039,		
		4630	ÄLDREOMS. AVGIFTER
	R047,		
		5200	GLASÖGON M.M.
	R148,		
		6110	PERSONLIGA TRANSPORTMEDEL
	R149,R150,		
		6121	MC, CYKEL
	R159,R160,		
		6122	HUSVAGN
	R158,		
		7110	RADIO, TV
	R174-R176,		
		7121	FOTOARTIKLAR M.M.
	R178,R188, R205-R207,		
		7122	FRITIDSBÅTAR
	R200,R201,		
		8210	JUVELER, UR
	R191,R192		

LIVSMEDEL		1100	LIVSMEDEL
		1200	ALKOHOLFRIA DRYCKER
		1320	ÖL KLASS I OCH II
	R021,R022		
ALKOHOL		1311	SPRIT
		1312	VIN
		1313	STARKÖL
	R230		
TOBAK			
		1400	TOBAK
	R231		
FRITID/KULTUR		6370	CHARTERFLYG
		7130	FÖRSTRÖELSEARTIKLAR
	R179-R187, R190,R208, R209,R211, R212,		
		7141	REP., DRIFT, UNDERHÅLL (FÖRSTRÖELSEARTIKLAR)
	R177,R202, R204,R213,		
		7142	HAMNTJÄNST
		7211	NÖJEN
	R189, R215-R221,		
		7213	TIPS, TOTTO, LOTTO
	R214,		
		7214	VETERINÄRTJÄNSTER
	R210,		
		7410	KOMMUNAL MUSIKSKOLA
		7420	PRIVAT UTBILDNING
	R222,		
		8310	RESTAURANGUTGIFTER
	R023,		
		8320	HOTELLKOSTNADER
	R198,		
		9100	UPPEHÅLLSKOSTNADER I UTLANDET
	R199		
LITTERATUR		7310	BÖCKER
		7320	TIDNINGAR, TIDSKRIFTER
		7330	ANDRA TRYCKSAKER
	R223-R226		
KOLLEKTIVTRAFIK		6310	JÄRNVÄG
		6320	BUSS, LOKALTRAFIK
		6340	TAXI
		6350	BÅT
		6360	FLYG
	R166, R193-R197,		
		6380	FLYTTNING
		6411	POST
	R228,		
		6412	TELE
		7212	TV-LICENSER
	R229		
BIL, DRIFTSKOSTNAD		6210	BILREP, TILLBEHÖR

		6220	BENSIN MM
		6231	KONTROLLBESKTNING
		6232	KÖRSKOLOR
		6233	GARAGE
		6234	PARKERING
		6235	BILLEASING
	R151-R154, R156,R157, R161-R163, R165		
EL		3210	ELSTRÖM
	R098		
BRÄNSLE			
		3220	GAS
		3240	ANNAT BRÄNSLE
	R099,R100, R171		
HUSHÅLLS-TJÄNSTER		2120	REP. AV KLÄDER
		2220	REPARATION AV SKOR
	R090,		
		4520	TVÄTT, STÄDTJÄNSTER
	R048,R049,		
		4610	PRIVAT BARNOMSORG
	R040,		
		8110	HÅR, SKÖNHETSVÅRD
	R050		
		8611	BEGRAVNING
		8612	ANDRA TJÄNSTER
KLÄDER		2110	KLÄDER, TYG, GARNER
		2210	SKOR
	R057-R089		
ÖVRIGA ICKE VARAKTIGA VAROR		4200	HUSHÅLLS-TEXTILIER
	R117-R121,		
		4400	HUSGERÅD
	R024, R132-R139,		
		4510	HUSHÅLLSARTIKLAR
	R025-R027, R029-R031, R038,		
		8220	ANDRA PERSONL IGA TILLHÖRIG-HETER
	R140,R141,		
		8230	SKRIVMATERIAL
	R227,		
		5110	LÄKEMEDEL
	R144,R145,		
		5120	ÖVRIGA APOTEKSVAROR
	R037,		

	5300	HÄLSOVÅRD
R146,R147,		
	8120	TOALETTARTIKLAR
R028,		
R032-R036,		
R142,		
	8500	FINANSIELLA TJÄNSTER
R042-R046,		
R051,R155,		
R164,R203		

APPENDIX B

Ekonometrisk modell

Modellen baserar sig på ett antagande om att hushållets preferenser är svagt separerbara över tiden och mellan varaktiga respektive icke varaktiga varor. Hushållens efterfrågan på olika icke varaktiga varor kan då skrivas som en funktion av priserna och de totala utgifterna på icke varaktiga varor under den innevarande perioden. Priser på varaktiga varor och priser i andra perioder kommer endast påverka efterfrågan på icke varaktiga varor via de totala utgifterna på icke varaktiga varor. I LAIDS-modellen specificeras utgiftsandelarna för respektive varugrupp som en linjär funktion av log-priser och logaritmen av reala utgifter på icke varaktiga varor:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log(y / P) + \varepsilon_i \quad , \text{i} = 1,2,...,\text{K}$$

där

w_i = andelen av de totala utgifterna på icke varaktiga varor som spenderas på vara *i*.

p_j = prisindex för vara *j* som antingen betecknar samma vara som *i* eller någon av det andra varugrupperna i efterfrågesystemet.

P = prisindex för icke varaktiga varor som approximeras med Stones prisindex: $\log P = \sum_j \overline{w}_j \log p_j$

där $\overline{w}_j$ är den genomsnittliga utgiftsandelen för vara *j*.

y = totala utgifter på de K olika icke varaktiga varorna.

ε_i = slumpterm.

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_{ij}$ = okända parametrar som skattas.

Vid skattningarna på mikrodata har α specificerats på följande sätt:

$\alpha_{ih} = \alpha_{1i} + \sum_{l=2} \alpha_{li} X_{lh}$

där $\mathbf{X}_h$ är en vektor av egenskaper hos hushåll *h*.

De okompenserade priselasticiteterna kan skrivas på följande sätt:

$$E_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \frac{w_j}{w_i} - \delta_{ij}$$

där δ_{ij} är lika med 1 om $i=j$ (dvs för egenpriselasticiteter) och 0 annars. Budgetelasticiteterna ges av följande uttryck:

$$\eta_i = \beta_i / w_i + 1$$

Konsumtionsteorin lägger på vissa restriktioner på parametrarnas värden. Budgetuttömning, dvs villkoret att summan av hushållets utgifter på enskilda varor skall överensstämma med de totala utgifterna, innebär att

$$\sum_i \alpha_i = 1, \sum_i \beta_i = \sum_i \gamma_{ij} = 0 .$$

Homogenitetsvillkoret, som säger att efterfrågan inte skall påverkas av en lika stor relativ förändring av alla priser och de totala utgifterna, innebär att $\sum_j \gamma_{ij} = 0$. Det s.k. symmetrivillkoret innebär att $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$.[20] Dessa restriktioner har lagts på efterfrågesystemet vid estimeringen av systemets parametrar. Enligt konsumtionsteorin skall också de s.k. kompenserade egenpriseffekterna vara negativa, vilket innebär att hushållets efterfrågan på en vara skall minska när varans eget pris ökar och nyttan hålls konstant. Denna restriktion har dock inte beaktats vid estimeringen av modellen.

[20] Symmetrivillkoret säger att effekten av en förändring av priset på vara *j* med ett visst belopp på efterfrågan på vara *i* skall vara lika stor som effekten av en lika stor förändring av priset på vara *i* på efterfrågan på vara *j*, under förutsättning att hushållet får en inkomstkompensation som håller hushållets nytta konstant.

APPENDIX C

Variabelbeskrivning

Tabell 1 Variablebeksrivning, aggregerade data, N=70 (1970-79 årsdata, 1980-94 kvartalsdata)

Variabel	Beskriving	medelvärde	std-avvikelse	min	max
W2	Livsmedel, andel av utgifter på ej varaktiga varor	0.258	0.022	0.217	0.307
W3	Alkohol, "	0.041	0.005	0.031	0.050
W4	Tobak, "	0.029	0.004	0.023	0.040
W5	Fritid och kultur, "	0.201	0.020	0.160	0.248
W6	Tidningar, böcker, "	0.025	0.006	0.018	0.038
W7	Kollektivtrafik, "	0.066	0.008	0.055	0.087
W8	Bil, driftskostnad, "	0.110	0.013	0.082	0.131
W9	Elektricitet, "	0.036	0.012	0.017	0.061
W10	Bränsle, "	0.018	0.011	0.003	0.051
W11	Hushållstjänster, "	0.021	0.002	0.017	0.028
W12	Kläder, skor, "	0.100	0.012	0.078	0.128
W13	Övrigt, "	0.095	0.005	0.086	0.108
LNP2	Logpris livsmedel	-0.413	0.430	-1.635	0.007
LNP3	Logpris alkohol	-0.448	0.459	-1.685	0.054
LNP4	Logpris tobak	-0.460	0.503	-1.616	0.340
LNP5	Logpris fritid och kultur	-0.484	0.519	-1.910	0.117
LNP6	Logpris tidningar och böcker	-0.486	0.548	-1.990	0.250
LNP7	Logpris kollektivtrafik	-0.508	0.457	-1.678	0.085
LNP8	Logpris bil, driftskostnad	-0.521	0.530	-1.954	0.146
LNP9	Logpris elektricitet	-0.550	0.505	-1.845	0.112
LNP10	Logpris bränsle	-0.595	0.726	-2.864	0.131
LNP11	Logpris hushållstjänster	-0.658	0.603	-2.239	0.082
LNP12	Logpris kläder och skor	-0.316	0.392	-1.436	0.114
LNP13	Logpris övrigt	-0.389	0.425	-1.598	0.103
TGT79	ÅR>1979	0.857	0.352	0.000	1.000
Q2	ÅR>79, KVARTAL=2	0.214	0.413	0.000	1.000
Q3	ÅR>79, KVARTAL=3	0.214	0.413	0.000	1.000
Q4	ÅR>79, KVARTAL=4	0.214	0.413	0.000	1.000
ANTQ	ANTAL KVARTAL EFTER 1969	63.286	24.428	2.000	100.000
LNX	Log(real konsumtion per hushåll / 1000), 1991 års priser	4.639	0.059	4.512	4.754

Tabell 2 Variabelbeskrivning, mikrodata (HUT-92), N=38

Variabel	Beskrivning	Medelv	Std avvik	Min	Max
NC02	Antal barn 0-2 år	0.168	0.415	0.000	3.000
NC36	Antal barn 3-6 år	0.260	0.538	0.000	3.000
NC715	Antal barn 7-15 år	0.513	0.821	0.000	5.000
NC16PL	Antal barn 16+	0.260	0.556	0.000	4.000
AGE	Hushållsföreståndarens ålder	44.736	13.935	16.000	85.000
AGE2	AGE2	2195.460	1350.660	256.000	7225.000
ADULTM1	Antal vuxna minus ett	0.790	0.431	0.000	6.000
QUATER1	Bokföringsperiod jan-mars	0.254	0.436	0.000	1.000
QUATER2	" april-juni	0.205	0.404	0.000	1.000
QUATER3	" juli-september	0.217	0.412	0.000	1.000
XMAS	" större delen av december	0.078	0.267	0.000	1.000
BC	Arbetare	0.295	0.456	0.000	1.000
WC1	Lägre tjänsteman	0.317	0.465	0.000	1.000
WC2	Högre tjänsteman	0.128	0.334	0.000	1.000
SELF	Egenföretagare, jordbrukare eller fritt yrke	0.100	0.301	0.000	1.000
BIGCITY	Stockholm, Göteborg, Malmö	0.288	0.453	0.000	1.000
TOWN	Större stad	0.377	0.485	0.000	1.000
NORTH	Norra Sverige	0.129	0.335	0.000	1.000
SINGLEC	Ensamstående med barn	0.043	0.202	0.000	1.000
COHABC	Sammanboende med barn	0.404	0.491	0.000	1.000
CAR	Bilinnehav	0.873	0.333	0.000	1.000
OWNOCMOR	Egnahemsägare med bostadslån	0.539	0.499	0.000	1.000
OWNOC	Egnahemsägare utan bostadslån	0.030	0.170	0.000	1.000
COOP	Bostadsrättsinnehavare	0.097	0.296	0.000	1.000
RENTED	Hyresrättsinnehavare	0.251	0.434	0.000	1.000
ANTRUM	Antal rum i bostaden	4.104	1.567	0.000	12.000
COTTAGE	Fritidshusinnehavare	0.157	0.363	0.000	1.000
LNY	log(hushållets disponibla inkomst)	12.311	0.529	0.000	14.885
LNY2	LNY2	151.831	12.067	0.000	221.561
w2	Livsmedel, andel av utgifter på ej varaktiga varor	0.306	0.117	0.000	0.979
w3	Alkohol, "	0.027	0.038	0.000	0.391
w4	Tobak, "	0.020	0.035	0.000	0.337
w5	Fritidsrelaterade varor och tjänster, "	0.182	0.111	0.000	0.776
w6	Tidningar och böcker, "	0.023	0.034	0.000	0.350
w7	Kollektivtrafik, "	0.043	0.065	0.000	0.567
w8	Bil, driftskostnad "	0.100	0.090	0.000	0.747
w9	Elektricitet, "	0.047	0.045	0.000	0.766
w10	Bränsle till bostaden, "	0.018	0.033	0.000	0.255
w11	Hushållsrelaterade tjänster, "	0.017	0.025	0.000	0.275
w12	Kläder och skor, "	0.089	0.080	0.000	0.665
w13	Övriga ej varaktiga varor och tjänster, "	0.126	0.081	0.000	0.777
LNSP	Log(Stone's price index)	0.001	0.008	-0.008	0.012
LNX	log(utgifter på ej varaktig konsumtion)-LNSP	11.757	0.504	9.674	13.323
LNX2	LNX2	138.471	11.691	93.595	177.510
LNXHAT	Predikterat värde på LNX	11.757	0.381	8.383	12.998

Appendix D

"Konsumtionsfunktion" som används för att prediktera Log(real konsumtion av ej varaktiga varor per hushåll)
(t-värden för H0:parameter=0 i kursiv stil)

Variabel:		
INTERCEPT	7,631566	*43,66*
LNY	0,255742	*16,86*
NC02	0,003498	*0,22*
NC36	0,006263	*0,51*
NC715	0,049067	*5,57*
NC16PL	0,135183	*11,69*
AGE	0,02271	*6,41*
AGE2	-0,00027	*-7,01*
ADULTM1	0,260413	*14,17*
QUATER1	-0,04014	*-2,63*
QUATER2	0,011529	*0,72*
QUATER3	-0,00852	*-0,54*
XMAS	0,106564	*4,80*
BC	-0,02644	*-1,10*
WC1	0,038726	*1,58*
WC2	0,095416	*3,41*
SELF	0,025072	*0,87*
BIGCITY	0,080939	*4,96*
TOWN	-0,00017	*-0,01*
NORTH	0,011529	*0,60*
SINGLEC	0,091215	*2,94*
COHABC	-0,01399	*-0,73*
CAR	0,174815	*9,12*
OWNOCMOR	0,045245	*2,14*
OWNOC	-0,07445	*-1,99*
COOP	-0,04019	*-1,54*
RENTED	-0,06304	*-2,80*
ANTRUM	0,020632	*3,98*
COTTAGE	0,056506	*3,61*
R-square		0,571
Adj R-sq		0,568

APPENDIX E

Parameterestimat

Tabell 1. Parameterestimat för efterfrågesystemet estimerat på aggregerade data.

Beroende variabel, utgiftsandel för:	Livsmedel	Alkohol	Tobak	Fritid	Litteratur	Kollektivtr
Variabel						
LNP2	0.05641	-0.030563	0.003194	-0.000579	0.001574	-0.014477
	3.175	*-3.687*	*0.626*	*-0.028*	*0.286*	*-1.89*
LNP3	-0.030563	-0.001382	-0.011805	0.046901	0.00118	0.000056172
	-3.687	*-0.191*	*-3.944*	*4.35*	*0.332*	*0.012*
LNP4	0.003194	-0.011805	0.018923	-0.006849	-0.003835	-0.000005632
	0.626	*-3.944*	*7.097*	*-1.023*	*-2.071*	*-0.002*
LNP5	-0.000579	0.046901	-0.006849	0.001531	-0.015716	-0.027268
	-0.028	*4.35*	*-1.023*	*0.046*	*-2.123*	*-2.588*
LNP6	0.001574	0.00118	-0.003835	-0.015716	0.026042	-0.006169
	0.286	*0.332*	*-2.071*	*-2.123*	*6.267*	*-1.674*
LNP7	-0.014477	0.000056172	-0.000005632	-0.027268	-0.006169	0.037482
	-1.89	*0.012*	*-0.002*	*-2.588*	*-1.674*	*5.62*
LNP8	0.012529	-0.018534	-0.009525	-0.013037	0.00419	0.00347
	1.037	*-2.711*	*-1.832*	*-0.776*	*0.98*	*0.498*
LNP9	-0.016751	0.003204	0.003107	-0.002792	0.003624	0.00655
	-1.972	*0.689*	*0.956*	*-0.255*	*1.175*	*1.385*
LNP10	-0.011248	0.003851	0.001338	-0.008804	-0.002523	-0.001049
	-3.859	*2.661*	*1.123*	*-2.412*	*-2.798*	*-0.675*
LNP11	-0.008453	0.001754	0.000875	0.002045	-0.007187	0.00278
	-1.726	*0.522*	*0.521*	*0.313*	*-2.267*	*0.742*
LNP12	0.053633	-0.003806	-0.003579	0.002657	0.004979	-0.021693
	5.192	*-0.685*	*-0.916*	*0.191*	*1.422*	*-3.95*
LNP13	-0.045268	0.009145	0.008163	0.021911	-0.006157	0.020325
	-5.473	*1.617*	*2.853*	*1.915*	*-1.077*	*3.479*
LNX	-0.119205	-0.00436	-0.014107	0.151921	-0.001401	-0.038797
	-9.138	*-0.829*	*-3.196*	*10.257*	*-0.405*	*-6.964*
INTERC.	0.816907	0.082204	0.098392	-0.546723	0.033571	0.231543
	13.872	*3.406*	*4.889*	*-8.103*	*2.122*	*9.098*
TGT79	0.003541	-0.0064	-0.002843	-0.011018	0.008885	-0.001065
	1.337	*-5.817*	*-2.915*	*-3.552*	*13.138*	*-0.95*
Q2	0.001251	0.006044	0.003294	0.011601	-0.01585	0.00299
	0.965	*12.336*	*7.515*	*7.76*	*-52.936*	*5.885*
Q3	-0.005361	0.007332	0.00431	0.030596	-0.013888	0.00106
	-3.894	*13.858*	*9.276*	*19.205*	*-42.415*	*1.917*
Q4	-0.024062	0.007419	0.003696	0.006392	-0.01506	-0.004854
	-15.873	*12.299*	*7.081*	*3.592*	*-39.936*	*-7.694*
ANTQ	-0.00023	-0.00027	-0.000067487	0.000569	-0.000019243	0.00031
	-2.553	*-5.644*	*-2.131*	*4.255*	*-0.561*	*6.517*

Variabel	Bil, drift	El	Bränsle	Hushållstj	Kläder	Övrigt
LNP2	0.012529	-0.016751	-0.011248	-0.008453	0.053633	-0.045268
	1.037	*-1.972*	*-3.859*	*-1.726*	*5.192*	*-5.473*
LNP3	-0.018534	0.003204	0.003851	0.001754	-0.003806	0.009145
	-2.711	*0.689*	*2.661*	*0.522*	*-0.685*	*1.617*
LNP4	-0.009525	0.003107	0.001338	0.000875	-0.003579	0.008163
	-1.832	*0.956*	*1.123*	*0.521*	*-0.916*	*2.853*
LNP5	-0.013037	-0.002792	-0.008804	0.002045	0.002657	0.021911
	-0.776	*-0.255*	*-2.412*	*0.313*	*0.191*	*1.915*
LNP6	0.00419	0.003624	-0.002523	-0.007187	0.004979	-0.006157
	0.98	*1.175*	*-2.798*	*-2.267*	*1.422*	*-1.077*
LNP7	0.00347	0.00655	-0.001049	0.00278	-0.021693	0.020325
	0.498	*1.385*	*-0.675*	*0.742*	*-3.95*	*3.479*
LNP8	0.091687	-0.036	0.002499	0.001964	-0.038525	-0.000719
	5.084	*-3.817*	*0.688*	*0.529*	*-3.67*	*-0.111*
LNP9	-0.036	0.023895	0.009783	-0.002132	0.023168	-0.015654
	-3.817	3.058	4.33	-0.723	3.443	-3.256
LNP10	0.002499	0.009783	0.016706	-0.002401	-0.004837	-0.003315
	0.688	4.33	6.161	-3.113	-1.915	-2.447
LNP11	0.001964	-0.002132	-0.002401	0.009634	0.010195	-0.009072
	0.529	-0.723	-3.113	2.136	3.334	-1.776
LNP12	-0.038525	0.023168	-0.004837	0.010195	-0.0048	-0.017392
	-3.67	3.443	-1.915	3.334	-0.41	-3.245
LNP13	-0.000719	-0.015654	-0.003315	-0.009072	-0.017392	0.038035
	-0.111	*-3.256*	*-2.447*	*-1.776*	*-3.245*	*3.305*
LNX	-0.01502	-0.019095	0.009875	-0.004164	0.042388	0.011966
	-1.072	*-1.918*	*0.747*	*-1.334*	*3.901*	*2.241*
INTERC.	0.18042	0.10376	0.001408	0.044505	-0.084711	0.038723
	2.837	*2.303*	*0.024*	*2.992*	*-1.692*	*1.614*
TGT79	-0.004828	0.012466	0.010999	-0.000179	-0.005293	-0.004265
	-1.585	*5.692*	*3.765*	*-0.312*	*-2.273*	*-4.208*
Q2	0.012735	-0.020643	-0.011914	0.000189	0.008081	0.002222
	8.455	*-19.46*	*-7.753*	*0.766*	*7.27*	*5.027*
Q3	0.013676	-0.0221	-0.015314	-0.00212	0.002478	-0.000669
	8.617	*-19.899*	*-9.68*	*-7.835*	*2.138*	*-1.387*
Q4	0.004148	-0.009048	-0.004362	-0.001517	0.027623	0.009625
	2.377	*-7.378*	*-2.554*	*-4.635*	*20.86*	*17.161*
ANTQ	0.000085429	0.00033	-0.000436	-0.000043268	-0.000246	0.000016632
	1.001	*5.453*	*-9.523*	*-1.226*	*-3.327*	*0.27*

Tabell 2. Parameterestimat från efterfrågesystemet esitmerat på mikrodata.

Beroende variabel, utgiftsandel för	Livsmedel	Alkohol	Tobak	Fritidvaror och tjänster	Litteratur	Kollektiv-trafik
Variabel:						
INTERC.T	1.56831	-0.185578	0.105525	-0.814255	0.054613	0.169304
	8.01	*-2.76*	*1.70*	*-4.24*	*0.89*	*1.48*
LNXHAT	-0.12901	0.024028	-0.010401	0.102152	-0.003317	-0.004258
	-6.85	*3.72*	*-1.75*	*5.53*	*-0.56*	*-0.39*
NC02	0.03555	-0.008212	-0.00005883	-0.040018	-0.000392	-0.006594
	6.95	*-4.68*	*-0.04*	*-7.98*	*-0.24*	*-2.21*
NC36	0.03265	-0.00293	0.000232	-0.021071	-0.001127	-0.001039
	8.39	*-2.19*	*0.19*	*-5.52*	*-0.92*	*-0.46*
NC715	0.03154	-0.004621	-0.00001023	-0.01246	-0.000533	-0.000535
	10.52	*-4.49*	*-0.01*	*-4.24*	*-0.57*	*-0.31*
NC16PL	0.03699	-0.006839	0.00028	-0.018962	-0.002003	0.005393
	7.57	*-4.08*	*0.18*	*-3.96*	*-1.31*	*1.89*
AGE	0.00666	-0.001538	0.001965	-0.004448	0.000728	-0.000955
	5.29	*-3.56*	*4.93*	*-3.60*	*1.84*	*-1.30*
AGE2	-0.00005	0.000012409	-0.000020048	0.000030059	-0.000007091	0.000009947
	-3.63	*2.59*	*-4.54*	*2.19*	*-1.62*	*1.22*
ADULTM1	0.08294	-0.013247	0.004419	-0.043985	-0.001753	-0.009969
	9.18	*-4.27*	*1.55*	*-4.96*	*-0.62*	*-1.89*
QUATER1	0.00567	-0.001165	0.001705	0.000617	0.002692	-0.003007
	1.16	*-0.69*	*1.10*	*0.13*	*1.76*	*-1.05*
QUATER2	0.01654	0.002603	0.001078	-0.003195	-0.004445	0.003627
	3.23	*1.48*	*0.67*	*-0.64*	*-2.77*	*1.21*
QUATER3	0.01877	0.002595	0.001155	0.005441	-0.003101	-0.002977
	3.73	*1.50*	*0.72*	*1.10*	*-1.96*	*-1.01*
XMAS	-0.00817	0.006474	0.000143	-0.002309	0.010336	0.003492
	-1.12	*2.58*	*0.06*	*-0.32*	*4.51*	*0.82*
BC	0.00168	0.002394	0.008425	-0.007346	-0.009773	-0.008345
	0.22	*0.92*	*3.50*	*-0.98*	*-4.10*	*-1.88*
WC1	-0.02147	0.001774	0.000387	0.013062	-0.007324	-0.001601
	-2.72	*0.66*	*0.16*	*1.69*	*-2.96*	*-0.35*
WC2	-0.03417	0.001394	-0.00068	0.019087	-0.003004	0.004283
	-3.65	*0.43*	*-0.23*	*2.08*	*-1.02*	*0.79*
SELF	-0.01215	0.004987	0.001741	0.015706	-0.009359	-0.006582
	-1.34	*1.60*	*0.61*	*1.76*	*-3.29*	*-1.24*
BIGCITY	-0.01280	0.001229	-0.000567	0.018779	-0.001314	0.010987
	-2.29	*0.64*	*-0.32*	*3.42*	*-0.75*	*3.37*
TOWN	-0.00387	-0.000519	-0.000229	0.003121	-0.001802	0.003622
	-0.82	*-0.32*	*-0.15*	*0.68*	*-1.22*	*1.32*
NORTH	0.01159	-0.000287	0.001549	-0.015535	-0.000027029	0.004949
	1.90	*-0.14*	*0.80*	*-2.60*	*-0.01*	*1.39*
SINGLEC	0.08114	-0.022383	0.002453	-0.064261	-0.005979	-0.018609
	7.99	*-6.42*	*0.76*	*-6.45*	*-1.88*	*-3.14*
COHABC	0.01767	-0.006177	-0.000357	-0.013958	-0.0001	0.005072
	2.92	*-2.97*	*-0.19*	*-2.35*	*-0.05*	*1.44*
CAR	-0.02304	-0.009354	-0.010186	-0.015392	-0.005952	-0.043944
	-3.16	*-3.73*	*-4.41*	*-2.15*	*-2.60*	*-10.33*
OWNOCMOR	-0.01878	-0.003722	-0.003296	0.00749	0.004658	-0.010973
	-2.75	*-1.59*	*-1.53*	*1.12*	*2.18*	*-2.76*
OWNOC	-0.02067	-0.001611	-0.010051	-0.008704	0.014015	-0.00935
	-1.73	*-0.39*	*-2.65*	*-0.74*	*3.73*	*-1.34*
COOP	-0.01234	0.002121	-0.002643	0.033969	0.007147	-0.005627
	-1.49	*0.75*	*-1.01*	*4.18*	*2.75*	*-1.17*
RENTED	-0.00170	0.003645	0.007048	0.028484	0.00736	-0.006578
	-0.24	*1.47*	*3.09*	*4.03*	*3.26*	*-1.57*

ANTRUM	-0.00196	-0.000738	-0.001037	-0.003517	0.000179	-0.000768
	-1.13	*-1.24*	*-1.90*	*-2.07*	*0.33*	*-0.76*
COTTAGE	-0.00725	0.001027	-0.003139	-0.017718	0.000643	0.001264
	-1.41	*0.58*	*-1.92*	*-3.50*	*0.40*	*0.42*
R-square	0.571	0.0865	0.0863	0.1436	0.0507	0.1072
Adj R-sq	0.5679	0.0798	0.0795	0.1373	0.0437	0.1006

Beroende variabel, utgiftsandel för :	Bil, drift	El	Bränsle, övrigt	Hushålls-tjänster	Kläder, skor	Övriga icke varaktiga varor
Variabel:						
INTERCEPT	0.460109	0.371965	0.17006	-0.072935	-0.15947	-0.667649
	3.06	*5.33*	*3.04*	*-1.56*	*-1.10*	*-4.65*
LNXHAT	-0.039122	-0.031423	-0.014408	0.008245	0.02889	0.068627
	-2.70	*-4.69*	*-2.68*	*1.83*	*2.07*	*4.97*
NC02	-0.000782	0.001973	0.002006	0.000386	-0.013054	0.029194
	-0.20	*1.08*	*1.37*	*0.32*	*-3.45*	*7.79*
NC36	0.001943	-0.000463	0.000481	0.000732	-0.002536	-0.006869
	0.65	*-0.33*	*0.43*	*0.79*	*-0.88*	*-2.41*
NC715	0.000695	0.000893	-0.001194	-0.000923	0.000079791	-0.012935
	0.30	*0.84*	*-1.40*	*-1.29*	*0.04*	*-5.89*
NC16PL	0.008656	-0.004411	-0.000526	-0.002295	0.007743	-0.024026
	2.31	*-2.54*	*-0.38*	*-1.97*	*2.14*	*-6.71*
AGE	0.000925	0.000672	0.000008481	-0.000194	-0.002875	-0.000952
	0.96	*1.50*	*0.02*	*-0.65*	*-3.08*	*-1.03*
AGE2	-0.000014984	-0.000005941	0.000002432	0.000003303	0.00002413	0.000016488
	-1.40	*-1.20*	*0.61*	*0.99*	*2.33*	*1.61*
ADULTM1	-0.003125	-0.000267	0.001801	-0.003824	0.004957	-0.017948
	-0.45	*-0.08*	*0.70*	*-1.77*	*0.74*	*-2.71*
QUATER1	-0.00059	-0.000408	0.003326	0.001432	-0.01661	0.006333
	-0.16	*-0.23*	*2.38*	*1.23*	*-4.58*	*1.77*
QUATER2	-0.001382	0.003002	0.001961	0.000431	-0.010055	-0.010162
	-0.35	*1.65*	*1.34*	*0.35*	*-2.65*	*-2.71*
QUATER3	-0.006925	0.000797	0.000005587	-0.000732	-0.013508	-0.001524
	-1.79	*0.44*	*0.00*	*-0.61*	*-3.62*	*-0.41*
XMAS	-0.012682	-0.000183	0.001413	-0.001701	0.006372	-0.003189
	-2.26	*-0.07*	*0.68*	*-0.97*	*1.18*	*-0.60*
BC	0.007865	0.000527	0.000521	-0.003001	-0.00236	0.009413
	1.35	*0.20*	*0.24*	*-1.65*	*-0.42*	*1.69*
WC1	-0.002596	0.000386	-0.001894	-0.000898	0.006082	0.01409
	-0.43	*0.14*	*-0.84*	*-0.48*	*1.04*	*2.44*
WC2	-0.005638	0.001115	-0.000014964	-0.000839	0.00536	0.013104
	-0.78	*0.34*	*-0.01*	*-0.38*	*0.77*	*1.91*
SELF	-0.024349	0.005481	-0.001319	-0.001128	0.006796	0.020175
	-3.49	*1.69*	*-0.51*	*-0.52*	*1.01*	*3.03*
BIGCITY	-0.012522	-0.000636	0.000863	-0.00015	-0.008172	0.004301
	-2.92	*-0.32*	*0.54*	*-0.11*	*-1.97*	*1.05*
TOWN	-0.006195	0.000341	-0.000388	0.000392	-0.003831	0.009357
	-1.71	*0.20*	*-0.29*	*0.35*	*-1.10*	*2.71*
NORTH	0.008543	0.000375	-0.001691	-0.000056473	-0.005766	-0.003646
	1.82	*0.17*	*-0.97*	*-0.04*	*-1.28*	*-0.82*
SINGLEC	-0.010499	0.002393	0.004705	0.000915	0.028176	0.001953
	-1.35	*0.66*	*1.62*	*0.38*	*3.74*	*0.26*
COHABC	-0.008942	-0.000275	-0.000159	-0.000339	0.011214	-0.003645
	-1.92	*-0.13*	*-0.09*	*-0.23*	*2.50*	*-0.82*
CAR	0.127705	0.004097	0.004051	-0.004598	-0.025516	0.002131
	22.77	*1.58*	*1.94*	*-2.64*	*-4.72*	*0.40*
OWNOCMOR	-0.006596	0.029262	0.008033	0.002744	0.000398	-0.009221
	-1.26	*12.03*	*4.12*	*1.68*	*0.08*	*-1.84*
OWNOC	-0.01146	0.02208	0.022454	0.005568	-0.010074	0.007803
	-1.25	*5.18*	*6.56*	*1.95*	*-1.14*	*0.89*
COOP	-0.014713	-0.022857	-0.011703	0.006776	0.017967	0.001903
	-2.31	*-7.75*	*-4.95*	*3.43*	*2.93*	*0.31*

RENTED	-0.004648	-0.024493	-0.013337	0.005297	0.007212	-0.008292
	-0.84	*-9.54*	*-6.48*	*3.08*	*1.35*	*-1.57*
ANTRUM	-0.000243	0.00382	0.000864	0.000088621	0.001467	0.001841
	-0.18	*6.21*	*1.75*	*0.22*	*1.15*	*1.45*
COTTAGE	0.003201	-0.00279	0.016346	-0.001549	-0.00291	0.012876
	0.81	*-1.52*	*11.08*	*-1.26*	*-0.76*	*3.40*
R-square	0.1943	0.3065	0.1575	0.0162	0.0596	0.0984
Adj R-sq	0.1883	0.3014	0.1512	0.0089	0.0526	0.0917

APPENDIX F

Simuleringsmetod

1. Prisförändringar.

I det estimerade efterfrågesystemet beaktas endast efterfrågeanpassningar hos relativt brett definierade varugrupper. Vid simuleringarna måste man dock ta hänsyn till att olika varor och tjänster inom dessa varugrupper kan vara belagda med olika skattesatser och att de skattereformer som studeras kan avse skatteförändringar på en mer disaggregerad nivå än de breda varugrupper som används vid estimationen. HUT-92 innehåller information om hushållets utgifter på drygt 200 olika utgiftsgrupper. När vi omvandlar skattesatsförändringar till förändringar i konsumentpriserna används denna mer detaljerade information genom att prisförändringarna beräknas för varje undergrupp som är homogen ur skattesynpunkt. Dessa prisförändringar vägs sedan ihop med de genomsnittliga utgiftsandelarna inom respektive varugrupp i HUT-92 på följande sätt:

$$\frac{\Delta p_i}{p_i^0} = \sum_{k=1}^{K_i} w_{ik} \frac{t_{ik}^1 + \tau_{ik}^1 + t_{ik}^1 \tau_{ik}^1 - \left(t_{ik}^0 + \tau_{ik}^0 + t_{ik}^0 \tau_{ik}^0\right)}{1 + t_{ik}^0 + \tau_{ik}^0 + t_{ik}^0 \tau_{ik}^0}$$

där

K_i = antalet ur skattesynpunkt homogena varugrupper i varugrupp *i*.

w_{ik} = vikten (utgiftsandelen) för vara *k* i grupp *i*.

t_{ik}^m = mervärdesskattesats (på priset exkl. moms) för vara *ik*.

τ_{ik}^m = punktskattesats för vara *ik*. Detta är en värderelaterad skattesats som visar punktskattens andel av priset exkl. skatt.

m = 0 under 1992 års skattesystem och lika med 1 under 1995 års skattesystem eller efter den studerade skattereformen.

Priserna under 1992 års skattesystem antar värdet ett. Priset på varugrupp *i* under 1995 års skattesystem eller efter den studerade skattereformen blir därför $1 + \frac{\Delta p_i}{p_i^0}$.

Den nya prisvektorn används också för att beräkna en ny deflator, P^1, för de totala utgifterna på icke varaktiga varor.

2. Skattesatser

De värderelaterade punktskattesatserna har beräknats på följande sätt:

$$\tau_{ik} = \frac{r_{ik}(1+t_{ik})}{1-r_{ik}(1+t_{ik})}$$

där $r_{ik} = \tau_{ik} / (1 + t_{ik})(1 + \tau_{ik})$ är punktskattens andel av konsumentpriset. För alkohol och tobak har r_{ik} beräknats som kvoten mellan punktskatteintäkterna och aggregerade utgifter. Nedanstående tabell visar värderelaterade punktskattesatserna r och τ för några viktiga punktskattebelagda varor 1992 och 1995.

Värderelaterade punktskattesatser 1992 och 1995

	1992		1995***		Varav
	r	τ	r	τ	co2-skatt
Lätt eldningsolja (eo 1) *	0.374	0.878	0.379	0.985	0.620
Hyror, boavgifter - punktskatternas andel av momspliktiga drifts- och underhållskostnader enl SABO. 1992 uppgick dessa kostnader till ca 56% av hyran.	0.049	0.065	0.058	0.078	0.038
Diesel MK1 Enligt SL uppgår kostnaden för dieselolja till ca 7% av hushållens utgifter på busstransporter.	0.360	0.820	0.510	1.760	0.669
Bensin (blyfri) *	0.471	1.434	0.519	1.861	0.364
Hushållsel *	0.128	0.191	0.144	0.220	
Alkohol**	0.410	1.060	0.38	0.920	
Tobak**	0.460	1.353	0.459	1.344	

* Källa: Nutek, SCB

** Källa: Nationalräkenskaperna, Systembolaget, Alkoholinspektionen

*** I frånvaro av statistik för 1995 har 1994 års värderelaterade punktskattesatser använts för alkohol, tobak och hushållsel. Detta torde vara en godtagbar approximation eftersom ingen större förändring ägt rum i de reala styckskatterna mellan 1994 och 1995.

Den oreducerade mervärdesskattesatsen har uppgått till 25 procent under perioden 1992-95. Under 1992 tillämpades en reducerad skattesats på 18 procent för livsmedel, persontransporter, hotell- och serveringstjänster. Under 1995 uppgick livsmedelsmomsen till 21 procent och momsen på hotelltjänster och persontransporter uppgick till 12 procent. De viktigaste momsbefriade varorna och tjänsterna under perioden 1992 -1995 var bostadshyror, bostadsräntor, försäkringspremier, vård-, utbildnings-, och omsorgstjänster samt vissa kulturella aktiviteter. Dagstidningar, receptbelagda läkemedel och charterresor var under denna period belagda med en nollskattesats. [21]

3. Totala utgifter på icke varaktiga varor

De totala utgifterna på icke varaktiga varor beräknas på följande sätt:

$$y^1 = y^0 + y_R^0 - (p_R^1 / p_R^0) y_R^0$$

där y_R^0 är de totala utgifterna på varaktiga varor 1992 och p_R priset på varaktiga varor.

4. Prediktion av skatteintäkter och utgifter

För att garantera att de predikterade utgifterna inte avviker från de faktiska utgifterna i avsaknad av en skattereform beräknas hushållsspecifika effekter på följande sätt:

$$e_i = w_i - \left(\sum_j \tilde{\gamma}_{ij} \log p_j^0 + \tilde{\beta}_i \log(y^0 / P^0) \right) \quad i = 1, 2, \ldots, K$$

där $\tilde{\gamma}$ och $\tilde{\beta}$ är de estimerade parametervektorerna från skattningarna på makro- respektive mikrodata. Residualen e_i är fångar upp effekten av de olika observerbara och icke observerbara hushållsegenskaper som vid sidan av reala utgifter och priser påverkar utgiftsandelen för vara *i*. Denna effekt antas vara konstant över tiden. För skattesystem som avviker från 1992 års system för indirekt beskattning predikteras hushållets utgiftsandelar på följande sätt:

[21] Fr.o.m. 1 januari 1996 har momsen på livsmedel sänkts till 12 procent och en dagspressmoms på 6 procent har införs. Simuleringarna utgår dock från 1995 års skattestruktur varför dessa förändringar inte beaktas.

$$w_i^1 = \sum_j \tilde{\gamma}_{ij} \log p_j^1 + \tilde{\beta}_i \log\left(y^1 / P^1\right) + e_i$$

Utgifter på enskilda varugrupper, y_i^1, beräknas som produkten av utgiftsandelen för varugruppen och de totala utgifterna på icke varaktiga varor vid den nya skattestrukturen.

Modellen tillåter inte någon substitution mellan olika varor inom respektive varugrupp. Eftersom utgiftsandelarna inom respektive varugrupp inte antas påverkas av olika skattereformer kan de konsumtionsskatter som hushållet betalar beräknas på följande sätt:

$$Moms = \sum_{i=1}^{K+1} \sum_{k=1}^{K_i} \frac{t_{ik}^m}{1 + t_{ik}^m} w_{ik}^0 y_i^m \quad , m = 0,\ 1.$$

$$Punktskatt = \sum_{i=1}^{K+1} \sum_{k=1}^{K_i} \frac{\tau_{ik}^m}{(1 + t_{ik}^m)(1 + \tau_{ik}^m)} w_{ik}^0 y_i^m$$

Observera att summeringarna även utförs över varaktiga varor och tjänster.

5. Kompenserad förändring (compensating variation, CV).

Låt $E\left(p, V\left(p_{95}, y_{95}\right)\right)$ vara de utgifter som hushållet behöver vid prisvektorn p efter skattereformen för att hushållet skall uppnå den nyttonivå $V_{95} = V\left(p_{95}, y_{95}\right)$ som uppnås under de priser som gäller under 1995 års skattesystem. Observera att $E\left(p_{95}, V\left(p_{95}, y_{95}\right)\right) = y_{95}$.

CV blir då:

$$CV = E\left(p, V\left(p_{95}, y_{95}\right)\right) - y_{95}$$

En Taylorapproximation av 2:a ordningen ger följande resultat:

$$CV \approx \left.\frac{\partial CV}{\partial p}\right|_{p_{95}} \left(p - p_{95}\right) + 0{,}5 * \left(p - p_{95}\right)' \left.\frac{\partial^2 CV}{\partial p^2}\right|_{p_{95}} \left(p - p_{95}\right) =$$

$$x_c\left(p_{95}, V_{95}\right)\left(p - p_{95}\right) + 0{,}5 * \left(p - p_{95}\right)' \left.\frac{\partial x_c}{\partial p}\right|_{p_{95}} \left(p - p_{95}\right)$$

där x_c är en vektor av Hicksianska efterfrågefunktioner. $x_c(p_{95}, V_{95})$ kan beräknas som kvoten mellan utgifterna och priserna på respektive varugrupp under 1995 års skattesystem.

$\left.\frac{\partial x_c}{\partial p}\right|_{p_{95}} = [S_{ij}]$ är en matris av kompenserade egen- och

korspriseffekter. I LAIDS-modellen kan dessa substitutionseffekter beräknas på följande sätt:

$$S_{ij} = \begin{cases} \left(\gamma_{ii} + w_{i,95}^2 - w_{i,95}\right) \cdot \dfrac{y_{95}}{p_{i,95}^2} & \text{om } i = j \\ \left(\gamma_{ij} + w_{i,95} \cdot w_{j,95}\right) \cdot \dfrac{y_{95}}{p_{i,95} \cdot p_{j,95}} & \text{om } i \neq j \end{cases}$$

7 Beskattning av naturresurser

av

Professor Karl-Göran Mäler
Beijerinstitutet vid Kungliga Vetenskapsakademien och
Handelshögskolan i Stockholm

7.1 Optimal beskattning

Välfärdsekonomi, dvs den ekonomiska teorin över *normativa* utsagor över förändringar i det ekonomiska systemet, utgår från två grundläggande teorem. Bägge handlar om effektivitet i följande mening: en förändring är effektiv om den ökar välfärden åtminstone för en individ medan ingen annan erfar försämrad välfärd. I litteraturen kallas effektivitet i denna bemärkelse Paretooptimalitet (Vilfred Pareto italiensk ekonom verksam kring sekelskiftet). I princip innebär definitionen att vi har effektivitet när alla frivilliga bytesmöjligheter mellan individer och organisationer är uttömda. Att ett byte är frivilligt innebär ju att bägge parter tjänar på bytet. Först när alla sådana byten är uttömda är det uppenbarligen omöjligt att förbättra för någon individ utan att försämra för någon annan.

Byten mellan olika aktörer sker framför allt på marknader och det följer därför att om vi har marknader för alla tänkbara varor och tjänster så kommer också alla bytesmöjligheter att utnyttjas. Det finns därför anledning tro att en ekonomi som fungerar via perfekta marknader leder till effektivitet. Detta är också innehållet i de två fundamentala välfärdsteoremen i nationalekonomi. Mer precist säger det första teoremet att om vi har en ekonomi med perfekta marknader för alla de varor och tjänster som är av betydelse för människors välfärd så kommer den resulterande resursanvändningen vara effektiv. Men även om resursanvändningen är effektiv så behöver den därför inte vara önskvärd, t ex på grund av en alltför sned fördelning av inkomster och förmögenheter. Det andra teoremet säger emellertid att om samhället önskar en effektiv resursanvändning en viss bestämd fördelning mellan medborgarna så kan denna åstadkommas, under vissa ganska starka villkor, genom marknader och en omfördelning av tillgångar mellan medborgarna. Den grundläggande egenskapen hos marknader som ger denna egenskap är förhållandet att konsumenten betalar ett pris för en vara som motsvarar samhällets kostnad för att producera denna vara. När konsumenten fattar sina konsumtionsbeslut grundar han därigenom dessa beslut på information om samhällets kostnader för varan. Det finns många skäl varför denna likhet mellan det pris konsumenten betalar och samhällets kostnader inte existerar på verklighetens marknader. Ett sådant skäl är förekomsten av skatter.

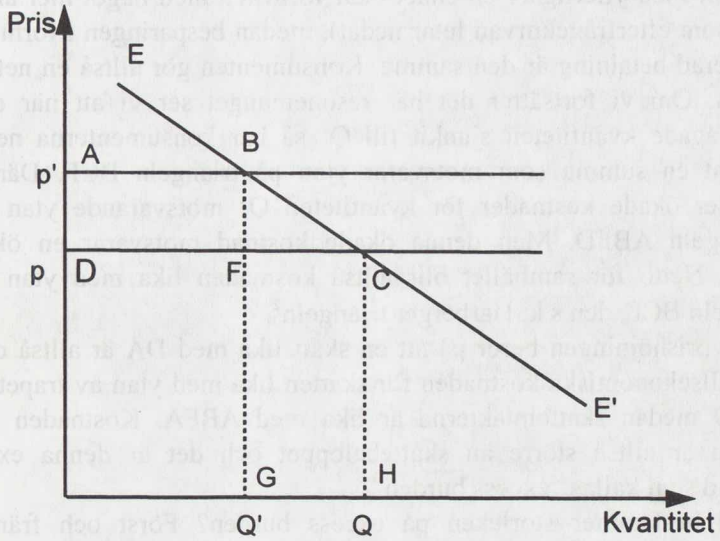
Skatter skapar i allmänhet kilar mellan å ena sidan det pris en konsument betalar för en vara och kostnaden för varans produktion och mellan den nettolön konsumenten ersättes med och arbetsgivarens kostnad för arbetskraft. Dessa skattekilar leder alltså till att

ekonomin inte kommer att fungera effektivt - det uppstår "excess burden" varmed avses den extra kostnad samhället drabbas av genom skattesystemet i tillägg till den direkta kostnaden i form av skattemedel. Skattekilarna leder till att individer ändrar sitt beteende i syfte att reducera kostnaden för skatter. Detta förändrade beteende leder till att resursanvändning blir mindre effektiv. En stor del av motivationen bakom den stora skattereformen 1991 vara att reducera skattekilarna och därmed minska excess burden.

Om man skulle önska att reducera excess burden till noll skulle det krävas ett skattesystem sådant att individer inte skulle kunna anpassa sig till systemet. Men det enda skattesystem med denna egenskap vore ett system med klumpsummeskatter, dvs ett system i vilket varje individ betalar en viss skatt vilken är oberoende av hans inkomst, konsumtionsutgifter, förmögenhet etc. Ett sådant skattesystem är i praktiken omöjligt och det är dessutom inte önskvärt utifrån fördelningsskäl. Mrs. Thatchers försök med en "polltax" i England för några år sedan visar ett system med klumpsummeskatter inte skulle vara politiskt acceptabelt. Detta betyder emellertid att varje skattesystem måste nödvändigtvis resultera i skattekilar och därmed följande förluster i effektivitet. Storleken av dessa effektivitetsförluster beror emellertid på utformningen av skattesystemet och den centrala frågan blir hur man bör utforma skattesystemet så att excess burden minimeras. Detta är den fråga som behandlas i litteraturen om optimal beskattning: Hur bör skatter utformas för att producera en önskad skatteintäkt för staten med minsta möjliga excess burden.

Intuitivt kan vi se några ledtrådar i sökandet av ett optimalt skattesystem. Effektivitets förluster uppkommer därför att individer och organisationer ändrar sitt beteende på grund av skatterna. Det avgörande för effektivitetsförlusterna är uppenbarligen hur mycket individerna ändrar sitt beteende. Efterfrågan på vissa varor är t.ex. mycket priskänslig och en skattekil på en sådan vara kommer uppenbarligen att leda till stora förändringar och därmed stora effektivitetsförluster. Efterfrågan på andra varor har mycket liten priskänslighet och beskattning av dessa bör därför leda till mindre effektivitetsförluster. Eftersom detta är av fundamental betydelse för den fortsatta diskussionen av beskattning av naturresurser kommer vi att granska det här argumentet med någon större noggrannhet.

För att kunna föra denna analysen framåt måste vi emellertid först definiera ett operationellt mått på effektivitetsförlusten. Vårt mått är det s k *konsumentöverskottet*, vilket illustreras i nedanstående figur.



Kurvan E-E´ representerar efterfrågan på en vara. Nuvarande pris är P vilket ger en efterfrågad kvantitet lika med Q. Detta betyder att konsumenterna betalar totalt PQ kronor för varan. Låt oss nu ställa frågan om hur mycket konsumenterna förlorar om priset på varan skulle höjas från till P´ och låt oss också försöka besvara frågan. Vid första anblicken skulle man kunna förmoda att kostnaden är lika med de ökade utgifterna. Vid oförändrad efterfrågad kvantitet Q blir kostnadsökningen Q(P´-P). Men efterfrågad kvantitet kommer inte att vara oförändrad - enligt figuren minskar efterfrågad kvantitet till Q´. Den aktuella kostnadsökningen blir tydligen P´Q´-PQ. Men detta måste vara en underskattning av den faktiska kostnaden för konsumenterna. Man kan visa att den (nästan[1]) korrekta uppskattningen är lika med ytan av trapetset ABCD.

Intuitivt kan man förstå detta på följande sätt: Efterfrågekurvan ger den efterfrågade kvantiteten vid olika priser. Men detta betyder i princip att den också representerar konsumenternas marginella värdering av varan, dvs deras värdering av den sista enheten. När priset är P efterfrågas Q och konsumentens marginella värdering är följaktligen P. Om efterfrågad kvantitet minskar med en enhet är alltså förlusten P. Å andra sidan konsumenten att slippa betala för varan och nettoresultatet blir alltså noll. Men om efterfrågad kvantitet

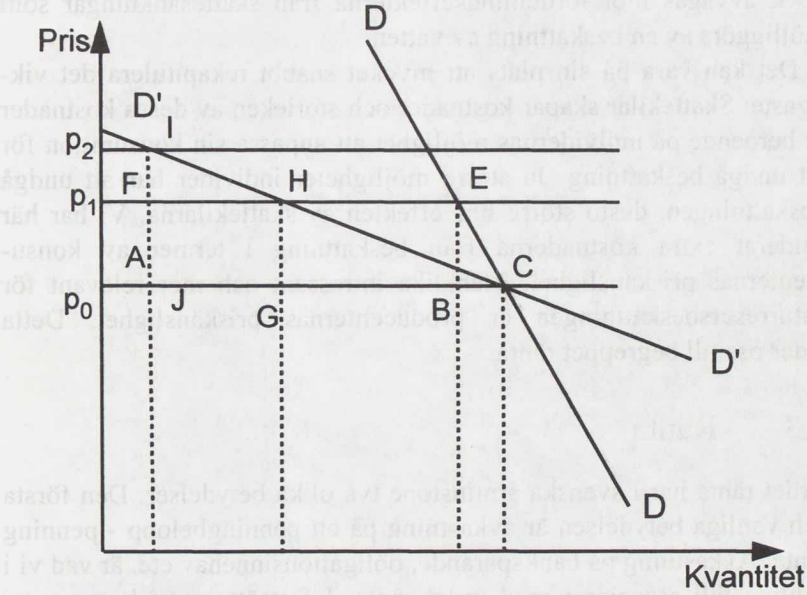
[1] Anledningen till ordet nästan är att vid en fullständigt rigorös analys måste man ta hänsyn till *inkomsteffekter*. En sådan grad av precision är dock vare sig nödvändig eller ens önskvärd i det här sammanhanget

minskar med ytterligare en enhet ökar förlusten med något mer än P (eftersom efterfrågekurvan lutar nedåt), medan besparingen i form av reducerad betalning är den samma. Konsumenten gör alltså en nettoförlust. Om vi fortsätter det här resonemanget ser vi att när den efterfrågade kvantiteten sjunkit till Q´ så har konsumenterna netto förlorat en summa som motsvarar ytan på triangeln BCF. Därtill kommer ökade kostnader för kvantiteten Q´ motsvarande ytan av rektangeln ABFD. Men denna ökade kostnad motsvarar en ökad intäkt. Netto för samhället blir alltså kostnaden lika med ytan av triangeln BCF, den s.k. Harberger triangeln[2].

Om prishöjningen beror på att en skatt lika med DA är alltså den samhällsekonomiska kostnaden för skatten lika med ytan av trapetset ABCD medan skatteintäkterna är lika med ABFA. Kostnaden för skatten är alltså större än skattebeloppet och det är denna extra kostnad som kallas "excess burden".

Vad bestämmer storleken på excess burden? Först och främst skattens storlek men också efterfrågekurvans lutning. Givet skattens storlek kommer uppenbarligen excess burden vara större ju mindre brant efterfrågekurvan är. Om kurvan vore nästan vertikal kommer skatten inte att påverka den efterfrågade kvantiteten mycket, dvs skattekilen får inga större effekter på det faktiska beteendet och excess burden är mycket liten. Om, å andra sidan, efterfrågan är mycket priskänslig kommer beteendet påverkas på ett avgörande sätt och excess burden blir följaktligen stor. De här slutsatserna förstärks ytterligare av det förhållandet att om efterfrågan är mycket priskänslig så måste skatten vara hög för att ett önskat skattebelopp skall inflyta till statskassan, medan samma skattebelopp kan genereras med en lägre skattesats om efterfrågan är mindre priskänslig.

[2] Arnold Harberger, amerikansk ekonom som var en av de första att analysera kostnader för varuskatter.



För att förenkla resonemangen, låt oss utgå från att en vara produceras med konstanta kostnader, så att utbudskurvan är en horisontell linje. I figuren ovan är P_0 ursprungspriset. Antag att vi lägger på en skatt t´ som höjer priset till p_1. Om efterfrågekurvan är D-D blir skatteintäkterna ABCD och excess burden blir BEC. Om däremot efterfrågekurvan vore D´-D´ blir skatteintäkterna endast AFGD och excess burden GED. Men eftersom skatteintäkterna blir mindre vid given skattesats med efterfrågekurvan D´-D´ måste skattesatsen i det fallet bli högre så att priset stiger till P_2. Excess burden blir nu HEJ. Det är självklart att om priskänsligheten mellan de två efterfrågekurvorna skiljer sig åt väsentligt så kommer excess burden också att skilja sig åt väsentligt.

Slutsatsen av det här är att (om vi kan bortse från fördelningshänsyn) det bra för samhället att beskatta varor för vilka efterfrågan är tämligen prisokänslig. Mer specifikt för naturresurser innebär detta att sådana skulle kunna vara intressanta skatteobjekt om de har en oelastisk efterfrågan. Efterfrågan på vatten, exempelvis, är enligt många studier rätt prisokänslig och en skatt på vattenförbrukning vore alltså rimlig. Det bör dock observeras att varor som har låg priselasticitet sannolikt också har låg inkomstelasticitet, dvs konsumeras i samma utsträckning av både höginkomsttagare som låginkomsttagare. Detta innebär att exempelvis en skatt på vatten kan bli regressiv, dvs drabba låginkomsttagare högre grad än höginkomsttagare. Detta skall

dock avvägas mot fördelningseffekterna från skattesänkningar som möjliggörs av en beskattning av vatten.

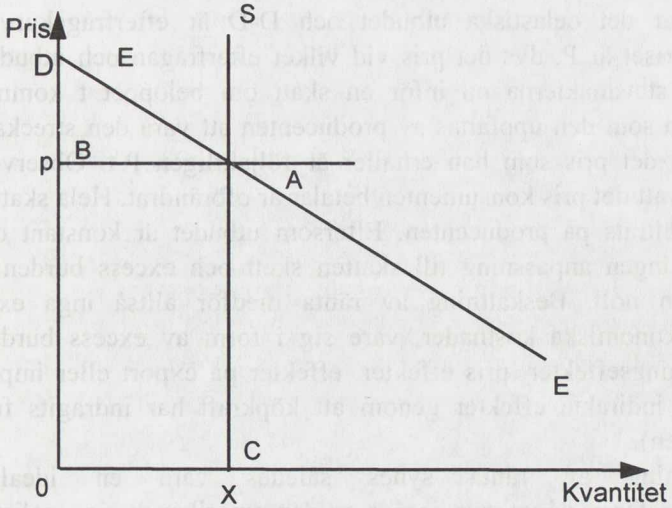
Det kan vara på sin plats att mycket snabbt rekapitulera det viktigaste: Skattekilar skapar kostnader och storleken av dessa kostnader är beroende på individernas möjlighet att anpassa sin konsumtion för att undgå beskattning. Ju större möjligheter individer har att undgå beskattningen, desto större blir effekten av skattekilarna. Vi har här studerat extra kostnaderna från beskattning i termer av konsumenternas priskänslighet. Men lika intressant och mer relevant för naturresursbeskattningen är producenternas priskänslighet. Detta leder oss till begreppet ränta.

7.3 Ränta

Ordet ränta har i svenska åtminstone två olika betydelser. Den första och vanliga betydelsen är avkastning på ett penningbelopp - penning ränta. Avkastning på banksparande, obligationsinnehav etc. är vad vi i vanliga fall associerar med ordet ränta. I fortsättningen kommer vi emellertid att tolka ordet ränta in en annan betydelse, nämligen avkast-ningen på en resurs som finns i en given mängd, dvs som bjuds ut fullständigt oelastiskt. I engelska finns två ord, interest och rent. Det första täcker vad vi menar med penningränta medan det andra svarar just mot avkastningen på en produktionsfaktor som finns i given mängd. Ibland används begreppet jordränta i utsträckt betydelse för det engelska begreppet rent. I Norge används ordet grundränta. Intresset för ränta eller jordränta uppkom i början av 1800-talet när Ricardo[3] studerade jordräntan för att därigenom förstå prisbildningen i samhället. Ricardo betraktade jordbruk. När jordbruksproduktionen expanderar måste allt sämre jordar utnyttjas och priset på jordbruksprodukter bestäms av produktionskostnaden (kostnaden för arbetskraft) på den sämsta jorden. Ägarna av de bättre jordarna kommer då att erhålla en intäkt som överstiger arbetskraftkostnaderna och som enbart beror på den bättre jorden. Överskottet var jordräntan, en knapphetsränta på bra jordar.

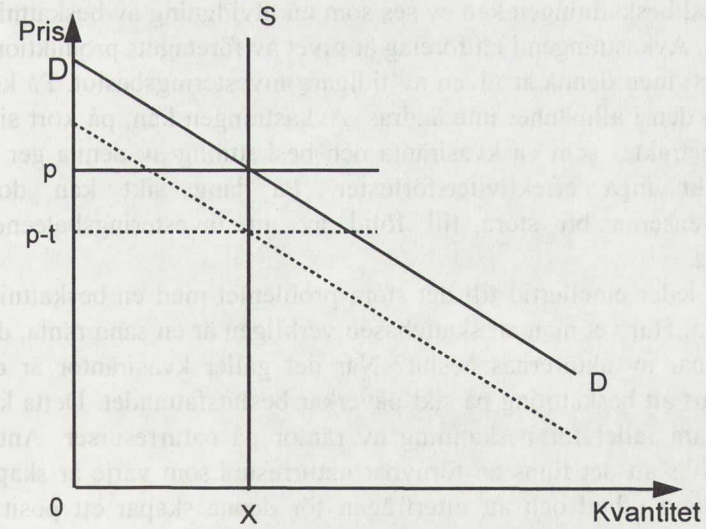
Följande diagram beskriver grundräntan.

[3] David Ricardo var den främste nationalekonomen i början av 1800-talet och hans skrifter fick stor betydelse för utvecklingen av den s k arbetsvärdeläran för vilken jordränteteorin blev väsentlig.



E-E är som tidigare efterfrågekurvan och S är utbudskurvan. Att utbudskurvan är vertikal implicerar att utbudet är helt prisokänsligt. Jämviktspriset är P och vid detta pris är producentens intäkt ABOC. Eftersom utbudet är prisokänsligt finns inga kostnader förknippade med produktionen och den totala intäkten ABOC utgör räntan på resursen.

Antag att vi beskattar utnyttjandet av resursen med en fast skattesats t. Resultatet illustreras i följande diagram



S indikerar det oelastiska utbudet och D-D är efterfrågekurvan. Jämviktspriset är P, dvs det pris vid vilket efterfrågan och utbud är lika. Om statsmakterna nu inför en skatt om beloppet t kommer efterfrågan som den uppfattas av producenten att vara den streckade linjen och det pris som han erhåller är följaktligen P-t. Observera emellertid att det pris konsumenten betalar är oförändrat. Hela skatten har övervältrats på producenten. Eftersom utbudet är konstant och givet har ingen anpassning till skatten skett och excess burden är följaktligen noll. Beskattning av ränta medför alltså inga extra samhällsekonomiska kostnader, vare sig i form av excess burden, sysselsättningseffekter, pris effekter, effekter på export eller import (annat än indirekta effekter genom att köpkraft har indragits från producenten).

Beskattning av ränta synes således vara en idealisk beskattningsform, något som insågs av den amerikanske journalisten och politikern Henry George som runt mitten av förra seklet lanserade "single tax movement". George såg beskattning av mark - dvs fastighetsbeskattning - som lösning av beskattningsproblemet. Dels leder beskattning av jordräntan inte till några effektivitetsförluster och dels var en sådan beskattning rättvis då de stora inkomst- och förmögenhetsskillnaderna bottnade i ägandet av mark. Single tax rörelsen lever fortfarande kvar och så sent som på sextiotalet representerades den i den danska riksdagen av Rättsförbundet. I vissa länder spelar fastighetsskatten en viktig roll. I många stater i USA är fastighetsskatten den väsentliga inkomstkällan då inkomstskatt inte är tillåten.

Kapital beskattningen kan ev ses som en utvidgning av beskattning av ränta. Avkastningen i ett företag är givet av företagets produktionskapacitet, men denna är given av tidigare investeringsbeslut. På kort sikt kan den i allmänhet inte ändras. Avkastningen kan, på kort sikt, därför betraktas som en kvasiränta och beskattning av denna ger på kort sikt inga effektivitetsförluster. På lång sikt kan dock konsekvenserna bli stora till följd av att investeringsbeteendet påverkas.

Detta leder emellertid till det stora problemet med en beskattning av räntan. Hur vet man att skattebasen verkligen är en sann ränta, dvs opåverkbar av aktörernas beslut? När det gäller kvasiräntor är det uppenbart att beskattning på sikt påverkar beslutsfattandet. Detta kan också vara fallet för beskattning av räntor på naturresurser. Antag exempelvis att det finns en förnybar naturresurs som varje år skapar ett konstant utbud och att efterfrågan för denna skapar ett positivt

pris. Ägaren till resursen kommer därvid att göra en vinst - räntan på resursen. Beskattning av resursen kommer som vi sett inte leda till effektivitetsförluster så länge som ägaren får någon del, om än liten, av räntan. Om emellertid vinsten beskattas till hundra procent kommer den att raderas ut och ägaren kommer inte att finna det lönsamt att bjuda ut resursen. Vi ser här ett fall där små skatter inte skapar snedvridande incitament, medan en stor skatt kan skapa stora sådana. I diskussionen om beskattning av naturresurser måste vi alltså hålla detta i minnet!

De räntor vi diskuterat ovan uppkommer till ägaren av en viss resurs. Men räntor skapas överhuvud där en resurs är knapp, även om privat ägande inte förekommer. Närhelst en resurs är knapp och det finns en efterfrågan på resursen uppstår räntor. Hela diskussionen om avgifter eller skatter på miljöförstörande aktiviteter kan ses som en beskattning av räntor. Tag luftföroreningar som ett exempel. Atmosfären har ingen ägare och det har därför varit fritt fram för vem som helst att utnyttja den för utsläpp av föroreningar. I denna situation uppstår inga räntor då atmosfären tillåts ta emot vad än förorenarna vill släppa ut. Den dag samhället begränsar utsläppen uppstår emellertid räntor. Antag att ett företags utsläpp begränsas till en viss kvantitet, dvs samhället bestämmer att företaget inte får släppa ut mer än 100 ton per månad. Denna reglering innebär att atmosfärens föroreningsmottagning blivit fix och om företaget släpper ut till den fastställda gränsen kommer en ränta att uppstå. En avgift eller skatt på utsläppet kommer i detta läge att motsvara en beskattning av denna ränta! Det är alltså ur denna synpunkt möjligt att beskriva en omdaning av skattesystemet mot "gröna" skatter som en övergång till beskattning av räntor på naturkapital.

Det finns även andra liknande fall, där räntor uppstår även där privat ägande inte existerar eller ägandet är oklart definierat. Var gång människan utnyttjar ekologiska resurser som är knappa uppstår räntor. Kommersiellt fiske ger ett exempel. Rätten att fiska inom ett visst område ger upphov till räntor om ej denna rätt delas av alla. I detta senare fall kommer inflödet av nya fiskare att reducera räntan till noll. Men om antalet fiskare är begränsat så kan en ränta uppstå och som därför kan beskattas utan att negativa effektivitetskonsekvenser uppstår. Om vi jämför de olika möjliga fallen får vi följande slutsatser. Om vi har ett fastställt antal fiskare och en fastställd total kvot uppstår en ränta som tillfaller fiskarna. Om vi har ett fastställt antal fiskare men inte någon total fångstkvot uppstår fortfarande en ränta men dock mindre. I bägge dessa fall kommer beskattning att överföra räntan till skattebetalarna i allmänhet. Om det

är möjligt för vem som helst att fiska i området kommer räntan att försvinna i form av lägre priser på fångsten och vi kan säga att (åtminstone på kort sikt) räntan överförts till konsumenterna genom de sänkta priserna.

Grundvatten reservoarer ger ett annat exempel. Om ett viss grupp har rätt att utnyttja akvifären för vattentäkt uppkommer räntor och som inte beror på några som helst insatser av vattenbrukarna utan enbart är en följd av att vattnet i akvifären är en knapp resurs. Än en gång, beskattning av dessa räntor kommer inte att påverka beteendet hos vattenbrukarna (annat än i form av inkomsteffekter) och påverkar därför inte den ekonomiska effektiviteten negativt.

Till stora delar kommer denna utredning att analysera räntor och beskattning av räntor av naturkapital. Det finns emellertid anledning att även mycket kortfattat se på några andra motiv till beskattning av naturresurser

7.3 Materialbalans och miljö

Vi har i de två tidigare sektionerna diskuterat översiktligt två skäl att beskatta naturresurser. Det första var att efterfrågan på en resurs kan vara prisokänslig och beskattning av den därför leder till små effektivitetsförluster och det andra var förekomsten av räntor. Vi skall i det här avsnittet diskutera ett tredje skäl som kanske ligger närmare Skatteväxlingskommitténs direktiv, nämligen "näst bästa beskattning av miljöstörningar"

Enligt termodynamikens första lag är mängden materia konstant. De råvaror, skog, malm, olja, etc, som vi utvinner från naturen förstörs inte av människan utan omvandlas till andra produkter, främst restprodukter. Restprodukter eller residualer är sådana som vid rådande relativpriser inte har någon vinstgivande användning och därför släpps ut till miljön. Av detta följer att ju större uttagen av råvaror är, desto större blir utsläppen till miljön. Rening innebär i det här sammanhanget inte någon direkt minskning i utsläppen utan en omvandling av restprodukter till andra restprodukter som förhoppningsvis är mindre skadliga för miljön.

Om vi önskar förbättra miljön så är det naturliga att reglera utsläppen, t ex genom beskattning av dessa. Men i vissa fall är detta omöjligt, t ex till följd av svårigheter att övervaka utsläppen. Det kan i sådana fall vara motiverat att beskatta råvaruuttaget. Den nuvarande svavelskatten är ett sådant exempel. Utsläppen av svaveloxider be-

skattas inte direkt utan i stället läggs skatten på svavelinnehållet i bränslen, dvs en råvaruskatt. På motsvarande sätt kommer en CO_2 skatt att vara en råvarubeskattning av kolinnehållet i bränslen.

Det finns alltså skäl att vara observant på behovet av att beskatta råvaror som ett nästa bästa alternativ när utsläppsskatter inte är möjliga, Men man skall hålla i minnet att det först bästa är att beskatta utsläppen direkt!

7.4 Imperfekta marknader

Ett av de klassiska argumenten för beskattning av varor och tjänster är förekomsten av marknadsimperfektioner, dvs situationer där marknader fungerar mindre än bra. Anledningen kan vara förekomst av monopol eller avsaknad av kompletterande marknader. Om ett råvaruföretag har monopol kan priset sättas för högt (eller för lågt) i en viss tidsperiod i jämförelse med vad som vore socialt önskvärt. En skatt eller subvention kan i sådana tillfällen förändra prisstrukturen och därmed produktionsplanerna mot vad som vore mer effektivt.

Den grundläggande förutsättningen för att marknader överhuvud skall kunna fungera är existensen av en fungerande äganderättsstruktur. Utan ägande kan självklart inga köp och försäljningar göras och begreppet marknad blir meningslös

När det gäller de flesta naturresurser gäller att (penning)ränte bildningen på kapitalmarknader kan vara helt avgörande för utnyttjandet av resurserna. En hög ränta leder t ex till ökad produktion av timmer i nuet och lägre tillväxt medan en låg ränta har motsatt effekt. Om det finns anledning att tro att räntan som den bildas på kapitalmarknader är systematiskt för hög eller för låg finns skäl för att studera hur man kan påverka tidsprofilen för utnyttjandet av naturresurserna genom beskattning. Än en gång, detta är en näst bästa politik. Den bästa vore naturligen att reformera räntebildningen. Penningräntan bestäms genom transaktioner på tillgångsmarknader men genom att många naturresurser saknar privat ägande är de inte föremål för transaktioner. Detta medför att penningräntan som den bestäms som avkastning på kapital kommer att vara skild från den socialt önskvärda. Det är emellertid oerhört svårt för att inte säga omöjligt att försöka korrigera sådana diskrepanser annat än genom att införa ägande till så många resurser som möjligt. För vissa är emellertid detta omöjligt och då gäller det att på annat sätt åstadkomma en hushållning och därigenom påverka avkastningen på tillgångar som är föremål för handlande.

Att ingripa i marknadernas funktionssätt direkt genom kontroller eller skatter är inte önskvärt, annat än i speciella fall. Ett sådant fall utgör Holländska sjukan. Den Holländska sjukan drabbade Holland när de började exploatera gasfält i Nordsjön. De ökade exportintäkterna, dvs den ökade inströmningen av utländsk valuta stärkte den inhemska valutan och landbaserade exportindustrier fick svårigheter att konkurrera på världsmarknaderna. Resultatet blev industriutslagning och arbetslöshet. Om Sverige skulle upptäcka resurser som skulle skapa kraftigt ökade valutaintäkter eller om marknadssituationen skulle bli sådan att någon redan nu utnyttjad resurs ökade väsentligt i värde på exportmarknaderna finns därför anledning med någon vaccinering mot den Holländska sjukan i t ex form av en skatt på produktionen som därigenom bromsar utvinningen. Detta ligger dock vid sidan om av vad jag ser som skatteväxlingskommittèns agenda och jag kommer därför inte att närmare beröra denna problematik. I grunden handlar denna om imperfektioner på arbetsmarknaden och om kraftiga inkomst omfördelningar till följd av ett förändrat internationellt bytesförhållande.

7.5 Icke förnybara resurser

Icke förnybara naturresurser - främst mineraler - finns i naturen i viss mängd. I princip uppstår därför en ränta för dessa som tillfaller ägaren av resursen. Storleken av denna ränta är i princip lika med nuvärdet av framtida nettointäkter. För att kunna bestämma räntan krävs alltså kunskap om de framtida priserna på resursen och de framtida kostnaderna för resursens utvinning, resursens storlek samt det sätt på vilket ägaren planerar att utvinna resursen. I allmänhet i analyser av den här typen utgår man från att ägaren planerar utvinningen sådan att räntan maximeras. Denna utgör ju nuvärdet av hans framtida vinster.

Vinstmaximering eller räntemaximering innebär följande. Om det reala nettopriset (dvs försäljningspris minus den marginella produktionskostnaden) stiger snabbare från ett år till ett annat lönar det sig för ägaren att minska produktionen nu och istället öka den nästa år, då nuvärdet av nettointäkterna därigenom ökas. En minskning av produktionen i dag leder i allmänhet till lägre styckkostnader i dag och en ökning av produktionen nästa år leder i allmänhet till högre styck och marginal kostnader nästa år. En minskning av produktionen i år och en ökning nästa år leder alltså till att nettoprisökningen minskar. På motsvarande sätt lönar det sig för ägaren att öka produktionen i år och minska den i framtiden om

tillväxten i nettopriset är lägre än den reala penningräntan. I jämvikt kommer alltså produktionsprofilen vara sådan att nettopriset växer i takt med räntan! Detta är den berömda Hotelling regeln.[4]

Hotellings regel bygger på förutsättningen att det finns en fix kvantitet av ett visst mineral. I global mening är detta självklart men det som är intressant ur ekonomisk synpunkt är hur mycket av denna kvantitet vi känner till och hur vi genom sökande kan finna tillskott till den kända kvantiteten. Om vi tar hänsyn till explorering kommer utbudet av mineraler inte att vara perfekt oelastiskt. En beskattning av räntan kan få konsekvenser för de framtida exploreringarna och en kraftig beskattning skulle kunna få som följd en förväntad minskad tillgång av resursen. Detta är i princip samma resonemang som när man fruktar att en kraftig vinstbeskattning för producerande företag leder till lägre inversteringsverksamhet. Lönsamheten på investeringarna påverkas negativt och i fallet med mineraler faller lönsamheten av explorationsaktiviteter för att öka tillgången.

Detta resonemang innebär inte att man ej bör beskatta räntor på icke förnybara resurser. Men man måste ha i åtanke den möjliga konsekvensen för framtida sökande efter nya fyndigheter.

Icke förnybara resurser kan beskattas på många olika sätt:

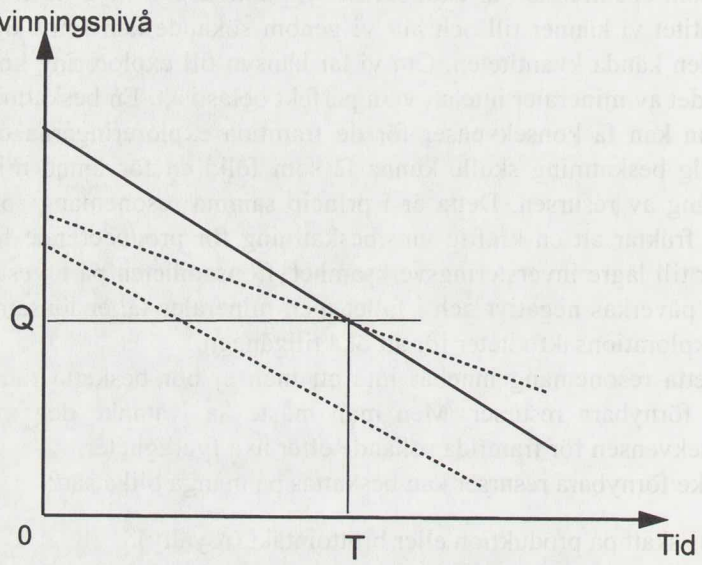
- skatt på produktion eller bruttointäkt (royalty)
- beskattning av den årliga nettovinsten
- koncessionsavgifter
- fastighetsbeskattning

Vi skall här i största korthet summera några resultat avseende effekten av sådana skatter.

[4] H. Hotelling (1931) The Economics of Exhaustible Resources. För en djupgående och fullständig analys av hur Hotelling regeln måste justeras vid olika marknadsformer, olika förväntningsbildningar, olika typer av skatter etc. Se Dasgupta P. och G. Heal, (1979) Economic Theory and Exhaustible Resources. För en analys av hur skatter påverkar den önskade produktionsprofilen se Dasgupta, P., G. Heal och J. Stiglitz (19).

Royalties

Royalties eller beskattning av bruttointäkten (alternativt produktionsvolymen) kan analyseras med ejälp av följande diagram[5].



Den heldragna linjen beskriver produktionen över tiden när resursen inte beskattas överhuvudtaget. Att kurvan faller följer av villkoret att nettopriset skall stiga i samma takt som den reala penning räntan. En skatt på produktionen kommer att minska explorering av nya fyndigheter så att den totala tillgången på resursen blir lägre. En skatt måste alltså ge till följd att utvinningsbanan sänks, åtminstone under en viss tidsperiod. De två streckade linjer demonstrerar möjliga effekter på produktionsprofilen från en produktionsskatt. Q är den produktionsvolym vid vilken gränskostnaden för brytning och styckkostnaden är lika, dvs vid den volym vid vilken den genomsnittliga vinsten maximeras. I början av utvinningsperioden kommer gränskostnaden att överstiga styckkostnaden, men gränskostnaden kommer på grund av fallande produktion att falla. Man kan visa att det lönar sig att utsträcka tidshorisonten för produktionen till den tidpunkt där produktionen är lika med Q. I denna tidpunkt kommer hela tillgången vara förbrukad.

[5] Analysen i detta och kommande avsnitt bygger på Heaps. T. och J.F. Helliwell (1985) The Taxation of Natural Resources i Handbook of Public Economics vol. I.

Oavsett vilken av kurvorna som beskriver det faktiska förloppet så ser vi att två saker händer tillföljd av produktionsskatten. För det första minskar sökandet av nya fyndigheter och därmed resurstillgången. För det andra så påverkas tidsprofilen av produktionen så att produktionen i dag minskas medan den eventuellt blir större i framtiden (relativt den obeskattade resursen). Royaltyn får alltså snedvridande effekter i likhet med beskattning av arbetskraft, kapital och varor. Om det emellertid finns önskemål att från någon annan synpunkt förlänga livslängden av en fyndighet (t ex sysselsättningsskäl, regionalpolitiska skäl, intertemporala fördelningsskäl) kan en produktionsbeskattning fungera om det är den övre streckade kurvan som svarar mot verkligheten. Detta är fallet om explorationskostnaderna stiger snabbt med tillskotten av nya fyndigheter, dvs om det blir kraftigt dyrare att finna nya fyndigheter. I detta fall blir effekten från en produktionsskatt på den totala tillgången liten och effekten av skatten blir främst den att produktionen skjuts upp.

Beskattning av nettovinst

Effekten av en skatt på ett företags nettovinst blir självfallet beroende på definitionen av nettovinst. Vi antar här att kostnaderna för sökande av nya fyndigheter är avdragsgilla. Skatten kommer i det här fallet vara en ren skatt på resursens ränta och kommer inte att påverka vare sig företagets utvinningsplaner eller planer för explorering av nya fyndigheter, under förutsättning att företaget har tillräckligt med andra skattskyldigheter mot vilka exploreringskostnaderna kan kvittas eller att företaget automatiskt får en skattekredit om intäkterna under vissa tidsperioder inte täcker exploreringskostnaderna. En beskattning av denna typ får alltså inga reala effekter annat än en klumpsummetransferering från resursägaren till staten.

I vissa länder tillåts särskilda deprecieringsavdrag (USA och Canada t ex) för den minskning av resurstillgången som ett års produktion ger upphov till. Dessa avdrag kan utformas på olika sätt men för åtminstone USA och Canada är de utformade så att den årliga produktionen ökar, exploreringsaktiviteterna ökar och fyndighetens livslängd ökar.

Koncessionsavgifter

En koncessionsavgift är en fast avgift företaget måste betala i varje tidsperiod det är verksamt. Eftersom företaget inte kan påverka avgiftens storlek annat än genom att lägga ner verksamheten skulle man förmoda att avgiften får liten effekt på den faktiska realekonomiska utvecklingen. Detta är emellertid inte nödvändigtvis sant.

Anledning till detta är helt enkelt att avgörandet huruvida fortsatt verksamhet är lönsam eller inte blir nu beroende på om det förväntade nuvärdet av nettointäkterna före avgiften är större än nuvärdet av den framtida avgiften. I slutet av den planerade verksamhetsperioden är i allmänhet de förväntade nettointäkterna små varför det skulle löna sig för företaget att öka produktionsvolymen i de tidigare åren och därigenom förkorta verksamhets perioden. Detta förstärks av att avgiften kommer att reducera exploreringsaktiviteterna och därigenom den totala tillgången på resursen.

Fastighetsskatt

En fastighetsskatt kan utformas på flera sätt, men det mest naturliga torde vara en skatt direkt på återstående reserver av resursen. Än en gång kommer skatten att få realekonomiska effekter. Eftersom skatten i varje år faller med storleken av resursreserven lönar det sig för företaget att öka produktionen de tidigare åren och därmed förkorta verksamhetstiden. Detta förstärks av att lönsamheten av sökandet efter nya fyndigheter minskar med en fastighetsskatt.

Summering av beskattning av icke förnybara resurser

Vi har ovan sett hur olika skattesystem verkar snedvridande på resursutnyttjandet med undantag för en renodlad beskattning av nettovinsten med avdrag för exploreringskostnader. Om målet är att reducera excess burden totalt i ekonomin bör alltså beskattning av företag som producerar icke förnybara resurser ha som skattebas nettovinsten med avdrag för exploreringskostnader samt möjligheter till skattekredit för små företag som saknar beskattningsbara inkomster mot vilka exploreringskostnaderna kan kvittas. Huruvida en sådan skattekredit är tekniskt och praktiskt möjlig undandrar sig mitt

bedömande. Om ränteinkomster är beskattade bör dessutom skattebasen justeras för minskningen av återstående reserver[6]

Det är möjligt att konstruerar mer eller mindre komplicerade system som kan åstadkomma motsvarande neutralitet. Dessa är dock sannolikt inte praktiskt användbara.

Om målet i stället är att påverka tidsprofilen av resursutnyttjandet kan olika andra skattesystem komma i fråga[7]. En royalty kan om den utformas korrekt och om exploreringsaktiviteter är förknippade med höga kostnader bidra till att förlänga resursens livslängd t.ex. Först när målet med skattepolitiken är fastlagt är det möjligt att genomföra en djupare analys av hur beskattningen av icke förnybara resurser bör utformas.

7.5 Förnybara resurser

Förnybara resurser omfattar främst biologiskt liv - fisk, timmer, jaktbart byte, jordbruksprodukter, men också vissa icke biologiska resurser. Den främsta här är vatten. Gemensamt för dessa är att uttag av resursen i en viss tidsperiod kan kompenseras till nästa period genom biologisk tillväxt eller genom vädret eller genom någon annan process. Gemensamt för dem är också att om uttaget blir för stort kan självförnyandet omöjliggöras. Det enklaste exemplet är självfallet utrotning av en viss art genom överuttag, men andra mindre enkla exempel finns också. Med den här definitionen på förnybara resurser innefattas också atmosfären, grundvattnet, sjöar och floder och havet. Även tystnaden är en förnybar resurs. Det är alltså en mycket omfattande kategori av resurser som spänner ett mycket vitt fält. En relevant fråga är varför man bör behandla så olika resurser under en och samma rubrik? Anledningen är att de ur ekonomisk analytisk synpunkt är mycket likartade. De olika resurserna kan i princip behandlas med samma "typ av ekvationer", när man formellt vill modellera deras utnyttjande. Dessa resurser brukar benämnas "miljöresurser" i den ekonomiska litteraturen då de alla svarar mot vad vi traditionellt uppfattar som miljö.[8]

6 Se Dasgupta, Heal och Stiglitz (1980)

7 Se Dasgupta, Heal och Stiglitz (1989)

8 Dasgupta (1982) ger en systematisk ekonomisk analys av ett stort antal "miljöresurser", inklusive beskattning som instrument för effektiv hushållning.

Även om de stora skillnaderna ur fysisk biologisk synpunkt mellan olika miljöresurserna medger en och samma analytiska apparat så finns det en annan egenskap som är mycket väsentlig för hur de skall behandlas ekonomiskt. Detta gäller hur de ägs! Många av dessa förnybara resurser saknar väl definierade äganderätter medan andra har ofullständigt definierade äganderätter. Ett fåtal har privata äganderätter medan andra har offentligt ägande. För att förstå hur beskattning av miljöresurser skulle kunna fungera är det nödvändigt att förstå betydelsen av olika slags äganderätter.

Äganderätter

Äganderättsregimer har två komponenter: *äganderätter*, vilka utgörs av en korg av rättigheter som definierar vad ägarens har för skyldigheter och rättigheter vid användningen av någon speciellt resurs, och *regler för ägande*, vilka reglerar hur rättigheter och skyldigheter kan och skall utövas. I följande tabell sammanfattas de för vårt syfte viktigaste äganderättsregimerna.

Typer av äganderättsregimer med ägarnas rättigheter och skyldigheter

Typ av regim	Ägare	Ägarens rättigheter	Ägarens skyldigheter
Privat ägande	Individ	socialt accepterbart kontroll av användning	undvikande av socialt icke acceptabel bar användning
Samfällighet	Kollektiv	uteslutning av icke-ägare	begränsning av användning
Statlig egendom	Medborgare	medborgar-bestämda regler	medborgar-bestämda regler
Öppen access	Ingen		Inga

Privat ägande

Om en individ har privat ägande till en resurs och i hans rättigheter ingår att själv få avgöra hur mycket av resursen som skall produceras kommer han som regel att utnyttja resursen på det sätt som är bäst för

honom. Detta behöver inte betyda att detta sätt är det bästa för andra individer i samhället, eftersom utnyttjandet av resursen kan ha effekter som inte begränsar sig till ägaren. Vi bortser från denna typ av *externa effekter* i det följande.

Eftersom det privata intresset sammanfaller med enskilda intresset finns ingen anledning att på något sätt korrigera individernas beteende vid privat ägande. Den privata ägaren erhåller den totala räntan som resursen genererar, precist som i fallet med icke förnybara resurser. I allmänhet ingår denna i den beskattningsbara inkomsten. Exempelvis, utgör räntan på biologiska tillgångar inom jordbruket del i jordbrukarens inkomst.

Det finns emellertid också exempel på fall när så icke är fallet. Ett fall är räntan av innehav av en fallrättighet.

Beskattning av räntan från fallrättigheter

Ett vattenkraftverk utnyttjar den potential som uppstår när det existerar en vattenmassa som är högre belägen en lämpligt belägen sänka. Denna potential är given av naturen och de intäkter som den kan ge upphov till är en ränta. I allmänhet är rätten att utnyttja en existerande vattenkrafts potential privat, varför räntan helt (bortsett från den del som beskattas) tillfaller ägaren. I själva verket genererar vattenkraft två slags räntor - en ren ränta och en kvasiränta. Det finns i allmänhet många anledningar att beskatta energiproduktion och energianvändning. Den viktigaste torde vara behovet att styra energiproduktionen i sådana former att miljöpåverkan kontrolleras, dvs genom att de negativa externaliteterna internaliseras. Denna styrfunktion kommer i detta avsnitt helt att lämnas därhän. I stället kommer intresset att koncentreras på beskattning av räntan och kvasiräntan från vattenkraft.

Den rena räntan utgör räntan på en fallrättighet. Denna är bestämd av (det annualiserade nuvärdet av) intäkterna från försäljning av elektricitet minskat med de årliga totala kostnaderna för elektricitetsproduktionen. Givet att räntan är positiv kommer beskattning av denna (så länge beskattningen inte uppgår till 100 procent) inte leda till några snedvridningar i resursanvändningen. Ägaren kommer nämligen att erhålla ersättning för alla sina kostnader och därtill en större eller mindre vinst, och han kan inte påverka denna vinst (annat än negativt) genom minskning av produktionen, genom ändrad investeringsstruktur etc.

Problemet med denna beskattning är självfallet beräkningar av räntan. Räntan beror, som vi sett, på de förväntade framtida intäkterna och kostnaderna (samt självfallet diskonteringsräntan). Att uppskatta dessa är långtifrån trivialt. I och för sig uppstår samma problem i mängder av andra situationer, t.ex. vid beskattning (av kvasiräntan) av fastigheter. För fastigheter och andra liknande tillgångar bestäms kvasiräntan av nuvärdet av de framtida nettointäkterna och samma problem uppstår alltså vid fastighetsbeskattning. Skillnaden mellan beskattning av fastigheter och fallrättigheter är emellertid betydande då fastigheter köps och säljs i en omfattning som knappast gäller fallrättigheter. Marknadspriserna på fastigheter utgör i allmänhet en god prediktor för nuvärdet av de framtida nettointäkterna. Eftersom transaktioner i fallrättigheter sker utomordentligt sällan kommer marknadspriser knappast att kunna användas för taxering av fallrättigheternas värde. Det finns därför anledning att vara tveksam till en "korrekt" värdering av fallrättigheterna. Men när detta är sagt bör det också sägas att även om korrekt värdering av fallrätigheter är omöjlig så kan en beskattning av fallrättigheter vara bättre än annan beskattning av vattenkraften. Även vid en felaktig taxering av värdet av avkastningen från fallrättigheter kommer en beskattning av denna inte medföra stora snedvridningar i resursallokeringen. Omöjligheten av en korrekt värdering är alltså inte i sig ett argument mot en övergång till beskattning av fallrättigheterna.

Eftersom ett utbyggt vattenkraftverk har små rörliga kostnader och huvudsakligen fasta kostnader kommer nuvärdet av framtida intäkter och framtida rörliga kostnader, dvs kvasiräntan, vara sådan att ägaren har tämligen små möjligheter att påverka beskattning av denna. Beskattning av kvasiräntan i vattenkraftverk bör därför ha små effekter på driften av dessa, dvs excess burden är liten. Det måste emellertid framhållas att beskattning av kvasiräntan kommer att påverka lönsamheten av framtida utbyggnader och därför påverka den framtida strukturen. Om, emellertid, denna är given genom politiska beslut (spara de fyra orörda älvarna, etc) finns det i praktiken ingen möjlighet att anpassa sig till beskattning av kvasiräntan. I detta fall kommer alltså excess burden vara noll eller mycket liten. Det kan därför vara något enklare att beskatta bruttointäkter minus rörliga kostnader än att beskatta räntan från en fallrättighet.

Eftersom marknaden för elektricitet avregleras kommer vinsten i företag som äger vattenkraft att i högre grad beskattas (anledningen till att detta förekommit i lägre utsträckning tidigare har varit prisregleringar som knutit priset till styckkostnad och inte till gränskostnad). En sådan vinstbeskattning har dock väsentliga

problem. Det väsentligaste torde vara att den svenska kapitalbeskattningen är nominell och inte real. En investering i vatten-kraft gjord för mer än ett sekel tidigare och som inte kan uppräknas med inflationen kommer att bli betydligt undervärderad medan en nyligen gjord investering kommer att ha en betydligt högre avdragsgill investeringskostnad. Vinstbeskattning leder alltså till en snedvridning i förmån av nya investeringar. Det kan därför finnas all anledning att fundera på en övergång till beskattning av ränta eller kvasiränta som inte lika direkt påverkas av inflationen.

Eftersom beskattning av fallrättigheter utreds i särskild ordning finns det ingen anledning här att gå närmare in på de praktiska frågorna rörande denna typ av beskattning.

Beskattning av skog

Skog liksom fallrättigheter är förnybara naturresurser som i allmänhet har privata äganderätter. Skogen ger upphov till räntor på precis samma sätt som vattenfall. Räntan är definierad som nuvärdet av förväntade framtida intäkter från försäljning av timmer minskat med kostnaderna för produktionen av timmer. Inom den skogsekonomiska litteraturen kallas detta skognettot. Skogsnettot är alltså värdet av marken utan skog. Beskattning av denna ränta leder inte till någon effekt på markägarens beslut hur marken skall brukas (givet förstås att värderingen av marken skett med "förstånd"). Det är alltså i princip möjligt att beskatta skogsinnehav utan att några snedvridningar uppträder. Eftersom detta studeras i separat utredning kommer vi inte fortsättningsvis diskutera denna möjlighet.

Skog har liksom andra naturresurser flera olika användningar. I föregående paragraf förekom endast en användning av skogen - timmerproduktion. Andra användningar av skogen är rekreation, plockning av blommor, svamp etc, jakt, hydrologisk kontroll, kontroll av mikroklimatet, bevarande av genetisk information etc. Alla dessa andra användningar är viktiga och bör påverka skattesystemets utformning. Det har visats att för vissa regioner i Colombia så är den ekonomiska betydelsen av hydrologisk kontroll större än värdet av timmerproduktionen. Även i Sverige torde värdet av skogens roll i kontroll av vattenströmmar och därmed minskad risk för översvämmningsskador och erosion vara betydande om dock mindre än värdet av timmer produktionen. Skattesystemet bör alltså reflektera dessa. Hur detta skulle kunna åstadkommas är dock en mycket svår fråga. Eftersom markägaren i huvudsak endast kan tillgodogöra sig

intäkterna från timmerproduktionen och inte intäkterna från skogens övriga produktion är det här fråga om externa effekter från skogshushållningen på övrigt samhälle. I princip bör markägaren beskattas för de åtgärder som ökar de negativa externa effekterna, dvs ökar risken för översvämning, minskar skogens betydelse för rekreation etc och subventioneras för de åtgärder som har motsatta effekter. Eftersom kännedomen om de externa effekternas storlek och värde är mycket bristfällig och det dessutom är svårt att relatera de externa effekterna till olika skötselprogram är det svårt att konkret konstruera ett skattesystem som ger de önskade incitamenten.

Allmänheten har fritt tillträde till skogar i Sverige enligt allemansrätten. Utövandet av denna rätt kan, om den blir omfattande, leda till skador på naturen samt till trängsel. Dessa effekter utgör andra exempel på externa effekter som i princip skulle kunna hanteras med beskattning. Det är emellertid inte à priori säkert att beskattning är det bästa (och helt säkert inte det enklaste) instrumentet att hantera dessa frågor.

Öppen access

Vi övergår nu till att diskutera förnybara resurser som kan karaktäriseras med ägandeformen "öppen access". Med detta avses att var och en har möjlighet att utnyttja resursen efter eget gottfinnande. Allemansrätten, omnämnd i föregående avsnitt, utgör ett exempel på detta. Var och en har fritt tillträde till skog, oavsett markägarens önskningar, och kan fritt utöva vissa rätter som att vandra, plocka (icke fridlysta) blommor etc.

I och med att alla har fritt tillträde till en resurs uppstår oftast allvarliga resursallokeringsproblem. Eftersom en individ inte behöver ta hänsyn till effekten på andra individer av sitt agerande kommer resursen att överutnyttjas. Detta har beskrivits av Garrett Hardin i parabeln om herdarna som i egen intresset ökar de egna hjordarna för bete på samfälligheter. Eftersom var och en kan vinna på att öka sin egen hjord, men också eftersom ökningen av var och ens hjord minskar den tillgängliga födan för varje djur kommer resultatet bli förödande för kollektivet. Hardins exempel är ett exempel på konflikt mellan individuell rationalitet och kollektiv rationalitet. Denna konflikt uppstår så fort som äganderätter är opreciserade eller dåligt definierade.

Det råder ingen tvekan om att den huvudsakliga förklaringen bakom miljöförstöring hänger samman med fri access ägande-

rättsregimer. Det globala klimatet hotas av utsläpp av växthusgaser och då främst koldioxid från samtliga länder på jordklotet. Varje land har f n fullständig frihet att släppa ut så mycket koldioxid det önskar, dvs atmosfären är en fri access resurs. Även om varje land inser att det vore bra om man kunde åstadkomma en reduktion av den totala mängden koldioxid i atmosfären så är det fortfarande lönsamt för varje individuellt land att öka sina utsläpp (eller åtminstone inte minska sina utsläpp). Här igen är en konflikt mellan den globala kollektiva rationaliteten och den individuella, nationella rationaliteten som uppstått genom frånvaron av en global regering med befogenheter att införa äganderätter till klimatet eller vad som i praktiken är ekvivalent, möjligheter att kontrollera de globala utsläppen. För att lösa de globala problemen med klimatpåverkan måste en majoritet av jordens länder ingå frivilliga överenskommelser om nedskärning av utsläpp av växthusgaser. Eftersom varje land tjänar på att stå utanför en överenskommelse, oavsett hur många andra länder som önskar komma överens, är det i allmänhet en dominerande strategi att stå utanför dylika överenskommelser. Incitamentsstrukturen vad gäller klimatöverenskommelser är alltså kraftigt pervers. Tyvärr finns det inte mycket att göra för att förändra struktur, annat än att bädda in klimatfrågan i ett paket av större globala frågor, vilket som helhet kan ha en bättre incitamentsstruktur.

Problem med för höga utsläpp till luft och vatten är självfallet andra exempel på problemen med fri access. En enskild företagare har inga incitament (i en oreglerad ekonomi) att ta hänsyn till de skador han åstadkommer för andra genom utsläppen och kommer därför enbart att beakta konsekvenserna för det egna företaget.

Det finns många sätt att komma till rätta med dessa nationella miljöproblem. Staten kan genom miljölagstiftning söka tvinga företagen att minska sin miljöpåverkan eller, som är fallet exempelvis med svavel och kväveutsläpp, beskatta miljöpåverkan. Eftersom denna typ av beskattning behandlas i andra sammanhang av skatteväxlingskommittèn kommer här inte någon djupare analys att ges. Det bör räcka med att konstatera tre väsentliga fördelar med ett skattesystem:

- minskningen av utsläppen kan erhållas till lägsta samhällsekonomisk kostnad (statisk effektivitet)
- kraftigare incitament för teknisk utveckling än vad som är möjligt med regleringar
- beskattning av miljöpåverkan ger skatteintäkter som kan användas för att sänka andra snedvridande skatter.

Direkt miljöpåverkan är emellertid inte det enda fallet med fri access regim för förnybara resurser. I stora delar av världen är betet en fri access resurs, och överbetning med åtföljande ekonomiska och sociala problem är vanliga. I Sverige utgör både det kommersiella fisket och sportfisket exempel på fri access resurser.

Fiske

Betrakta ett vattenområde där alla fritt kan utöva fiske (det har i det här sammanhanget ingen betydelse om detta är kommersiellt eller sportfiske). Vattenområdet innehåller fiskpopulationer som årligen genomgår reproduktion. Om fisket begränsas till den årliga tillväxten är fisket uthålligt, dvs fisket kan i princip fortsätta långt in i framtiden. Om endast en person kan fiska i området kommer denna att ta hänsyn till värdet av fisket i dag och värdet i framtiden och utöva sitt fiske så att han får det största möjliga utbytet av fisket. Problem med överfiske uppstår alltså inte (om inte individen har en mycket hög diskonteringsränta). Om alla har rätt till fiske i området kommer var och en att utforma sin egen strategi, givet deras förväntningar om hur de övriga fiskarna kommer att bete sig. Var och en kommer i denna situation finna det lönsamt att fiska så mycket som möjligt nu eftersom risken finns att konkurrenterna kommer att göra detta och detta skulle medföra att fisket i morgon blir uselt. Resultatet blir alltså ett överfiske och utarmning av det framtida fisket. Resultatet är helt beroende av äganderättsformen. Det är lätt att finna exempel på sådant överfiske, även i vår omedelbara omgivning. Vad som krävs att samhället, om möjligt, försöker reglera fisket. Detta kan ske på olika sätt. Ett är genom kvotering. Varje företag får hemföra endast en viss kvantitet av fisk. Givet att kvoteringen kontrolleras och fiskarna följer de givna reglerna, har samhället skapat en begränsning av det tillåtna fisket som (förhoppningsvis) svarar mot den biologiska knappheten. Men en sådan begränsning skapar omedelbart en ränta, dvs en avkastning som uppkommer tillföljd av den reglerade knapphet som samhället infört. Räntan tillfaller i det här fallet de fiskare som har kvoter för fiske i området. Så länge räntan är positiv har fiskarna incitament att fiska, men om räntan blir negativ upphör fisket.

Det finns inga à priori argument för att räntan för den knapphet som samhället reglerats fram skall tillfalla de som erhåller fiske kvoter. I vissa fall kan eventuellt inkomstfördelningsargument användas för att motivera att fiskarna skall få behålla den så skapade räntan.

Men det är svårt att motivera att de som kvoterats bort inte skulle få del i räntan. Det finns därför anledning för samhället att pröva huruvida den skapade räntan bör dras in till staten. Detta kan ske på olika men liknande sätt. Ett sätt är att beskatta räntan, dvs skillnaden mellan värdet av fiskförsäljning och samtliga kostnader inklusive normal avkastning på kapital. Ett annat sätt är utauktionera kvoterna och låta dessa vara överförbara. Marknadspriserna på kvoterna kommer att exakt svara mot räntan. Genom utauktionering av kvoterna kommer hela räntan att tillfalla staten.

Bägge systemen kommer att ge samma realekonomiska effekter (givet att korrekt taxering av de enskilda fiskarnas intäkter och kostnader är möjlig och att de förväntningar som ligger bakom marknadspriserna på kvoter föverkligas).

8 Verkningar av skogsbeskattning på virkesutbud och välfärd[1]

av

Professor Karl-Gustaf Löfgren
Institutionen för nationalekonomi
Umeå Universitet

[1] Författaren tackar Magnus Wikström vid nationalekonomiska institutionen, Umeå universitet för värdefulla synpunkter.

8.1 Introduktion och definitioner

På ett principiellt plan kan man säga att skogsbruket har beskattats med hjälp av fyra olika typer av skatter. Den första typen är *kapitalinkomstskatt (site-tax)* som utgår på skogsmarkens potentiella virkesproducerande förmåga. Den betalas årligen och storleken på skattebetalningen är baserad på skogsmarkens bonitet. Skatten utgår således oberoende av huruvida skogägaren avverkar eller inte, och den fungerar alltså som en klumpsummeskatt.

Den andra typen är *avkastningsskatt (yield-tax),* och den utgår på värdet av det timmer som avverkas. Vanligtvis är det nettoinkomsten från skogsbruket som beskattas, och skatten kan därför jämställas med en vinstskatt.

Den tredje typen av skatter är *mervärdesskatt (ad valorem-tax)* som utgår på marknadsvärdet av skogsinnehavet, inklusive den stående skogen.

Nedan kommer jag att också kortfattat diskutera verkningarna av två typer av *kapitalvinstskatter (capital gains taxes).* Dessa utgår på skogens värdestegring.

Verkningarna på virkesutbud och välfärd av alla fyra skatterna har studerats relativt flitigt i den vetenskapliga litteraturen. För en nyutkommen översikt hänvisas läsaren till Ollikainen (1996).

Ett sätt att klassificera verkningarna av skatter på virkesutbudet är att tala om *neutrala -,icke neutrala -* och *störande* skatter. En skatt är *neutral* om dess införande inte har någon effekt på skogsägarens avverkningsbeslut. I tekniska termer innebär detta att skatten varken ger substitutions- eller inkomsteffekter. En substitutionseffekt av en skatt är vid handen om den ändrar avverkningsbeteendet, även om staten skulle kompensera den som direkt bär skatten så att hans välbefinnande är lika stort efter som före skattens införande. Skatten har en inkomsteffekt om en exogen inkomstökning (minskning) ändrar avverkningsbeteendet.

En skatt är *icke neutral* om den har en inkomsteffekt men ingen substitutionseffekt. Slutligen, skatten är *störande* om den har en substitutionseffekt.

Skatter på skog har en viktigt tidsdimension. En neutral skatt påverkar således inte virkesutbudet, varken idag eller i någon gång i framtiden. Däremot kan en störande skatt lämna virkesutbudet opåverkat i många år, därför att det med eller utan skatt är olönsamt att avverka under just dessa år. För att klassificeras som störande räcker det att den ändrar någon framtida avverkningstidpunkt.

Observera att när vi talar om skatters effekter på avverkningsbeteendet så jämför vi med en situation där ingen skatt utgår. När en icke

neutral (eller störande) skatt ersätts med en neutral skatt förändras skogsägarens avverkningsbeslut på samma sätt som om den icke neutrala skatten tagits bort helt.

Eftersom välfärdseffekterna av skatter som direkt drabbar skogsbruket inte bara beror på om de lämnar avverkningsbeteendet oförändrat vid givna priser (partiell jämvikt), kan neutrala skatter, i ovan angivna mening, vara störande i ett större perspektiv där verkningar på alla delar av ekonomin inkluderas- i ett allmän jämviktsperspektiv. Orsaken är att de förändrar prisrelationer mellan "skogsprodukter" och andra konsumtionsvaror, vilket kan leda till substitutionseffekter i konsumtionen av varor i den senare kategorin. Skatter som ger substitutionseffekter för något ekonomiskt subjekt sägs ha en *excess burden.* Det innebär konkret att de som drabbas av skatten är villiga att betala mer än skatten ger staten i skatteintäkter för att slippa skatten.

Hur skatter verkar beror naturligtvis på den eller de ekonomiska principer som styr skogsägarnas avverkningsbeslut. I den neoklassiska ekonomiska teorin antas företag vara vinstmaximerare och konsumenter är nyttomaximerare. Under förutsättning att kapitalmarknaden funger perfekt, dvs man kan mot säkerhet i skogsinnehavet låna och spara till samma ränta,kan man visa att en skogsskötselpolitik som innebär att skogsägaren maximerar nuvärdet av vinsten från skogsinnehavet är konsistent med antagandena inom neoklassisk ekonomisk teori. Det är naturligtvis än mer viktigt att avverkningsbesluten i verkligheten inte strider mot de resultat som kan härledas ur teorin. Ett av de mest specifika resultaten som följer ur nuvärdesmaximering är att utbudet av rundved är växande i priset på rundved. Empiriska studier på aggregerade svenska data tyder på att detta är fallet.[2]

Det finns emellertid anledning att varna för att översätta ekonomiska subjekts reaktioner på ändringar av priser till vad som skulle hända om skattepolitiken ändras. Om man inför en proportionell vinstskatt på de årliga nettointäkterna från skogsbruket beror verkningarna på avverkningsbeteendet bl a på hur länge skogsägarna tror att skatten skall finnas kvar. Tror man att skatten tas bort inom en nära framtid är det lönsamt att uppskjuta planerade avverkningar. Det har man "inte råd med" om man tror att skatten blir kvar för all framtid.

Skogsägaren kan naturligtvis inte med säkerhet känna till framtida virkespriser, vilket är vad som förutsätts i traditionell neoklassisk

[2] Se t ex Brännlund. Johansson och Löfgren (1983) och Brännlund (1988).

ekonomisk teori. Det finns därför anledning att fråga sig hur reaktionerna på olika typer av skogsbeskattning ändras under osäkerhet om framtida virkespriser.

Den fortsatta framställning är upplagd på följande sätt. Vi inleder med att belysa verkningarna av skogsbeskattning under säkerhet och fortsätter därefter med motsvarande analys när framtida priser är osäkra. Uppsatsen avslutas med en sammanfattande bedömning av olika skatters för och nackdelar.

8.2 Verkningar av skogsbeskattning under säkerhet.

Det sätt på vilket avverkningsbeteende under nuvärdesmaximering ändras av skatter beror på hur de relativpriser som är relevanta för skogsägaren ändras av att skatten införs. De priser som är betydelsefulla i sammanhanget är nettopriserna efter skatt. Om skatten innebär att nettopriserna idag faller relativt nettopriserna i framtiden, blir avverkningen i morgon relativt sett lönsammare, och virkesutbudet minskar idag och ökar i morgon. Omvänt så betyder högre priser idag relativt nettopriserna i framtiden att avverkningarnas omfattning förändras i samma riktning. Slutligen, om alla relativpriser, idag och i framtiden, förblir oförändrade efter det att skatten införts, kommer avverkningsmönstret att bli oförändrat.

De resultat som vi återger nedan bygger, när inget annat sägs, på en partiell jämviktsanalys, genom att vi antar att skatterna inte påverkar nivån på marknadspriserna, varken nu eller i framtiden, utan bara har effekter på nettot efter skatt. Det betyder att skatten övervältras på skogsägaren. Notera också att avverkningsbeteendet kan ändras av att skogsbeskattningen snedvrider nettopriserna inom en period. Säg t ex att endast bruttointäkterna beskattas. Det innebär att intäktsidan försvagas relativt kostnadssidan, och i den mån samma lönsamhetsförsämring inte är vid handen i andra perioder lönar det sig att förskjuta avverkningar till andra tidpunkter än den aktuella perioden.

Kapitalinkomstskatten-The site-tax

Skatten utgår som en (växande) funktion av markinnehavets produktionsförmåga, och måste därför betalas oberoende av markägarens skogsskötsel. Den får därför inga reala konsekvenser i form av ett ändrat avverkningsmönster över tiden; skatten är därmed *neutral.* Den saknar också i princip snedvidande allmänjämviktseffekter, därför att

den inte ger upphov till substitutionseffekter utanför skogsbruket, och har därför heller ingen *excess burden.*

Klumpsummeskatter av denna typ anses normalt inte praktiskt implementerbara på grund av att det i regel föreligger asymmetrisk information till statens nackdel. För att förstå varför kan det vara instruktivt att ta exemplet omfördelande inkomstbeskattning. Det klassiska argumentet för progressiv beskattning går tillbaka till slutet av 1800-talet och Francis Y Edgeworth som med en utilitaristisk utgångspunkt, dvs han ville maximera en ovägd summa av alla individers nyttor, och ett antagande om att alla individer har samma nyttofunktion, kom fram till en skatteskala med 100-procentiga marginalskatter. Skälet är följande: för att samhällsnyttan skall vara maximal måste marginalnyttan av slutlig konsumtion vara densamma för alla individer (vi antar att marginalnyttan faller med ytterligare inkomst), och eftersom de har samma nyttofunktion måste de erhålla samma nettoinkomster. Nettoinkomsterna utjämnas genom omfördelade klumpsummeskatter från rik till fattig.

Resonemanget innehåller en implicit förutsättning om att den inkomstskapande processen är oberoende av den inkomstomfördelande. Om individer har olika produktivitet skulle staten, för att ha mer varor att fördela, vilja att de mest produktiva individerna arbetar mest, samtidigt som de betalar högre skatt än de mindre effektiva för att man skall få en utjämning av marginalnyttan av den sist intjänade kronan. Normalt innebär detta att de mest effektiva personerna i statens *first-best* lösning har incitament att framstå som mindre effektiva än de faktiskt är. Den inkomstomfördelande processen är beroende av den inkomstskapande. Staten kan därmed inte implementera denna lösning, vilket effektivast skulle ha skett via klumpsummeskatter, därför att individens typ är en icke observerbar storhet. (Se också appendix 1) Det bästa staten kan göra är, litet oprecist uttryckt, att utforma skattesystemet så att samhällsnyttan maximeras under restriktionen att samtliga individer har incitament att tala sanning om sin produktionsförmåga. En skatteskala som härleds under sådana restriktioner har en betydligt lägre progressivitet än den Edgeworthska. Den kan ha regressiva segment, och under vissa omständigheter blir marginalskatten för den mest effektiva individen noll.

Det ovan antydda problemet med asymmetrisk information föreligger inte om markens produktionsförmåga beskattas med en klumpsummeskatt. Den svenska skogsmarken produktionsförmåga är väl kartlagd av Riksskogstaxeringen, och var och en som har försökt att tala om för taxeringsmyndigheterna att den egna skogsmarken är

impediment, när den i verkligheten har bonitet G 18 (gran blir 18 meter hög på 100 år), vet att möjligheterna att lyckas är obefintliga.

Med andra ord, möjligheterna att beskatta avkastningen från skogsbruket med den enda typen av skatter som inte ger någon *excess burden* är mycket goda. Huvudavsikten är i så fall inte att utjämna skogsinkomsterna för olika typer av skogsägare. Iden är att via skatteväxling, från störande till en icke störande skatt, uppnå en given skatteintäkt till en lägre samhällsekonomisk kostnad än tidigare. Klumpsummeskatten bör utgå per hektar, och skattebeloppet per hektar kan, i enlighet med skatteförmågeprincipen, vara en växande funktion av markens produktionsförmåga, utan att detta ger skogsägaren några incitament att sköta skogen sämre än tidigare.

Avkastningsskatten-The yield-tax

En avkastningsskatt (vinstskatt) kan utformas på olika sätt. Den kan t ex utgå som en andel av brutto- eller nettoinkomsten från skogbruk, och den kan också utgå som en styckskatt per avverkad enhet. Det normala är att man tänker sig att skatten utgår som en andel (säg 30 procent) av nettoinkomsterna från skogsbruket nu och i all framtid. En sådan skatt är *neutral* i en partiell jämviktsanalys som lämnar priserna före skatt oförändrade. Skälet är, helt enkelt, att den inte förändrar några skogsägarrelevanta relativpriser, varken idag eller i framtiden. Den proportionella skatten överför 30% av nuvärdet av alla framtida intäkter före skatt från skogägaren till staten, utan att skogsägaren finner det lönsamt att ändra sina avverkningsplaner före skatt.

Resonemanget förutsätter emellertid att skogägaren tror att skatten kommer att bibehållas på samma nivå i all framtid. Tror man på en sänkning i en nära framtid kan den verka mycket återhållande på avverkningarna idag.

En vinstskatt av denna typ är i princip *störande* i ett allmänt jämviktsperspektiv, dvs den har en *excess burden.* Den förändrar relativpriserna mellan priserna i skogsektorn och andra sektorer och ger därmed potentiellt upphov till substitutionseffekter.

Mervärdesskatten- The Ad valorem-tax

Den mest renodlade formen av mervärdesskatt utgår årligen som en andel av markvärdet, vilket i teorin är lika med nuvärdet av alla

framtida nettointäkter. Om man vill att nuvärdet av alla framtida betalningar av mervärdesskatten tillsammans skall uppgå till en given andel, β, av det totala markvärdet, kan man visa att den i princip verkar som en proportionell årlig skatt på nettovinsten som utgår med andelen β av nettovinsten. Allt som har sagts om avkastningsskatten gäller därför också mervärdesskatten. Den är således *neutral,* men den har en *excess burden*, dvs den är *störande* i ett allmän jämviktsperspektiv.

Kapitalvinstskatter-Capital gains taxes.

Dessa kan vara av två typer. Enligt den ena beskattas kapitalvinsterna först när de realiseras. Det innebär att man vid avverkningstidpunkten betalar skatt på skillnaden mellan värdet på den avverkade skogen, och de kostnader som uppkom när skogen en gång planterades; dvs på värdeökningen utöver investeringskostnaden. Därför är verkningarna av denna form av kapitalvinstbeskattning desamma som av en proportionell kapitalinkomstskatt (vinstskatt). Den är *neutral* men *störande* i ett allmän jämviktsperspektiv.

Den andra formen av kapitalvinstbeskattning innebär att kapitalvinsterna beskattas i takt med att de uppstår. Ökningen i värdet av skogsbeståndet från ett år till ett annat beskattas med en proportionell skatt, alldeles oberoende av om något avverkas eller inte.

Genom att utnyttja att arbitragefrihet kräver att värdet av skogbeståndet vid varje tidpunkt måste vara lika med det diskonterade värdet av avkastningen efter skatt ett år senare, kan man visa att den relevanta diskonteringsräntan för utvecklingen av värdestegringen av skogsbeståndet över tiden förstoras av skatten. Därmed kommer skogens omloppstid att förkortas i jämförelse med omloppstiden före skatt. Skatten är således *icke neutral* och *störande.* Den kräver precis information om löpande marknadsvärden och förefaller därför att vara närmast omöjlig att implementera i praktiken.

8.3 Skogsbeskattning under osäkerhet

En analys av skogsbeskattning under osäkerhet är naturligtvis angelägen, bl a därför att de långa omloppstiderna omöjliggör säkra bedömningar av de ekonomiska förhållandena i en omgivning av den framtida avverkningstidpunkten. De analyser som genomförts har behandlat såväl en miljö där de framtida priserna är osäkra som en där

den framtida diskonteringsräntan är osäker.[3]

Analysen underlättas om man kollapsar tidsperioden till ett tvåperioders problem, där markägaren skall bestämma avverkningarna idag och i framtiden. Det är också nödvändigt att anta något om skogsägarnas attityder till risk. Normalt antar man att hon är riskavert, vilket innebär att vederbörande föredrar ett säkert utfall som är lika med ett genomsnitt av två osäkra utfall, framför det förväntade värdet av de två osäkra utfallen. Vidare brukar man införa tilläggsantagandet att riskaversionen avtar med stigande inkomster. Litet oprecist innebär detta att personer med höga inkomster är mindre rädda för att ta ekonomiska risker än personer med låga inkomster.

Under dessa förutsättningar innebär osäkerhet om det framtida rotnettot att införandet av en klumpsummeskatt ökar (minskar) avverkningarna idag (i framtiden). Intuitionen är följande: Skatten minskar skogsägarens inkomster. Eftersom denne har en riksaversion som avtar med inkomstens storlek innebär de minskade inkomsterna att han blir mindre benägen att ta risker. Han väljer därför att öka sin säkra inkomst genom att öka avverkningarna idag, vilket lämnar mindre kvar att avverka i framtiden. Det är värt att observera att resonemanget visar att skatten är neutral om graden av riskaversion inte förändras med inkomsten.

En vinstskatt har liknande verkningar om den avtagande riskavversionen modifieras till att gälla procentuella förändringar av inkomsten i stället för absoluta (avtagande relativ riskaversion i stället för avtagande absolut riskaversion). Med andra ord, om den införs ökar avverkningarna idag på bekostnad av de i framtiden.

Andra typer av skatter kan ge andra verkningar. Det enda som är typiskt är att skatter i allmänhet inte är *neutrala* under osäkerhet. I förhållande till situationen före skatt ändras alltid avverkningsbeteendet.

Välfärdsbedömningen av olika typer av skatter blir av flera skäl mera oklar under osäkerhet, bl a därför att en allmän jämviktsanalys är ogenomförbar. Om man ställer problemet som ett sektorspecifikt optimalt skatteproblem blir det hanterbart. Detta innebär konkret att man bland en given uppsättning av skatter skall välja skattesatser så att skogsägarens förväntade nytta maximeras, under restriktionen att skatterna tillsammans ger en i förväg bestämd skatteintäkt. Normalt är det mycket svårt att få klara politikrekommendationer ur optimala skatteproblem, men om man låter skatterna som man kan välja mellan vara en klumpsummeskatt och en proportionell vinstskatt får man en

[3] Se t ex Ollikainen (1996) och Johansson och Löfgren (1985).

kvalitativ slutsats av visst intresse. Båda skatterna skall användas på samma gång.

Mot bakgrund av klumpsummeskattens överlägsenhet under säkerhet hade man kanske väntat sig att den skulle vara att föredra också under osäkerhet. Så är alltså inte fallet[4]. Intuitionen är att klumpsummeskatten är effektivast när det gäller att ta in skatteintäkter, medan vinstskatten tillhandahåller en slags försäkring mot risk, genom att den minskar variationen i virkespriset efter skatt.

8.4 Avslutande kommentarer

Av ovanstående genomgång framgår att i ett sektorsperspektiv, under ett antagande om perfekt förutseende om framtida relativpriser, är många olika typer av skatter *neutrala,* dvs avverkningsbeteendet är detsamma före och efter skatt. De flesta skatter förändrar relativpriser mellan skogssektorn och andra delar av ekonomin och har därför en *excess burden.*

Klumpsummeskatten utgör ett viktig undantag i detta avseende, även om man kan ifrågasätta om den blir neutral för markanvändningen som helhet. En klumpsummeskatt som baseras på markens produktionsförmåga behäftas dessutom inte med de problem som vanligtvis uppstår vid den praktiska implementeringen av skatteformen. Det föreligger ingen asymmetrisk information till statens nackdel, därför att den svenska skogsmarkens produktionsförmåga är väl kartlagd. Detta gör den inkomstskapande processen oberoende av den inkomstomfördelade och underlättar skattens implementering.

Det finns därför mycket som talar för att en förändring av den svenska skogsbeskattningen i en riktning där det nuvarande systemet ersätts med en klumpsummebeskattning, liknande den som redan tillämpas i Finland, skulle verka välfärdshöjande. Även om analysen tillförs mer realism, genom att hänsyn tas till osäkerhet om framtida virkespriser, torde denna slutsats vara relativt robust. Det finns dock teoretiska resultat som antyder att den klumpsummeskatten i så fall bör kombineras med en vinstbeskattning (avkastningsskatt).

[4] See Koskela och Ollikainen (1995).

Ur miljösynpunkt skulle man kunna hävda att det är förenat med positiva välfärdseffekter att öka volymen stående skog för att binda fritt CO_2. Neutrala skatter gör naturligtvis ingenting i den riktningen. Analyser av problemställningen i Backlund et. al (1995) visar att skogsbeståndet skall, i en värld utan störande skatter, byggas upp via en minskning av avverkningarna som åstadkomms med hjälp av en styckskatt som utgår per avverkad kubikmeter. Resultatet är knappast robust i en värld med störande skatter. En avverkningsskatt skulle också vara politiskt svårsmält i ett land som Sverige, där skogindustrin har en stark ställning. Det torde därför i praktiken vara mera realistiskt att genomföra en eventuell uppbyggnad av virkesförrådet via subventioner till anläggning av ny skog.

Till sist förtjänar det påpekas att verkningar av ovan diskuterade skatter på virkesutbud och välfärd är betingade av att kapitalmarknader fungerar tillräckligt bra för att nuvärdesmaximering skall vara ett rimligt betendeantagande. Å andra sidan, om man inte är villig att anta någon form av rationellt beteende hos skogsägare försvinner möjligheterna att uppnå precisa hypoteser om deras avverkningsbeteende.

Referenser

Backlund,K., Kriström, B., Löfgren, K.G., och Polbring E (1996) Global Warming and Dynamic Cost-Benefir Analysis under Uncertainty, *Umeå Economic Studies no 395.*

Brännlund, R., (1988) The Swedish Roundwood Market: An Econometric Analysis, rapport 88, Skogsekonomi, SLU, Umeå.

Brännlund R., Johansson, P.O., och Löfgren, K.G., (1985) An Econometric Analysis of Timber Supply in Sweden, Forest Science 31, 595-606.

Johansson, P.O., och Löfgren K.G., (1985) The Economics of Forestry and Natural Resources, London: Basil Blackwell.

Koskela, E., och Ollikainen M., (1995) Tax Incidence and Optimal Forest Taxation under Stochastic Demand, Government Institute of Economic Research, Helsinki: DP 93.

Ollikainen, M., (1996) Essays on Timber Supply and Forest Taxation, Government Institute of Economic Research, rapport 33.

Appendix

För att förstå svårigheten med att införa omfördelande klumpsummeskatter i en situation där informationen om individens typ är asymmetriskt fördelad till statens nackdel, antag att det endast finns två typer av individer θ_1 och θ_2. Detta index, θ, kan uppfattas som ett mått på individernas effektivitet att producera varor. För att individerna skall finna det lönsamt att tala sanning om sin typ måste följande restriktioner vara uppfyllda.

$$U(T_1,\theta_1) \geq U(T_2,\theta_1) \quad (1)$$
$$U(T_2,\theta_2) \geq U(T_1,\theta_2) \quad (2)$$

Ekvation (1) innebär att en individ av typ θ_1 föredrar att tala sanning om sin typ om skattesystemet, T, är sådant att nyttan är åtminstone lika stor när han talar sanning som när han ljuger om sin typ. Ekvation (2) är motsvarande villkor för individer av typ θ_2. Vi antar att nyttofunktionerna för de två individtyperna har samma form, men skiljer sig åt genom parametriseringen. Eftersom nyttan är monotont avtagande i nivån på klumpsummeskatten måste det för att ekvation (1) skall vara uppfylld gälla att $T_1 \leq T_2$. Den omvända olikheten måste gälla för att ekvation (2) skall vara uppfylld. Den enda möjligheten att uppfylla de två olikheterna är således om $T_1 = T_2$. Med andra ord, villkoret att individerna skall ha incitament att tala sanning om sin typ omöjligör inkomstomfördelande klumpsummeskatter.

Vad beträffar skogsmark är det enklare att på objektiva grunder avgöra markens produktionsförmåga (typ), och omfördelande klumpsummeskatter blir en praktisk möjlighet.

9 Beskattning av kärnkraft

av

Professor Lennart Hjalmarsson
Nationalekonomiska institutionen
Göteborgs Universitet

12-17-0136

9 Beskattning av kärnkraft

av

Professor Lennart Hjalmarsson
Nationalekonomiska institutionen
Göteborgs Universitet

9.1 Inledning

Syftet med denna rapport är att analysera konsekvenserna på kort och lång sikt av beskattning av den kärnkraftbaserade elproduktionen. Beskattning av elproduktion har tidigare, 1990/91 analyserats i en offentlig utredning med resultatet redovisat i *Beskattning av kraftföretag*, SOU 1991:8. Denna utredning genomfördes vid en tidpunkt då den svenska elmarknaden var reglerad. Avregleringen av elmarknaden har inneburit en fundamental förändring av spelreglerna på elmarknaden och därmed också vad gäller konsekvenserna av beskattning av elproduktion.

Med pris på elenergi avses i denna rapport priset för själva elenergin exklusive nätkostnader (på den gamla elmarknaden ofta benämnt råkraftpris eller högspänningspris). Analysen i denna rapport omfattar en skatt som tas ut per kWh producerad el. För en jämförelse mellan produktionsskatter och andra skatter på kraftföretag (t ex skatt per kW installerad effekt eller fastighetsskatt) hänvisas till ovannämnda utredning, SOU 1991:8.

Konsumtionsskatten på elenergi vid årskiftet, dess senaste förändring och aviserade höjning framgår av tabell 9.1. Dessutom utgår mervärdeskatt även på punktskatten.

Tabell 9.1 Beskattningen av elkonsumtionen. Skatt i öre/kWh.

Användnings-område	1996-01-01	1996-09-01	1997-07-01
Vanlig	9.7	11.3	13.0
El i värme och vattenverk	7.5	9.1	10.7
Vissa glesbygds-kommuner	4.3	5.8	7.4
Industriella processer	0	0	0

Den särskilda skatten på vattenkraft och kärnkraft och tidigare aviserade förändringar framgår av tabell 9.2. Den tidigare aviserade höjningen av produktionsskatterna 1 juli 1997 torde dock ej längre vara aktuell.

Tabell 9.2 Beskattningen av elproduktion i vattenkraft och kärnkraft. Skatt i öre/kWh.

Kraftslag	1995	1996-01-01	1996-09-01	1997-07-01
Vattenkraft, - 1972	2	4	5	6?
Vattenkraft, 1972 - 77	1	2	2.5	3?
Vattenkraft, 1978 -	0	0	0	0?
Kärnkraft	0.2	1.2	2.2	3.2?

Rapporten inleds med några centrala teoretiska aspekter på beskattning, avsnitt 9.2. Här analyseras effekterna på kort och lång sikt av beskattning av en viss vara eller tjänst typ elenergi. I avsnitt 9.3 presenteras motiven för beskattning av kärnkraft. Dessa har nyligen diskuterats i den senaste energikommissionens slutbetänkande, *Omställning av energisystemet*, SOU 1995:139. Avsnitt 9.4 analyserar de samhällsekonomiska konsekvenserna av att beskatta kärnkraft och annan kapitalintensiv elproduktion på den nya elmarknaden. Avslutande synpunkter framförs i avsnitt 9.5.

9.2 Teoretiska aspekter på beskattning av elenergi

9.2.1 Generella motiv för beskattning

Ur samhällsekonomisk synvinkel kan tre motiv kan anföras som skäl för beskattning. Det första är det **statsfinansiella** eller fiskala motivet. Stat och kommun måste ta in skatt för att finansiera sina aktiviteter och upprätthålla statsfinansiell balans. Det andra motivet är det **fördelningspolitiska**. Syftet är då inte primärt att erhålla skatteintäkter utan att omfördela inkomster mellan olika grupper i ekonomin. Slutligen har vi det **allokeringspolitiska** motivet. Då

införs skatten för att förbättra ekonomins funktionssätt i vid mening genom påverkan av produktionen eller konsumtionen av vissa varor och tjänster. Ett exempel är beskattning av negativa externa effekter i form av miljöpåverkan. Inte heller denna typ av beskattning syftar primärt till att generera skatteintäkter, utan till att påverka resursanvändningen i samhället.

9.2.2 Optimala skatter

För en allokeringspolitiskt motiverad skatt är syftet just att påverka marknadens utbud av varor och tjänster. Väsentligt är att erhålla största möjliga effekt, i form av t ex minskade negativa externa effekter, till lägsta möjliga kostnad. Uppgiften blir då att välja så effektiva styrmedel som möjligt för att komma till rätta med ett marknadsmisslyckande. Att t ex beskatta elanvändning för att minska utsläpp i samband med elproduktion är ett exempel på val av styrmedel med låg effektivitet. Bättre alternativ är att införa gränsvärden för utsläpp, avgifter på utsläpp av föroreningar eller handel med utsläppsrätter. Vid val mellan alternativa styrmedel måste dessas effekter i form av allokeringsförluster samt administrativa kostnader ställas mot intäkter i form av minskade utsläpp.

För en statsfinansiellt motiverad skatt är emellertid inte syftet att påverka produktion och konsumtion. Denna påverkan utgör tvärtom en icke önskvärd kostnad för beskattningen. En generell mervärdeskatt har i detta avseende stora förtjänster eftersom den ej snedvrider prisrelationerna mellan olika varor, medan särbeskattning eller punktbeskattning av enskilda varor ofta leder till betydande snedvridningar. Beskattning ger nästan alltid upphov till sk skattekilar vilka ger upphov till samhällsekonomiska effektivitetsförluster. Dessa har sin grund i skillnaden mellan konsumenternas betalningsvilja och producenternas marginalkostnad för den minskade produktionen. Effektivitetsförluster uppstår så snart som en skatt påverkar hur mycket som produceras av en vara eller tjänst. Enkelt uttryckt: Ju mera kvantiteter påverkas desto högre är den samhällsekonomiska effektivitetskostnaden för en viss skatt. En ur effektivitetssynpunkt optimal punktbeskattning av varor innebär därför att varor med låg priskänslighet, sk nödvändighetsvaror eller basvaror, beskattas relativt hårt medan varor med hög priskänslighet, t ex lyxvaror, beskattas relativt lågt eftersom konsumenterna kan "smita" från skatten genom att avstå från att köpa.

En ur fördelningssynpunkt optimal beskattning innebär å andra sidan ungefär motsatsen, med en låg beskattning av varor som har höga inkomstandelar för låginkomsttagare och en relativt hög beskattning av varor med höga inkomstandelar hos höginkomsttagare.

På grund av höga samhällsekonomiska kostnader med fördelningspolitiskt motiverade skatter torde i allmänhet det statsfinansiella motivet överväga i beskattningen inom de flesta områden, medan andra medel, främst transfereringar utnyttjas i fördelningspolitiken.

9.2.3 Incidensproblemet: Vem betalar en producentskatt på en konkurrensutsatt marknad?

En klassisk frågeställning inom teorin för beskattning är vem som i sista ändan får betala en viss skatt. Det är långifrån alltid som en skatt verkligen belastar den som det politiska syftet var att belasta. Speciellt på lång sikt är möjligheterna stora för producenter att lasta över en skatt på konsumenterna - ***om inte importkonkurrensen förhindrar detta***. En producentskatt på en vara kan således övervältras på konsumenterna genom att företagen avstår från att investera tills priset på varan inklusive skatt nått en sådan nivå att lönsamheten är återställd på den ursprungliga nivån innan beskattningen infördes. På en internationellt konkurrensutsatt marknad kan dock importkonkurrens från länder utan motsvarande beskattning motverka tendenserna till övervältring. Den långsiktiga effekten blir då istället att den inhemska produktionen trängs ut av importkonkurrensen eftersom prisnivån inklusive skatt inte kommer att stiga till en nivå som ger lönsamhet för förnyelse av kapitalstocken.

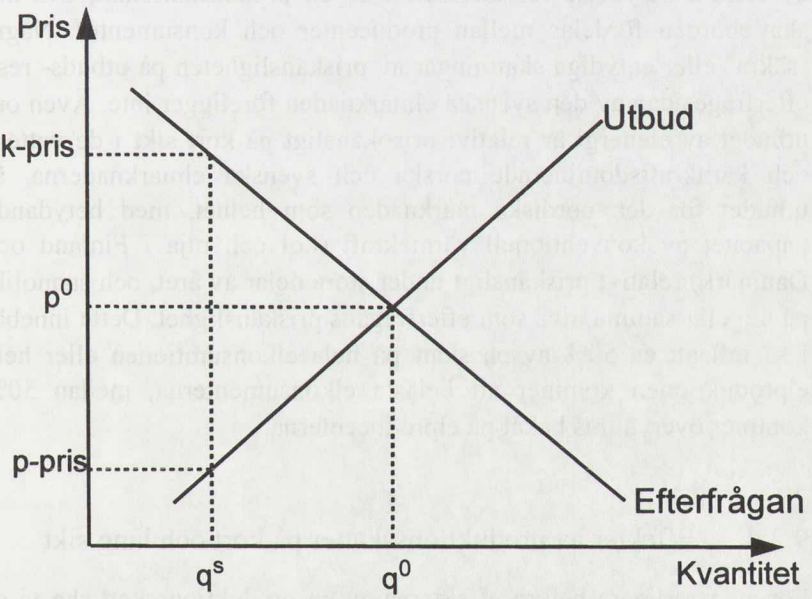
Marknadens karaktär har också betydelse. Möjligheterna att övervältra skatter skiljer sig mellan reglerade och avreglerade marknader. På en reglerad marknad har producenterna en egen beskattningsmakt över konsumenterna och kan snabbt vältra över skatteökningar på dessa. På en konkurrensmarknad bestäms priset i samspelet mellan utbud och efterfrågan. Konsekvenserna av att beskatta elproduktion på en avreglerad elmarknad skiljer sig således starkt från beskattningen av elproduktion på en reglerad elmarknad.

På en reglerad marknad har företagen stor marknadsmakt och kan genom olika typer av tariffer, t ex fasta och rörliga avgifter som inte reflekterar kostnaderna, i realiteten beskatta konsumenterna. Eftersom

skatter på produktionen kan övervältras på konsumenterna är motståndet mot skattehöjningar lågt. På en avreglerad konkurrensutsatt marknad gäller helt andra spelregler. Företagen kan inte längre, när de gått miste om sin monopolmakt, räkna med att kunna övervältra ökade skatter på konsumenterna i form av högre priser. I varje fall kommer det att ta tid innan en sådan övervältring är genomförd - och det är marknaden som anger takten och inte producenterna. Eftersom en skatt på en vara eller tjänst driver in en kil mellan producentpris och konsumentpris rubbas den tidigare jämvikten på marknaden.

Figur 9.1 får illustrera det generella fallet med beskattning av en vara eller tjänst på en konkurrensmarknad.

Figur 9.1 Övervältring av skatt



Utan skatt omsätts q^0 enheter av varan till priset p^0. Skatten representeras av den lodräta linjen i gapet mellan utbuds och efterfrågekurvorna. Priset till producent (p-pris) sammanfaller inte längre med det pris konsumenten får betala (k-pris) och den omsatta kvantiteten sjunker till q^s.

Jämfört med utgångsläget utan skatt medför skatten att såväl utbud som efterfrågan påverkas vilket leder till en lägre produktion. Den samhällsekonomiska förlust som skatten ger upphov till uppgår

approximativt till hälften av skattesatsen per enhet multiplicerad med produktionsminskningen.

I figuren går det inte att utläsa om skatten lagts på produktionen av varan eller på konsumtionen av densamma. Effekterna blir desamma. Av figuren framgår också att även om produktionen av en vara beskattas, övervältras, i normalfallet, en del av skatten på konsumenterna. Omvänt drabbar en skatt på konsumtionen av varan också producenterna. Den relativa lutningen på kurvorna, dvs graden av priskänslighet på utbud- respektive efterfrågesidan avgör skattebördans fördelning. **En skatt som läggs på konsumtionen av elenergi skiljer sig således inte från en skatt som läggs på *hela* produktionen av elenergi *om även importen beskattas*.** Effekterna ifråga om pris-, produktions- och vinstpåverkan blir desamma.

Graden av priskänslighet på utbuds- respektive efterfrågesidan är av central betydelse för effekterna av en produktionsskatt, dvs hur skattebördan fördelas mellan producenter och konsumenter. Några "säkra" eller entydiga skattningar av priskänsligheten på utbuds- resp efterfrågesidan av den svenska elmarknaden föreligger inte. Även om utbudet av elenergi är relativt prisokänsligt på kort sikt i de vatten- och kärnkraftsdominerade norska och svenska elmarknaderna, är utbudet för den nordiska marknaden som helhet, med betydande kapacitet av konventionell värmekraft (kol och olja i Finland och Danmark) relativt priskänsligt under stora delar av året, och sannolikt på ungefär samma nivå som efterfrågans priskänslighet. Detta innebär i så fall att ca 50% av en skatt på hela elkonsumtionen eller hela elproduktionen kommer att belasta elkonsumenterna, medan 50% kommer övervältras bakåt på elproducenterna.

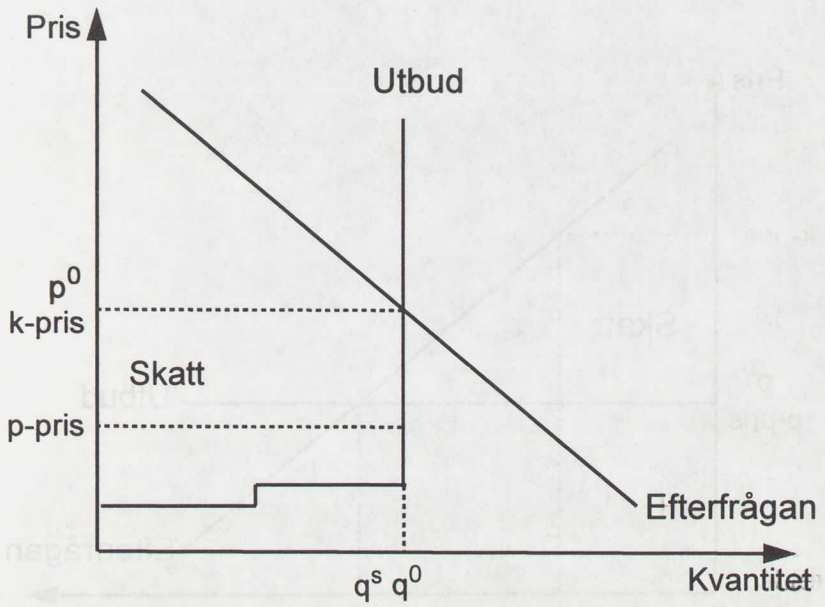
9.2.4 Effekter av produktionsskatter på kort och lång sikt

För att ytterligare belysa effekterna av en produktionsskatt ska vi se på två ytterlighetsfall när det gäller relativ priskänslighet - det ena fallet ofta relevant på kort sikt, det andra på lång sikt.

På kort sikt, dvs vid given produktionskapacitet, är ofta utbudet relativt prisokänsligt, varför en varuskatt i hög utsträckning övervältras på producenterna. Detta gäller speciellt vid kapitalintensiv produktion med låga rörliga kostnader typ vattenkraft och kärnkraft. Utbudskurvan är då lodrät, dvs ned till nivån för de rörliga kostnaderna är utbudet fullständigt prisokänsligt; se figur 9.2. Detta innebär att hela skatten övervältras på producenten som har att välja

mellan att producera eller att inte producera. För denne är det då trots allt bättre att erhålla ett visst rörelseöverskott, om än ej tillräckligt för att täcka räntor och avskrivningar, än att inte producera alls.

Figur 9.2 Övervältring av skatt i kapitalintensiv produktion



Utbudet betraktas som konstant, så länge prisnivån överstiger driftskostnaderna inklusive skatter. Ett konstant utbud innebär att den producerade volymen ej påverkas av pris- eller skatteförändringar så länge som företagen får täckning för driftskostnaderna. En skatts enda effekt är att reducera säljarens pris med skattens belopp.

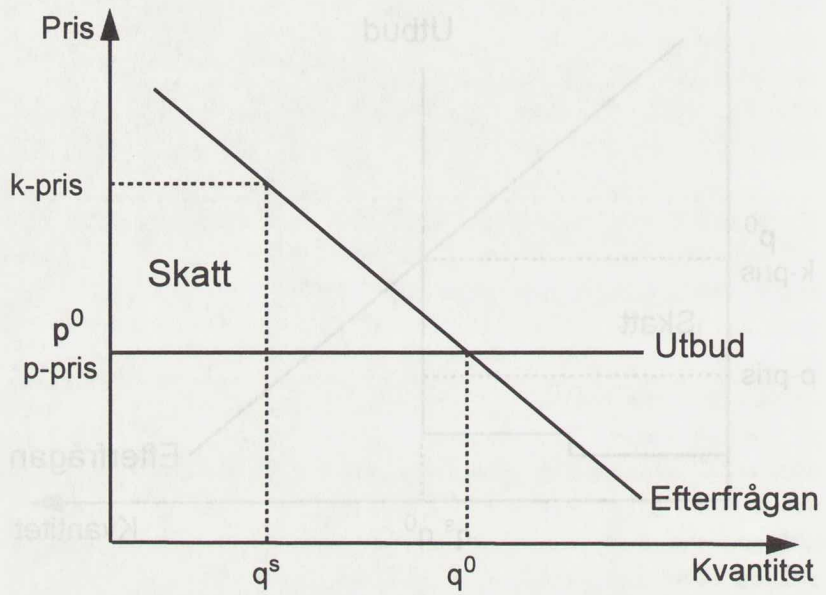
Figur 9.2 illustrerar effekterna av en beskattning av elproduktion i ett isolerat elproduktionssystem med 100% vatten- och eller kärnkraft.

När skatten inte kan övervältras på konsumenterna reducerar skatten lönsamheten för producenterna. Skatten betraktas som en produktionkostnad som minskar lönsamheten av att investera i ny kapacitet, dvs det krävs en högre prisnivå för att nyinvesteringar ska betraktas som lönsamma. Om marknaden är sådan att efterfrågan långsiktigt ökar så kommer - när inga nyinvesteringar sker - prisnivån att gradvis öka så att till slut lönsamhet för nyinvesteringar uppstår.

På lång sikt, dvs när lönsamhet för kapacitetsutbyggnader uppstår, har därmed skatten i sin helhet övervältrats på konsumenterna

eftersom skatten då är inbakad som en produktionskostnad i lönsamhetskalkylen. Utbudskurvan är då horisontell, varför hela skatten övervältrats på konsumenterna; se figur 9.3.

Figur 9.3 Övervältring av skatt på lång sikt



9.3 Angivna motiv för beskattning av kärnkraft

9.3.1 Generella motiv för beskattning av elenergi

Även om det förekommit inslag av produktbeskattning i Sverige, främst vissa sk lyxskatter, är det utanför fastighetssektorn - såvitt jag vet - endast elproduktionen som under senare år motiverat en mera permanent särbeskattning med olika behandling av olika produkter (vattenkraftsel, kärnkraftsel, kraftvärme, etc).

Beskattningen av elenergi har i mycket hög grad varit *statsfinansiellt motiverad*, även om vissa energipolitiska motiv ibland också angetts. Skattehöjningarna har alltid skett i samband med uppkommet behov av budgetförstärkningar. På grund av den lägre beskattningen av industrin med dess högre priskänslighet och en relativt sett högre beskattning av hushålls- och tjänstesektorn med

lägre priskänslighet har skatten på elenergi framstått som relativt effektiv jämfört med många andra skatter. (Samma gäller för skatten på bensin.)

Av direktiven till *Utredningen om kraftföretagens vinster* (SOU 1991:8) framgår såväl det statsfinansiella motivet (låga effektivitetskostnader) som det fördelningspolitiska motivet (oskäliga vinster p g a omställningen av energisystemet). Av intresse är att det fördelningspolitiska motivet är kopplat till den s k omställningen av energisystemet. För ökat beskattningsutrymme enligt det statsfinansiella motivet finns emellertid ingen sådan koppling.

Internationellt gäller i grova drag följande[1]:

i) I allmänhet är energivarorna belagda med mervärdeskatt.

ii) Industrins användning av elenergi beskattas endast undantagsvis - däremot är det inte direkt ovanligt att hushållen beskattas.

Medan det inte är direkt ovanligt att elenergi beskattas i konsumtionsledet är det mera sällan förekommande att viss elproduktion beläggs med särskilda skatter. Dock förekommer särskilda elproduktionsskatter i t ex Norge och Kanada, men Kanadas elmarknad är fortfarande reglerad. I de fall som, såvitt jag känner till, en särskild skatt på elproduktion utgått gäller detta, med ett par undantag, vattenkraft, där existensen av lägesräntor fått motivera beskattningen.

Ett undantag från detta är Tyskland, med en starkt reglerad elmarknad där tidigare en speciell avgift tagits ut på elproduktionen, kolpfennig, som subvention till kolindustrin. Ett annat undantag är England med en en relativt avreglerad elmarknad. Här har en avgift utgått på den icke-nukleära elproduktionen som subvention till kärnkraftsproduktion (*fossil fuel levy*) och förnybar energi. Medan den sk *nuclear levy,* dvs subventionen till kärnkraften, nu försvinner kvarstår avgiften till förnybar energi. Dock var avgiften redan införd vid avregleringen och privatiseringen av den engelska icke-nukleära delen av elproduktionen. Avgiften var därför redan diskonterad i de tillgångsvärden som "uppstod" i samband med privatiseringen.

[1] Se Konkurrensneutral energibeskattning, SOU 1991:90.

9.3.2 Motiv för särskild beskattning av kärnkraft

Motiven för en särskild skatt på kärnkraft har skiftat. När den infördes, med 0.2 öre per kWh, var motivet att finansiera stöd till investeringar för oljeersättning. Höjningen från 0.2 öre till 1.2 öre per kWh vid årsskiftet 1995/96 var främst motiverad av statsfinansiella skäl. Detta motiv dominerar också när det gäller de senaste höjningarna av skatten på vattenkraft och kärnkraft; se tabell 9.2.

Beskattningen av kärnkraft diskuterades i den senaste energikommissionens betänkande *Omställning av energisystemet* (SOU 1995:139) men då som medel för att uppnå vissa energipolitiska målsättningar, dels realisera eller påskynda en avveckling av kärnkraften, dels finansiera subventioner till alternativ elproduktion. Några citat får belysa kommissionens överväganden.

Sannolikt finns ett utrymme för att höja skatten utan att det för den skull blir olönsamt att utnyttja kärnkraftverken maximalt..... Skatteintäkterna skulle kunna användas för att finansiera olika former av bidrag till nya produktionsanläggningar.

Beskattningen skulle också kunna användas med det uttalade syftet att minska kärnkraftsverkens lönsamhet så mycket att det inte går att motivera de investeringar som krävs för att driva anläggningarna vidare med bibehållen säkerhet. Det skulle påskynda den s.k. naturliga avvecklingen av kärnkraften, dvs. den som sker när ägarna inte längre bedömer att det är lönsamt att fortsätta driften.

Med en successivt ökande skatt slås inga reaktorer ut genast, men på längre sikt kommer alla att drabbas av en så hög skatt att det inte längre finns utrymme för fortsatta reinvesteringar för att hålla dem i drift.

Det finns därför, enligt denna argumentation, en anledning att med tiden öka beskattningen av kärnkraften i syfte att begränsa utrymmet för lönsamma reinvesteringar i äldre kärnkraftsreaktorer. En skatt som ökar med ett visst belopp per kWh varje år reaktorn är i drift har därför också diskuterats i sammanhanget.....Så länge skatten inte ökar snabbare än priset på el har den i huvudsak karaktär av skatt på de "övervinster" som annars skulle uppstå. (I kapitlet Styrmedel i energipolitiken, sid 367-368.)

En möjlighet kan också vara att placera en del av de ökade statsintäkterna som härrör från kärnkraftskatten i en särskild fond..... Det kärnkraftsföretag som vill stänga av en reaktor.....skulle ha möjlighet att erhålla bidrag ur fonden för att helt eller delvis finansiera nya elproduktionsanläggningar..... Incitamenten för

kärnkraftsföretagen att med tiden ställa av reaktorer skulle med denna konstruktion bli höga. (Sid 369.)

Den enda allvarliga invändning, som framförs i betänkandet, mot att använda skatt på kärnkraft som styrmedel i energipolitiken är risken för elprishöjningar, vilka skulle kunna negativt påverka den tunga industrin. Å andra sidan anföres att elmarknadens avreglering medför att prisena bestäms av konkurrensen på marknaden och inte av kraftföretagen. Implikationerna av detta är dock oklara:

....kraftbolagen försöker övervältra kostnaden på sina kunder, inklusive den elintensiva industrin. I vilken omfattning detta är möjligt på en avreglerad elmarknad är oklart. Åtminstone de största elkonsumenterna torde ....helt eller delvis slippa ifrån prishöjningar till följd av att skatten ökar.(sid 368.)

Dessa överväganden leder fram till följande slutsats:

Elpriserna förväntas stiga under det närmaste årtiondet. En majoritet inom kommissionen anser att en successiv höjning av kärnkraftsskatten skulle kunna användas i syfte att förhindra att de stigande priserna skapar ett utrymme för reinvesteringar i gamla kärnkraftverk. (I kapitlet Överväganden och förslag, sid 467.)

Förväntningar om stigande elpriser är inte nya utan motiverade också den utredning som ledde fram till betänkandet *Beskattning av kraftföretag* (SOU 1991:8). Att genom förtida beskattning förhindra uppkomsten av windfall gains torde åtminstone vara ett viktigt motiv för beskattning av elenergi inom Finansdepartementet. Enligt min uppfattning vilar dock sådana förväntningar på mycket bräcklig grund. Den svenska elmarknaden är nämligen idag och under en lång period framöver utsatt för en mycket hård internationell konkurrens med en starkt prisdämpande effekt som följd.

9.4 Effekter av beskattning av kärnkraft

9.4.1 Problemställningar

Syftet med detta avsnitt är att belysa olika effekter av en ökad beskattning av kärnkraft. Följande problemställningar kommer att analyseras:

* **Effekter på elprisnivå på kort och lång sikt**: Leder en ökad skatt på kärnkraft till en högre elprisnivå eller vilka betalar skatten?

* **Effekter på kapacitetsutnyttjande**: Kommer en ökad beskattning av kärnkraft att leda till effektivitetsförluster i form av ett ineffektivt utnyttjande av elproduktionskapaciteten?

* **Effekter på investeringsincitamenten**: Hur påverkas incitamenten till långsiktiga investeringar på elmarknaden?

* **Effekter på reaktorernas lönsamhet**: Kommer reaktorerna att beskattas ur marknaden?

* **Effekter på reaktorvärdena**: Har till synes små skattehöjningar några nämnvärda effekter på kärnkraftens ekonomiska värde?

* **Miljöeffekter**: Kommer en ökad beskattning av kärnkraften att få några miljöeffekter?

* **Industripolitiska aspekter**: Är det ur industripolitisk synvinkel rimligt att beskatta elproduktionen hårdare än annan tung industriproduktion?

9.4.2 Effekter på elprisnivå på kort och lång sikt

På en reglerad energimarknad har kraftföretagen stort inflytande på elprisnivån. Genom att ej utnyttja all produktionskapacitet kan producenterna uppnå den önskade prisnivån och vältra över produktionsskatter på konsumenterna. På en reglerad elmarknad finns därför ofta inlåst kapacitet. Vid den svenska elmarknadens avreglering uppgick denna inlåsta kapacitet till ca 10 TWh[2].

[2] Se Bergman et al, Den nya elmarknaden, SNS 1995, Kapitel 5.

På en avreglerad konkurrensutsatt marknad anpassar företagen sin produktion till det pris som marknaden erbjuder. Det kan då framstå som lönsamt för en enskild producent att utnyttja tidigare inlåst kapacitet. Resultatet av ökat utbud blir en prispress. Analyserna av effekterna på elprisnivån av avregleringen av den svenska elmarknaden indikerade att frisläppandet av 10 TWh inlåst kapacitet skulle innebära en prissänkning på elen exkl överföring från 18 öre per kWh till 15 öre per kWh[3]. Utvecklingen såväl på marknaden för bilaterala kontrakt som på spotmarknaden efter avregleringen och innan torrårskrisen tycktes också bekräfta dessa analyser.

Men så är faktiskt även fallet med torrårskrisen! Ett bortfall av ca 30 Twh skulle innebära en prishöjning på ca 10 öre per kWh[4]. Med beaktande av att en betydande volym elenergi omsätts i bilaterala kontrakt tecknade till låg prisnivå innan torrårskrisen förefaller den senaste tidens prisnivåer på den svensk-norska spotmarknaden, på 25-40 öre per kWh, som mycket rimliga och en stark indikation på att konkurrensen på elmarknaden fungerar väl.

Som vi ovan konstaterat är det lutningen på utbuds- resp efterfrågekurvan som avgör hur stor andel av en skatt som belastar producenterna och konsumenterna. Bakom efterfrågekurvan ligger konsumenternas priskänslighet och bakom utbudskurvans ligger producenternas reaktion på prisförändringar. Producenternas krav på kort sikt är att åtminstone få täckning för de rörliga produktionskostnaderna i de anläggningar som utnyttjas. Prisernas främsta roll i en marknadsekonomi är att åstadkomma ett effektivt utnyttjande av den produktionskapacitet som finns tillgänglig inom olika sektorer av ekonomin. Ett kriterium på en väl fungerande prisbildning är därför att produktionsanläggningar som får täckning för sina rörliga kostnader också utnyttjas i produktionen medan övriga dyrare anläggningar ej utnyttjas.

Eftersom efterfrågan på elenergi varierar i betydande utsträckning under dygnet och mellan årstider är det i allmänhet lönsamt att ha en portfölj av olika anläggningar dimensionerade för vissa driftstider. Baslastproduktionen baseras då på kapitalintensiva/bränslesnåla anläggningar med lång driftstid (6000-7000 timmar per år) medan "mellanlastproduktionen" baseras på mindre kapitalintensiva/mera bränsleintensiva anläggningar typ kraftvärmeverk eller gaskombi-

[3] Se Bergman et al, Den nya elmarknaden, SNS 1995, sid 104.

[4] Se Bergman et al, Den nya elmarknaden, SNS 1995, sid 104.

anläggningar med medellång driftstid (3000-4000 timmar per år) och topproduktionen baseras på kapitalsnåla/mycket bränsleintensiva anläggningar typ oljekondenskraftverk eller gastur-biner med korta driftstider (några hundra timmar per år). Det aktuella marknadspriset avgör vilka anläggningar som får täckning för sina rörliga kostnader - i allmänhet bränslekostnader och skatter - och som utnyttjas vid en given tidpunkt.

De rörliga kostnaderna i olika anläggningar framgår av tabell 9.3.

Tabell 9.3 Rörliga produktionskostnader i 1995 års priser för befintliga elproduktionsanläggningar.

Kraftslag	Bränslekostnad inkl skatter och rörliga avgifter, öre/kWh
Vattenkraft	0.5-8 (max skatt 5 öre per kWh)
Kärnkraft	7 (skatt 2.2 öre per kWh)
Industriellt mottryck	5-9 (lägst för biobränslen i pappers- och massaindustrin, högst för kol)
Kraftvärme	9-16 (lägst för kol, högst för biobränslen)
Oljekondens	19-35
Gasturbiner	42

Källa: SOU 1995:139, sid 137, med tillägg för skattehöjningarna 1996 på vatten- och kärnkraft, exkl oljekondens där aktuell uppgift hämtats från kraftindustrin.

Effekterna på elprisnivån av att beskatta en viss typ av elproduktion beror då på om producentens faktiska produktion påverkas av skatten. Detta är givetvis fallet om skatten är så hög att en anläggning som utan skatt skulle fått täckning för sina rörliga kostnader ej får täckning för dessa när skatten läggs på; se figur 9.1 där skatten förskjuter utbudskurvan uppåt vilket leder till en ny jämvikt med högre prisnivå (k-pris) och minskad produktion (q^s). Om t ex elproduktion i kraftvärme eller oljekondens och gasturbiner beskattas kan detta få relativt kraftiga effekter på prisnivå och produktion

eftersom dessa kraftslag ofta ligger på marginalen mellan att utnyttjas och inte utnyttjas på den svensk/norsk/finska elmarknaden.

Däremot är elprisnivån sällan så låg att bara kärnkraft och vattenkraft är konkurrenskraftiga. Endast under kraftiga vårfloder, våtår eller lågbelastningsperioder semestertid är prisnivån så låg att enbart vattenkraften och kärnkraften kan konkurrera för att tillgodose efterfrågan på el. Låga skatter på vattenkraft och kärnkraft har därför effekter i perioder då marknadspriset på el är mycket lågt. Detta innebär att en "inte alltför hög" skatt på elproduktion i såväl vattenkraft som kärnkraft i mycket hög grad kommer att övervältras bakåt på producenterna, enligt figur 9.2. Endast under relativt korta tidsperioder kommer marknadspriset på el att påverkas av en sådan skatt. Denna slutsats måste dock omgärdas med tre reservationer:

i) Endast en begränsad del av elenergin omsätts på spotmarknaden, ca 20-30%, medan den övriga delen omsätts via kontrakt med olika löptider, från ett år och uppåt. Oftast innehåller dessa kontrakt klausuler om att skatter på viss elproduktion övervältras på konsumenten. Detta innebär att elkonsumenterna belastas med produktionsskatten under kontraktens löptider. Någon orsak att omförhandla kontrakten finns egentligen inte, varför vi kan förvänta oss att övervältringen av skatten på producenterna sker först när kontrakten omförhandlas. Efter en tvåårsperiod torde större delen av skatten bäras av elproducenterna.

ii) En "tillräckligt hög" skatt på kärnkraft kommer givetvis att få andra effekter. Om skatten på kärnkraft (eller vattenkraft) blir så hög att rangordningen av anläggningar enligt rörliga kostnader påverkas, t ex så att vissa eller alla kärnkraftreaktorers rörliga kostnader inkl skatt kommer att överstiga kraftvärmens och det industriella mottryckets rörliga kostnader, påverkas också kapacitetsutnyttjandet av anläggningarna (*merit order dispatch*) och därmed elprisnivån. Förändringar i kärnkraftskatten kommer nu delvis att övervältras på konsumenterna, enligt Figur 1. Utrymmet för samhällsekonomiskt billiga skatteökningar har redan passerats. Av tabell 9.3 framgår att marginalerna för samhällsekonomiskt billig beskattning av kärnkraften är mycket små. Denna slutsats förstärks om vi dessutom beaktar utrikeshandeln med el.

iii) I vilken takt som skatten på kärnkraft i sin helhet kommer att övervältras på konsumenterna på lång sikt är svårare att bedöma. Dels

påverkar skatten lönsamheten av fortsatt drift av anläggningarna, dels påverkas avväggningen mellan inhemsk produktion och import eftersom skatten är importstimulerande, dels påverkas investeringsincitamenten för ny elproduktion. Att ta en anläggning ur drift innebär en direkt övervältring av skatten på konsumenterna - om inte bortfallet av kapacitet fylls upp av import. Ett bortfall av kapacitet utan ökad import innebär ju att marknadspriset tvingas upp för att klara balansen mellan den mindre kapaciteten och en oförändrad efterfrågan. Effekterna på investeringsincitamenten analyseras i avsnitt 9.4.4.

iv) Möjligheterna till övervältring bestäms i hög grad av importkonkurrensen. Obeskattad import av elenergi kan förhindra eller starkt fördröja uppgången i prisnivån på elenergi även om elefterfrågan växer. Kapacitetstillskotten kan mycket väl komma från ökad transmissionskapacitet i utlandsförbindelserna och inte i form av nya elproduktionsanläggningar i Sverige.

Slutsatsen av denna analys är att så länge beskattningen av kärnkraften ej påverkar kapacitetsutnyttjandet av denna kommer skatten att i mycket hög grad att få bäras av ägarna till kärnkraften. Först när ett större antal anläggningar tas ur drift, eller om efterfrågan på elenergi skulle öka i betydligt snabbare takt än för närvarande så att en ökad import inte klarar av att kompensera för förändringarna på den svenska utbuds- eller efterfrågesidan, kan vi räkna med att producenterna har möjlighet att övervältra skatten på konsumenterna. Takten i övervältringen är således starkt beroende av konkurrensen från den obeskattade elimporten.

Det finns dock ingen anledning att, som Energikommissionen, på en konkurrensmarknad förvänta att *"Åtminstone de största elkonsumenterna....helt eller delvis [skulle] slippa ifrån prishöjningar till följd av att skatten ökar"* (SOU 1995:139, sid 368.) Eftersom endast elenergin beskattas, medan nättransporten är skattebefriad, kommer de största elkonsumenterna istället att få ca dubbelt så höga (i procent räknat) prishöjningar som lågspänningskonsumenterna vilka har ett "procentkostnadsökningsdämpande" nätled mellan produktion och konsumtion. Dessutom är det sannolikt så att de största elkonsumenterna också har de längsta kontrakten och därmed sämst möjligheter att inom relativt kort tid undgå att belastas av produktionsskatter då långtidskontrakten oftast innehåller klausuler om att skatter på elproduktion övervältras på elkonsumenten. Det

torde således vara de största elkonsumenterna som under längst tid påverkas av skattehöjningarna eftersom övervältringen på elkonsumenterna kan ske först när kontrakten löper ut.

9.4.3 Effekter på kortsiktigt kapacitetsutnyttjande

Vi har ovan konstaterat att effektivitetsförluster uppstår så snart som en skatt påverkar hur mycket som produceras av en vara eller tjänst, och att ju mera omsatt kvantitet påverkas desto högre är den samhällsekonomiska effektivitetskostnaden för en viss skatt. I detta avsnitt analyseras effekterna av en skatt på kärnkraft på det kortsiktiga kapacitetsutnyttjandet, dvs rangordningen av produktionsanläggningarna (sk merit order) i kraftsystemet. En samhällsekonomisk förlust uppstår om denna rangordning påverkas av skatter.

Kapaciteten i ett elproduktionssystem består i allmänhet av anläggningar med olika rörliga kostnader eller olika reglermöjligheter och ifråga om vattenkraft, magasinsstorlek och tillrinning. Om kraftföretagen, i ett land eller region med många kraftföretag, enbart producerar för att tillgodose efterfrågan på sina lokala marknader kommer jämviktspriserna att uppvisa en stor variation. Elenergi transporterad till en högprisregion har då en högre avkastning där än om den utnyttjas inom den egna regionen. Detta insågs på ett tidigt stadium av kraftföretagen (och statsmakterna), och redan 1915 inleddes handeln med elenergi sk *samkörning* eller *kraftutbyte* mellan ett svenskt och ett danskt kraftföretag, via den första kraftförbindelsen mellan två länder. Detta var början på produktionsoptimeringen på svensk elmarknad. Syftet med denna är att minimera de kortsiktiga produktionskostnaderna för varje given nivå på efterfrågan genom att utnyttja anläggningar i rangordning efter stigande rörliga kostnader (*merit order dispatch*) samt att minska det totala behovet av reservkapacitet i systemet genom sammanlagringseffekter.

På en samhällsekonomiskt effektiv elmarknad utnyttjas den vid en viss tidpunkt existerande elproduktionskapaciteten optimalt, dvs den efterfrågade elenergin produceras till lägsta kostnad. Detta innebär att produktionanläggningarna rangordnas och utnyttjas efter sina rörliga kostnader. På en starkt centraliserad elmarknad som den franska svarar ett centralt sk dispatch center för denna rangordning genom sin kontroll av all produktionskapacitet. På en marknad med flera elproducenter existerar två institutionella former för produktionsoptimering antingen ett förhandlingssystem som på den gamla svenska kraftbörsen, med bilaterala förhandlingar mellan olika

elproducenter eller block av elproducenter, eller en spotmarknad som på den nya svensk-norska elmarknaden.

En punktskatt per producerad kWh kärnkraftsel innebär att den rörliga driftskostnaden ur företagets synvinkel ökar med skattens belopp. Skatten kan på kort sikt slå igenom på marknadspriserna om det beskattade kraftslaget i vissa perioder är prisbestämmande marginalkraftslag. Skatten kan också öka de reala produktionskostnaderna före skatt om skatten snedvrider kostnadsrangordningen mellan anläggningar inom sektorn. För att undgå kortsiktiga effektivitetsförluster får inte skatten bli så hög att den relativa kostnadsrangordningen för olika kraftslag ändras.

I perioder med mycket lågt elmarknadspris är det emellertid oundvikligt att en kärnkraftskatt kan påverka kapacitetsutnyttjandet. I sådana situationer kan elproducenterna och elkonsumenterna finna det lönsamt att importera el i stället för att producera egen resp köpa av inhemska producenter. Omvänt kan kraftföretagen avstå från att exportera el om exportpriset inte ger täckning för skatten. I dessa fall vore det samhällsekonomiskt lönsamt att avstå från import respektive att exportera vid ledig kärnkraftkapacitet. Utan skatt på kärnkraft skulle detta också vara företagsekonomiskt lönsamt, men förekomsten av en skatt snedvrider i detta fall produktionsplaneringen, fördyrar produktionskostnaden före skatt och ger därmed upphov till en effektivitetskostnad.

Ett exempel på en politiskt uppmärksammad sådan effektivitetskostnad var effekterna av skatten på vattenkraft när den infördes[5]. Under en period med stort utbud av norsk vattenkraft till priser understigande den svenska vattenkraftskatten på 2 öre per kWh lönade det sig för de svenska producenterna att spilla vatten i de egna anläggningarna och istället importera norsk vattenkraft. Efter antydningar från statens sida om importavgifter på el deklarerade Kraftindustrins samarbetsorgan för samkörning med Norge, KSN, i ett brev till industridepartementet att kraftföretagen vid importaffärer i framtiden skulle bete sig som om skatten ej existerade. Någon motsvarande utfästelse för exporten gjordes dock inte.

Denna typ av löfte kunde utges på den gamla reglerade elmarknaden, men är fullständigt otänkbara på en konkurrensutsatt elmarknad. Hotet om importskatt är idag ej heller speciellt trovärdigt, eftersom en sådan sannolikt skulle strida mot EU:s frihandelsregler. Utrymmet för en höjning av de importstimulerande skatterna på

[5] Se Beskattning av kraftföretag, SOU 1991:8.

vatten- och kärnkraft kan ur denna aspekt synas begränsad, men de potentiella effektivitetsförlusterna har uppenbarligen inte bedömts tillräckligt allvarliga för att regeringen skulle avstå från de höjningar som framgår av tabell 9.2 ovan.

Medan effektivitetsförlusterna idag framförallt kommer från utrikeshandeln med el kan en förändrad sammansättning av elproduktionskapaciteten leda till ytterligare effektivitetsförluser i framtiden. Kärnkraften, som i rangordning efter kortsiktig marginalkostnad ligger närmast vattenkraften, har en rörlig kostnad på ca 6.5-7 öre per kWh inkl skatt. Om naturgas kommer att utnyttjas för elproduktion och kontrakten utformas som "*take or pay*" (vilket är en mycket vanlig och naturlig kontraktsform för naturgas), dvs företagen betalar för en viss kapacitet och ej utnyttjandet av denna kapacitet, uppgår naturgasens rörliga kostnad till 0 öre per kWh (om denna ej beskattas). Då uppstår situationen att naturgas tränger ut såväl vattenkraften som kärnkraften under lågbelastning.

Den nya prissättningen på transmissionstjänster utgör ytterligare en komplikation för beskattningen av vattenkraft och kärnkraft. Tidigare var priset 0 för en transaktion på stamnätet - inom ramen för gällande abonnemang (dvs en form av *take or pay*- kontrakt) - varför stamnätsprissättningen inte påverkade rangordningen av anläggningar i produktionsoptimeringen. Man kan uttrycka det så att rangordningen i det gamla systemet var relativt robust. Detta gäller inte längre varför vissa kombinationer av skatt på vatten- och kärnkraft och ny stamnätsprissättning kan få märkliga effekter ur produktionsoptimeringssynvinkel. En höjning av vattenkraftskatten till en viss nivå skulle i ett slag förändra rangordningen, *merit order*, mellan vissa anläggningar i produktionssystemet så att en del vattenkraftanläggningar i Norrland skulle konkurreras ut av sydsvensk kärnkraft vid vissa belastningsförhållanden i systemet. Så är faktiskt fallet för vissa anläggningar redan idag.

Stamnätsprissättningens inverkan på produktionsoptimeringen är något för det svenska systemet helt nytt och en oundviklig konsekvens av en rationell stamnätsprissättning på en konkurrens-

utsatt elmarknad. Detta innebär att särbeskattning av viss elproduktion kan leda till högst överraskande effektivitetsförluster för samhället.

Det var denna typ av samhällsekonomiska kostnader som ledde fram till slutsatsen i *Utredningen om beskattningen av kraftföretag*, SOU 1991:8 nämligen att vattenkraftskatten borde ersättas av en fastighetsskatt på markvärdena. I denna utredning diskuteras också mera ingående alternativen till kWh-skatter på elenergi.

9.4.4 Effekter på långsiktiga investeringsincitament

Investeringsincitamenten på den gamla elmarknaden

En väl fungerande elmarknad karaktäriseras av en hög leveranssäkerhet. De höga kraven på leveranssäkerhet beror i sin tur på att elenergin ej låter sig lagras. Produktionen och överföringen måste sekund för sekund anpassas till svängningarna i efterfrågan. För att klara dessa stora *kortsiktiga* svängningar med bibehållen hög leveranssäkerhet har ett komplicerat och integrerat system byggts upp för övervakning och kontroll. På den gamla reglerade elmarknaden hade alla de stora kraftföretagen också en *långsiktig* förpliktelse att bygga ut sin produktionskapacitet när *reservkapaciteten* och leveranssäkerheten naggats i kanten av en ökad elefterfrågan.

Kapacitetsutvecklingen inom elproduktionen styrdes primärt av dimensioneringskriterier för krav på reservkapacitet. Den grundläggande tanken var följande:

Eftersom elenergi ej kan lagras, krävs det alltid vissa reservmarginaler i ett elsystem för att överbelastning inte ska inträffa annat än i undantagsfall. När elefterfrågan växer, sker detta på bekostnad av existerande reservmarginaler som alltså gradvis minskar. Därvid ökar sannolikheten för överbelastning. För att motverka ökade avbrotts- och ransoneringsrisker krävs investeringar i ny produktionskapacitet. Dimensioneringskriterierna avgör när sådana investeringar måste ske.

Kraven på leveranssäkerhet har varit högt ställda och avbrott och ransoneringar därmed mycket sällsynta. Man kan säga att riskaversionen på producentsidan varit betydande - vilket är högst naturligt. Till en sådan riskaversion bidrar naturligtvis den massmediala uppmärksamheten vid elavbrott. Eftersom priset för en hög grad av leveranssäkerhet inte låter sig identifieras på konsumen-

ternas elräkningar har leveranssäkerheten haft karaktär av kollektiv nyttighet med nollpris.

Medan elpriset på den nya elmarknaden bestäms av konkurrensen på marknaden bestämdes elpriset på den gamla elmarknaden i hög grad av produktionskostnaderna. Elproducenternas marknadsmakt gjorde att elproducenterna kunde känna sig relativt trygga och kunde räkna med att få rimlig avkastning på sina investeringar. Investeringsincitamenten var tillräckligt starka för att kapaciteten skulle expandera i takt med efterfrågan även om vissa tidsperioder kom att karakteriseras av alltför långsam kapacitetsexpansion och andra av alltför snabb när elprognoserna slog fel.

Ett annat sätt, mera diskuterat i nästa avsnitt, att utrycka skillnaderna mellan gammal och ny elmarknad är följande:

På den gamla elmarknaden ledde högre investeringar till ökade kostnader och därmed en högre prisnivå, men samtidigt en förstärkning av leveranssäkerheten. På den nya elmarknaden leder högre investeringar till en ökad elproduktionskapacitet som ökar utbudet av elenergi och pressar ned elprisnivån. Garantin för leveranssäkerheten är nu en väl fungerande prisbildning som skapar jämvikt mellan utbud och efterfrågan. Men om kraftföretagen saknar lust att investera i ny produktionskapacitet i Sverige kommer antingen den elprisnivå som krävs för att skapa jämvikt mellan utbud och efterfrågan att bli hög och/eller importen av elenergi att öka. Investeringsincitamenten på den nya elmarknaden är därför av utomordentligt stor betydelse.

Investeringsincitamenten på den nya internationellt konkurrensutsatta elmarknaden

Till farhågorna i samband med avregleringen av den svenska elmarknaden hörde investeringsincitamenten. Skulle vi komma att få några tunga basinvesteringar i vattenkraft, kärnkraft och kolkondens på en framtida avreglerad elmarknad, eller skulle kraftföretagen komma att ersätta kapital med energi och, som skett i England, bara bygga mindre anläggningar med låga investeringskostnader och höga bränslekostnader t ex gaskombicykelanläggningar? Är det ens möjligt att finansiera investeringar i ny baskraft på en privat kapitalmarknad när det rör sig om investeringsprojekt i storleksordningen 10 - 15 miljarder kronor? Och hur skulle det då gå med leveranssäkerheten?

Låt mig börja med den senare frågan. Huvudpoängen här är att medan *leveranssäkerhet och reservkapacitet* varit siamesiska tvillingar på den "gamla" elmarknaden framkommer på den konkurrensutsatta elmarknaden två nya tvillingpar nämligen *leveranssäkerhet och effektiv prisbildning* samt *reservkapacitet och dynamisk effektivitet*. Leveranssäkerheten på produktionsnivå, som på den gamla elmarknaden var ett reservkapacitetsproblem, antar på den nya elmarknaden formen av ett prisbildningsproblem. Den relevanta leveranssäkerhetsfrågan är inte längre om kraftföretagen kommer att investera tillräckligt i ny kapacitet utan om prisbildningen kommer att fungera så väl på elmarknaden att jämvikt uppnås mellan utbud och efterfrågan - eller kommer bristsituationer (effektbrist) att uppstå och ransonering (energibrist) behöva tillgripas?

Det finns egentligen ingen anledning att anta något annat än att prismekanismen kan förväntas fungera väl på en fri elmarknad, vilket betyder att om bara prismekanismen tillåts fungera och skapa jämvikt mellan utbud och efterfrågan så behöver vi inte bekymra oss om leveranssäkerheten (men väl om den dynamiska effektiviteten). Detta innebär också att sannolikheten för att verkligen råka ut för en elransonering är i stort sett eliminerad på en fri elmarknad, vilket faktiskt inträffade på den gamla elmarknaden. En indikation på detta är den aktuella situationen på den nordiska elmarknaden med en mycket kraftig reduktion i vattentillgången. Denna torrårssituation har visserligen resulterat i höga priser på spotmarknaden men sannolikheten för att vi ska hamna i en ransoneringssituation är mycket låg.

Medan en fri prisbildning skapar jämvikt mellan utbud och efterfrågan, är det marknadens struktur som avgör vid vilken omfattning på kapaciteten som denna jämvikt etableras. Och det är just kapacitetens storlek som utgör det dynamiska effektivitetsproblemet på en avreglerad elmarknad: Om investeringsincitamenten är för svaga på grund av förväntningar om ökad beskattning kommer antingen importen eller elpriserna på en avreglerad elmarknad att ligga på en "alltför hög" nivå. Själva storleken på investeringsprojekten inom kraftindustrin torde i sig inte utgöra något problem. Det är lätt att peka på en lång rad investeringsprojekt i storleksordningen 10-15 miljarder kronor inom våra storföretag. Det är istället den riskpremie finansmarknaden, på grund av osäkerheten på beskattningssidan, åsätter långsiktiga investeringar i Sverige; se Affärsvärlden 1996:46, sid 14, där fastighetsmarknaden analyseras. Jämfört med elmarknaden har dock fastighetsmarknaden en mycket svag och mycket indirekt importkonkurrens.

Bakom nyinvesteringar på en konkurrensutsatt marknad ligger normalt en lönsamhetskalkyl av ett potentiellt projekt. En av de viktigaste parametrarna i sådana lönsamhetskalkyler är den förväntade prisutvecklingen på slutprodukten. Det är denna som reflekterar konsumenternas (företag och hushåll) förväntade betalningsvilja för produkten, och det är konsumenternas betalningsvilja som avgör om en investering kommer att generera ett överskott över driftskostnaderna som är tillräckligt för att täcka kapitalkostnaderna. Sambandet mellan förväntad prisutveckling, lönsamhet och investeringar är därför starkt inom alla "normala" branscher av näringslivet. Så är dock inte fallet inom reglerade branscher där företagen har en viss beskattningsmakt över konsumenterna och kan täcka förluster genom prishöjningar. På en avreglerad elmarknad kan således inte längre kraftföretagen tvinga elkonsumenterna att bära de risker de burit på den gamla elmarknaden.

För att få en djupare förståelse av problemet måste vi sätta in investeringarna i kraftindustrin i ett samhällsekonomiskt perspektiv. I en väl fungerande samhällsekonomi går investeringarna till de sektorer där kapitalet justerat för risk får den högsta avkastningen. Om riskerna på konstlad väg hålls nere i en viss sektor kommer denna sektor att dra till sig mera kapital på de andra sektorernas bekostnad. Regleringen av den gamla elmarknaden har just haft denna dämpande effekt på risknivån. På den nya elmarknaden får elsektorn förhoppningsvis konkurrera på marknadsmässiga villkor med de andra sektorerna i ekonomin om investeringskapitalet. Det som då kan göras för att sänka risknivån är inte att öka företagens marknadsmakt utan att reducera den politiska risken för ingrepp i marknaden. Ökad marknadsmakt för producenterna skulle i realiteten innebära att konsumenterna fick subventionera investeringarna inom kraftindustrin. Slutsatsen är tvärtom att vi bör eftersträva en marknad med väl fungerande konkurrens. En sådan marknad erbjuder klara spelregler och en god incitamentsstruktur. Företagens effektivitet - och inte deras strategiska beteende - avgör framgången. Med väl fungerande konkurrens kan vi också förvänta oss en väl fungerande fördelning av investeringskapitalet på olika sektorer i samhällsekonomin. **Men en väl fungerande kapitalallokering förutsätter också att inte risknivån på konstlad väg höjs i någon bransch genom diskriminerande beskattning.** I detta avseende är elmarknaden extra sårbar. Inte nog med att den gamla trygga elmarknaden - med mycket låga risker för kreditgivarna och med stor stryktålighet

för politiska ingrepp - är borta. En elmarknad har också en struktur som gör den extra sårbar för politiska ingrepp.

Elmarknadens struktur

Ett fruktbart sätt att se på elmarknaden är att se den som en marknad där det försiggår produktion uppströms av en insatsvara som transporteras på ett nät till ett förädlingsföretag som nedströms säljer elenergitjänster. På denna marknad genereras det ett ekonomiskt överskott som i företagens redovisningar dyker upp som finansiella kostnader, avskrivningar och nettovinster. Varje led i denna kedja, dvs varje företag på marknaden, strävar efter att lägga beslag på de ekonomiska överskott som genereras inom hela marknaden. Kampen om överskotten kan betraktas som ett spel mellan de olika aktörerna, producenter, handlare, mäklare, nätföretagare och detaljister. Marknadens struktur och reglering bestämmer utfallet och avgör den dynamiska effektiviteten. Vari består det dynamiska effektivitetsproblemet på denna typ av marknad?

Utpressnings- (hold-up-) problemet

Det generella svaret på frågan är att problemet består i svårigheterna att skydda de kapitaltunga investeringarnas lönsamhet från de möjligheter till "utpressning" som under vissa förutsättningar kan uppstå på denna typ av marknad.

För att en aktör ska vara beredd att satsa sitt kapital på investeringar i en viss typ av produktion måste han förvänta sig en åtminstone normal avkastning på sitt kapital. Om sannolikheten är stor att någon annan aktör lägger beslag på de förväntade överskotten avstår han från att investera, eller investerar mindre eller mindre kapitaltungt än vad han skulle gjort på en tryggare marknad. Huvudpoängen är att en väl fungerande investeringsprocess förutsätter att marknadsstrukturen är sådan att producenten inte riskerar att försättas i underläge efter det att han genomfört en kapitaltung investering.

På elmarknaden finner vi just den asymmetri som är en förutsättning för utpressningsproblemet. Elproduktionen är mycket kapitalintensiv och investeringar i elproduktion är i allmänhet irrever-

sibla, medan eldistributionen är mindre kapitalintensiv och med i princip reversibla investeringar.

En hög kapitalintensitet betyder att investeringarna genererar stora sk *kvasiräntor*, dvs inveseteringarna ger upphov till stora överskott över löpande kostnader för täckning av kapitalkostnaderna. Samtidigt innebär irreversibiliteten att kapaciteten saknar alternativ användning, vilket betyder att investeringskostnaderna förvandlas direkt till "*sunk cost*" och tillgångarna till sk "*specific assets*". I sin tur medför detta att producenten, efter att ha gjort en investering i "specific assets", är i underläge och löper risken att exploateras av en stark köpare vars kapitaltillgångar är mindre eller mindre specifika.

Spelet om det ekonomiska överskottet gäller alltså lönsamheten för de kapitaltunga investeringarna i elproduktionen. Prisförhandlingar ex post, efter det att investeringen är genomförd, försätter producenten i ett underläge. Han kan riskera att få krypa ned med sitt pris till nivån på den rörliga kostnaden om han står inför en ensam köpare (sk *monopsonist*) till sin produkt. Det vi här beskrivit är det sk *utpressnings- (hold-up-) problemet.*

Om utpressningsproblemet är ett påtagligt problem på en marknad leder det naturligtvis till att det investeras alltför lite i ny kapacitet. På elmarknaden finns tre potentiella kategorier av utpressare:

a) Nätmonopolister

b) Monopsonister i form av starka köpare nedströms av elenergin

c) Skatteministrar och prisregleringsorgan

På en helt oreglerad elmarknad med privata företag skulle samtliga kategorier försöka komma åt så stor andel som möjligt av de ekonomiska överskott som uppstår på elmarknaden och som till övervägande del genereras av investeringar i elproduktion.

Minska utpressningshotet

Utpressningshotet på elmarknaden är den dynamiska effektivitetens akilleshäl. Om detta hot är reellt kommer det att investeras alltför lite i elproduktionskapacitet. Dess betydelse är dock inte så lätt att empiriskt observera. Det är svårt att i praktiken observera ett problem

som gäller "icke-investeringar", dvs att investeringar inte realiseras i "tillräcklig" omfattning. Eftersom den dynamiska effektiviteten är så viktig har utpressningshotet nog alltid tagits på stort allvar i alla elmarknadsreformer genom:

a) Reglering av nätmonopolen

b) Reglering av vertikal och horisontell struktur

c) Försiktighet på beskattnings- och prisregleringssidan

Nätmonopolisten har samma position som en gammaldags furste med kontroll över flodmynningar eller andra trånga portar ut till marknaden. På kort sikt kan en producent som redan investerat i kapitaltung elproduktionskapacitet pressas ända ned mot sin rörliga produktionskostnad för att ta sig in på marknaden. På lång sikt kan han möjligen själv försöka bryta monopolet genom att investera i egen ledningskapacitet, med starkt reducerad lönsamhet för produktionsinvesteringen. Det är därför inte överraskande att alla större elmarknadsreformer jag känner till har inletts med en reglering av nätmonopolen.

Om elkonsumenterna bildar en kartell och uppträder som en enda köpare, s k monopsonist, på marknaden för elenergi, kan också elkonsumenterna tvinga till sig en del av det ekonomiska överskott som uppkommer elproduktionen. Välfärdsförlusterna av en sådan marknadsstruktur är i allmänhet betydande.

Medlet för att stoppa utvecklingen mot vertikal integration är främst konkurrenslagstiftningen. Upplösning av existerande vertikalt integrerade företag är ett annat medel. En mild form av upplösning är kraven på separat bokföring eller separata bolag för olika typer av verksamhet (sk *ring-fencing*). Detta har genomförts i Norge respektive Sverige. En mera radikal form är direkt upplösning ock ägarmässig sepration av elproduktion och eldistribution vilket genomfördes i Chile inför avregleringen av elmarknaden.

Beskattning och prisreglering

Den potentiellt mäktigaste utpressaren är skatteministern. Om ett företag på en marknad fruktar politiska ingrepp i prisbildningen, eller förväntar sig en skatt på investeringen när den väl är genomförd, och därmed en finansiell förlust, har det naturligtvis inga incitament att

genomföra investeringen[6]. Om irreversibla investeringar beskattas i efterhand påverkas benägenheten att fatta irreversibla och långsiktiga investeringsbeslut. Den kalkylränta som företagen utnyttjar kommer då att inkludera en politisk riskfaktor. Färre investeringar passerar lönsamhetsgränsen, och samhällsekonomiskt sett blir den inhemska kapaciteten i branschen alltför liten med alltför hög import och/eller prisnivå.

Slutsatsen av detta är att regeringar måste vara mycket försiktiga med att beskatta ekonomiska överskott inom kapitaltunga sektorer. Eljest tenderar de samhällsekonomiska kostnaderna att bli mycket höga - såvida inte det politiska syftet är att ersätta den inhemska produktionen med import eller att driva upp prisnivån inom sektorn.

Om förväntningarna är sådana att det framförallt är *kvasiräntor* som riskerar att beskattas, dvs endast anläggningar med låga energikostnader men höga kapitalkostnader, har företagen ett starkt incitament att förändra teknologivalet mot lägre kapitalintensitet och högre energiintensitet, bort från vattenkraft och kärnkraft till olje- och gas-kraft. Denna tendens har varit mycket påtaglig på den amerikanska reglerade elmarknaden, där regleringsmyndigheten i realiteten svarat för "beskattningen".

Under senare år har det hänt att starkt fördyrade och försenade kärnkraftsreaktorer (helt eller delvis) ej fått räknats in i underlaget för eltarifferna med stora kapitalförluster för kraftföretagen som följd. Om detta kan ske reduceras naturligtvis incitamenten att investera i kapitaltung produktion. Riskerna är däremot mycket små att investera i anläggningar med höga bränslekostnader - eftersom ingen regleringsmyndighet skulle motsätta sig en prisnivå som åtminstone gav täckning för de rörliga kostnaderna. Denna typ av reglerings-problem har motsatt förtecken mot det traditionella reglerings-problemet. Ett klassiskt resultat inom regleringslitteraturen säger oss att en *stabil reglering* av kraftföretags avkastning leder till en alltför kapitalintensiv produktion, den sk *Averch-Johnson-effekten*. Orsaken till detta är att regleringen sänker skuggpriset på kapital för företaget vilket påverkar kapitalintensiteten.

Problemet med de långsiktiga investeringsincitamenten på den svenska elmarknaden torde dock inte vara begränsat till enbart kapitalintensiva investeringar utan gäller nog alla investeringar i ny elproduktion - möjligen med undantag för mycket småskalig

[6] För en intressant teoretisk analys, se Hansson I och Stuart C, Why are investments subsidized? International Economic Review 30, 1989, sid 549-59.

vattenkraft och vindkraft. Det kan t ex inte uteslutas att energiintensiva anläggningar i framtiden kommer att påläggas en CO_2-skatt. Rationella agenter torde därför kalkylera med en högst betydande riskpremie när det gäller investeringar i ny elproduktion i Sverige, oavsett teknologi. Som framgår av avsnitten 4.5 och 4.6 får också till synes låga skatter på elenergi, genom diskontering i tillgångsvärden, högst betydande effekter på investeringars lönsamhet.

I Energikommissionens betänkande (SOU 1995:139) diskuteras subventioner till investeringar i ny elproduktion som ett medel för att helt eller delvis finansiera nya elproduktionsanläggningar. Sådana subventioner kan naturligtvis i viss utsträckning kompensera för osäkerheten på beskattningssidan[7]. Ur handelspolitisk synvinkel kan det tänkas att sådana subventioner är tillåtna enligt WTO- och EU-reglerna så länge som inte elmarknaderna i övriga Europa är avreglerade och konkurrensutsatta. Å andra sidan är subventionspolitik nästan alltid förenad med effektivitetsproblem. Det förefaller mera rationellt att direkt åtgärda de politiska imperfektionerna på investeringsincitamentsidan än att indirekt försöka korrigera dessa med ytterligare en imperfektion.

Den slutsats som kan dras av analysen i detta avsnitt är att den sannolikt allvarligaste samhällsekonomiska kostnaden för beskattning av viss elproduktion är de långsiktiga effekterna på investeringsincitamenten. Ingen rationell elproducent kan tänkas investera i ny kapitalintensiv basproduktionskapacitet utan att beakta sannolikheten för en framtida skärpt beskattning av elproduktionen. Enligt min uppfattning kommer inte utslagning av inhemsk kapacitet (t ex vid en avveckling av en eller flera reaktorer) att, på grund av risknivån genererad riskpremie, ersättas med nybyggd kapacitet på svensk mark. Detta innebär en betydande komparativ fördel för utländska elproducenter eller för elproduktion lokaliserad till andra länder med lägre skattehot. Analysen i de två nästa avsnitten bidrar till att förstärka denna slutsats.

9.4.5 Effekter på kärnkraftreaktorernas lönsamhet

För att belysa effekterna av skatt på kärnkraft utgår vi från normalårsförhållanden vad gäller nederbörden i den nordiska vattenkraften. Beroende på nederbörden varierar jämviktspriserna på

[7] Se Hansson I och Stuart C, Why are investments subsidized? International Economic Review 30, 1989, sid 549-59.

den svensk-norska elmarknaden kraftigt mellan åren. Jämfört med tidigare spotmarknadspriser på ca 15-20 öre per kWh kan vi under hösten 1996 notera spotmarknadspriser på 25-40 öre per kWh på den svensk-norska spotmarknaden.

Som framgår av avsnitt 3.2 ovan övervägde den senaste energikommissionen två olika typer av skatt på kärnkraft dels en likformig skatt på alla reaktorer dels en åldersrelaterad skatt, mera åldersdifferentierad än den nuvarande vattenkraftskatten.

Likformig skatt

Låt oss starta med en ökning av skatten på kränkraft från nuvarande 2.2 öre per kWh till 6 öre per kWh. Tabell 9.4 visar effekterna på produktionskostnaderna för de olika reaktorerna.

Tabell 9.4 Elproduktionskostnader i svenska kärnkraftsreaktorer, (1994 års värden), före och efter beskattning, öre/kWh.

Reaktor	Ålder 1996, år	Total genomsn. kostnad	Skatt	Total kostnad eft. skatt	Skatt	Total kostn. eft. skatt
O1	24	16.0	2.2	18.2	6.2	22.2
O2	21	14.6	2.2	16.8	6.2	20.8
B1	21	13.7	2.2	15.9	6.2	19.9
R2	21	13.2	2.2	15.4	6.2	19.4
R1	21	14.3	2.2	16.5	6.2	20.5
B2	19	15.5	2.2	17.7	6.2	21.7
F1	16	14.1	2.2	16.3	6.2	20.3
F2	15	13.6	2.2	15.8	6.2	19.8
R3	15	12.8	2.2	15.0	6.2	19.0
R4	13	13.0	2.2	15.2	6.2	19.2
F3	11	20.9	2.2	23.1	6.2	27.1
O3	11	19.0	2.2	21.2	6.2	25.2

Källor: SOU 1995:140, sid 105, utom för O1: Kraftordet 1996:1, sid 3. O1-värdena gäller 1996.

Två viktiga slutsatser kan dras från tabell 4:

i) Jämfört med genomsnittligt marknadspris på elenergi 1995, 18 öre per kWh, får vid nuvarande skatt två reaktorer (F3 och O3) ej täckning för sina kostnader, medan en (O1) ligger på marginalen.

ii) Jämfört med genomsnittligt marknadspris på elenergi 1995 kommer inte en enda reaktor att täcka sina kostnader vid en skattenivå på 6.2 öre/kWh.

Tabell 9.5 Elproduktionskostnader i de svenska kärnkraftsreaktorerna, år 1994, öre/kWh.

Reaktor	Ålder 1996, år	Driftskostnader	Avskrivningar och ränta	Total genomsnittskostn.	Skatt	Total kostnad efter skatt
O1	24	-	-	16.0	9.5	25.5
O2	21	11.7	3.0	14.6	8.0	22.6
B1	21	12.1	1.6	13.7	8.0	19.7
R2	21	9.4	3.8	13.2	8.0	19.2
R1	21	10.8	3.5	14.3	8.0	22.3
B2	19	13.3	2.2	15.5	7.0	22.7
F1	16	9.0	5.1	14.1	5.5	19.6
F2	15	8.9	4.7	13.6	5.0	18.6
R3	15	8.7	4.1	12.8	5.0	17.8
R4	13	9.4	3.6	13.0	4.0	17.0
F3	11	8.2	12.7	20.9	3.0	23.9
O3	11	8.1	10.9	19.0	3.0	22.0

Källor: SOU 1995:140, sid 105, utom för O1: Kraftordet 1996:1, sid 3. O1-värdena gäller 1996.

Åldersrelaterad skatt

Låt oss här anta följande skattestruktur på kärnkraftsreaktorerna: Den yngsta reaktorn belastas med ytterligare 0.8 öre, dvs skatten ökar till 3 öre per kWh. För varje års ålderskillnad uppgår skatteökningen

till 0.5 öre per kWh. Kostnadsstrukturen och skattestrukturen framgår av tabell 9.5 (med undantag för kostnadstrukturen för O1 som genomgått en omfattande modernisering.)

Tabell 9.5 illustrerar fem viktiga punkter:

i) Det existerar ingen monoton relation mellan ålder och kapitalkostnader. Tvärtom är korrelationen låg. En orsak till detta är att reaktorerna inte ägs av oberoende företag utan ägs av andra kraftföretag. Nivån på internpriserna mellan reaktorföretagen och ägarföretagen bestäms av ett antal faktorer i tillägg till de aktuella finansiella kostnaderna för en viss reaktor.

ii) Inte desto mindre kommer de antagna skattesatserna att förändra kostnadstrukturen tämligen dramatiskt. I stor utsträckning utjämnas kostnadsskillnaderna mellan reaktorerna.

iii) Vid 1995 års elprisnivå är det åtskilliga enheter som skulle gå med förlust. Det bör dock noteras att om några enheter tas ur drift så kommer marknadspriset på el sannolikt att öka, vilket förbättrar lönsamheten för de kvarvarande reaktorerna. Hur mycket är dock svårt att bedöma med hänsyn till effekterna av importkonkurrensen på den svenska elmarknaden.

iv) Den äldsta reaktorn, O1, skulle bli den dyraste om den inte omklassificeras till en ny enhet. Reaktorn har varit avstängd under en treårsperiod och genomgått en omfattande modernisering till en kostnad av 900 mkr. Dess förväntade livslängd är nu 20 år, medan den planerade avskrivningstiden för investeringen uppgår till 15 år.

v) En skatt som denna skulle leda till att några reaktorer skulle läggas ned på ett, med Energikommissionens terminologi, *naturligt* sätt. Se avsnitt 9.3.2.

Kapitalkostnadsprofil

Kapitalkostnaderna i tabellerna 9.4 och 9.5 kan tyckas mycket låga för de flesta reaktorerna. Orsaken till detta är en tidigare relativt snabb avskrivningstakt. Denna redovisas för O3 i tabell 9.6.

Tabell 9.6 Bokföringsmässiga produktionkostnader i O3, perioden 1985-1994 (öre/kWh)

År	Drifts-kostnader	Av-skrivning	Räntekostnad	Total kostnad
1985	16,6	6,5	14,2	37,3
1986	9,8	5,8	16,4	32,0
1987	10,7	7,4	17,9	36,0
1988	9,8	7,0	15,1	31,9
1989	9,2	6,1	14,8	30,0
1990	9,0	5,4	12,4	26,8
1991	8,0	4,4	11,2	23,6
1992	8,3	4,6	11,9	24,8
1993	8,5	4,4	8,6	21,4
1994	8,1	4,0	6,9	19,0

Källa: SOU 1995: 140, sid 370.

Denna tidsprofil torde vara typisk för de flesta reaktorerna.

9.4.6 Effekter på kärnkraftens marknadsvärde: Rättvise-aspekter

På den gamla avkastningsreglerade elmarknaden kunde man räkna med att en skatt på elproduktion relativt snabbt övervältrades på konsumenterna. På den nya avreglerade elmarknaden kan vi räkna med att en skatt på kärnkraft (och vattenkraft) övervältras bakåt på producenterna under en längre tidsperiod. Skatten leder då till att såväl rörelseöverskottet som tillgångarnas marknadsvärde sjunker. De problem ur långsiktig effektivitetssynpunkt som detta aktualiserar har diskuterats ovan.

Om inte kärnkraften avvecklas i snabb takt kan vi således räkna med att en skatt på elproduktion från kärnkraft inte i någon högre grad kommer att övervältras på konsumenterna under överskådlig framtid - om inte skatten höjs ytterligare. Därför är det av intresse att illustrera skatte-effekterna på kärnkraftsreaktorernas marknadsvärden. Som jämförelse inkluderas också effekterna av skatteökningarna på vattenkraft.

Låt oss överslagsmässigt beräkna den totala förlusten i tillgångsvärden förorsakade av de senaste höjningarna av skatten på vatten- och kärnkraft , dels vid årskiftet dels 1 september 1996, vilken uppgick till 1.5-3 respektive 2 öre per kWh. (Eftersom skatten på vattenkraft är åldersrelaterad uppgår den genomsnittliga skatteökningen till ca 2 öre per kWh). Vi antar att diskonteringsräntan uppgår till 4% och inflationen till 2% per år. Eftersom skatten är nominell kommer den att i viss mån urholkas av inflationen. Här förutsätts att hela skatten övervältras på producenterna av vatten- och kärnkraft. Effekterna på tillgångarnas värde illustreras i tabell 9.7.

Tabell 9.7 Ekonomiska effekter av skattehöjningarna på vattenkraft och kärnkraft år 1996.

Kraftslag	**Vattenkraft**	**Kärnkraft**
Genomsnittlig skattehöjning 1996	2 öre/kWh	2 öre/kWh
Årlig produktion	65 TWh	70 TWh
Årlig nominell förlust	1,300 mkr	1,400 mkr
Total diskonterad förlust i tillgångsvärde	21,500 mkr	22,000 mkr
Förlust av diskonterat nuvärde per produced årlig kWh	43 öre	30 öre
Marknadsvärde på en årlig kWh	200-300 öre	70-90 öre
Skatt (förlust av diskonterat nuvärde) i procent av marknadsvärde	22-30%	34-42%

I viss utsträckning modereras effekterna av klausuler i de långsiktiga elkontrakt som slutits under senare tid, men när kontrakten löper ut och omförhandlas får vi räkna med att full övervältring sker på producenterna. Till detta ska läggas den övervältring bakåt på producenterna som förorsakas av höjningen av den allmänna konsumtionsskatten på elenergi. Överslagsmässigt torde denna uppgå till ca 50% av skattehöjningen, dvs 1 öres höjning av elskatten belastar producenterna med 0.5 öre. Eftersom industrin är befriad från elskatt uppgår den *årliga* förlusten i producentöverskott till ca 500 mkr. Effekterna av skatterna på tillgångsvärdena inom kraftindustrin är således mycket kraftiga även av till synes obetydliga skattehöjningar.

För att ytterligare belysa effekterna av skattehöjningarna på kärnkraft väljer jag de två senast byggda reaktorerna, F3 och O3, som är av ungefär samma storlek, ca 1150 MW, och har ungefär samma årsproduktion; se tabell 9.8. Här antas samma årliga produktion som år 1995.

Tabell 9.8 Ekonomiska effekter av skattehöjningarna på reaktorerna F3 och O3

Reaktor	F3	O3
Total skatt efter skattehöjningar	2.2 öre/kWh	2.2 öre/kWh
Total produktionskostnad (1994 års värden)	20.9 öre/kWh	19 öre/kWh
Driftskostnader	8.2 öre/kWh	8.1 öre/kWh
Ränta och avskrivningar	12.7 öre/kWh	10.9 öre/kWh
Genomsnittligt elpris 1995 exklusive transmission	18 öre/kWh	18 öre/kWh
Långsiktig genomsnittskostnad (antagen)	> 21 öre	> 21 öre
Årlig produktion	8.9 TWh	8.9 TWh
Årlig nominell skattebörda	196 mkr	196 mkr
Total diskonterad förlust i tillgångsvärden	3, 079 mkr	3, 079mkr
Ursprunglig investeringskostnad i konstanta 1996 priser (exklusive ränta under byggnadstiden)	10,005 mkr	9,716 mkr
Skatteandel av investeringskostnaden	31%	32%
Förlust av diskonterat nuvärde per producerad års-kWh	33 öre	33 öre
Marknadsvärdet av en årlig kWh före skatt	~90 öre	~90 öre
Skatt som procent av marknadsvärde	37%	37%

Följande slutsatser kan dras från tabell 9.8:

i) Enligt årsrapporterna understiger marknadspriset på el reaktorernas redovisade kostnader. Marknadspriset understiger också den långsiktiga genomsnittskostnaden för anläggningarna. Denna långsiktiga genomsnittskostnad är baserad på en real kalkylränta om 6%.

ii) Redan före skatt går dessa reaktorer med bokföringsmässig förlust. Skatten kommer att ytterligare förvärra förlusterna.

iii) Redan före skatt är det högst osäkert om dessa reaktorer kommer att uppvisa ett positivt nuvärde, dvs lönsamhet som långsiktiga investeringsprojekt. Efter skatt är det högst osannolikt.

iv) Skattebördan motsvarar ca 30 % av den ursprungliga investeringskostnaden, dvs skattebördan är av samma storleksordning som en fördyring av den urspungliga investeringskostnaden med 30%.

v) Skattebördan motsvarar över en tredjedel av reaktorernas marknadsvärde före skatt.

Antaganden om marknadsvärden är baserad på transaktioner under 1990-talet innan avregleringen av den svenska elmarknaden. Det är svårt att bedöma om dessa marknadsvärden innehöll några förväntningar om framtida beskattning. Eftersom elmarknaden var reglerad kan man anta att eventuella produktionsskatter hade liten inverkan på marknadsvärdena.

Men kommer inte elpriserna att stiga i framtiden med betydande *windfall gains* i vatten- och kärnkraft som resultat? Att döma av den energipolitiska debatten synes förväntningarna vara inställda på betydande elprishöjningar. Låt mig därför också kort diskutera den framtida elprisutvecklingen.

Stigande elpriser[8]*?*

Som noterades i avsnitt 9.3.2 har sedan lång tid tillbaka förväntningar om stigande elpriser varit ett viktigt motiv för beskattning av elenergi., att genom förtida beskattning förhindra uppkomsten av *windfall gains*. Att döma av den realiserade prisutvecklingen under den senaste 20-årsperioden har framförhållningen i detta avseende varit god. Fram till den nuvarande torrårskrisen har priset på elenergi varit fallande[9]. Om inte kärnkraften avvecklas är det heller inte lätt

[8] För en mera omfattande analys, se Hjalmarsson L., Elprisnivå och elprisutveckling på en avreglerad elmarknad, Ds 1994:2.

[9] Med undantag för perioden 1970-75 har elpriset varit fallande i Sverige

att, under normalår vad gäller vattenkraftsproduktionen, finna några starkare elprisuppdrivande faktorer. Internationaliseringen av elmarknaden har en starkt prisdämpande effekt i tillägg till själva avregleringen. Erfarenheterna av den svensk-norska spotmarknaden indikerar att den norska och svenska elprisnivån kommer att sammanfalla ca 95% av året. En framtida nordisk och nordeuropeisk integrering av elmarknaderna kommer att ytterligare bidra till låga elpriser under överskådlig framtid. Det potentiella utbudet av tysk el i intervallet 15-20 öre per kWh torde vara mycket betydande. Detta innebär att svenska elkonsumenter under år framöver kommer att kunna njuta av den inlåsta elproduktionskapaciteten på den tyska elmarknaden, medan elproducenternas förhoppningar om snar övervältring av produktionsskatterna får skjutas på framtiden.

En nästan 100%-ig övervältring på elproducenterna kan kanske uppfattas som positivt ur fördelningspolitisk synvinkel, men om en anläggning bytt ägare, och den nye ägaren köpt anläggningen utan förväntningar om en framtida beskattning drabbas denne av en oförutsedd kapitalförlust, medan tidigare ägare tillgodogjort sig hela förmögenhetsökningen.

Men även om tillgången inte omsatts utan tillhört ett och samma företag hela tiden har ägargenerationerna avlöst varandra, dvs även om inte tillgången bytt företag så byter företag successivt ägare, varför även i detta fall fördelningseffekten drabbar de som för tillfället råkar vara ägare på ett godtyckligt sätt. Det är endast om värdeökningen är oförutsedd och beskattningen annonseras direkt i anslutning till denna som fördelningseffekterna kan beskrivas som otvetydigt gynnsamma. Men när de ekonomiska konsekvenserna av beskattningen är så omfattande som här illustrerats torde de närmast kunna betecknas som konfiskatoriska, med uppenbara konsekvenser för den riskpremie som kapitalmarknaden kan förväntas belasta framtida investeringar i elproduktion med.

En annan fördelningspolitiskt intressant fråga är om en konsumtionsskatt på el har gynnsamma fördelningseffekter? Svaret på denna fråga är nej. En elskatt har en svagt regressiv effekt, dvs låginkomsthushåll drabbas hårdare än höginkomsthushåll, pensionärer hårdare än yrkesaktiva, hushåll med barn hårdare än hushåll utan barn, hushåll i glesbygd hårdare än stadshushåll och hushåll i norra Sverige hårdare än hushåll i södra Sverige; se *Skatt på energi*, SOU 1982:17.

---

sedan 1960. Se Bergman et al, Den nya elmarknaden, SNS 1994, sid 41.

Ytterligare en fördelningspolitisk aspekt är kopplad till internationaliseringen på ägarsidan. Denna innebär att en hel del av elskattebördan vältras över på de utländska aktieägarna och elkonsumenterna, vilket kanske kan ses som en fördel ur snävt nationell synvinkel. Mot den bakgrunden framstår regeringens farhågor för ett ökat utländskt ägande av svenska krafttillgångar som något förvånande, eller ska aversionen mot utländskt ägande tolkas som att ett ökat utländskt ägande utgör ett politiskt hinder för framtida ökningar i produktionsskatterna?

Den slutsats som kan dras av detta avsnitt är att såväl beskattningen av elenergi generellt som av kärnkraften speciellt kommer att under lång tid i mycket hög grad övervältras bakåt på elproducenterna och därmed på ägarna av krafttillgångar. Till synes låga skatter per kWh har en mycket kraftig effekt på kärnkraftens ekonomiska värde.

Kapitalmarknadseffekterna av detta är att högre avkastningskrav kommer att ställas på kraftindustrin vilket långsiktigt leder till mindre investeringar, större import och en högre elprisnivå. Denna av en långsammare investeringsutveckling genererad högre prisnivå innebär att vi på lång sikt - men först när effekterna av avreglering och internationalisering klingat ut, eller om kärnkraften avvecklas - kan räkna med att alla skatter på elproduktion nästan helt övervältras på konsumenterna.

9.4.7 Miljöeffekter

Kortsiktiga miljöeffekter av beskattning av kärnkraft uppstår då skatten påverkar rangordningen av anläggningar, *merit order*, på utbudssidan av elmarknaden. Med nuvarande nivå på beskattningen är det främst importen av fossilbaserad elproduktion (kol och gas) under låglastperioder som kan konkurrera med svensk vatten- och kärnkraft.

Långsiktiga miljöeffekter uppstår om skattekilarna leder till att det framstår som mera lönsamt att importera fossilbaserad el istället för att bygga nya inhemska anläggningar med lägre miljöpåverkan. Utan underlag som medger en kvantifiering, torde konkurrensen från importen leda till en starkt minskad konkurrenskraft för svensk kraftindustri under åren framöver.

9.4.8 Industripolitiska aspekter

Den svenska elmarknaden avreglerades vid årsskiftet. Vid denna tidpunkt förvandlades elproduktionssektorn från en skyddad hemmamarknadsindustri till en internationellt konkurrensutsatt industribransch. Varken ur teknologisk synpunkt eller ur marknadssynpunkt finns det längre något som väsentligt skiljer elproduktionen från den tunga kemiska industrin, stålindustrin eller pappers- och massaindustrin. Det finns därför heller ingen speciell egenskap hos elproduktionsbranschen som gör denna mera lämplig att i framtiden bära en tyngre skattebörda än annan industri. Det finns heller inga starka motiv för att beskatta elexporten men undanta elimporten - om inte syftet är att kraftföretagen ska spilla vatten i Sverige, minska kapacitetsutnyttjandet i produktionen av kärnkraft och importera vattenkraft från Norge och fossilkraft från Danmark och Tyskland.

Normalt innebär en avreglering av en marknad minskad politisk osäkerhet till priset av en ökad marknadsmässig osäkerhet. Bibehållen politisk osäkerhet i kombination med ökad marknadsmässig osäkerhet utgör ingen attraktiv miljö för långsiktiga investeringar.

På en avreglerad elmarknad med internationellt konkurrensutsatta kraftföretag reduceras utrymmet för politiska ingrepp avsevärt, dvs kostnaden för sådana ingrepp ökar mycket kraftigt. Detta gäller isynnerhet utrymmet för en diskriminerande beskattning av elproducenter eller viss elproduktion. Sådana skatter kommer att få en direkt snedvridande effekt såväl på kapitalallokeringen inom branschen som kapitalallokeringen mellan näringslivets olika sektorer som på den internationella handeln med elenergi. Med hänsyn till konkurrenskraften har en beskattning av elenergin i de nordiska länderna karaktären av exportskatt. Skatten på svensk elproduktion innebär därför ett skapande av konstgjorda komparativa nackdelar för den svenska elproduktionen och speciellt vatten- och kärnkraftproduktionen. Det torde vara mycket sällsynt att en produkt som produceras i den konkurrensutsatta delen av näringslivet beläggs med en särskild produktskatt, medan importen undantas.

Låt oss göra tankeexperimentet att överväga beskattning av viss produktion i en viss sektor av näringslivet. Utan att få veta namnet på produkten som skulle beskattas skulle full information erhållas om teknologi, konkurrensförhållanden, marknadsrisker, pris- och lönsamhetsutsikter, aktiekursutveckling etc. Det är under sådana anonyma förhållanden svårt att föreställa sig att - när facit öppnats - just elproduktionen hade valts ut som skatteobjekt. I en sådan anonym

rangordning av näringslivssektorerna hade sannolikt elproduktionen hamnat långt ned på listan över lämpliga beskattningsobjekt.

För att ge ytterligare perspektiv på elbeskattningen kan det vara av intresse att ställa sig frågan vilken reaktionen blivit om regeringen i nuvarande lågkonjunktur föreslagit att produktionen av sulfatmassa skulle beläggas med en produktionsskatt på 1200 kr per ton och produktionen av sulfitmassa med 800 kr per ton och dessutom föreslagit höjning av den generella skatten, på all massaproduktion, med undantag för importen, med 400 kr per ton? Sannolikt så upprörd att ingen regering skulle falla på tanken att göra detta. Men det är just detta som sker i elproduktionsbranschen.

Konsekvenserna av elmarknadens avreglering har ännu inte visat sig i det industripolitiska eller energipolitiska tänkandet. Enligt min uppfattning ställer kraftindustrins omvandling från skyddad hemmamarknadsindustri till en traditionellt internationellt konkurrensutsatt industribransch krav på en djupgående energipolitisk omprövning och mental omställning. Den energiskattepolitik som bedrivits sedan mitten av 1970-talet har, i ljuset av en konkurrensutsatt marknad, varit som skräddarsydd för att sätta skräck i agenterna på de finansiella marknaderna, dvs de som i framtiden ska marknadspröva investeringsprojekten och kanalisera en stor del av kapitalet till nyinvesteringar på elmarknaden. Ingen sektor inom den konkurrensutsatta delen av näringslivet skulle överlevt en sådan behandling som den energiomvandlingssektorn upplevt under de senaste decenniernas snabba kast i politiska signaler och energiskattepolitik. När inte kostnaderna för energipolitiken längre kan övervältras på konsumenterna utan drabbar kapitalägarna kommer det sannolikt heller inte att investeras i någon större ny elproduktionskapacitet åtkomlig för svensk beskattning förränn regering och riksdag insett att kraftindustrin inte producerar någonting mera märkvärdigt än en traditionellt konkurrensutsatt produkt och inte skiljer sig från t ex kemi-, skogs- och stålindustrin vad gäller behovet av långsiktiga spelregler och politisk stabilitet.

I den energipolitiska debatten har intresset fokuserats på omsorgen om den energiintensiva industrin och dess framtida konkurrenskraft och överlevnadsmöjligheter efter avvecklingen av kärnkraften och en realiserad skatteväxling. Enligt min uppfattning kan ett ännu större

frågetecken sättas för hur svensk elproduktion, med undantag för vattenkraften som är svårflyttbar, på sikt ska klara importkonkurrensen.

9.5 Avslutande synpunkter

Den enda skattebas ett land förfogar över på lång sikt är arbetskraften antingen den uppträder i form av arbetare eller konsumenter. I vissa fall kan också lägesräntor utgöra en skattebas, men även här kan en övervältring förväntas ske på konsumenterna på lång sikt. Försök att beskatta något annat än arbetskraft resulterar ofta i höga extrakostnader för samhällsekonomin under den period som krävs för att skatten som helhet ska övervältras på konsumenterna. Det finns helt enkelt inte mycket annat som vill eller kan bära skatter i en ekonomi än just arbetskraften. Arbetskraften är den mest trögrörliga produktionsfaktorn. Arbetare eller konsumenter väljer inte migration som medel att undgå skatter i någon större utsträckning. Det gör däremot andra produktionsfaktorer. De flesta försök som görs att beskatta något annat än arbetskraft resulterar - efter alla anpassningsåtgärder - i sista ändan likväl i att det är arbetskraften eller konsumenterna som slutligen får betala skatten. Detta gäller även skatter på kapital, energi och råvaror. Om elenergin likväl ska beskattas bör detta ske direkt i konsumentledet och inte genom särskilda skatter på viss elproduktion eller på industrins elförbrukning. Då reduceras en avsevärd del av de samhällsekonomiska kostnaderna för övervältringen av skatten från elproducenterna till hushållen.

10 Torv

10.1 Torvens användning i Sverige

10.1.1 Inledning

Denna PM ger en bakgrund till torvens användning i Sverige idag samt beskriver vilka effekter torvanvändningen kan föra med sig. En kartläggning av torvresursen följs av en redogörelse för olika typer av utvinningsmetoder. Därefter görs en genomgång av de effekter på miljön som torvproduktionen har. Sysselsättningseffekterna beskrivs liksom de styrmedel som har använts för att öka torvutvinningen i Sverige. En jämförelse mellan priser på torv och andra energislag görs även. Till sist finns en sammanfattning och några slutsatser som kan dras baserat på det som redovisats.

10.1.2 Torvresursen

Torv är beteckningen på ett mer eller mindre nedbrutet (humifierat) växtmaterial. Torv förekommer huvudsakligen i två typer av myrar: mossar och kärr. Det finns idag huvudsakligen två typer av torvprodukter, energitorv (bränntorv) samt odlingstorv. Odlingstorv används som jordförbättringsmedel och odlingsmedel inom trädgårdsnäringen. Vi kommer här endast att ta upp energitorven.

Torv ingår i den geologiska kedjan torv-brunkol-stenkol och började bildas för ca 10 000 år sedan då inlandsisen hade frilagt hela Götaland och delar av Svealand. Den gradvisa landhöjningen under den postglaciala tiden möjliggjorde sedan en successiv torvtillväxt med början i de södra delarna av landet, som alltså har de mäktigaste torvlagren.

Den totala torvmarken i Sverige uppskattas till 6,4 miljoner ha. Av den totala torvarealen är ca 350 000 ha utvinningsbar med hänsyn till miljömässiga och produktionstekniska restriktioner. Den totala energimängden i den brytvärda torven uppskattas till ca 2000 TWh. Torvmarkerna är fördelade så att ungefär 15% av arealen finns i vardera Götaland och Svealand. Resterande 70% återfinns i Norrland där dock torvlagren normalt är grundare än i södra Sverige. Torvproduktionen sker framförallt i nedre Norrland. År 1994 bröts 3,7 miljoner m^3s (stackat mått) energitorv, vilket motsvarar en energimängd av ca 3,4 TWh. Jämfört med 1993 innebär 1994 års resultat att produktionen mer än fördubblades (+120%). Det är också den största produktionen av energitorv som uppmätts sedan mätningarna startade 1980. De stora svängningarna i produktion från

år till år beror till stor del på väderbetingelser. Sommaren 1993 var ovanligt regnig medan 1994 var rekordtorr och rekordvarm.

Torvtäcket i en orörd torvmosse växer med ett tunt skikt varje år. Tillväxten är normalt 0,1 - 2 mm/år men varierar kraftigt i olika delar av landet och mellan olika typer av torvmark. Den årliga nettotillväxten av de svenska torvmossarna motsvarar 12-25 TWh. Denna mängd måste betraktas som en absolut övre gräns för potentiell årlig torvproduktion.

Förädling förekommer endast vid Härjedalens Mineral i Sveg. Där produceras torv på egna mossar och torven torkas till låg fukthalt och pressas till briketter. Briketterna används huvudsakligen i Uppsala Energis anläggning dit briketterna forslas med tåg. Årsproduktionen vid Härjedalens Mineral ligger på ca 300 000 ton, med ett värmevärde av 5 MWh/ton. Detta motsvarar knappt hälften av den totala svenska torvproduktionen.

Ett 30-tal producenter tillhandahåller energitorv av olika slag. De flesta torvproducenter är små eller medelstora. Ägarförhållandena varierar mellan helt privata företag och företag med olika grad av kommunalt ägande. Några producenter har endast en kund medan andra har flera och i viss mån också är hänvisade till den spotmarknad som under senare år utvecklats inom landet, främst beroende på att det funnits en överproduktion. I användarledet finns drygt fyrtio kommunala värmeverk och industrier (andelen kommunalägda dominerar) i Sverige som eldar torv i större eller mindre omfattning. Användningen av torv för energiproduktion uppgick 1994 till ca 3,1 TWh eller ca 3,4 miljoner m^3s. Sverige totala energitillförsel 1994 har preliminärt beräknats uppgå till ca 462 TWh. Huvudsaklig användning har energitorven för produktion av hetvatten i värmeverk där 2,8 TWh användes. Endast små kvantiteter, ca 126 000 MWh användes för direkt elproduktion. Energitorven används dessutom i massa- och pappersindustrin och i viss mån i den kemiska industrin. Torven konkurrerar med trädbränslen och avfall på energimarknaden. Den största konkurrensen sker dock främst mot kol och olja.

Utnyttjandet av energitorv visar en stadig ökning år från år fram till 1992 med några undantag. Under 1993 skedde en måttlig nedgång som förstärktes 1994. Den relativt jämna utvecklingen av torvanvändningen kan förklaras med att pannor tillkomna med hjälp av det särskilda s k "torvpannestödet" färdigställdes under åren 1984-1986 och nådde full drift ytterligare något år senare. Nedgången som inleddes år 1993 kan förklaras delvis av den för torvbrytning dåliga sommaren 1993 och av den allt hårdare konkurrensen från andra bränslen.

År 1991 importerade Sverige ca 58 000 ton torv. Importen är huvudsakligen energitorv. Den övervägande delen har hittills kommit från Finland, men åren 1990 och 1991 har Storbritannien varit det största leverantörslandet. Det har också förekommit import av mer tillfällig karaktär från andra länder.

10.1.3 Utvinningsmetoder

För kommersiell torvutvinning används idag två metoder, frästorvmetoden och stycketorvmetoden. Stycketorvmetoden dominerar mängdmässigt. Båda metoderna betecknas som ytutvinningsmetoder eftersom torven skördas i ett ytskikt över hela täkten.

Produktion av torv med traditionella metoder sker under sommarhalvåret (2-5 månader). Produktionssäsongens längd beror dels på den aktuella vädersituationen, dels på det geografiska läget. Med traditionella torvutvinningsmetoder låter man torven lufttorka på fältet efter upptagningen. Det innebär att produktionen är mycket väderkänslig.

Frästorvmetoden

Frästorvmetoden innebär att ett tunt ytskikt av torven, 10-20 mm tjockt, fräses upp med hjälp av en skruv-, pinn- eller knivfräs. Den uppfrästa torven får sedan torka på fältet till en fukthalt på 45-55%. Torkningen tar två till tre dagar. För att få en snabbare och jämnare torkning vänds torven några gånger under torktiden. Frästorven ger normalt 10-15 skördar per år.

Stycketorvmetoden

Stycketorvmetoden innebär att torven vid varje skörd bryts i ett skikt på 50-100 cm. Upptagningen sker med en vertikalgående skruv eller sågklinga. Torven bearbetas efter upptagningen i en ältningsskruv och pressas ut genom ett eller flera munstycken till cylinderformade stycken. Torvstyckena lämnas att torka på fältet under tre till sex veckor till en fukthalt på 30-45%. Med stycketorvmetoden får man normalt mellan en och tre skördar per säsong.

Forcerad produktion

Vid forcerad produktion avbryts fälttorkningen vid en högre fukthalt (ca 60%) och sluttorkningen sker med industriella torkmetoder. Den kortare torktiden på fältet minskar tiden mellan skördarna vilket möjliggör flera skördar per säsong. Den industriella sluttorkningen gör också metoden mindre väderkänslig. Med industriell torkning kan ett bränsle med mycket låg fukthalt produceras.

Stortorv

Stortorv är en variant av stycketorv där styckena görs avsevärt större. De stora styckena placeras stående på täkten för att torka. Då torvstyckena står upp får en större mängd upptagen torv plats på täktytan vilket medför att varje skörd kan göras större. En skörd av stortorv ger därför samma torvmängd som en normal årsproduktion med konventionell stycketorvteknik.

Fulldjupsutvinning

Fulldjupsutvinning innebär att torven bryts till fullt myrdjup på en sektion av mossen innan brytningen fortsätter i nästa sektion. Den brutna torven avvattnas och torkas industriellt. Svårigheterna med metoden ligger i första hand i att kunna avvattna torven på ett effektivt sätt. Detta metod befinner sig än så länge på idéstadiet och intresset från torvbranschen är mycket begränsat. Detta beror på att de undersökta djupbrytningsmetoderna inte kan ske till konkurrenskraftig kostnad jämfört med de traditionella ytutvinningsmetoderna.

Torvbrytning inleds med att ett företag erhåller en undersökningskoncession och undersöker torvmarken. Om företaget finner att torven är brytvärd ansöks om bearbetningskoncession hos länsstyrelsen. För kommersiell energitorvutvinning krävs även täkttillstånd enligt miljöskyddslagen. Täkttillståndet lämnas av länsstyrelsen och omfattar föreskrifter för täktverksamheten till skydd för naturmiljön och krav på efterbehandling av området. Idag finns liten erfarenhet av efterbehandling av utbrutna torvmarker. Flertalet av de torvtäker som använts för produktion av frästorv och inte längre är i drift har lämnats utan någon efterbehandling. I dessa bildas ofta sjöar eller blöta områden. Minst tre alternativ till efterbehandling är möjliga: skogsodling, energiskogsodling eller anläggning av sjö. I

dagsläget förefaller energiskogsodlingen vara det minst aktuella alternativet. Ny torvmark är i ett kortare tidsperspektiv omöjlig att åstadkomma på samma plats.

10.1.4 Torvens miljöpåverkan

Innan torvutvinning påbörjas på en mosse måste mossen beredas. Detta innebär att all vegetation på mossens yta tas bort och att mossen dikas ut. Redan de förberedande åtgärderna påverkar alltså naturen drastiskt i det egentliga täktområdet. Landskapsbilden påverkas och möjligheterna till rörligt friluftsliv i täktområdet begränsas. Den direkta påverkan på vegetationen medför sekundära effekter på faunan. Dikningen kan också påverka sjöar och vattendrag nedströms täkten. Andelen organiskt material i det avrinnande vattnet kommer att öka under hela utvinningsperioden. Det avrinnande vattnets kemiska sammansättning kan också påverkas något. Vid både brytning och förbränning frigörs växthusgaser som lagrats i torven och som kan ge upphov till klimatförändringar.

Påverkan på flora och fauna

Vegetationsutvecklingen efter en myrdikning kännetecknas i allmänhet av att vissa arter av mossor (t ex björnmossa och väggmossa) ökar, medan de fuktighetskrävande vitmossorna försvinner. Utvecklingen inom blötare myrpartier de första åren efter dikning går mot en minskning av artantalet. De torrare myrpartierna får under samma tid sannolikt fler arter. Dikning av myrmarker leder till att hjortronavkastningen minskar med hälften, tranbärsproduk-tionen sannolikt ännu mer. Lingonskörden kan däremot öka.

Den mest drastiska påverkan på vegetationen sker givetvis i samband med iordningställandet av myren för torvtäkt då växttäcket helt eller delvis skalas bort. Moderna metoder för torvbrytning kräver plana och vegetationsfria ytor vilket medför att fåglar och andra ytlevande djur lämnar myren under de år som brytning pågår.

Dikningar kan utgöra ett hot mot våtmarksfåglarna. I t ex vissa delar av Ryssland har under perioden 1960-70 de våtmarksbundna fågelpopulationerna minskat drastiskt, upp mot 75%, p g a dikningar. Genom att busk- och trädskiktet på myren tas bort, försvinner näringsunderlaget för däggdjursfaunan helt. Speciellt örtrika myrar i norra Sverige kan ha höga individtätheter.

Effekter på vattenkvalitet

Torvbrytning med konventionella metoder (frästorv, stycketorv) förutsätter en intensiv dikning av täktytorna. Dikningsvatten tillförs recipienter, som vanligen utgörs av små till medelstora vattendrag. Efter den inledande dikningen förändras ofta myrens avrinningsvatten från att ursprungligen ha varit surt och näringsfattigt till ett mer eller mindre buffrat vatten av större närsaltinnehåll och högre halt av erosionsmaterial. Torvtäktspåverkan leder till att antingen pH eller alkalinitet höjs i mottagande vattendrag i de fall då grundvattenandelen i det avrinnande vattnet är stor. Under dikningsfasen belastas vattendragen dessutom med höga halter organiskt material.

I vissa fall kan torvtäktsdikning leda till försurning av recipientvattendraget. pH-värdet i vattnet kan minska t ex p g a att järnsulfider som finns lagrade i torven oxiderar.

Det organiska materialet i torvmarkerna har en betydande förmåga att binda kvicksilver. Kvicksilverförsörjningen till torvmarken sker dels genom atmosfäriskt nedfall och dels genom inströmning av grund- och ytvatten som är påverkat av kringområdets geologi. Den oxidation som inträffar när en torvtäkt dikas ut medför att rörligheten ökar i täkten. Detta tillsammans med det faktum att kvicksilver antas vara partikelbundet ökar sannolikheten för transporter av kvicksilver till vattenmiljön när en täkt dikas ut.

Efter dikning ökar förekomsten av alger som växer på stenar i vattendragen, troligen p g a ökad näringstillgång. Ökade halter av fosfor nedströms täkten ger en algflora med fler arter, som indikerar näringsrika förhållanden, jämfört med uppströms.

Bottenfaunans (bottenlevande djur, i huvudsak insekter) täthet och artantal är högre i torvtäktspåverkade vattendrag där torvtäktsytan är liten jämfört med referensvattendrag. Ökad närsalttillförsel är troligen den främsta orsaken till att både algätande bottendjur och sådana som äter dött organiskt material ökar i täthet. Artantalet minskar med ökad torvtäktsandel. Vattendrag med mycket höga torvtäktsandelar har lägre artantal än referensvattendragen.

Fisktäthet och främst tätheten av årsungar av öring är betydligt lägre i recipientvattendrag än i andra vattendrag belägna under 250 m.ö.h. (högsta kustlinjen). I vattendrag över 250 m.ö.h. föreligger ingen skillnad i öringstäthet mellan referenser och recipienter.

Vid exploatering av torvmarker för energiproduktion anläggs rutinmässigt sedimentationsdammar i täkternas utloppsvatten för att

minska partikeltransporten till mottagande vattendrag (recipient-vattendrag). Avskiljningsgraden i många av de dammar som undersökts har varit 40% eller mer.

Utsläpp av växthusgaser

Flöden av växthusgaser avgår och upptas under de olika faserna vid torvutvinning. I en nyligen publicerad rapport har Zetterberg & Klemedtsson[1] beräknat nettoutsläpp som en summa av utsläpp och ackumulering från dränering, torvbrytning, lastning, transportering, förbränning och skogsplantering på torvmyren minus utsläpp från den orörda torvmyren. Dessa nettoutsläpp har sedan jämförts med växthusgasutsläpp från torvförbränning. Även en rapport av Rodhe & Svensson[2] har gjort en liknande beräkning.

Vissa antaganden har gjorts, bl a att torvens djup är 1,4 m, energiinnehållet är 2240 MJ/m2 och att torvbrytning och förbränning pågår under en 20-årsperiod. Den totala utdikade torvmyrens yta är dubbelt så stor som den yta där torven brutits.

A. Orörd torvmyr

Den orörda torvmyren ger upphov till flöden av CO_2, CH_4 (metan) och N_2O (lustgas). En naturlig myr ackumulerar kol från koldioxid i atmosfären, dvs den är en koldioxidsänka och upptaget är ca 11,6 mg C/MJ torv. Metanutsläppen från en orörd torvmyr är ca 8,9 mg CH_4/MJ torv. Även en mycket liten mängd lustgas avgår, ca 0,001 mg N_2O/MJ torv.

B. Transport, brytning, lastning

Beräkningar har även gjorts på vilka utsläpp själva skördemomentet, lastning, transport och dessa moments maskinella användning har gett upphov till. Resultatet är 13,6 mg C/MJa, 0,0013 mg N2O/MJa[3] och 0,035 CH4/MJa.

1 Zetterberg, L & Klemedtsson (1996). "The contribution to the greenhouse effect from the use of peat and coal for energy". IVL, Stockholm.

2 Rodhe, H & Svensson, B (1994). "Impact on the greenhouse effect of peat mining and combustion", Naturvårdsverket, Solna

3 Mja = Mega Joule annum dvs MJ per år

C. Torvförbränning

Torvförbränning leder till utsläpp av koldioxid till atmosfären. Beräkningar har gjorts av Rodhe & Svensson som, under vissa antaganden, visar på att koldioxidutsläppen från torvförbränning är ca 200 kg/m^2. Utsläpp av metan kan också förekomma om förbränningsnivån är för låg. Dessa utsläpp uppskattas till mindre än 10 mg metan/MJ för torveldade kraftanläggningar som är en försumbar mängd i sammanhanget. Ett litet utsläpp av lustgas erhålls även.

D. Dränering men ej torvbrytning

När en myr dränerats oxiderar torven vilket dels ger upphov till koldioxidutsläpp, dels metanackumulering. Koldioxidutsläppet pågår under ca 10 års tid, därefter är det osäkert vad som inträffar. När vegetationen avlägsnas före torvbrytningen stoppas koldioxidackumuleringen i växtligheten på ytan. Torvmyrar som är dränerade men där torvbrytning ej sker kommer sakta att beväxas med skog och därmed åter ackumulera kol.

Efter att en myr dikats ut upphör de naturliga utsläppen av metan. Denna minskning har visats ge ett relativt litet (negativt) bidrag till växthuseffekten jämfört med bidraget (positivt) från koldioxiden som bildas vid torveldningen. Man har uppskattat den årliga minskningen i metanflöden till ca 20 g metan/m^2. Enligt Naturvårdsverkets rapport Växthuseffekten (1989) skulle det ta några århundraden för myren att avge metan motsvarande den momentana effekten av förbränning av torv från ett torvskikt på två meter. Detta innebär att torv från växthussynpunkt kan jämföras med ett fossilt bränsle[4].

Även de små lustgasutsläpp som är naturliga för en orörd myr kommer att minska något vid dränering.

E. Skogsplantering på dränerade områden där torvbrytning skett

Skogsplantering på en torvtäkt ger upphov till koldioxidflöden p g a a) kolackumulering i växande biomassa, b) utsläpp från oxidering av återstående torv och c) kolackumulering i grundkol (i humus) p g a nedfallande växtdelar. Här uppskattas c) och b) vara av ungefär samma storlek.

Zetterberg och Klemedtsson har uppskattat nettoutsläppen för fyra olika regioner i Sverige och kommer till följande resultat för Härjedalen. Att använda torv från Härjedalen som energikälla uppskattas leda till utsläpp av 99 g CO_2, 66 mg N_2O och en reduktion av CH_4-

[4] Klimatdelegationen (1994). "Sveriges växthusgasbudget. Rapport 1/95". Stockholm.

utsläpp på 0,9 g CH_4/MJ torv. Detta inkluderar de flöden som uppstår under alla faser av torvhantering. Om kol i stället användes som energikälla skulle utsläppen bli 92 g CO_2, 1 mg CH_4 och 0,3 g N_2O per MJ kol.

Rodhe & Svensson kommer till slutsatsen att resultaten av de olika växthusgasutsläppen vid torvbearbetning även i ett 500-årsperpektiv sägas vara positiva. På längre sikt får både det negativa bidraget från förändring av metanutsläpp och det positiva bidraget från förändring av koldioxidackumulering relativt större betydelse jämfört med utsläppen vid förbränningstillfället. Detta till trots dominerar de positiva nettoutsläppen av koldioxid.

Tabell 10.1 Utsläpp (positiva och negativa) av växthusgaser från brytning och förbränning av torv från en svensk myr i ett 20-års- och ett 100-årsperspektiv. Enhet: kg CO_2-ekvivalenter per m^2 dikat område.

Aktivitet	*20 år*	*100 år*
Förbränning	200	200
Minskat metanutsläpp	- 25	- 33
Minskat koldioxidupptag	18	23
Upptag i vegetation	- 16	- 21
Nettoutsläpp	**177**	**169**

Källa: Rodhe & Svensson (1994)

Tabell 10.2 visar den genomsnittliga effekten av torvhantering på växthuseffekten för de första 100 åren. Det är tydligt att det dominerande bidraget till total växthuseffekt härrör från koldioxidutsläppen vid torvförbränning. Två faktorer minskar den totala växthuseffekten och det är de uteblivna metanutsläppen från den orörda myren samt skogsplanteringen på torvtäkten.

Tabell 10.2 Genomsnittlig växthuseffekt för de första 100 åren för torvhantering. Värden[5] i aW/m^2/MJ.

	CO_2	CH_4	N_2O	**Summa**
A. Orörd torvmyr	-3	18	0.02	**15**
B. Brytning, transport, lastning	1	0.02	0.01	**1**
C. Torvförbränning	102	0.02	19	**122**
D1. Dränerad, ej torvbruten, biomasseack.	-2			**-2**
D2. Dränerad, ej torvbruten, oxid.utsläpp	14	-0.08	0.9	**15**
E1. Skogsplantering, biomasseack.	-12			**-12**
E2. Skogsplantering, oxid. utsläpp	14	-0.08	0.9	**15**
E3. Skogsplantering, ackum. av kol i jord	-7			**-7**
B+C+D+E+A	**113**	**-18**	**21**	**117**

Källa: Zetterberg & Klemedtsson (1996)

Vid jämförelse med beräkningar som gjorts för den växthuseffekt härrörande från brytning och förbränning av *kol* nås den slutsatsen att kol ger ett högre bidrag till växthuseffekten, se tabell 10.3. (Kol förutsätts här användas till produktion av el och värme på konventionellt sätt). Torvens bidrag är ca 80-85% (beroende på region) av kolets bidrag.

Tabell 10.3 Genomsnittlig växthuseffekt för de första 100 åren för kolhantering. Värden i aW/m^2/MJ.

	CO_2	CH_4	N_2O	**Summa**
A. Brytning av kol		7		**7**
B. Kolförbränning	106	0.02	32	**138**
A+B	**106**	**7**	**32**	**145**

Källa: Zetterberg & Klemedtsson (1996)

[5] 1 aW/m^2/MJ= 10^{-18} W/m^2/MJ

I tabell 10.4 visas nettoutsläpp av växthusgaser från torvanvändning uttryckt i gram koldioxidekvivalenter per energienhet jämfört med utsläpp från fossilbränslen. Utsläpp av metan i samband med brytning av kol och oljeborrning har ej inkluderats.

Tabell 10.4 Utsläpp av växthusgaser från olika typer av bränslen. Enhet: gram CO_2-ekvivalenter/MJ.

Bränsletyp	*Utsläpp*
Kol	93
Råolja	77
Naturgas	57
Torv, endast förbränning	90
Torv, nettoemission (100-årsperspektivet)	76

Källa: Rodhe & Svensson (1994)

Av båda rapporterna framkommer att torv som energikälla, räknat per energienhet, förmodligen bidrar mindre till växthuseffekten än kol. Rodhe & Svensson visar även att torv bidrar mer än naturgas. Rangordningen jämfört med olja är mer osäker. I ett tidsperpektiv på mindre än flera hundra år är torv, enligt Rodhe & Svensson, emellertid jämförbart med ett fossillbränsle, vad gäller dess bidrag till växthuseffekten.

Utsläpp av andra ämnen vid torvförbränning

Det kan tilläggas att vid förbränning av torv frigörs även andra ämnen, vars mängd är beroende av halterna i den ursprungliga torven. Svavel frigörs och oxideras till i huvudsak svaveldioxid men också till en mindre mängd svaveltrioxid. Torveldning ger även upphov till förhållandevis höga kväveoxidutsläpp. Kvävehalten är högst i sådan torv som är lämpad för bränsletorvproduktion. Några metoder för att minska kväveinnehållet i torven finns inte. NOx-rening och svavelrening tillämpas dock allmänt utom på mindre pannor. Torv innehåller dessutom olika metaller med koncentrationer av samma

storleksordning som eller något lägre än kol. Rökutsläppen av metaller är i allmänhet små, i synnerhet när spärrfilter eller elfilter används. Tabell 10.5 nedan visar utsläpp av metaller vid torvförbränning.

Tabell 10.5 Utsläpp av metaller vid torvförbränning i dels bostäder/fjärrvärme, dels anläggningar > 300 MW tillförd effekt, Large Point Source (LPS).

enhet: µg/MJ	bostäder/fjärrvärme	LPS
Arsenik	6	2
Kadmium	1,2	0,25
Krom	25	2,5
Koppar	40	10
Kvicksilver	3	2,5
Nickel	50	6
Bly	40	12,5
Selen	10	2,5
Zink	120	9

Källa: Naturvårdsverket

10.1.5 Sysselsättning inom torvproduktion

De regionala näringslivseffekterna av torvbrytning är bristfälligt studerade. En tumregel är att en utvinning av fasta inhemska bränslen av 1 TWh per år motsvarar 300 årsarbeten. Denna siffra tycks vara något för hög när det gäller torv. Torvutvinningsprojektet i Härjedalen beräknas ge ca 200 årsarbeten för en produktion i storleksordningen en TWh. En hel del indirekta effekter anges också såsom bibehållna eller ökade satsningar på infrastruktur, minskad utflyttning, ökat underlag för nedläggningshotade skolor, spridningseffekter till andra näringar m m. Denna påtagliga effekt gäller Härjedalen och enstaka mindre orter i övriga landet. Härjedalens Mineral är dock storskaligt och högmekaniserat varför effekterna i Härjedalen inte självklart kan tillämpas på andra orter. Annars fungerar torvhantering i allmänhet som ett komplement till annat arbete. Vid förbränningsanläggningarna och i transportsektorn uppstår också en del arbetstillfällen. En stor del av sysselsättningen vid torvproduktion är bunden till sommarsäsongen vilket gör att den större delen av de

anställda endast får arbete perioden maj-augusti. Beräkningar har gjorts att antalet säsongsanställda vid torvproduktion kan uppskattas[6] till ca 400 st per TWh vilket medför ca 1200 st för en årsproduktion av 3 TWh.

10.1.5 Styrmedel för torvproduktion

Torvbrytning har en lång tradition i Sverige. Under de två världskrigen utgjorde torv en betydelsefull energiresurs. Mot slutet av andra världskriget låg årsproduktionen av bränntorv som högst och uppgick då till ca 1,3 miljoner ton, vilket motsvarar ca 4 miljoner m^3s. Konkurrensen från billiga importerade bränslen, först kol och sedan olja gjorde att intresset för torv som bränsle sedermera avtog. Produktionen av bränntorv upphörde därför helt i Sverige i slutet av 1960-talet. I början av 1980-talet återupptogs torvbrytning för energiändamål.

Sedan 1970-talet har användningen av torv stimulerats med diverse statliga stödåtgärder. Bidragande orsaker har varit att minska oljeberoendet samt försörjnings- och miljöskäl.

På grundval av Energikommissionens arbete lades år 1979 fram förslag till nya energipolitiska riktlinjer (prop. 1978/79:115, NU60). Det angavs som ett centralt mål för energipolitiken att minska importberoendet, i första hand oljeberoendet. Man borde sträva efter att på lång sikt nå en användningsnivå som kan tillgodoses "med uthålliga, helst förnybara och inhemska energikällor med minsta möjliga miljöpåverkan". Torven värderades i och med detta positivt. För stöd till utvinning av torv i Norrbotten ställdes särskilda medel till förfogande inom ramen för ett beslut om sysselsättningsfrämjande åtgärder i regionen (prop 1978/79:127, NU60). Vidare uppdrogs åt Vattenfall att utreda förutsättningarna för att uppföra några torveldade anläggningar i de fyra nordligaste länen.

Under intryck av den andra oljekrisen infördes år 1981 ett nytt stöd för åtgärder för att ersätta olja eller spara energi m m (prop 1980/81:49), NU19). Syftet till stödet var att stimulera till introduktion och kommersialisering av åtgärder som snabbt kunde minska oljeberoendet. Stödet inriktades på teknik baserad på bl a torv.

[6] Hultkrantz, L et al (1987). "Säsongsarbete och regionalpolitik", CERUM, Umeå.

Formen för stödet var normalt lån på förmånliga villkor. I samband med detta genomfördes vissa förenklingar i handläggningen av ansökningar om torvkoncessioner. Samtidigt med 1981 års energipolitiska riktlinjer fastställdes ett nytt treårigt energiforskningsprogram. Delprogrammet Skogsbränslen-Torv anvisades 125 miljoner kronor. Syftet var att genom stöd till teknikutveckling forcera etableringen av fungerande marknader för dessa bränslen.

Efter regeringsskiftet år 1982 fattades bl a beslut om ett särskilt stöd till torveldade förbränningsanläggningar i form av ett bidrag på högst 25% till investeringskostnaden för anläggningar som beställdes under år 1983. Detta stöd höjdes senare samma år till 40% i och med ett särskilt "Norrbottenspaket" som gällde fastbränsleeldade anläggningar i Norrbotten år 1983-1985.

1 januari 1984 infördes ändringar i energibeskattningen där hänsyn skulle tas till olika energikällors effekter på miljön, bytesbalansen, försörjningstryggheten, sysselsättningen och den industriella utvecklingen. Detta innebar att de inhemska bränslena (ved, torv, träkol, halm flis, torvbriketter etc), som tidigare belastats med mervärdeskatt, nu blev helt skattefria (SFS 1983:1006, prop 83/84:28, Sk.utsk. 9). Samma år fattades även beslut om förlängning av stöd till oljeersättande åtgärder. Dessutom avsattes ytterligare 175 miljoner kr till bidrag till torveldade anläggningar. 1984 kom ett nytt treårsprogram för energiforskningen med betydande insatser för skogs- och torvbränslen.

I och med 1985 års energipolitiska beslut om kärnkraftens avveckling och i och med att oljeanvändningen minskade snabbt uppfattades problemet med oljeberoendet som mindre akut. Investeringsstödet till förbränningsanläggningar för inhemska fasta bränslen förlängdes till år 1986 med en bidragsdel av högst 10%. Vidare infördes stöd till åtgärder för att minska skadliga utsläpp från förbränning av inhemska bränslen, främst torv och avfall. En särskild lag, lagen om vissa torvfyndigheter, infördes för att förenkla tillståndsprövningen i torvärenden.

År 1986 fattades beslut om att stödinsatserna för oljeersättning skulle förskjutas mot stöd till teknik som bidrog till ett effektivare och mer miljövänligt energisystem. Stöd skulle utgå till teknikutveckling, prov och demonstrationer speciellt vad gällde ökad användning av inhemska bränslen.

Riktlinjer för energipolitiken inför 1990-talet fastställdes år 1988. Frågor om inhemska bränslen spelade nu en relativt undanskymd roll.

En ny stödfond inrättades, energiteknikfonden. Investeringsbidrag till kommersiell teknik skulle nu inte komma ifråga. Samtidigt gavs stor uppmärksamhet åt frågan om risken för långsiktiga klimatförändringar till följd av koldioxidutsläpp. Våren 1990 fattades beslut om det löpande energiforskningsprogrammet för perioden 1990-93. Som huvuduppgifter angavs forskning för att underlätta omställningen av energisystemet vid kärnkraftsavvecklingen och för att möjliggöra en anpassning av energisystemet till ökade miljö- och klimathänsyn. Kraftföretagens och andra industriella aktörers ansvar för utveckling och kommersialisering av ny teknik betonades.

Sedan punktskatter på energi infördes år 1957 i form av allmän energiskatt har biobränslen och torv varit befriade från sådan skatt. Torven har hittills undantagits från energi- och koldioxidskatt med hänvisning till rådande osäkerhet om nettoeffekten av utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser vid brytning och förbränning av torv. Torvbränslen är dock inte undantagna från den särskilda svavelskatt som omfattar samtliga bränslen och utgår med 30 kr per kg svavel i bränslet (1,5 öre per kWh). Sedan år 1991 är dessutom omsättning av energi mervärdesskattepliktigt (25%). Momsunderlaget innehåller samtliga skatter och avgifter.

10.1.7 Priser på energitorv

Prisnivån för energitorv har varit sjunkande i reala priser under de senaste tio åren. I tabell 10.6 redovisas priser för stycketorv samt som en jämförelse priser för eldningsolja 5 för åren 1993 och 1994 samt kol och biobränslen för år 1993. Nuvarande skatter finns också medtagna i tabellen.

Tabell 10.6 Priser för stycketorv, eldningsolja 5, kol och skogsbränsleflis för åren 1993 och 1994, skatter (nivåer från 1/9 1996), ören per KWh.

	STYCKE-TORV	
	1993	1994
Pris	11,3	11,6
Svavelskatt	1,0	1,0
Totalt	***12,3***	***12,6***

	E O 5		KOL	SKOGSBR. FLIS
VÄRMEPROD. I FJÄRRVÄRME-VERK	1993	1994	1993	1993
Pris	9	8,6	4,1	10,8
CO_2-skatt	9,85	9,85	12,21	-
Energiskatt	6,11	6,11	3,71	-
Svavelskatt	1,0	1,0	2,0	-
Totalt	***25,96***	***24,56***	***22,02***	***10,8***

VÄRMEPROD. I KRAFTVÄRME VERK				
Pris	9	8,6	4,1	10,8
CO_2-skatt	9,85	9,85	12,21	
Energiskatt	3,06	3,06	1,86	
Svavelskatt	1,0	1,0	2,0	
Totalt	***22,91***	***22,51***	***20,17***	***10,8***

ELPRODUKTION I KRAFTVÄRMEVERK: Ingen CO_2-skatt, ingen energiskatt.

Källor: SCB, Nutek, Svenska Petroleuminstitutet

10.2 Sammanfattning med räkneexempel

Meningarna har varit delade huruvida torv skall klassas som ett förnybart biobränsle eller ett icke-förnybart fossilbränsle. I samband med skattereformen 1990-91 undantogs torv från energi- och koldioxidbeskattning[7], dock utan att klassas som ett biobränsle. (Att utsläppen av CO_2 beräknas till 0 för biobränslen har sin förklaring i att biobränsleanvändningen i Sverige mer än väl balanseras av tillväxten i de svenska skogarna.) Biobränslekommissionen ansåg i sitt betänkande SOU 1992:30, Biobränslen för framtiden, att torv kunde ses som en förnybar energiresurs på samma sätt som skogsbränslen om utnyttjandet hålls inom ramen för den beräknade årliga nybildningen. EU tillerkänner för närvarande inte torven status som förnybar energikälla. Så är även fallet inom IPCC[8] och IEA[9]. Koldioxidutsläpp från torvförbränning ingår i den redovisning som klimatkonventionens parter gör till konventionen.

Miljöavgiftsutredningen (MIA) bedömde 1989 att det fanns skäl att låta en koldioxidavgift omfatta även torvförbränning[10]. Enligt MIA:s uppfattning kan inte torv på samma sätt som biomassa ses som ett förnybart bränsle eftersom tillväxten av torvmossar är relativt långsam. Uppkomsten av den svenska torvindustrin stimulerades emellertid tidigare av staten bl a utifrån en önskan att minska oljeberoendet. Detta har gjort att stora investeringar gjorts under 1980-talet för brytning och förbränning av torv. Användningen av torv ökat från en mycket låg nivå i början av 1980-talet till i dag omkring 3 TWh per år. Utredningen fann därför att en koldioxidavgift på torv skulle ha för drastiska konsekvenser för användare och producenter. Ett undantag från koldioxidavgift under en omställningsperiod föreslogs därför. Denna period skulle vara så lång att gjorda investeringar skulle kunna avskrivas, vilket uppskattades till minst tio år. I riksdagsbeslutet (Prop. 1989/90:111, bet. 1990/91:SkU24, rskr 1990/91:373) ansåg man att p g a det ovanstående samt att det bland remissyttrandena rådde osäkerhet om nettoeffekten av utsläppen av växthusgaser att frågan borde utredas vidare innan koldioxidskatt föreslogs.

[7] Skattesatsen för torv med en fukthalt om 30% skulle varit 338 kr per ton om torv ej undantagits från CO_2-skatt.

[8] Intergovernmental Panel on Climate Change, FNs klimatpanel.

[9] International Energy Agency, en del av OECD.

[10] SOU 1989:83. "Ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken".

Energikommissionen ansåg i sitt betänkande (SOU 1995:139) att den etablerade torvanvändningen borde tryggas genom att energitorv även fortsättningsvis undantas från koldioxidbeskattning.

Den andel av svensk torv som anses vara utvinningsbar i förhållande till total torvmark är förhållandevis liten, ca 5%. Utvinning bör dessutom hållas inom de gränser som den årliga nettotillväxten av torv utgör. Under de senaste åren har det förekommit överproduktion inom torvsektorn vilket gjort att en spotmarknad utvecklats. Detta tyder på att torvsektorn, med rådande pris- och kostnadsförhållanden, någorlunda balanserats.

Torvbranschens effekt på sysselsättningen är ca 1200 arbetstillfällen per år. Den större delen av de anställda är säsongsanställda under sommaren och riskerar arbetslöshet under resten av året. Lokalt kan dock torvbranschen vara av betydelse för sysselsättningen.

Miljöpåverkan vid torvutvinning och torvförbränning är stor. Vid torvbrytning påverkas landskapsbild och vegetation direkt genom att vegetationen på mossens yta tas bort och mossen dikas ut. Torvåterbildning är mycket långsam och är i ett kortare perspektiv ej möjlig på en plats där torv utvunnits. Fauna och vattendrag påverkas indirekt. Speciellt drabbas våtmarksfåglarna samt däggdjur på myren. De vattendrag som tar emot avrinningsvatten från myren kan drabbas av höjd alkalinitet eller försurning, ökad algtillväxt, minskat antal bottenlevande djur och minskat fiskbestånd.

Det har även konstaterats att i ett tidsperspektiv på mindre än flera hundra år är torv jämförbart med ett fossilbränsle, vad gäller dess bidrag till växthuseffekten. De utsläpp av koldioxid som frigörs vid torveldning överväger totalt sett de minskade metanavgångar som erhålls när en myr dikas ut. Torv, som energikälla, räknat per energienhet, bidrar förmodligen mindre till växthuseffekten än kol men mer än naturgas. Vid förbränning av torv frigörs även andra ämnen som svavel, kväveoxid samt diverse olika metaller.

Värmeverk kan i framtiden tvingas att gå över från fossilbränsleeldning till eldning av enbart biobränslen. Det visar ett nyligen taget beslut i koncessionsnämnden för miljöskydd där Uppsala Energi (huvudsaklig kund till Härjedalen Mineral) fått villkoret att fossila bränslen inte får användas längre än till utgången av år 2005. I dag använder sig bolaget av kol, olja, torv och biobränlsen. Det är första gången koncessionsnämnden klart uttalat att man i miljöskyddslagen kan ta hänsyn till växthuseffekten vid val av bränsle i kraftvärmeverken. Inte heller torv får användas eftersom koldioxidutsläppen från torv kan jämföras med dem från fossila bränslen.

Räkneexempel

Om torv skulle beläggas med en koldioxidskatt enligt den nya modellen i reformerad energibeskattning där värmeverk, kraftvärmeverk och industri beskattas lika skulle dess pris ligga högre än priserna på dess konkurrenter kol, olja och skogsbränsleflis. Tabell 10.7 visar modellen med 25% av den generella koldioxidskattenivån och tabell 10.8 med 50% av den generella nivån.

Tabell 10.7 Prisjämförelse mellan torv, eldningsolja 5, kol och skogsbränsleflis med skatter enligt modell i PM om reformerad energibeskattning för värmeverk, kraftvärmeverk samt industri. 25% av den generella koldioxidskattenivån, öre/kWh.

	BRÄNSLE			
	Torv	**E O 5**	**Kol**	**Skogsbränsleflis**
Pris	11,6	8,6	4,1	10,8
Koldioxid-skatt	3,5	2,55	3,05	-
Svavelskatt	1,0	1,0	2,0	-
Pris inkl skatt	**16,1**	**12,15**	**9,15**	**10,8**

Tabell 10.8 Prisjämförelse mellan torv, eldningsolja 5, kol och skogsbränsleflis med skatter enligt modell i PM om reformerad energibeskattning för värmeverk, kraftvärmeverk samt industri. 50% av den generella koldioxidskattenivån, öre/kWh.

	BRÄNSLE			
	Torv	**E O 5**	**Kol**	**Skogsbränsleflis**
Pris	11,6	8,6	4,1	10,8
Koldioxidskatt	7,0	5,1	6,1	-
Svavelskatt	1,0	1,0	2,0	-
Pris inkl skatt	**19,6**	**14,7**	**12,2**	**10,8**

En koldioxidskatt på torv på 3,5 öre/kWh skulle ge en skatteintäkt till staten på ca 105 miljoner kr exkl moms om man räknar med en årsproduktion torv på 3 TWh. Koldioxidskatt på torv skulle förmodligen ge upphov till en sänkning av årsproduktionen av torv vilket i sin tur kan medföra både sänkta eller ökade skatteintäkter. Skatteintäkterna påverkas på två sätt vid en minskning av torvanvändningen: 1) Användningen av andra fossilbränslen ökar vilket ger ökade skatteintäkter. 2) Användningen av biobränslen ökar vilket ger minskade skatteintäkter. Vilken faktor som dominerar är oklart.

Att belägga torv med koldioxid- samt energiskatt enligt de förslag som presenterats i underlagsrapport 2 skulle kunna göras stegvis med start t ex år 1999. Detta medför att branschen får en mjuk övergång samt framförhållning. T ex skulle skatten kunna tas ut med en nivå av 20% (av den nivå som utgår för värmeverk, kraftvärmeverk och industri, dvs 25% eller 50% enligt modellen) år 1999 och 30% år 2000. Då kommer torven att kunna konkurrera med kol och olja, åtminstone när det gäller modellen med 50% av den generella koldioxidskattenivån.

Där blir torvpriset första året:

Pris	11,6
Koldioxidskatt	
(20% av 7 öre)	1,4
Svavelskatt	1,0
Pris inkl skatt	14,0

I 25%-modellen blir priset första året 13,3 öre/kWh. En koldioxidskatt om 1,4 öre/kWh skulle ge en skatteintäkt på ca 42 miljoner kr exkl moms.

Om torven inte beläggs med någon nivå av koldioxidskatt finns risk för att den konkurrerar ut skogsbränslen. Efter år 2000 får man dock göra en bedömning av energimarknaden och prisläget. Dessa får avgöra hur skattenivån på torv därefter skall utvecklas för att den skall kunna bibehålla konkurrenskraft gentemot kol och olja samt ej konkurrera ut biobränslen.

Tänkbara effekter av torvbeskattning

Allt torvbränsle kan ersättas med trädbränslen, vilket också är det mest ekonomiska alternativet. Torvbeskattning som i sin tur leder till

ett högre pris på energitorv kan antas leda till följande effekter:

På kort sikt innebär detta att biobränslen får en ökad marknadsandel p g a torvens ökade kostnader. På lång sikt torde dock den ökade efterfrågan på biobränslen leda till högre priser även för dessa vilket har en viss balanserande effekt. Att biobränslen tar marknadsandelar från torven kan i princip få två effekter för torvbranschen: 1) Torvbranschen ställer om till produktion av odlingstorv. 2) Viss produktion av energitorv läggs ned. Vilken effekt som dominerar går ej att säga på förhand.

Att minska torvproduktion medför vissa regionala effekter. De förlorade arbetstillfällena som uppstår kan på sikt komma att ersättas av nya för produktion av trädbränslen.

Referenser

Hultkrantz, L, Larsson, S-O, Lundström, M & B Paulsson (1987), "Säsongsarbete och regionalpolitik". CERUM, Umeå.

Klimatdelegationen (1994), "Sveriges Växthusgasbudget". Rapport 1/95". Stockholm.

Rodhe, H & Svensson, B (1994), "Impact on the Greenhouse Effect of Peat Mining and Combustion". SNV, Solna.

SCB & Nutek (1995), "Statistiska meddelanden NA 25 SM 9501. Torv 1994. Tillgångar, användning, miljöeffekter.

SNV (1989), "Växthuseffekten". SNV, Solna.

SOU 1989:83 (1989), "Ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken". Fritzes, Stockholm.

SOU 1992:30 (1992), "Biobränslen för framtiden". Fritzes, Stockholm.

SOU 1995:139 (1995), "Omställning av energisystemet". Fritzes, Stockholm.

Zetterberg, L & Klemedtsson, L (1996), "The Contribution to the Greenhouse Effect from the Use of Peat and Coal for Energy". IVL, Stockholm.

11 Miljöpolitiska styrmedel och konkurrenskraft - en litteraturgenomgång

av

Per-Olov Marklund
Institutionen för nationalekonomi
Umeå Universitet

11.1 Inledning

Det faktum att miljöproblemen fått en alltmer framträdande bild i samhällsdebatten har lett till ett alltmer ökat intresse för effekterna av olika styrmedel i miljöpolitiken. Med effekter menas här dels effekterna på vad man vill styra mot, dvs bättre miljö, men även effekterna på företagens möjligheter att hävda sig på en alltmer konkurrens utsatt världsmarknad. Med andra ord, intresset riktar sig inte enbart mot "intäktssidan" av miljöpolitiken, utan även mot "kostnadssidan".

Orsaken till att intresset även riktar sig mot "kostnadssidan" grundar sig naturligtvis på den gängse uppfattningen att en ökad stringens i miljöpolitiken medför ökade kostnader av olika slag för företagen. Den vanliga uppfattningen är att dessa kostnader leder till försämrad konkurrenskraft, via försämrad produktivitet. Uppkomsten av försämrad konkurrenskraft till följd av hårdare miljökrav brukar härledas till två huvudfaktorer. Den första är den så kallade "crowding-out" effekten vilket helt enkelt innebär att "miljöinvesteringar" sker på bekostnad av "produktiva" investeringar. Den andra effekten som brukar nämnas i litteraturen är att ökade miljökrav leder till sämre produktivitet på grund av att företagen får ett mindre handlingsutrymme, vilket innebär högre produktionskostnader gentemot konkurrenterna. En miljöreglering innebär exempelvis att endast en delmängd av produktionsmöjligheterna är tillgängliga, vilket då skulle leda till högre kostnader, och därmed sämre konkurrenskraft. En analys av sambandet mellan konkurrenskraft och miljöpolitikens stringens blir, utifrån detta synsätt, liktydigt med en analys av sambandet mellan produktivitetsutveckling och miljöpolitisk stringens.

Ett annat vanligt sätt att definiera konkurrenskraft vilar på teorin om komparativa fördelar. Ett företags (eller lands) konkurrenskraft uppstår ur dess möjligheter att nyttja komparativa fördelar i termer av lägre kostnader än konkurrenterna. Handel mellan två länder uppstår om ett av dem har komparativ fördel i förhållande till det andra. Uppkomsten av denna handel förklarar Heckscher-Ohlin teorin med att länderna är relativt olika rika på olika produktionsfaktorer. Detta resonemang skulle man kunna överföra till miljöföroreningar och regleringar. Om man utgår ifrån att tillgångar på olika naturresurser är en viktig bestämningsfaktor för det internationella handelsmönstret, skulle man kunna säga att när ett företag förorenar använder det egentligen en naturresurs i form av ren miljö. När då företaget sedan tvingas reducera sina utsläpp upplever man detta som att man plötsligt har relativt mindre av denna resurs. Företaget förlorar helt eller delvis sin rätt att förorena och förlorar också därför mer eller mindre en komparativ fördel. Resultatet blir en minskning i exporten av de

varor som använder miljön som produktionsfaktor. Ur detta följer att sambandet mellan konkurrenskraft och miljöpolitik kan analyseras i termer av handelsmönster. Oavsett vilken förklaringsansats vi väljer är dock den allmänna uppfattningen att miljöregleringar leder till försämrad konkurrenskraft.

Under senare år har dock denna gängse uppfattning ifrågasatts. I frontlinjen för dessa tvivlare går Harvard professorn Michael Porter (1990, 1991), som menar att ökad miljöstringens kan leda till raka motsatsen. En rätt tillämpad politik ger bättre produktivitetsutveckling, eller komparativa fördelar i någon form, och därmed förbättrad konkurrenskraft. Han går så långt i sin argumentation att han menar att USA skulle återta det globala ekonomiska och industriella ledarskapet bara man hade en stringent miljöpolitik av "rätt sort". Om Porter har rätt så inser var och en konsekvenserna. Implementeras en mer stringent miljöpolitik i Porters anda så behöver vi inte, så länge som åtgärderna har en positiv effekt på miljön, bekymra oss om konsekvenserna på konkurrenskraft, etc.

Vad Porter egentligen menar med "rätt sort" av styrmedel diskuteras flitigt i litteraturen (se Oates m.fl. (1994)). Som Porter själv uttrycker det "Turning environmental concern into competitive advantage, demands that we establish the right kind of regulations" (Porter (1991), sid. 168). Ur Porters synpunkt kan "the right kind of regulation" resultera i "a process that not only pollutes less, but lowers cost or improves quality." Den tolkning som kan göras av "the right kind" är att det är en typ av styrmedel som leder till nya tekniska lösningar, vilka i sin tur leder till allmänt sett bättre resursutnyttjande. Det bör påpekas att Porters idéer har nått långt utanför de akademiska kretsarna. Bland annat kan nämnas att vicepresident Al Gore citerade Porters arbeten som motivering för en mer stringent miljöpolitik.

Syftet med denna uppsats är dels att försöka systematisera Porters idéer, och dels att undersöka huruvida dennes idéer har något stöd i den forskning som bedrivits. Uppsatsen är strukturerad enligt följande: I avsnitt 2 gör vi ett försök att i mer detalj förklara vad Porter faktiskt menar. I avsnitt 3 görs en genomgång av empiriska studier där Porterhypotesen, explicit eller implicit, testas. Produktivitetsutvecklingen i svensk industri analyseras i avsnitt 4. I avsnitt 5, slutligen, ges en sammanfattning och några slutsatser.

11.2 Porterhypotesen

Som redan påpekats så ses det traditionella sambandet mellan miljö och konkurrenskraft som en "trade-off". På ena sidan finns den nytta samhället erfar av en mer stringent miljöpolitik, i form av renare miljö, och på den andra sidan finns kostnader i form av försämrad konkurrenskraft. En renare miljö erhålls med andra ord på bekostnad av materiell standard.

Enligt den traditionella ansatsen intervenerar miljöregleringar marknadsprocessen i den meningen att den enskilde aktörens nytto- och vinstmaximeringsbeslut påverkas. I en teoretiskt effektivt fungerande ekonomi, där externaliteter som t.ex. föroreningar inte förekommer, leder en reglering till att produktionen kommer att avvika från den produktionsnivå som skulle ha uppnåtts om man inte hade infört regleringarna.

Porter (1991) och Porter & van der Linde (1995) menar att debatten om relationen mellan miljöpolitik och konkurrens (produktivitet), till största delen grundar sig på ett inkorrekt synsätt. Att relationen mellan miljöpolitiska mål och industrins konkurrenskraft ses som en "trade off" mellan samhällsnyttan och privata kostnader beror enligt Porter & van der Linde på att man ser miljöregleringarna i ett statiskt perspektiv, där man håller allt annat konstant. Det handlar om faktorer som teknologi, produkter, processer och konsumentbehov. I denna statiska värld där företagen redan kostnadsminimerar, ger miljöregleringar oundvikligen upphov till kostnader och tenderar därför att reducera de inhemska företagens möjligheter att konkurrera på en internationell marknad.

Porter & van der Linde menar att sambandet mellan miljöregleringar och konkurrenskraft måste ses i ett dynamiskt perspektiv. Diskussionen utgår ifrån att konkurrenskraften kommer av högre produktivitet relativt andra konkurrerande företag. Detta sker antingen genom att man har lägre kostnader än konkurrenterna eller att man kan erbjuda marknaden ett produktvärde som möjliggör ett högt kundpris. Av detta följer att komparativa fördelar ligger i företagens innovationsförmåga och kapacitet till förbättringar.

Vad man egentligen argumenterar för är att miljöregleringar av "rätt sort" initierar innovationsprocesser som, delvis eller helt och hållet, neutraliserar de kostnader som regleringarna åsamkar företagen. Dessa innovationsneutraliseringar ("innovation offsets") kan t.o.m. reducera nettokostnaderna, vilket leder till absoluta fördelar över konkurrerande företag i länder där miljöpolitiken inte är lika stringent. Det finns således inom miljöpolitiken en potential till att höja ett lands konkurrenskraft.

Att miljöinvesteringar kan vara ett incitament till en innovationsprocess bygger på att marknadsaktören, oftast, inte tar ekonomiskt optimala beslut. Därmed faller också den traditionella statiska teorin som fundament till det aktuella problemet. Vi lever inte i den perfekta värld som denna teori förutsätter. Det är det grundläggande postulatet om optimerande och rationella aktörer som Porter & van der Linde angriper. I realiteten är den information som företagen möter inte fullständig, och man har inte heller möjlighet och förmåga att hantera den information man faktiskt har tillgång till. Organisationen, må vara vilket företag som helst, är också behäftad med trögheter. Det kan vara den interiöra infrastrukturen som gör att olika avdelningar eller enskilda individer inte kommunicerar på ett effektivt sätt. Detta kan leda till att beslutsprocessen i sin tur också är behäftad med trögheter. En av de, enligt författarna, avgörande skillnaderna mellan konkurrenter är företagens förmåga att effektivt samordna organisationens olika delar.

Det centrala i innovationshypotesen är därmed att företagarna är ineffektiva p.g.a. att man inte är tillräckligt informerade, samt att man inte har möjlighet att fullständigt bearbeta den tillgängliga informationen. Rätt utformade regleringar, vilka enligt Porter skall vara resultatbaserade och inte metodbaserade, uppmuntrar till ett ifrågasättande av teknologi, produktionsprocess och produkt. Stringent miljöpolitik leder därmed företagen mot en effektivare produktion, dvs en ökad produktivitet. Miljöpolitikens uppgifter är därför att rikta uppmärksamheten mot dessa möjligheter.

Rätt utformade regleringar kan, enligt författarna, tjäna åtminstone fem syften. Det första är att regleringar ger signaler om att det finns effektivitetsvinster och teknologiska förbättringar att göra. Företagen har alltid ett antal möjligheter till förfogande, dvs vilken teknik man ska välja, hur man ska utveckla sin produktionsprocess osv. De är okunniga när det gäller sin egen roll i det ekologiska perspektivet, hur mycket man släpper ut, vilka effekter det har på miljön mm. Regleringar riktar uppmärksamheten mot detta samt mot teknologiska och processtekniska innovationer. För det andra kan regleringar bidra till att företagen i allmänhet blir mer miljömedvetna. I spåren av en mer stringent miljöpolitik följer också ofta statliga krav på att de kontinuerligt ska rapportera sina utsläpp. Dessa samlas i offentliga publikationer för att sedan bli tillgängliga för företagen. Ett tredje argument är att regleringarna reducerar den osäkerhet som förknippas med investeringar. Om man vet att man måste göra miljövänliga investeringar reduceras antalet alternativ. En konsekvent miljöpolitik idag måste kunna tolkas som att det skall även föras en konsekvent miljö-

politik i framtiden. Tuff politik är en signal om att det gäller även framtiden och med det är det lättare för ett företag att ta ett miljövänligt investeringsbeslut. För det fjärde bidrar regleringar till att höja den allmänna miljömedvetenheten. Konsumenternas preferenser förändras och därmed utsätts företagen för påtryckningar och måste anpassa sig därefter. Det femte argumentet är att de underlättar övergångsperioden till innovationsbaserade lösningar. Genom att inom en viss industri ställa lagstadgade krav på alla företag, kan inte ett företag nyttja tillfället att erövra marknadsandelar genom att nonchalera miljön. Notera att här antar de indirekt att företaget under en initial period är konkurrenskänsligt, precis som de traditionella förespråkarna säger. Därav är det tydligt att tidsaspekten är avgörande för innovationsparadigmet. För att dynamiken ska ge sig till känna måste man alltså ge innovationsprocessen lite tid. Det här är den stora skillnaden mellan det traditionellt statiska argumentet och det dynamiska.

För att ge en bild av vad dynamiken i hypotesen är, utgår Porter & van der Linde ifrån att de innovationer som genereras av miljöregleringar grovt kan indelas i två kategorier. Dels blir företagen helt enkelt bättre på att handskas med föroreningar. Det handlar inte bara om att reducera sina utsläpp eller att hantera sitt avfall. Viktigt är också hur man handhar skadliga insatsfaktorer och i vilken mängd man använder dem. Innovationer som riktar sig mot just dessa aspekter, reducerar kostnaderna för företagens miljöanpassningar men förändrar inget annat. Den andra typen av innovationer är sådana som uppstår i syfte att ta hänsyn till regleringar samtidigt som de förbättrar den konventionella slutprodukten och/eller produktionsprocessen. Det är den här sista formen som är grundläggande för den hypotes som författarna förespråkar och förutsättningen för att innovationsneutraliseringar ska uppstå.

Neutraliseringarna kan i sin tur delas upp i produkt- och processneutraliseringar. Den förra uppstår när miljöregleringarna inte bara reducerar föroreningarna utan också förbättrar produktens kvalitet och/eller prestanda. Det kan också vara så att produkten blir säkrare (mindre farlig att nyttja) eller att konsumentpriset kan sänkas. Det sista kan handla om att man substituerar insatsmaterial mot billigare och miljövänligare material eller att man utformar en mindre förpackning. Man kan också designa produkten på ett sådant sätt att återanvändning underlättas.

Processneutraliseringar uppstår när miljöregleringar inte bara leder till minskade föroreningar utan också till att produktiviteten förbättras. Det är resultatet av en högre avkastning per enhet insatsfaktor. I sin tur kan det bero på en säkrare process med ett mindre antal

produktionsstopp. Ett sätt att uppnå detta är att förbättra processövervakningen och investera i mer underhåll. Produktiviteten kan också höjas genom att man reducerar insatsbehovet av skadliga ämnen. Ett sätt att minska detta behov är att byta ut de farliga ämnena. Man kan också inom processen skapa någon form av kretslopp i syfte att förenkla en återanvändning. På så sätt kan man minska den totala mängden av de skadliga insatserna.

Det kan i tillverkningsprocessen bildas biprodukter som kanske kan säljas vidare som insatsvaror i annan produktion, i stället för att bara slängas. Andra sätt att minska processkostnaderna och därmed höja produktiviteten är att minska på energiförbrukningen, kostnaderna för lagerhållning och hantering av miljöfarliga insatsfaktorer, utsläpp samt avfall.

Möjligheterna är många och i innovationsteoremet i sig existerar inga begränsningar. Restriktionerna består, enligt Porter & van der Linde, i människans bristande miljömedvetenhet och kunskaper om vilka potentiella vinster det finns i den innovationsprocess som regleringarna initierar.

Om vi drar oss till minnes, var ett av argumenten för miljöregleringar att de höjde den allmänna medvetandenivån. Med detta följer också antagligen att betalningsviljan för sk "gröna" produkter ökar. Världens efterfrågan riktar sig i allt större omfattning mot miljövänlig konsumtion. Det innefattar varor som inte förorenar när man konsumerar dem samt att de tillverkas med rena och energisnåla processer. Till detta kan också läggas att konsumenten i allt större utsträckning efterfrågar varor som t.ex. kan återvinnas.

Företagen utnyttjar också detta faktum samt de möjligheter som denna utveckling genererar. Ett sätt att nyttja denna efterfrågan är att prissätta de nya "gröna" varorna på ett sådant sätt att de mer än väl täcker utvecklingskostnaderna för varan. Betalningsviljan finns ju där! Det enskilda företaget kan helt enkelt dra nytta av utvecklingen för att öppna nya marknadssegment. Ett exempel på detta och som Porter & van der Linde refererar till, är den skandinaviska massa- och pappersindustrin. Producenterna inom denna sektor har gått i bräschen och introducerat nya miljövänliga processer. Detta har i sin tur lett till att underleverantörer av produktionsteknik, såsom Kamyr och Sunds, vunnit internationella marknadsandelar i sin försäljning av blekningsteknik. Med andra ord tvingades de anpassa sig till den skandinaviska massa- och pappersindustrins nya förutsättningar. När så den internationella efterfrågan på miljövänliga blekningsprocesser ökade, dvs när nya marknader utvecklades, hade de skandinaviska leverantörerna redan utvecklat en sådan process.

Det är alltså inte bara de företag som direkt regleras som kan öka sin konkurrenskraft, utan de positiva effekterna sprids även neråt i kedjan. Förklaringen till detta ligger i den ineffektivitetsdiskussion som fördes ovan. Eftersom det nästan överallt i ekonomin finns effektivitetsvinster att göra, blir de positiva effekterna större ju tidigare man initierar sin innovationsprocess. Tidsaspekten blir en viktig faktor och det är detta författarna menar med begreppet " early-mover advantage". De avslutar med att framhålla att argumenten naturligtvis förutsätter att miljöregleringarna är konsistenta med den internationella trenden för miljöskydd.

Vilka förutsättningar och principer måste ligga till grund för miljöregleringarna om de ska ha maximal positiv effekt? Porter & van der Linde diskuterar följande direktiv; för det första måste de skapa maximala möjligheter för företagen att vara innovativa. Innovationsprocessen ska helt och hållet överlåtas på den reglerade industrin. Vidare måste regleringarna generera en kontinuerlig innovationsprocess, dvs de får inte konservera en viss teknologisk nivå. Sist men inte minst måste de undanröja all osäkerhet som är förknippad med miljöpolitik kontra investeringskrävande miljöregleringar.

Mer allmänt betonas att regleringarna bör vara resultatbaserade och inte inriktade på specifika teknologiska förändringar. För att anknyta till detta; svensk lagstiftning betonar till viss del " bästa möjliga teknik". Ett antagande om att en viss teknologi alltid är bäst innebär, enligt Porter & van der Linde, att innovationer inte kommer till stånd. Bästa möjliga teknik innebär ju att den redan finns!

Miljöregleringar bör i största möjliga mån samspela med rena ekonomiska marknadsincitament. Ett sätt att gynna detta är t.ex. att industrierna avgiftsbeläggs för sina föroreningar. Andra möjligheter är depositionssystem eller överlåtbara utsläppsrättigheter. Sådana ekonomiska incitament tillåter flexibilitet, ökar insatsfaktorernas produktivitet och kanske det viktigaste av allt; de skapar incitament för en kontinuerlig innvationsprocess. Skatter på föroreningar kan t.ex. anta formen av en avgift per enhet avfall som industrin producerar. De kan också implementeras på ett sådant sätt att konsumenterna måste betala en avgift, så att staten kan tillhandahålla olika möjligheter, för uppsamling av det avfall som uppstår i samband med konsumtionen. Den kommunala sophanteringen är ett exempel på detta.

När det gäller depositionssystemen kan varor, som tillåter konsumenten att på ett enkelt sätt göra sig av med avfallet, rabatteras. Ett exempel på ett sådant system i Sverige är försäljare av blybatterier som betalar en miljöavgift vilken fonderas på ett räntebärande konto. Medlen tillgodogörs sedan av företag som samlar och/eller återvinner

dem. Att denna typ av regleringar mer och mer blir aktuella är uppenbart. I SOU 1996:8, föreslås att en ny lag införs. Syftet är att tvinga batteritillverkare och importörer till ett större ansvar. Miljöfarliga batterier och apparater med inbyggda batterier skall enligt förslaget samlas in av kommunerna. Kostnaderna för insamlingen finansieras genom att tillverkarna och importörerna betalar en avgift per viktenhet batteri. Det övergripande målet är att avveckla användningen av småbatterier som innehåller nickelkadmium och kvicksilveroxid. Intressant att konstatera är att detta verkligen är en åtgärd som innovationsteoremet förespråkar. Avgifterna minskar producenternas lönsamhet och tvingar dem att tänka om. I förlängningen är resultatet miljövänligare batterier, precis som det mål som förespråkas, men dessutom kan man enligt Porters hypotes förvänta sig realt billigare batterier med bättre kvalitet.

Överlåtbara utsläppsrättigheter ger möjligheter till att effektivt sortera ut de företag som vill rena sina utsläpp och de som föredrar att minska utsläppen genom att reducera sin produktion. Urskiljningen sker på de premisserna att de företag som är förhållandevis lönsamma också har en relativt hög betalningsvilja för rätten att göra utsläpp. Staten bjuder, givet ett specifikt geografiskt område, ut rättigheterna att förorena. Det innebär att företagen lägger anbud på andelar av en på förhand fastställd total utsläppsmängd.

Även om en miljöpolitik som direkt reglerar utsläppsnivåer är att föredra framför hänvisningar till " bästa möjliga teknik", skapar den ändå inte incitament till en kontinuerlig innovationsprocess. Teknologin tenderar att konserveras ända till dess att nya regleringar införs eller att de redan existerande lagarna blir hårdare. Porter & van der Linde avslutar med betoningen att i motsats till detta, uppmuntrar de marknadsekonomiska styrmedlen företagens incitament att hela tiden utveckla sig.

Sammanfattningsvis kan man säga att Porter & van der Linde *inte* säger att vilken miljöpolitik som helst leder till förbättrad konkurrenskraft. Vad de säger är att en *rätt utformad* miljöpolitik är konkurrensbefrämjande, och kriterierna för *rätt utformad* miljöpolitik är:

- att den är förebyggande.
- att den inte är teknologibunden.
- att den baseras på marknadernas incitamentsstruktur.

Med andra ord, miljöpolitiken bör inte baseras på regleringar som ställer särskilda krav på en viss teknologi. Snarare skall miljöpolitiken vara resultatbaserad. En given kandidat är därmed ekonomiska styr-

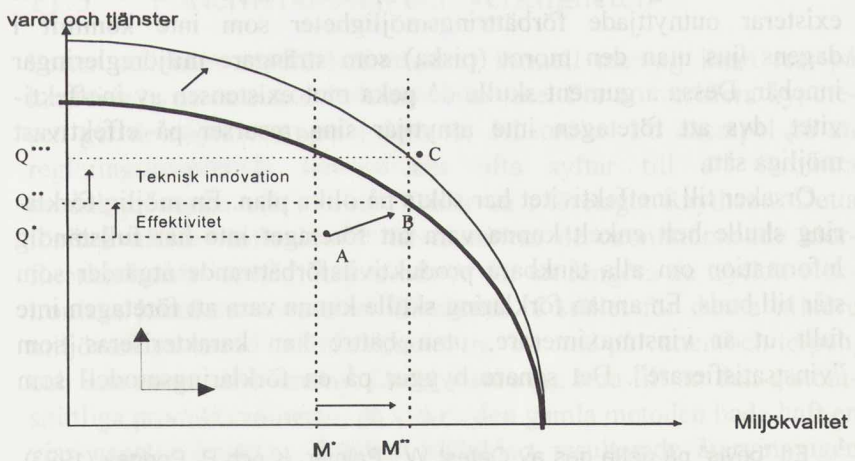
medel i olika former. Det är intressant att konstatera att detta är precis vad miljöekonomer länge förespråkat.

Givet rätt utformad miljöpolitik blir konsekvenserna enligt Porterhypotesen att:

- ineffektiviteter inom företagens organisation och resurshantering avslöjas.
- innovationsprocesser utlöses, både vad gäller produktutformning och resurshantering.

Vilket tillsammans inte bara bidrar till oförändrad konkurrenskraft utan till och med förbättrad konkurrenskraft. Effekterna kan illustreras med hjälp av figur 11.1.

Initiellt definieras ekonomins produktionsmöjligheter av mängden innanför den feta kurvan i figur 11.1. Givet en miljöpolitik som kräver en miljökvalitet som uppgår till minst M^* så begränsas produktionsmöjlighetsmängden till den yta som begränsas av den vertikala streckade linjen M^* och den initiella produktionsmöjlighetskurvan. Vad hypotesen säger är att om M^* är en förhållandevis "slapp" miljöpolitik så kommer företagen inte att "göra sitt bästa". Detta representeras i figur 11.1 av punkt A, vilket betyder att produktionen av varor och tjänster är lika med Q^*. Att företagen i punkt A inte "gör sitt bästa" är uppenbart då det vore tekniskt möjligt att producera mer varor och tjänster utan att försämra miljökvaliten. Med andra ord, företagen karakteriseras av ineffektivitet.



Figur 11.1 Miljöpolitik och konkurrenskraft enligt Porterhypotesen.

Antag nu att vi skärper miljökraven, illustrerat av en förskjutning av miljörestriktionen från M^* till M^{**}. Enligt Porter & van der Linde leder detta till att den initiella ineffektiviteten avslöjas och att företagen tvingas till effektiviseringar. Detta illustreras i figur 11.1 av en förflyttning från punkt A till punkt B, med följden att företagen utnyttjar resurserna effektivt. Att företagen blivit effektivare illustreras i figur 11.1 av att produktionen av varor och tjänster ökar från Q^* till Q^{**} trots högre miljökrav. Inte nog med detta, enligt hypotesen initierar de hårdare miljökraven även en innovationsprocess med bättre produkter, effektivare processer, etc. Detta representeras i figur 11.1 av en vridning av produktionsmöjlighetskurvan utåt. Det betyder att det med en given resursmängd är möjligt att producera en större mängd varor och tjänster utan att försaka miljökvaliteten, eller vice versa. Det vill säga, de innovationer som kommer till stånd p.g.a. av hårdare miljökrav leder till att företagen kan gå från punkt B till punkt C. Den sammanlagda effekten av hårdare miljökrav blir därmed summan av effektivitetsvinsten (Q^{**}-Q^*) och innovationsvinsten (Q^{***}-Q^{**}).

Argumenten för innovationsteoremet kan kritiseras på ett flertal punkter. Den kanske mest naturliga invändningen är att företagen frivilligt kan välja att göra de investeringar och de utsläppsminskningar som impliceras av Porter & van der Lindes resonemang. Det faktum att de inte frivilligt har valt detta antyder att de inte betraktar sådana investeringar som lönsamma.[1] I och för sig ger miljöavgifter och andra styrmedel företagen ett tydligt incitament att söka efter olika förbättringsmöjligheter. Porterhypotesen antyder i så fall att det existerar outnyttjade förbättringsmöjligheter som inte kommit i dagens ljus utan den morot (piska) som strängare miljöregleringar innebär. Dessa argument skulle då peka mot existensen av ineffektivitet, dvs att företagen inte utnyttjar sina resurser på effektivast möjliga sätt.

Orsaker till ineffektivitet har sökts på olika plan. En möjlig förklaring skulle helt enkelt kunna vara att företaget inte har fullständig information om alla tänkbara produktivitsförbättrande åtgärder som står till buds. En annan förklaring skulle kunna vara att företagen inte fullt ut är vinstmaximerare, utan bättre kan karakteriseras som "vinstsatisfierare". Det senare bygger på en förklaringsmodell som

[1] Ett "bevis" på detta ges av Oates, W., Palmer, K och P. Portney (1993), "Environmental Regulation and International Competitiveness: Thinking about the Porter Hypothesis", Discussion Paper 94-02, Resources for the Future, Washington, DC. Den modell de använder är mycket enkel och leder per definition till detta resultat.

har sina rötter i nobelpristagaren Herbert Simons teorier kring begränsad rationalitet. Här betraktas beslutsfattaren som om han/hon följer enklare typer av tumregler, snarare än att i varje tidpunkt välja de beslut som maximerar vinsten för företaget.

Oavsett de förklaringar som kan finnas för att företagen inte är fullt ut effektiva, är det intressant att notera att det finns visst empiriskt stöd för att amerikanska företag inte alltid valt de energiinvesteringar som varit mest lönsamma.[2] Det amerikanska naturvårdsverket har uppmärksammat detta problem och lanserat ett program kallat "Green Lights Program", vilket ger de deltagande företagen information och råd om energibesparande åtgärder. Detta program pekar på värdet av information snarare än att ge ett stöd åt Porter & van der Lindes resonemang. I varje stort företag finns det sannolikt otaliga möjligheter till effektivitetsförbättringar, via förändringar i kontrakten med leverantörer, finansieringsstruktur, forsknings- och utvecklingsstrategi och så vidare. Varje företag söker rimligen kontinuerligt efter sådana förbättringar. Denna process kräver resurser och även om strängare miljöregleringar leder till produktivitetsförbättringar på just detta område, kanske dessa besparingar tränger undan potentiellt större besparingar inom något annat område. Med andra ord har varje aktivitet som är förknippad med användning av företagets resurser alternativkostnader; miljöinvesteringar tränger undan andra investeringar, som kanske hade lett till större produktivitetsvinster.

11.3 Porterhypotesen och verkligheten

Porter och hans medförfattare gör i formell mening inget test på huruvida hypotesen kan förkastas eller inte. För att verifiera hypotesen ger de några exempel i form av fallstudier. Ett exempel på att regleringsgenererade innovationer ofta syftar till att förbättra produktprestanda och kvalitet, finner de i företaget Raytheon. Detta företag ställdes inför kravet att eliminera de ozonuttunnande klorfluorkarbonater (freon) man använde för att rengöra de tryckta elektroniska kretskort som man tillverkade. I stället för denna mindre miljövänliga metod införde man en ny, baserad på vatten och terpen, och inte minst, återvinning. Detta visade sig leda till att den genomsnittliga produktkvaliteten, på vilken den gamla metoden hade haft en viss negativ inverkan, höjdes. Självklart resulterade återvinningen dessutom i lägre rörliga kostnader. Denna nya metod, menar förfat-

[2] Oates, W., Palmer, K och P. Portney (1993), sid. 17.

tarna, hade inte införts om inte miljöregleringen krävt ett minskat nyttjande av klorfluorkarbonater. Detta är ett exempel på en åtgärd som betonar substitution. Man byter ut skadliga ämnen mot miljövänligare.

Ett annat exempel på produktneutralisering är den åtgärd som juvelföretaget Robbins Company genomförde. De övergick till ett slutet kretsloppsystem där utsläppen av förorenat spillvatten helt och hållet eliminerades. Vattnet används vid plätering[3] och det slutna kretsloppet innebär att vattnet går runt i syfte att användas om och om igen, samtidigt som det filtreras och joniseras. Systemet genererade ett 40 gånger renare vatten än det som finns i hushållens kranar, vilket ledde till en effektivare plätering och därmed ökad produktkvalitet med färre reklamationer som följd.

Japanska Hitachi utgör ett exempel på hur miljöregleringar kan utlösa innovationsprocesser när det gäller produktutformning. År 1991 infördes i landet en lag om återvinning, vilket ökade företagets kostnader. Det innebar att man i större utsträckning tvingades ta ansvar för sin produktion efter det att den konsumerats. Hitachi svarade med att omforma sina produkter så att hanteringen kunde ske snabbare och effektivare. Produktutvecklingen innebar att man minskade antalet delar i tvättmaskiner och dammsugare med 16 respektive 30 procent. På så sätt underlättades insamlingen och nedmonteringen av förbrukade apparater samtidigt som också produktionskostnaderna sjönk.

Exemplen ovan har enbart fokuserat på själva produkten. Som tidigare nämnt ligger dock de stora möjligheterna i förändringar av produktionsprocessen. Vid Ciba-Geigys färgtillverkning i New Jersey tvingades man att ifrågasätta sitt utsläpp av spillvatten. Resultatet blev att man förändrade sin tillverkningsprocess på två sätt. Dels ersatte man järnet i processen med en kemikalie som inte förslammade spillvattnet och dels renades processen genom att en mindre mängd skadliga ämnen frigjordes i samma vatten. Det senare kunde åstadkommas genom att man minskade spillet av insatsvarorna vid färgtillverkningen. Att företaget reducerade sitt spill ledde inte bara till årliga kostnadsbesparingar motsvarande 740 000 Dollar, utan även till att dess avkastning ökade med 40 procent.

Ett ytterligare exempel är när regleringar inducerade företaget 3M att ifrågasätta sin produktionsprocess. De tillverkar självhäftande produkter, vilka satsvis lagras i stora tankar och där varje tank innehåller många satser. Problemet var att en enda dåligt tillverkad sats

[3] Pläter; metallplåt belagd med dyrbarare metall.

kunde förstöra hela tankens innehåll. Höga kostnader för hantering och avveckling av detta spill uppstod, vilket dessutom innebar ett slöseri med råmaterial. Företaget utvecklade då en ny kontrollteknik där man snabbare kunde kvalitetstesta sin produktion. På så sätt minskades spillet med 10 ton per år och detta resulterade i en årlig besparing på över 200 000 Dollar.

Regleringar kan således föranleda innovationsneutraliseringar genom att företagen övergår till mindre kostsamma insatsmaterial och/eller att man effektivare nyttjar dem i processen. Ett annat exempel från en 3M fabrik kan, enligt Porter och van der Linde, verifiera detta. Här övergick man, från en lösningsbaserad, till en vattenbaserad process vid framställningen av beläggningsskivor. Detta resulterade i att man eliminerade 24 ton av sina årliga utsläpp i luften. Visserligen krävde detta en investering på 60 000 Dollar, men samtidigt minskade kostnaden för reningskapital med 180 000 Dollar per år. Dessutom reducerades de årliga kostnaderna för inköp av lösningsmedel med 15 000 Dollar.

Ett annat liknande exempel utgörs av företaget Dow Chemical. Federala regleringar krävde en avveckling av vissa avdunstningsdammar som företaget samlade upp sitt spillvatten i. Det förorenade vattnet var resultatet av en process där man renade klorvätegas[4] med kaustik soda. Kravet att avveckla dessa dammar tvingade Dow Chemical att omforma produktionsprocessen. Genom att först rena med vatten och därefter rena med kaustik soda, eliminerades behovet av avdunstningsdammarna. Självklart minskade också användningen av sodan. Till detta kan också sägas att Dow Chemical började att återanvända delar av sitt spill på andra ställen i produktionsanläggningen. Spillet av kaustik soda och saltsyra reducerades med 6 000-, respektive 80 ton per år, vilket motsvarar årliga kostnadsbesparingar med 2,4 miljoner Dollar.

I samband med produktförbättringar nämndes juvelföretaget Robbins Company. Där övergick man till ett slutet kretsloppsystem som renar och återanvänder vattnet i produktionsprocessen. Detta förbättrade inte bara produktkvaliteten, utan man sparade också över 115 000 Dollar i utgifter på vatten, kemikalier mm. Behovet av vatten minskade från 500 000 till 500 gallon per vecka. Kapitalkostnaden för det nya systemet, vilket helt och hållet eliminerade spillet, var 220 000 Dollar. Vilket kan jämföras med 500 000 Dollar för det kapi-

[4] Den engelska benämningen är "hydrochloric gas ", vilket kan jämföras med engelskans "hydrochloric acid" som i svenskan översätts med saltsyra. Porter & van der Linde använder dessa termer synonymt.

tal som varit nödvändigt om man bara anpassat sig till miljöinvesteringen.

Att anpassa sig till miljöregleringar kan också diskuteras utifrån insikten om den jämna produktionstaktens betydelse. För många kemiska produktionsprocesser, t.ex. vid företaget Du Pont, tar det tid för processen att stabilisera sig efter ett avbrott. Det resulterar ofta i en initial period där den ojämna produktionen genererar extra mycket avfall och föroreningar. Genom att installera högkvalitativ bevakningsutrustning har företaget reducerat sina produktionsstörningar och med dessa associerade besvärliga uppstarter. De har då genom de reducerade störningarna minskat avfallsproduktionen såväl som de förknippade inkomstbortfallen.

Porter & van der Linde refererar också till en studie som genomfördes av miljöforskningsorganisationen INFORM. De studerade källreducerande aktiviteter, dvs åtgärder för att minska avfall och föroreningar, vid 29 kemiska anläggningar. Av de 181 olika aktiviteter som identifierades, var det bara en som visade sig ha resulterat i en nettokostnadsökning. Av de 70 åtgärder som hade dokumenterade förändringar i produktavkastningen, var det bara två som inte kunde uppvisa förbättringar. I de 20 fall man mer explicit kunde redovisa data för var den genomsnittliga ökningen 7 procent. Till detta lägger man att dessa innovationsneutraliseringar uppnåddes med förvånande små investeringar och kort "pay back"- period. För en fjärdedel av de 48 aktiviteter med detaljerade kapitalkostnadsredovisningar, kunde man utläsa att det inte behövdes några kapitalinvesteringar alls. I de 38 fall där man hade tillgång till information angående "pay back"- tider visade det sig, i nära två tredjedelar av fallen, att det hade betalat sig efter 6 månader eller mindre. Den årliga kostnadsbesparingen per Dollar som, med tanke på miljön, spenderades var i snitt 3,49 Dollar för de 27 åtgärder där denna typ av information var tillgänglig.

En kommentar till ovanstående är att man bör vara försiktig med att dra allmänna slutsatser från ett relativt begränsat antal fallstudier. De undersökta företagen utgör endast en bråkdel av näringslivet, eller som Palmer m.fl. uttrycker det; " It would be an easy matter for us to assemble a matching list where firms have found their costs increased and profits reduced as a result of environmental regulations, not to mention cases where regulation has pushed firms over the brink into bankruptcy" (Palmer m fl. 1995, s. 120).

Den intressanta frågeställningen blir då hur man bör gå till väga för att empiriskt testa de idéer som Porter och hans medförfattare har. Den inledande diskussionen ger viss vägledning i denna fråga. Stan-

dard teorin för internationell handel säger att utvecklingen av ett lands nettoexport beror på utvecklingen av landets komparativa fördelar. Länder exporterar den vara som de producerar relativt effektivt. I teorin kan man indirekt separera ut de reala effekterna av regleringar på företagens konkurrenskraft, t.ex. genom att studera effekten på ett lands nettoexport, givet att man håller reallöner och växelkurser konstanta. Om Porterhypotesen vore sann skulle vi observera en ökad nettoexport i branscher med stränga miljökrav. Problemet är att det i praktiken är mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att separera ut miljöeffekten från alla andra effekter. Vad man egentligen vill göra är att studera effekten av miljöregleringarna *innan* växelkurserna justeras och därför också *innan* nettoexporten av andra varor som inte regleras justeras. Initialt minskar landets totala export samtidigt som den totala importen ökar, vilket sänker värdet på den egna valutan. Därmed kan de industrier eller varor som inte regleras öka sin export. Det står emellertid klart att denna exportökning inte beror på att företagen ökat sin konkurrenskraft. På samma sätt ska inte en exportökning p.g.a. relativt sjunkande reallöner tolkas som att företagen ökat sin effektivitet. Detta är också ett stort problem i de empiriska studier som genomförts. Man förlitar sig till indirekta indikatorer som mäter effekter på företagens konkurrenskraft, utan att ta hänsyn till just dessa justeringsmekanismer. Förutom nettoexporten kan andra indikatorer studeras. Exempel på detta är t.ex. mått som analyserar produktionen av föroreningsintensiva varor. Tillverkar man dem i länder som för en relativt slapp miljöpolitik? Har handelsmönstret för dessa varor förändrats? En ytterligare indikator är ett mått som studerar ifall miljöregleringar reducerar ett lands attraktionskraft på kapital. Hur förändras mönstret för utländska direktinvesteringar i landet? Hädanefter benämns denna typ av studier *indirekta studier*.

Ett mer direkt tillvägagångssätt är att studera miljöregleringars effekt på produktivitetsutvecklingen i ett företag, en bransch eller för ett helt land. Flera fördelar följer med detta. För det första är det som sagt en direkt metod i den meningen att eventuella exportförändringar till följd av förändrad miljöpolitik måste gå via produktionen. För det andra är det möjligt, åtminstone teoretiskt, att dela upp produktivitetsförändringar i en effektivitets- och en teknologi komponent. Fortsättningsvis kallar vi denna typ av studier för *direkta studier*.

Indirekta studier

Det finns således möjligheter att studera miljöregleringarnas effekter på företagen i ett land indirekt genom att studera förändringarna i nettoexporten. Ett exempel på en sådan empirisk studie är Kalt (1988). I denna analys genomfördes, utifrån en Heckscher-Ohlin ansats, regressioner på sambandet mellan förändringar i nettoexporten och förändringar i 78 olika amerikanska industriers miljöanpassningskostnader samt andra variabler mellan åren 1967 och 1977. Mera specifikt formulerades den generella modellen:

$$NET_i = f(K_i, R\&D_i, HK_i, UNSKILL_i, ABATE_i)\text{, i=i:te industrin}$$

där K = kapital stock, $R\&D$ = insatsflödet av forskning och utveckling, HK = humankapital i produktionen, $UNSKILL$ = lågutbildad arbetskraft i produktionen och $ABATE$ = industrins miljöanpassningskostnader

Vad Kalt egentligen gjort är att, till en modell som ofta använts för att förklara handeln mellan länder, lägga till en förklaringsvariabel som beskriver de kostnader som läggs på de enskilda industrierna när man reglerar dem. En slutsats som Kalt drar vilar på att enbart tillverkningsindustrier (manufacturing-) ingår i stickprovet. Denna är att miljöregleringarna under perioden varit en *negativ* bestämningsfaktor till USA:s handelsutveckling. Det mest anmärkningsvärda med analysen, vilket också gör resultatet mindre trovärdigt, är att detta resultat förstärks när den kemiska industrin exkluderas. Om det nu är så att det finns ett klart samband mellan miljöregleringar och nettoexport, borde det egentligen vara så att effekten försvagas när denna sektor utesluts. Faktum är att det är en av de industrier som utsätts för de mer stringentare miljökraven i USA. Kalt skriver också i sina slutsatser; " there is little evidence on the trade effects of domestic regulation above the level of the case study" (Kalt, 1988, sid. 257).

Man kan också, i samma anda, studera miljöregleringarnas effekter på företagens internationella konkurrenskraft genom att undersöka den allmänna handeln med föroreningsintensiva varor. Det stora problemet är emellertid att det råder brist på data i många länder, speciellt i tredje världen. Problemet att fastställa om det finns något samband mellan miljöregleringar och varuflöden är svårt nog och databristen ökar svårigheterna ytterligare. Ett annat problem man ställs inför är hur man ska definiera föroreningsintensiva varor. En definition är att låta varorna vara de produkter som tillverkas av de industrier som har de högsta regleringskostnaderna, dvs de sektorer

man ställer de högsta miljökraven på.

När det gäller denna kategori av indikatorer, refererar vi till Jaffe m fl (1995) och de tolkningar de gör angående en studie av bl a Low och Yeats.[5] De fastställer bl a att mellan 1965 och 1988 föll andelen föroreningsintensiva varor av världshandeln från 19 till 16 procent och att U-länderna, i en snabbare takt relativt I-länderna, utvecklade komparativa fördelar i dessa produkter. Jaffe m fl menar att man ska tolka detta försiktigt. I den mån som den förorenande produktionen flyttat till de utvecklande länderna, kan helt enkelt bero på att efterfrågan på just dessa produkter ökat där. Detta kan också vara en förklaring till att andelen föroreningsintensiva varor av den totala världshandeln har minskat. Det är mycket möjligt att folket i tredje världen präglas av preferenser för sådana varor vars tillverkning har stor negativ effekt på miljön. Allt eftersom ekonomin i dessa länder utvecklas kommer producenterna helt naturligt att i ökad grad söka sig närmare marknaden och därmed kommer nya anläggningar att etableras. Det betyder också att ett land som för en relativt stringent miljöpolitik minskar sin export av varorna. Emellertid behöver det inte betyda att detta lands andel av världshandeln med föroreningsintensiva varor minskar. Att U-ländernas ekonomi växer kan också betyda att kompetens utvecklas och att man då i större grad kan producera sin egna inhemska konsumtion. Det sistnämnda är detsamma som att säga att de industrialiserade länderna förlorar komparativa fördelar. Av Low och Yeats resultat skulle man då kunna dra slutsatsen att USA förlorat relativt övriga världen.

Jaffe m fl refererar också till en studie av Robinson.[6] Han fann att de varor vars inhemska tillverkning är miljökostnadsintensiva, i snabbare takt ökat sina andelar i USA:s import än motsvarande i exporten. Detta allt eftersom miljöstringensen tilltagit relativt övriga världen. Emellertid antyder Robinsons modell att effekten är liten. De menar att de förändringar man observerat i det internationella handelsmönstret de senaste trettio åren, indikerar att produktionen av föroreningsintensiva varor omlokaliserats i ett internationellt perspektiv. Dessa förändringar är dock små i förhållande till den allmänna ekonomiska utvecklingen. Till detta tillägger man att det inte ens är klart att de små förändringarna orsakades av en ökad miljöstringens i de industrialiserade länderna.

[5] Low, P. & Yeats, A. (1992). "Do Dirty Industries Migrate?", In *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank.

[6] Robinson, H. D. *Industrial Pollution Abatement: The Impact on Balance of Trade*, Canada Journal of Economics., feb. 1988, 21(1), sid. 187-99.

Man kan också studera om miljöregleringar reducerar ett lands attraktionskraft på kapital. På detta område finns det dock, så vitt vi vet, egentligen inga studier. Vad man kan göra är att titta på de resultat som mer generella studier gett. Ett exempel på en sådan studie är Wheeler & Mody (1992). Det intressanta i denna studie är avsaknaden av samband mellan utländska direktinvesteringar och företagsskatter. En låg skattesats i utlandet överskuggas av andra faktorer, t. ex. en redan etablerad industriell bas. I den mån miljöregleringar leder till direkta kostnader, liknande de som associeras med företagsskatter, blir slutsatsen att miljöregleringsfaktorer inte är någon avgörande faktor vid investeringsbeslutet.

Direkta studier - en teoretisk bakgrund

Innan vi explicit går över till att studera sambandet mellan miljöregleringar och produktivitet, kan det vara intressant att mer generellt diskutera vilka faktorer som kan tänkas påverka produktivitetens utveckling. Haveman & Christiansen (1981a) har i ett antal punkter sammanfattat möjliga förklaringar till trendbrottet i arbetskraftens produktivitetstillväxt i USA på 1970-talet. En orsak är att produktionssammansättningen har skiftat på så sätt att det efter andra världskriget, och fram till mitten av 1960-talet, pågick en kraftig arbetskraftsvandring från jordbrukssektorn till andra sektorer. Arbetskraftens produktivitet i den förra är genomsnittligt lägre och denna strukturomvandling hade då antagligen en stor del i den relativt höga produktivitetstillväxten under 1950- och 1960-talen. Av detta kan man då också sluta sig till att en av de huvudsakliga faktorerna till den gynnsamma utvecklingen dessa decennier, inte existerade under 1970-talet.

Produktionssammansättningen i gruppen för andra industrier har också skiftat. I allt högre grad har arbetskraften gått över från varu- till tjänsteproduktion. I den senare är möjligheterna till massproduktion begränsad då det mer handlar om att direkt ge varje enskild konsument personlig service. Denna utveckling har gått allt snabbare och det är möjligt att den nu under 1990-talet spelar en ännu mer betydande roll än vad den gjorde före år 1980.

En annan faktor handlar om utveckling av kunskaper samt forskning och utveckling, (F&U). Kunskapsutveckling kan höja produktiviteten åtminstone på två sätt. Det ena är att den direkt kan förbättra kvaliteten på insatserna i form av bättre utbildad arbetskraft. Ytterligare kunskaper, kan också göra det möjligt för producenterna att på

ett effektivare sätt kombinera övriga insatsfaktorer av en given kvalitet. I USA var kvoten mellan F&U och BNP lägre på 1970-talet än tidigare, vilket då kan ha bidragit till sjunkande produktivitetstillväxt.

En tredje möjlig förklaring är att arbetskraftssammansättningen i stor grad genomgick en förändring med början i mitten på 1960-talet. Arbetskraftsstocken ökade markant och orsaken till detta var att kvinnor och tonåringar i allt större utsträckning sökte sig till arbetsmarknaden. Eftersom dessa grupper initialt kan antas haft relativt liten yrkeserfarenhet var de mindre produktiva, och speciellt gällde detta tonåringarna. Det är möjligt att detta faktum hade en betydande roll vid denna tid.

Ytterligare en faktor som kan ha bidragit till den negativa utvecklingen är förändringen i andelen kapital av arbetskraften. Det är huvudsakligen genom nya anläggningar och maskinparker som mer avancerade teknologier introduceras i produktionsprocessen. I USA avtog tillväxten i kapitalinsatserna samtidigt som, tidigare nämnt, arbetskraftsstocken ökade, vilket fick den följden att marginalavkastningen per arbetare minskade.

Slutligen, diskuterar Haveman & Christiansen prisutvecklingen på råolja. Prisstegringen var en chock för ekonomin. Oljan hade fram till 1973 varit mycket billig och självklart hade företagens produktionssamband anpassats därefter. Man stod helt enkelt med ett mycket oljeberoende kapital som till stora delar nu blev obsolet, vilket tvingade dem till nyinvesteringar. Till detta ska läggas de anpassningskostnader som uppstod, inte bara p.g.a. att man försökte minska sitt oljeberoende i den gamla produktionsprocessen, utan också för den inlärningsperiod som följde med de nödvändiga förändringarna i denna process.

Var och en av de faktorer som beskrevs ovan, bidrog antagligen till nedgången i produktivitetstillväxten under 1970-talet. Om man då antar att miljöregleringar också har en negativ effekt på utvecklingen, ligger det intressanta i hur mycket miljöpolitiken bidrog till de negativa effekterna på företagens produktionsprocess. Jaffe m fl. (1995), diskuterar mer konkret hur miljöregleringar teoretiskt skulle kunna påverka företagens produktionsutveckling. För det första faller av definition produktiviteten p.g.a. att insatserna i kapital, arbetskraft och energi måste fördelas på produktion av ytterligare en produkt, nämligen miljökvalitet. En annan negativ påverkan orsakas av att när företag anpassar sig till regleringarna, är det mycket möjligt att den korrigerade tillverkningsprocessen är mindre effektiv än den gamla. Detta kan i alla fall antas gälla i ett initialt skede direkt efter att miljöregleringen trätt i kraft. Ytterligare kan produktiviteten påverkas

negativt av att miljöinvesteringar tränger undan annat, mer ur traditionellt perspektiv, produktivt kapital. Ytterligare argumenteras det emot stringent miljöpolitik då den ofta riktas kraftigare mot nyetableringar, vilket kan motverka investeringar i nya produktionsprocesser. Slutligen, krav som styr företagsaktörerna mot " bästa tillgängliga eller möjliga teknik" kan öka användningen av dessa tekniker, dvs att miljökrav kan vara kapitalreglerande i stället för att vara direkt inriktade mot själva föroreningskvantiteterna. De kan därför inducera en ineffektivt hög nivå på sådana investeringar och därmed också en hög miljökapitalintensitet.

Av ovanstående resonemang står helt klart att det empiriskt är mycket svårt att separera ut effekten av miljöregleringar. Av den diskussion som förs av Haveman & Christiansen, ges en antydan om den komplexa verklighet som möter forskarna.

Direkta studier - empiri

När det gäller direkta studier, antas för analysen att produktivitet är ett mått som värderar företagens effektivitet och teknologiska utveckling. Det är förändringen i förhållandet produktion och insatser som anses väsentligt. Produktivitet är m.a.o. en indikator på ekonomisk utveckling och därmed också i slutändan ett mått på framtida välfärd.

Ett exempel på en produktivitetsstudie har presenterats av Haveman & Christiansen (1981a, 1981b). Man har här försökt estimera hur mycket samtliga statliga regleringar, dvs inte bara de miljörelaterade, bidrog till produktivitetsnedgången i USA under 1970-talet. Vad man gjorde var att först beräkna totalproduktiviteten för USA:s tillverkningsindustri åren 1958 till 1977. Denna ingick sedan som beroende variabel i en regression tillsammans med observerade förklaringsvariabler som tiden, en approximation på regleringsstringens och en konjunkturindikator. Som approximation på regleringsstringens användes tre olika ansatser. Ett mått baserades på antalet "större" lagar i kraft varje enskilt år. Statens reala utgifter för regleringar och antalet anställda inom reglerande myndigheter var två andra approximationer.

Haveman & Christiansen utgår ifrån en aggregerad produktionsfunktion, vars samband relaterar flödet av output (Q), med flödet av totala faktorinsatser (TFI). Anledningen till att man väljer att kombinera alla insatsfaktorer i en enda variabel, är för att reducera multikollineariteten i modellen. Måttet skapas genom att man använder sig av respektive insatsfaktors andel av totalkostnaden. Funktionen skif-

tar med tiden (T), och regleringsintensitet (R). Givet konstant skalavkastning är produktionssambandet:

$$Q = A(TFI)e^{\alpha R+\beta T}$$

Logaritmering ger:

$$\ell nQ = \ell nA + \ell n(TFI) + \alpha R + \beta T$$

Om $\ell n(TFI)$ subtraheras från båda sidor, skapas en ekvation för den totala faktorproduktiviteten:

$$\ell nQ - \ell n(TFI) = \ell nA + \alpha R + \beta T = \ell n(TFP)$$

Produktionen för USA:s tillverkningssektor antas kunna approximeras med det formella produktionssambandet, utom när ekonomin befinner sig i någon form av konjunkturell chock. Därför lägger man till, förutom en additiv slumpfelsterm, två termer i syfte att fånga upp konjunkturcykliska effekter. Dessa är $\ell n(Q/Q^*)$ och $\ell n(Q/Q^*)_{-1}$, där Q är faktisk produktion och Q^* är den produktion som skulle ha genererats om inte tillverkningsprocessen influerats av konjunktur svängningar.

Den funktion som slutligen estimeras är då:

$$\ell n(TFP) = \ell nA + \alpha R + \beta T + \gamma \ell n(\frac{Q}{Q^*}) + \delta \ell n(\frac{Q}{Q^*})_{-1} + U$$

Teoretiskt skiljer sig den totala produktiviteten från arbetskraftsproduktiviteten med en faktor som reflekteras av (K/L), dvs kvoten mellan icke arbetskrafts- och arbetskraftsinsatser.

Resultaten antyder att statliga regleringar står för 12-21 procent av minskningen i arbetskraftens produktivitetstillväxt. Detta procentuella intervall ska, som tidigare noterats, sättas i samband med alla olika typer av regleringar som implementerats i statlig regi. Hur stor andel av de 12-21 procenten som kan tillskrivas miljöregleringar är därför en öppen fråga.

Det är tveksamt om man kan dra den slutsatsen att miljöregleringar verkligen påverkar produktivitetstillväxten utifrån den studie som Haveman & Christiansen genomförde. Vad man däremot säkert kan säga är att miljöregleringarna inte var den primära orsaken till

produktivitetens avtagande tillväxttakt under perioden 1958 till 1977.

En annan mycket välkänd studie genomfördes av Denison (1979). I motsats till Haveman & Christiansen försöker han mer direkt skatta miljöregleringarnas bidrag. Det antas först att dessa regleringar har reducerat produktionen med samma belopp som de kostat. En ytterligare post som läggs till, är den alternativa kostnad som uppgår till den potentiella produktion som investeringarna skulle ha producerat om de satsats i produktivt kapital och inte i miljökapital.

Denisons produktivitetsindex antyder att miljöregleringarna bidragit till en årlig produktivitetsminskning med 0,05 procent åren 1967-1969. För perioden 1969-1973 var motsvarande siffra 0,1 procent och mellan åren 1973-1975 uppgick procent talet till 0,22. Den sista perioden, 1975-1978, visade att effekten av miljöregleringarna var 0,08 procent.

Studien kan naturligtvis inte användas till att testa relevansen av Porterhypotesens argument, då modellkonstruktionen per definition leder till ett positivt samband mellan kostnader och miljöstringens.

Crandall (1981), studerade sambandet mellan miljöregleringar och arbetsproduktivitet med stöd av paneldata. Mycket intressant är hans utgångspunkt, nämligen det politiska perspektivet. Den ledande principen bakom kongressens beslut angående USA:s miljöpolitik var, i alla fall under 1970-talet, att regleringar bör inriktas mot teknologiska åtgärder, dvs tvärt emot vad hypotesen säger. Miljöpolitiken måste också föras på ett sådant sätt att man minimerar kostnaderna i form av friställd arbetskraft.

Det primära för detta synsätt är alltså att styra tekniken utan att äventyra sysselsättningen, vilket också lett till ett antal normer för miljöpolitiken. En sådan norm är att nya industriella anläggningar regleras hårdare än gamla. De krav som ställs är "bästa möjliga" eller "bästa tillgängliga" teknik. Att så sker är för den reglerande myndigheten något av en självklarhet, då det är lättare att ställa krav på något som ännu inte är etablerat. På så sätt sker en diskriminering av ny teknologi, dvs en alltför stor andel av investeringarna utgörs av miljökapital. Resultatet kan därmed bli att stringent miljöpolitik, i denna form, reducerar incitamenten att anlägga nya produktionsprocesser med följden att en föråldrad kapitalstruktur konserveras. En annan norm reglerar de industrisektorer vars tillväxttakt är relativt gynnsam. Att etablera regleringar är en politisk process. Ett stort politiskt hot som kan genereras av nya miljökrav är arbetslöshet. Om man kan reglera dynamiska och växande sektorer, reduceras riskerna för att det blir aktuellt med friställningar. Även med denna norm ökar risken att en gammal industristruktur konserveras. Att kapitalinten-

siva industrier regleras relativt hårt är en annan politisk norm som utvecklats. Detta har också skett av samma orsak som att snabbt växande sektorer regleras. Miljöregleringar som kraftigt slår ned på arbetsintensiva industrier kan ha stora effekter på sysselsättningen.

Crandalls frågeställning är i vilken grad dessa normer har påverkat produktivitetsutvecklingen i amerikansk industri. Empiriskt jämförde Crandall produktivitetstillväxten under perioden 1958-1973 med tillväxten efter år 1973. Detta gjordes dels i industrin som helhet, dels i hårt reglerade branscher. Den årliga ökningen var för den förra 3,1 procent den första perioden, medan genomsnittet för den senare låg på 4,7 procent. För perioden 1973-1976, var den årliga produktivitetstillväxten inom de hårt reglerade industrierna dock svagt negativ, medan industrin i sin helhet uppvisade en produktivitetstillväxt på 1,4 procent. Samma tendens uppvisar industrin för elektriska hushållsapparater. Fram till år 1973 hade denna industri en årlig produktivitetstillväxt på 5,6 procent, för att sedan minska kraftigt till 1,1 procent för perioden 1973-1976. Detta resultat, menar Crandall, stödjer den politiska teorin om att sektorer med hög produktivitetstillväxt regleras relativt hårt.

För att ytterligare testa ovanstående ekonometriskt, undersöker han, i en tvärsnittsanalys för året 1976, sambandet mellan regleringskostnader och produktivitetstillväxt mellan olika industrisektorer.

Det samband som testas är:

$$\left(\frac{Q}{L}\right)_{1976} = F\left\{\left[\left(\frac{Q}{L}\right)_{1960} e^{16g}\right], \left(\frac{Q}{Q^*}\right)_{1976}, \left(\frac{POLL}{VA}\right)_{1976}\right\}$$

Där Q = faktisk produktion, L = anställningstimmar, g = Genomsnittlig årlig tillväxttakt i produktiviteten 1969-1973, Q* = Predikterad produktion (den produktion man skulle ha uppnått om produktivitetstillväxten 1976 varit lika som den i snitt var mellan åren 1969-1973), POLL = rörliga reningskostnader, och VA = förädlingsvärde.

Första termen i höger led, motsvarar alltså arbetsproduktivitetens historiska tillväxtbana. Den andra termen försöker fånga upp den effekt som konjunkturcykliska svängningar har på produktionen. Slutligen, representerar den sista termen hur mycket de rörliga reningskostnaderna påverkar arbetsproduktiviteten.

En enkel minsta-kvadrat skattning ger:

$$\left(\frac{Q}{L}\right)_{1976} = -62{,}25 + \underset{(12{,}28)}{1{,}0212}\left(\frac{\hat{Q}}{L}\right)_{1976} + \underset{(3{,}64)}{65{,}61}\left(\frac{Q}{Q^*}\right)_{1976} - \underset{(2{,}38)}{224}\left(\frac{POLL}{VA}\right)_{1976}$$

Arbetsproduktivitetens elasticitet med avseende på koefficienten för miljökostnader beräknas, givet denna skattning, till -0,024. Det antyder att om industrins utgifter för miljökontroll skulle öka med 50 procent per år, skulle motsvarande arbetsproduktivitetstillväxt reduceras med 1,2 procent.

Mellan åren 1973-1976 kan det antas att oljekrisen spelade en stor roll och därför lägger Crandall till modellen ovan, en variabel som representerar effekterna av denna kris, dvs $(BTU / VA)_{1976}$. Estimeringen ger då följande resultat:

$$\left(\frac{Q}{L}\right)_{1976} = \underset{}{-63{,}50} + \underset{(13{,}11)}{1{,}036}\left(\frac{\hat{Q}}{L}\right)_{1976} + \underset{(3{,}88)}{66{,}27}\left(\frac{Q}{Q^*}\right)_{1976}$$

$$- \underset{(0{,}66)}{0{,}747}\left(\frac{POLL}{VA}\right)_{1976} - \underset{(2{,}16)}{0{,}9375}\left(\frac{BTU}{VA}\right)_{1976}$$

Resultatet blir nu att koefficienten för regleringar inte blir signifikant, vilket innebär att man inte kan fastställa något existerande samband mellan miljökrav och arbetsproduktivitet. Med det blir också den slutsats Crandall drar angående den politiska teorin tveksam.

Barbera & McConnell (1990), studerade också miljöregleringarnas effekter på sambandet mellan produktivitet och miljöstringens i amerikansk tillverkningsindustri. Analysen baseras på de fem tyngst reglerade tillverkningsindustrierna i USA, nämligen papper, kemikalier, järn- och stål, jord, sten och glas, samt industrin för icke-järnhaltiga metaller. I modellen skiljer man på två effekter som reningskapitalet har på den totala faktorproduktiviteten. Dels uppstår en direkt kostnad när företagen investerar i nytt reningskapital, dels genereras en indirekt kostnad då investeringen påverkar företagets förmåga att kombinera övriga insatsfaktorer i den konventionella produktionsprocessen. Den direkta effekten på produktiviteten är per definition alltid negativ. Däremot kan den indirekta effekten vara antingen negativ eller positiv. Den positiva effekten uppstår då regleringarna kan göra det produktiva kapitalet obsolet, vilket tvingar fram investeringar i nytt kapital och som i sin tur kan antas vara effektivare än det gamla. Det sista är något som går i linje med innovationsteoremet.

Författarna gör ett antagande om att miljöregleringarna kräver att man investerar i "reningskapital" och att företagen sedan kombinerar detta kapital med de traditionella produktionsfaktorerna. Produktionsfunktionen skrivs därmed:

$$Q = Q(A, K, L, M, E, t)$$

Där Q = produktion, A = reningskapital, K = produktivt kapital, L = arbetskraft, E = energi, M = annat insatsmaterial, och t = tid.

Insatsfaktorer används för att producera Q, samtidigt som reningskapital nyttjas för att reducera föroreningarna. När företaget investerar i reningskapital skiftar funktionen, vilket är den direkta effekten. Företaget antas minimera nettoproduktionskostnaden C, givet produktion, reningskapital, teknologi, samt pris på insatsfaktorer:

$$C = C(Q, P_K, P_L, P_M, P_E, A, t)$$

Regleringarna skiftar kostnadsfunktionen via reningskostnaderna, vilket är detsamma som att säga att företaget förändrar kombinationen av de insatsfaktorer som används för att producera Q. Produktionsfunktionen skiftar därmed indirekt.

Den totala kostnaden för att producera Q är då summan av de kostnader som reningskapitalet genererar direkt och indirekt:

$$C^* = C(Q, P_K, P_L, P_M, P_E, A, t) + C_A$$

Där $C_A = P_A A$ är den direkta kostnaden.

Totalkostnadens utveckling dekomponeras genom att uttrycket totaldifferentieras med avseende på tiden t:

$$\frac{dC^*}{dt} = \sum_i \frac{\partial C}{\partial P_i}\frac{dp_i}{dt} + \frac{\partial C}{\partial Q}\frac{dq}{dt} + \frac{\partial C}{\partial A}\frac{dA}{dt} + \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{dC_A}{dt}$$

Uttrycket deriveras sedan med totalkostnaden C^* och med hjälp av Shepards lemma härleds slutligen totalkostnadens tillväxt:

$$\frac{d\ell nC^*}{dt} = S_C\left[\sum S_i \frac{d\ell nP_i}{dt} + E_{CQ}\frac{d\ell nQ}{dt} + E_{CA}\frac{d\ell nA}{dt} + \frac{\partial \ell nC}{\partial t}\right] + S_A\frac{d\ell nC_A}{dt}$$

där $S_C = \frac{C}{C^*}, S_A = \frac{C_A}{C^*}, E_{CA} = \frac{d\ell nC}{d\ell nA}, E_{CQ} = \frac{\partial \ell nC}{\partial \ell nQ}$ $S_i = \frac{X_i}{C} P_i$

i = K, L, E, M

Vidare definieras totalproduktiviteten TFP, som tillväxten i kostnaden som inte förklaras av prisökningar och produktionsökningar vilket, i termer av C^*, kan skrivas:

$$TFP = -\frac{d\ell nC^*}{dt} - \sum_i S_i \frac{d\ell nP_i}{dt} - \frac{d\ell nQ}{dt}$$

Om man sedan utgår ifrån denna definition av total faktorproduktivitet och antar att kostnaden C har egenskapen konstant skalavkastning (dvs, $E_{CQ} = 1$), samt kombinerar de två sista uttrycken ges:

$$TFP = \left(-S_C \frac{\partial \ell nC}{\partial t}\right) - \left(S_C E_{CA} \frac{d\ell nA}{dt}\right) - S_A \frac{d\ell nC_A}{dt}$$
$$- S_A \left(\sum_i S_i \frac{d\ell nP_i}{dt} + \frac{d\ell nQ}{dt}\right)$$

Med detta uttryck kan man konstatera att totalproduktiviteten i huvudsak kan delas upp i tre komponenter. Den första termen i höger led representerar förändringen i kostnaden p.g.a. teknologisk utveckling. Kostnadsförändringen till följd av investeringar i reningskapital, dvs den indirekta effekten, avspeglas i den andra termen. Den tredje termen visar reningskostnadernas direkta effekter.

Totalproduktiviteten och den direkta effekten kan beräknas med tillgänglig data.[7] Termerna för den indirekta effekten och teknologisk utveckling kan emellertid inte bestämmas på detta sätt, dvs att det inte finns tillgång till data för komponenterna E_{CA} respektive $\partial \ell nC / \partial t$. För att kunna skatta dessa härleds en funktionell form för kostnaden, nämligen en translog variabel kostnadsfunktion. Vilket är en 2:a grads approximation till en godtycklig funktion som uppfyller mikroteoretiska antaganden, som t.ex. att den är homotetisk och homogen av grad ett. Det senare är detsamma som att säga att den bakomliggande teknologin (produktionsfunktionen) uppvisar konstant skalavkastning. För att förvissa sig om att de mikroteoretiska antagandena är uppfyllda läggs restriktioner på de parametrar som estimeras.

Resultatet visar att de av myndigheterna utfärdade reningskraven, bidrog till att reducera den totala faktorproduktiviteten i alla fem industrierna. Den årliga genomsnittliga reduktionen mellan åren 1961-1980 var i industrin för jord, sten och glas 0,24 procentenheter,

[7] Totalproduktiviteten beräknas med en Törnqvist approximation. Se appendix A, sid.44

pappersindustrin 0,11 procentenheter, kemikalieindustrin 0,10 procentenheter, järn- och stålindustrin 0,22 procentenheter och i industrin för icke-järnhaltiga metaller 0,08 procentenheter. Då den årliga produktivitetstillväxten för den första sektorn var 0,215 procent, innebär det att miljöregleringarna bidrog till att tillväxten var ca 53 procent lägre årligen än vad den skulle ha varit om industrin inte hade reglerats. Motsvarande siffra för de övriga sektorerna är, i samma ordning som ovan, ungefärligen 10-, 9-, 24-, respektive 11 procent lägre.[8]

Studien visar också att generellt är den indirekta effekten mindre än den direkta. Den största negativa indirekta effekten visar sig i industrin för jord, sten och glas, där den står för 58 procent av den totala reningskapitaleffekten på produktiviteten. När det gäller industrin för icke-järnmalmsgruvor är denna effekt t.o.m. positiv, vilket gör att produktivitetstillväxten under perioden i genomsnitt var 0,034 procentenheter högre, tack vare att industrin reglerades. För övriga industrier bidrog denna effekt med 0 - 43 procent till den negativa produktivitetsutvecklingen.

De studier som redogjorts för ovan, kan alla hänföras till USA. De skandinaviska studier som finns tillgängliga kan delas upp i två olika kategorier. Dels studier av olika industriaggregat, dvs makrostudier, och dels studier av mikrokaraktär, dvs där data på anläggningsnivå används. Det är framförallt i den senare gruppen där Porterhypotesen studeras explicit.

I den första gruppen, bestående av Wibe (1986, 1990), fokuseras analysen huvudsakligen på Sverige, men även Finland och Danmark analyseras. Gemensamt för dessa studier är att de är "semi-parametriska" i sin karaktär. Det betyder i detta sammanhang att ett icke-parametriskt produktivitetsindex beräknas, och att detta index används som en beroende variabel i en regressionsanalys. Bland de oberoende variablerna återfinns en variabel för miljöstringens.

Den andra gruppen av studier baseras som sagt på anläggningsspecifika data för både Finland, Norge och Sverige. Det är framförallt i de norska och finska studierna som Porter & van der Lindes argument analyseras explicit.

[8] Barbera & McConnell (1990), tabell 4, sid. 60.

Makrostudier

I en tidsserieanalys av den svenska industrisektorn i sin helhet beräknar Wibe (1990) ett produktivitetsindex för tillverkningsindustrin som kvoten mellan industrins samlade förädlingsvärde och total faktoråtgång. I ett andra steg i analysen används det beräknade indexet som en beroende variabel i en regressionsanalys där bl.a. miljö- och arbetsmiljöregleringarnas omfattning, R, ingår som oberoende variabler. Övriga förklaringsvariabler utgörs av en tidstrend t, industrins kapacitetsutnyttjande CAPU, samt produktionsvolymen Q.

För att ge en mer exakt beskrivning, utgår Wibe ifrån att förändringen i den årliga totala faktorinsatsen är:

$$\Delta TFI^{t,t+1} = \sum_i C_i^t \frac{\Delta X_i^{t,t+1}}{X_i^t}$$

Där $\Delta TFI^{t,t+1}$ = den mellan t och t+1 relativa förändringen i total faktorinsats, C_i^t = faktor i's kostnadsandel år t, samt X_i^t = mängden av faktor i år t.

Produktionen och den totala faktor insatsen omvandlas till ett produktions- respektive faktorindex (Q = TFI = 100 för år 1963). Den totala faktorproduktiviteten TFP, som är den egentliga beroende variabeln beräknas enligt:

$$TFP = \frac{Q}{TFI}$$

I generell form uttrycks modellen:

$$TFP = f(t, CAPU, Q, R)$$

och i explicit form:

$$TFP = a_0 + a_1 t + a_2 CAPU + a_3 Q + a_4 R$$

För att komma undan problemet med att den beroende variabeln uppträder i båda leden, regressions skattas, för perioden 1963-1980 i stället:

$$\frac{TFP}{Q} = \frac{1}{TFI} = a_0 \frac{1}{Q} + a_1 \frac{t}{Q} + a_2 \frac{CAPU}{Q} + a_3 + a_4 \frac{R}{Q}$$

Detta gav följande resultat:

$$\frac{1}{TFI} = \underset{(-1,98)}{-0,955} \frac{1}{Q} + \underset{(2,25)}{0,0195} \frac{t}{Q} + \underset{(1,60)}{0,00911} \frac{CAPU}{Q} + \underset{(9,30)}{0,00684} - \underset{(-1,27)}{0,0000639} \frac{R}{Q}$$

Alla variabler har förväntat tecken, men parametervärdet för regleringskoefficienten är inte bara litet utan också insignifikant.

Ett uppenbart problem i analysen är att på tidsserienivå kvantifiera regleringarnas omfattning. I studien approximeras regleringstrycket med antalet anställda i de berörda myndigheterna. Notera att studien inte då bara omfattar miljöregleringar utan även arbetsmiljöregleringar.

Givet skattningen av modellen är huvudresultaten dels att produktivitetstillväxten under perioden 1970-1980 varit signifikant lägre än för perioden 1963-1970, samt att den regleringsvariabel som används inte uppvisar något signifikant samband med produktiviteten.

Ett stort problem med ovanstående analys är bristen på relevanta tidsseriedata för regleringstryck. Wibe gör ett försök att komma runt problemet genom en kombinerad tidsserie och tvärsnittsanalys av svensk tillverkningsindustri för perioden 1970-1979. Analysen följer i stort den förra med skillnaden att miljöpolitikens stringens approximeras med miljöinvesteringar.

Den modell som då estimeras är:

$$\frac{\Delta TP}{TP} = a_0 + a_1 MR + a_2 ASR + a_3 \frac{\Delta Q}{Q} + a_4 \frac{\Delta S}{S}$$

Där MR är ett index för miljöregleringar, ASR ett index för arbetarskyddsregleringar, $\Delta Q/Q$ och $\Delta S/S$ representerar produktionstillväxt respektive anläggningarnas storlekstillväxt. Skattningarna genomfördes på flera olika kombinationer av ovanstående modell.

Även här är huvudresultatet att det inte tycks finnas något signifikant samband mellan miljöpolitisk stringens, mätt som miljöinvesteringar, och produktivitet. Wibe kommenterar detta på följande sätt; "en miljöinvestering innebär oftast att man lägger till en subprocess (rening), vilket endast marginellt påverkar huvudprocessen" (Wibe 1990, sid. 103).

I samma studie presenterar Wibe en liknande undersökning för Danmark och Finland. De i regressionerna ingående variablerna var i stort sett de samma förutom vissa definitionsmässiga variationer. Bland annat varierar tillgångarna på data serier vilket gör att t.ex. den förklarande variabeln, som representerar miljöstringens, måste definieras på olika sätt beroende på vilket av länderna man studerar.

På landsnivå visade den statistiska tidsserieregressionen, gällande perioden 1960-1985, inga belägg för att regleringarna i Danmark skulle ha påverkat landets produktivitetsutveckling negativt. Modellen antyder t.o.m. ett positivt samband. Denna positiva koefficient skulle kunna förklaras med att regleringarna har påskyndat nedläggningar av äldre och mindre effektiva industrier. De har m.a.o. tvingat fram en snabbare förnyelse av kapitalstocken, vilket är det Wibe benämner "kapitaleffekten" (Wibe 1991, sid. 108). En kompletterande kommentar är att det också lett till en snabbare industriell strukturomvandling. För Danmarks del visar också en kombinerad tids- och tvärsnittsanalys, med utvecklingen 1973-1981 som underlag, att miljöregleringar marginellt påverkat produktiviteten i positiv riktning.

Likaså studerades Finlands utveckling. Tidsserieanalysen gav ett mycket litet negativt, men signifikant utslag för miljöinvesteringar. Regleringar av denna typ har alltså även här haft en mycket liten kvantitativ betydelse för utvecklingen. Resultatet pekar på att de har minskat produktiviteten med ungefär 2 procent, vilket ska ställas mot den under perioden 1960-1980, faktiska ökningen på 200 procent. På branschnivå genomfördes även här en tids-/tvärsnittsstudie. Den visade emellertid inget signifikant samband mellan produktivitet och miljöinvesteringar.

Sammantaget visar dessa studier inte på något entydigt samband mellan miljöpolitik och produktivitet, än mindre något stöd för eller emot Porterhypotesen. Givet det datamaterial som finns tillgängligt för den här typen av studier är dock detta inte speciellt överraskande.

Mikrostudier

En annan typ av studier är de som använder sig av anläggningsspecifika data. I Skandinavien finns det numer ett antal sådana studier, varav ett fåtal studerar Porterhypotesen explicit.

I en norsk studie av 150 företag inom industrisektorn visar Golombek och Raknerud (1995) att de företag som varit utsatta för de strängaste miljöregleringarna inom massa- och pappers industrin samt järn- och stål industrin haft en högre förvärvsfrekvens och varit mindre benägna att läggas ned, jämfört med andra företag. I studien definieras regleringarnas stringens via de fyra klasser av utsläppstill-

stånd som finns i Norge. Grovt sett innebär de två första typerna av tillstånd "stora" minskningar av utsläppen, medan klass 3 och 4 tillstånd innebär "marginella" minskningar av utsläppen. Företag som har klass 1 eller klass 2 tillstånd har haft en större benägenhet att anställa ny arbetskraft och en mindre benägenhet att läggas ned, jämfört med företag som har klass 3 eller klass 4 tillstånd. Dessa resultat motsäger således inte Porterhypotesen. De ger näring åt uppfattningen att det kan finnas en koppling mellan produktivitet och regleringstryck. [9] Å andra sidan framstår de som paradoxala, åtminstone enligt konventionell ekonomisk teori, när man skulle förväntat sig att de företag som drabbats av högre produktionskostnader borde ha en större benägenhet att slås ut. En förklaring till de norska resultaten är att de inte avspeglar ett reellt samband mellan produktivitet och regleringstryck, utan ett rent statistiskt samband. Enligt denna förklaring är det endast de framgångsrika företagen som blir föremål för de strängare regleringarna, medan lågproduktiva företag inte blir det. Vid koncessionsförhandlingar görs en sammanvägning av vad som är tekniskt möjligt, ekonomiskt rimligt och miljömässigt motiverat. Möjligen är det endast detta faktum resultaten avspeglar. Författarna hävdar dock att det inte finns något samband mellan vinster och regleringstryck.[10]

En något annorlunda ansats presenteras av Hetemäki (1995) och Brännlund (1996) i studier av den finska respektive svenska massa- och pappersindustrin. Den grundläggande ansatsen i dessa studier är produktionsteknologisk. Man utgår från att företag producerar flera olika varor, både önskvärda som exempelvis papper, och icke önskvärda som exempelvis utsläpp. För att representera teknologin använder man sig av en så kallad *distansfunktion*, vilken fullständigt karakteriserar teknologin. Det intressanta med distansfunktionen, i motsats till produktionsfunktionen, är att teknologier med flervaruproduktion explicit kan modelleras utan specifika prisdata. Fördelen med detta är uppenbar ur miljöekonomisk synpunkt. I ett fall med exempelvis produktion av två varor; en marknadsprissatt "nyttighet", exempelvis papper, och icke marknadsprissatt "onyttighet", exempelvis föroreningar, ter sig distansfunktionsansatsen överlägsen; med distansfunktionsansatsen kan "priset" på föroreningar uppskattas.

[9] Det bör dock påpekas att ökad sysselsättning, vilket är resultatet i den norska studien, inte är liktydigt med ökad produktivitet.

[10] Slutsatsen att det inte finns något samband mellan regleringstryck och vinster baseras, enligt författarna, på intervjuer med de norska tillsynsmyndigheterna.

Detta pris, som brukar benämnas "skuggpris", mäter intäktsbortfallet (intäktsökningen), i termer av minskad (ökad) produktion av "nyttigheten", till följd av minskade möjligheter att producera utsläpp. Ett negativt (positivt) "skuggpris" indikerar med andra ord på ökade (minskade) kostnader av en mer stringent miljöpolitik. En annan intressant egenskap med denna ansats är att något antagande om vinstmaximering eller kostnadsminimering inte behöver göras. Med andra ord, företagen tillåts att operera innanför effektivitetsfronten. En fördel med det senare är att man i princip kan studera sambandet mellan effektivitet och miljöregleringar.

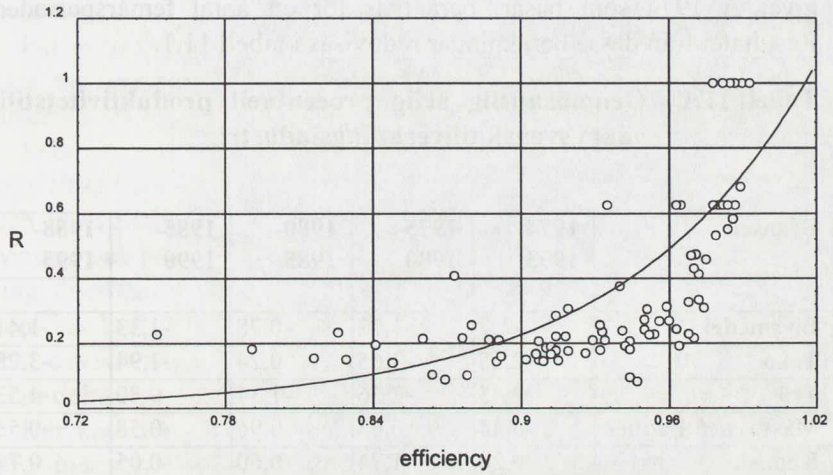
Huvudresultaten från den finska studien kan sammanfattas i två punkter. För det första indikerar resultaten på att skuggpriset på det oreglerade avfallsvattnet är positivt. Implikationen är att reduktionen av flödet av avfallsvatten har lett till högre intäkter. Med andra ord, de åtgärder som vidtagits för att minska flödet av avfallsvatten tycks inte ha medfört några ytterligare kostnader för den finska skogsindustrin, snarare tvärtom. Å andra sidan tycks skuggpriset på de reglerade utsläppen av syreförbrukande ämnen vara negativt. Det vill säga, regleringarna av utsläppen av syreförbrukande ämnen från den finska skogsindustrin har medfört extra kostnader. En förklaring till detta kan vara att den finska skogsindustrin valt att lösa problemet med syreförbrukande ämnen genom externa reningsanläggningar, vilka, trots höga investeringskostnader, inte påverkat vare sig produktionsprocessen eller egenskaperna hos färdigvaran.

Som en biprodukt i beräkningarna av skuggpriserna erhåller man i distansfunktionsansatsen ett mått på anläggningarnas effektivitet i produktionen. Hetemäki utnyttjar detta genom en analys av sambandet mellan de enskilda anläggningarnas produktionseffektivitet och den miljörestriktion de utsätts för. Detta är med andra ord ett direkt test på Porterhypotesens "första sats" att hårdare miljöregleringar tvingar företag till en effektivare produktionsapparat. Resultatet av denna analys sammanfattas i firgur 11.2, sid. 34.

Sambandet i firgur 11.2 är förhållandevis tydligt. Företag som utsätts för relativt kraftigt regleringstryck (lågt R) tenderar att vara ineffektiva, medan effektiva företag tycks vara de som är utsatta för ett förhållandevis milt regleringstryck. Med andra ord kan vi ej heller från denna analys hitta något stöd för Porterhypotesen.

Liknande slutsatser kan dras från en analys av svensk massa- och pappersindustri (Brännlund (1996)). I Brännlund (1996) antas företagen producera tre olika produkter; en nyttig produkt, pappersmassa, och två onyttiga produkter, syreförbrukande ämnen och suspenderade partiklar. Olika specifikationer av den grundläggande modellen testas.

Bl.a. antas det i en specifikation, vilket förmodligen är ganska rimligt, att en reduktion av den ena typen av utsläpp oundvikligen leder till en reduktion av den andra typen. Analysen visar att resultaten är förhållandevis känsliga för val av specifikation. Huvudslutsatsen är dock att skuggpriset på syreförbrukande ämnen är negativ, oberoende av modellspecifikation, vilket betyder att en påtvingad utsläppsreduktion inte är gratis ur företagets synvinkel.



Figur 11.2 Regleringsintensitet (R) och effektivitet i den finska massa- och pappersindustrin
Källa: Hetemäki (1995)

11.4 Produktivitetsutvecklingen i svensk tillverkningsindustri

I detta kapitel redovisas produktivitetsutvecklingen i svensk tillverkningsindustri sedan i mitten på 1970-talet. Den aggregeringsnivå som analysen grundar sig på, följer Svensk Näringsgrens Indelning (SNI) på sk två- eller tresiffernivå. Alla data är hämtade från industristatistiken (SOS Industri och NU-databasen hos NUTEK).

Som ett första steg har ett mått på årlig produktivitetstillväxt, närmare bestämt Törnqvist index, beräknats.[11] Utfallet visar att förändringen i produktivitetstillväxten kan svänga kraftigt från ett år till

[11] För teoretiska och praktiska aspekter på beräkningen av produktivitetstillväxt, se appendix A. Utfallet av beräkningarna redovisas i appendix B.

ett annat. En trolig förklaring är att insatsfaktorer, som t.ex. kapital och arbetskraft, är kvasi-fixa, dvs att kapital- och arbetskraftsstocken är relativt oförändrad på kort sikt. Det gör att produktiviteten fluktuerar med kortsiktiga konjunktursvängningar. Företagen friställer t.ex. inte arbetskraft när man endast möter en tillfällig nedgång i efterfrågan.

I ett andra steg har en genomsnittlig årlig produktivitetstillväxt, givet år 1974 som basår, beräknats för ett antal femårsperioder. Resultatet från dessa beräkningar redovisas i tabell 11.1.

Tabell 11.1 Genomsnittlig årlig procentuell produktivitetstillväxt i svensk tillverkningsindustri

Bransch	1974-1993	1975-1980	1980-1985	1985-1990	1988-1993
Livsmedel	-1,2	-1,22	-0,78	-1,33	-1,41
Teko	-2,28	-3,65	0,24	-1,94	-3,28
Trä	-2,45	-2,26	-1,34	-0,80	-4,53
Massa- och Papper	-0,44	0,63	0,96	-0,58	-0,53
Kemisk	0,20	1,74	0,60	-0,05	0,74
Gummi	-2,22	0,16	1,13	-4,47	-7,02
Plast	-0,24	0,11	2,09	-1,25	-2,09
Jord och Sten	-1,64	-1,94	0,37	1,39	-5,23
Järn och Stål	1,12	0,48	1,94	2,60	0,21
Metallvaruindustri	-	-1,16	0,10	-	-
Maskinindustri	-	-2,44	3,14	-	-
Elektroindustri	-0,13	-3,79	4,24	-4,63	1,42
Transport	-2,75	-1,40	0,52	-3,85	-8,91
Varv	-9,08	-12,39	-5,77	-10,52	-0,38

Produktivitetstillväxten kan generellt sägas ha avtagit sedan mitten på 1970-talet. Undantagen står den kemiska samt järn-, stål- och metallverksindustrin för. Till detta kan sägas att plast samt massa- och pappersindustrin haft en relativt gynnsam utveckling i jämförelse med andra sektorer. Intressant att konstatera är att dessa fyra branscher är bland de som kan anses vara utsatta för förhållandevis stringent miljöpolitik. Ett par sektorer som inte reglerats i samma omfattning, t.ex. teko- samt livsmedelsindustrin, har haft en betydligt sämre utveckling. Utan att lägga någon allvarligare tolkning i detta är det ändå intressant att nämna att denna enklare typ av studie, sett under en tjugoårsperiod, inte ger några indikationer på att miljöregleringar

skulle ha någon negativ effekt på produktivitetsutvecklingen.

Om man bryter ned studien i femårsperioder är det första som slår en att den procentuella förändringen i produktivitetstillväxten fluktuerar ganska rejält. Rent allmänt kan man nog, utifrån denna analys, säga att tillväxten stagnerade under 1970-talets andra hälft. Den bransch som emellertid uppvisade en positiv utveckling, förutom de som även hade den snabbaste tillväxten åren 1974-1993, var gummiindustrin.

Perioden mellan år 1980-1985 vänder denna negativa trend och det sker en återhämtning. Det är nu bara livsmedels-, trä- och varvsindustrin som hade en negativ produktivitetstillväxt dessa år.

Från och med år 1985 växlar utvecklingen igen och mellan år 1988 och 1993 visar studien stora negativa tal. Återigen är det järn-, stål- och metallindustrin samt den kemiska industrin som är undantagen. Massa- och pappersindustrin hade också en relativt gynnsam utveckling, även om den var negativ. Det tycks m.a.o. vara processindustrin som har haft den gynnsammaste utvecklingen i produktivitetstillväxten, oavsett om man studerar hela perioden mellan 1974 och 1993 eller delar upp tidsstudien i mindre perioder.

Här kan det emellertid vara på sin plats att närmare kommentera TFP-indexet. När det gäller den traditionella beräkningen av den totala faktorproduktiviteten, vägs de olika produktivitetsfaktorerna till ett sammanslaget mått på faktorinsatsen. Vikterna för alla insatsfaktorer utgörs av deras långsiktiga kostnadsandelar (se ekv. (5) och (6) i appendix A). Bakom detta ligger den statiska jämviktsteorin som baseras på att alla produktionsfaktorer är fullständigt rörliga och att företaget vinst-/kostnadsminimerar. Enligt Walfridson & Hjalmarsson (1991, 1994), ger dessa antaganden ett missvisande produktivitetsmått. De menar att man då kan förvänta sig att det traditionella måttet inte bara reflekterar produktivitetsutvecklingen utan också kortsiktiga icke-jämviktseffekter, dvs. konjunkturfluktuationer.

Walfridson & Hjalmarsson angriper problemet genom att inom ramen för en dynamisk ansats[12], WIDE- modellen (Walfridson Interrelated Dis-Equilibrium), dekomponera det traditionella måttet. Det

[12] Dynamiska efterfrågemodeller utgår ifrån en ansats där framför allt produktionsfaktorn kapital antas vara halvfast (kvasi- fix), dvs. konstant på kort sikt och fullt rörlig på lång sikt. Inom ramen för denna typ av modeller kan anpassningen av faktorinsatserna, över tiden, till förändrade faktorpriser studeras. Det innebär att den totala faktorproduktiviteten skattas via en produktions- eller kostnadsfunktion, i motsats till det traditionella måttet (Törnqvist- index) där man enbart utifrån observerbara data beräknar produktivitetsutvecklingen.

unika för denna specifika modell är att kapitalfaktorn behandlas på ett speciellt sätt. Kapitalstocken delas upp i en kvantitativ och kvalitativ del. Denna stock kan här ses som en produkt av kapacitet och kapitalintensitet. Detta möjliggör en uppdelning av måttet i en komponent som fångar upp variationer i kapacitetsutnyttjandet och en komponent som mäter den tekniska utvecklingen.

För perioden 1969-1989 visar deras analys ett tydligt samband mellan kapacitetstillväxt och produktivitetsutveckling. Detta håller, menar de, speciellt i tidsserier för en bransch men också i ett tvärsnitt över branscherna.

I jämförelsen mellan industrierna finns emellertid undantag. Textilbranschen samt järn-, stål-, och metallvaruindustrin ligger över genomsnittet när det gäller produktivitetsutveckling. Detta trots att man haft en relativt låg kapacitetstillväxt. Ett annat undantag är jord- och stenvaruindustrin, som under samma period uppvisade en årlig produktivitetstillväxt på 2,2 procent trots att kapaciteten inte ökade något. Denna utveckling, menar man, tyder på att strukturomvandlingen haft relativt stor betydelse för tillväxten i just dessa branscher.

En jämförelse mellan Walfridson & Hjalmarssons resultat och de siffror som redovisas i tabell 11.1 ovan, visar att överensstämmelsen inte är särskilt god[13]. Detta gäller speciellt för jord- och stenvaruindustrin samt textilindustrin. Nu är emellertid inte de två analyserna direkt jämförbara då studierna inte spänner över samma tidsperioder. Skillnaden mellan de två produktivitetsmåtten skulle emellertid kunna tyda på att det har betydelse för resultatet, huruvida man antar kvasi-fixa faktorer eller inte. Är det så att kapitalet är en sådan produktionsfaktor har, enligt Walfridson & Hjalmarsson, strukturomvandlingen i dessa industrier varit av en icke obetydlig karaktär. Mer konkret; kapitalstocken har i förhållande till de övriga produtionsfaktorerna, arbetskraft, elenergi och bränslen, ökat relativt mycket.

Att föra någon entydig diskussion utifrån en jämförelse mellan föreliggande studie av det traditionella TFP-måttet och Walfridson & Hjalmarssons dekomponerade mått, går emellertid inte. Anledningen är att järn-, stål- och metallverksindustrin har haft en relativt god produktivitetsutveckling, oavsett vilken av de två ansatserna man väljer. Mer explicit; man kan inte enbart förlita sig till att skillnaderna i de två metodernas TFP-mått förklaras av att den ena metoden antar en kvasi- fix faktor och den andra inte.

[13] Se Walfridson & Hjalmarsson (1991), Tabell 10,2 och 10,3 sid. 118.

Om man ska framföra någon kritik mot WIDE- modellen, är det väl att det endast är kapitalet som antas vara en halvfast faktor. I Sverige är det också antagligen rimligt att modellera med arbetskraften som en sådan faktor. Det skulle förmodligen tillföra ytterligare information till förklaringen av produktivitetstillväxten.

Ovanstående diskussion om produktivitetsberäkning speglar hur som helst svårigheterna att uppnå ett approximativt korrekt mått. Vad som också förstärks är insikterna om hur svårt det kan vara att separera ut andra faktorer som eventuellt påverkar produktivitetsutvecklingen, t.ex. miljöregleringar.

Ett steg mot förståelsen av miljöregleringarnas effekter på produktiviteten, skulle kunna vara att man utvecklar WIDE-modellen på ett sådant sätt, att man även antar att arbetskraften är kvasi-fix. Ett intressant perspektiv vore att under sådana förutsättningar studera miljöregleringarnas direkta- och indirekta effekter på produktivitetsutvecklingen. Det sista innebär också en utveckling av den ansats som presenteras i Barbara & McConnell (1990).

Sammanfattningsvis kan man, givet våra beräkningar, säga att produktivitetstillväxten i tillverkningsindustrin avtog under andra hälften av 1970-talet. Första hälften av 1980-talet innebar en återhämtning vilket, efter år 1985, förbyttes i en kraftig nedgång. Detta är också något Walfridson & Hjalmarsson fastställer. De menar att den huvudsakliga orsaken till svängningarna är att kapacitetsutnyttjandet fluktuerat över åren. Även Bentzel (1991) beskriver en liknande utveckling för produktiviteten. Till sist finns det heller inget, enligt våra beräkningar, som tyder på att miljöregleringar påverkar produktivitetstillväxten negativt. Det är t.o.m. så att en rak tolkning av siffrorna i tabell 11.1 snarare är ett stöd för Porters & van der Lindes diskussion kring innovationsteoremet, då en del tungt reglerade industrier tycks ha haft en relativt gynnsam utveckling.

11.5 Slutsatser

Den traditionella uppfattningen att hårdare miljöregleringar leder till kostnadsökningar, och därmed minskad konkurrenskraft, har i allt större grad ifrågasatts. Den som angripit det traditionella synsättet hårdast är Michael Porter (1990, 1991) som menar att ökad stringens i miljöpolitiken, om den tillämpas på rätt sätt, kan leda till raka motsatsen, dvs högre produktivitet, eller komparativa fördelar i någon form, och därmed förbättrad konkurrenskraft. Han går så långt i sin argumentation att han menar att USA skulle återta det globala ekonomiska

och industriella ledarskapet bara man hade en stringent miljöpolitik av "rätt sort". En systematisering av Porters idéer visar att hans uppfattningar i mångt och mycket är i linje med vad mer traditionella miljöekonomer propagerat för de senaste 20 åren. Porter hävdar nämligen att miljöpolitiken skall utformas på ett sätt som bidrar till flexibilitet och tar till vara, och t.o.m. förstärker, marknaders incitamentsstruktur. Som exempel säger han att miljöpolitiken skall vara resultatbaserad i stället för metodbaserad. I praktiken betyder det att vi bör överge "command and control" regleringar, dvs den typ av regleringar som specificerar en viss sorts teknik. Som exempel på resultatbaserade styrmedel anges skatter och avgifter på utsläpp, överlåtbara utsläppsrättigheter, pantsystem, etc., dvs de styrmedel miljöekonomer propagerat för sedan lång tid tillbaka. Vad Porter också säger, vilket är det postulat som verkligen avviker från den traditionella uppfattningen, är att en miljöpolitik av denna rätta sort inte bara är bättre än de traditionella styrmedlen, utan att de även ger upphov till *förbättrad konkurrenskraft*. Med andra ord hävdar han att det finns stora outnyttjade möjligheter i företagen, och att en aktiv miljöpolitik är en bra industripolitik. Denna slutsats baserar Porter på i princip två olika argument. Det första argumentet är att företag i grunden är ineffektiva och att stringentare miljöpolitik avslöjar denna ineffektivitet. Det andra argumentet är att en stringentare miljöpolitik "öppnar nya dörrar" i form av innovationsprocesser inom företagen som inte bara leder till bättre hantering av miljöfarliga utsläpp, utan även påverkar produktutveckling och produktionsprocesser positivt.

Ur teoretisk synpunkt är det dock svårt att få stöd för Porters argument. Den kanske kraftigaste invändningen är att företagen frivilligt kan välja att göra de investeringar och de utsläppsminskningar som impliceras av Porters resonemang. Det faktum att de inte frivilligt har valt detta antyder att de inte betraktar sådana investeringar som lönsamma. Även om det nu vore så att det finns orealiserade vinster så är det inget som säger att just miljöregleringar är det bästa vapnet för att realisera dessa vinster. Den andra delen av Porters argument, att miljöregleringar tvingar företagen att söka mer effektiva lösningar, är inte heller helt oproblematisk. Varje företag söker rimligen kontinuerligt efter sådana förbättringar. Denna process kräver resurser och även om strängare miljöregleringar leder till produktivitetsförbättringar på just detta område, kanske dessa besparingar tränger undan potentiellt större besparingar inom något annat område. Med andra ord har varje aktivitet som är förknippad med användning av företagets resurser alternativkostnader; miljöinvesteringar tränger undan andra investeringar, som kanske lett till större produktivitetsvinster.

Slutsatsen är att det ur teoretisk synpunkt är svårt att finna några starka argument för Porter idéer. Å andra sidan är det svårt, för att inte säga omöjligt, att helt förkasta Porters argument på teoretiska grunder. Relevansen i hans argument blir med andra ord till syvende och sist en empirisk fråga. Den empiriska litteratur som finns på området kan i mycket ringa grad användas till att testa Porters idéer. Dock kan man dra slutsatsen från amerikanska studier att den produktivitetsnedgång som noterades under senare delen av 70-talet endast i ringa grad berodde på den ökade stringensen i amerikansk miljöpolitik. De skandinaviska studier som finns tillgängliga visar på i stort sett samma sak. Produktivitetsutvecklingen tycks i stort sett vara oberoende av den miljöpolitik som förts. De skandinaviska studier som finns på anläggningsnivå är intressanta i så måtto att resultaten på ett mer direkt sätt kan kopplas till Porterhypotesen. Resultaten från dessa studier är till viss del tvetydiga. I en norsk studie visas att de företag som varit utsatt för de strängaste miljöregleringarna inom massa- och pappers industrin samt järn- och stål industrin haft en högre förvärvsfrekvens och varit mindre benägna att läggas ned, jämfört med andra företag. Studier av den svenska och finska skogsindustrin visar dock på att företagen upplever att utsläppsreduktioner är förenade med kostnader. Den finska studien uppvisar dessutom ett tydligt negativt samband mellan regleringstryck och effektivitet.

Sammanfattningsvis kan man säga att de empiriska studier som finns inte ger något starkt stöd för Porters argument. Å andra sidan finns det inte något starkt stöd för den traditionella uppfattningen att en stringent miljöpolitik leder till konkurrensförsämringar. En orsak till dessa svaga slutsatser beror till stor del på att det i den empiriska litteraturen finns väldigt få studier som direkt testar Porters idéer. Den empiriska litteraturen är till stor del traditionell i så måtto att de modeller som analyseras "riggas" utifrån traditionell ekonomisk teori, dvs utifrån antaganden om vinstmaximerande, eller kostnadsminimerande, företag med perfekt information. Detta är dock precis vad Porters argument vänder sig mot. Porterhypotesen *utgår* från att företag inte har perfekt information och att företag kan ha andra mål än maximal vinst. Med andra ord så måste seriösa test av Porters idéer utgå från andra referensramar än de traditionella. Ett steg i den riktningen är de nämnda skandinaviska studierna. Slutligen kan nämnas att den enkla studie av produktivitetstillväxt, som genomförts inom ramen för detta arbete, inte ger några indikationer på att miljöregleringar har haft någon större negativ effekt inom svensk tillverkningsindustri.

Referenser

Barbera, A. J. & McConnell, V. D. (1990). The Impact of Environmental Regulations on Industry Productivity: Direct and Indirect Effects. *Journal of Environmental Economics and Management*. 18(1). 50-65.

Bentzel, R. (1991). Produktivitetens utvecklning inom svenskt näringsliv under 1970-talen och 1980-talen. Ur *Kapitalbildning, kapitalutnyttjande och produktivitet*. Expertrapport nr 3 till produktivitetsdelegationen.

Brännlund, R. (1996). Estimating Shadow Prices of Undesriables. Mimeo, Umeå Universitet.

Christiansen, G. B. & Haveman, R. H. (1981a). Environmental Regulations and Productivity Growth. *Natural Resources Journal*. v 21 n 3, 489-

Christiansen, G. B. & Haveman, R. H. (1981b). Public Regulations and the Slowdown in Productivity Growth. *American economic review*. 71: 320-325.

Crandall, R. W. (1981). Pollution Controls and Productivity Growth in Basic Industries. In: T. Coving and R. Stevenson, eds, *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York: Academic Press.

Denison, E. F. (1979). Explanations of Declining Productivity, *Survey of Current Business*/ U. S. Department of Commerce Bureau, Washington, D. C. V. 59.

Golombek, R. and Raknerud, A. (1995). Environmental Regulations an Manufacturing Employment: A Microeconometric Study on Norwegian Data. Mimeo, Foundation for Research in Economics and Business Adminstration.

Grosskopf, S. (1993). Efficiency and Productivity. In: H. O. Fried, C. A. K. Lovell & S. S. Schmidt, eds, *The Measurement of Productive Efficiency*, New York: Oxford Univercity Press.

Hetemäki, L. (1995). Environmental Regulation and Production Efficiency: Evidence from the Pulp Industry. Mimeo, Finnish Forest Research Institute, Helsinki.

Jaffe, A. B. m fl (1995). Environmental Regulation an the Competitiveness of U.S Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us ? *Journal of Economic Literature*. Vol XXXIII, 132-163.

Kalt, J.P. (1988). The Impact of Domestic Environmental Regulatory Policies on U.S. International Competitiveness. In *International Competitiveness*. Eds.: Spence A.M. & Hazard H.A. Cambridge, MA: Harper & Row, Ballinger, 221-262

Oates, W., Palmer, K. & Portney, P. (1993). Environmental

Reglulation and International Competitiveness: Thinking About the Porter Hypotesis. Resources for the Future. Discussion Paper 94-02, November 1993.

Palmer, K., Oates, W. E. & Portney, P. (1995). Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, v9 n4, 119-132.

Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.

Porter, M. (1991). America´s Green Strategy. *Scientific American*. April, p.168.

Porter, E.M. & van der Linde, C. (1995). Towards a New Conception of the Envirionment - Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v 9 n 4, 97-118.

SOU 1996:8, *Batterierna en laddad fråga*, Allmänna förlaget, Stockholm.

Wheeler, D. & Mody, A. (1992). International Investment Location Decisions: The Case of U.S. Firms. *Journal of International Economics*, 33, sid. 57-76.

Walfridson, B. & Hjalmarsson, L. (1991). Produktivitetsutvecklingen inom svensk tillverkningsindustri 1964-1989. Ur *Kapitalbildning, kapitalutnyttjande och produktivitet*. Expertrapport nr 3 till produktivitetsdelegationen.

Walfridson, B. & Hjalmarsson, L. (1994). Sources of Productivity Slowdown in Swedish Manufacturing 1964-1989. *Memorandum no 203*. Department of Economics, Gothenburg University.

Wibe, S., (1986). Regleringar och teknisk utveckling. *Finansdepartementet* Ds Fi. 1986:15

Wibe, S. (1990). *Regleringsteori*. Arbetsrapport, Inst f Skogsekonomi, SLU, Umeå

Wibe, S., (1991). Regleringar och produktivitet. Ur *Konkurrens, regleringar och produktivitet*. Expertrapport nr 7, till produktivitetsdelegationen

Appendix A

Beräkning av produktivitet[14]

Med total faktorproduktivitet menas ett mått som speglar kvoten mellan produktionen och det totala nyttjandet av insatsfaktorer. Med tillväxt i total faktorproduktivitet menas därför förändringen i produktionen över tiden givet att insatsnivåerna hålls konstanta. Målet med tillväxtberäkning är då att bryta ned tillväxten för den aggregerade produktionen i bl a bidraget från insatsfaktorernas tillväxt. I detta fall handlar det senare om faktorerna kapital, K, arbetskraft, L, och energi, E.

Antag två perioder t och t+1. Produktionen i varje period betecknas med y(t) och y(t+1) och produktkvaliteten antas konstant i de två perioderna. Till att börja med utgår analysen ifrån en neoklassisk produktionsfunktion[15]:

$$y(t) = A(t)f\left[K(t), L(t), E(t)\right] \qquad (1)$$

Där A(t) är ett mått på den allmänna tekniska nivån i samhället och produktionsfunktionen skiftar mellan tidpunkterna t och t+1 via denna parameter. Definitionen på produktionen innebär också att den tekniska strukturen inte skiftar över tiden. För att förenkla diskussionen antas teknologin också vara Hicks neutral, dvs att insatsfaktorerna sägs vara oberoende av varandra. Mer konkret betyder det att en teknologisk utveckling leder till en proportionell reducering av alla faktorer, m.a.o. insatsmixen är oförändrad.

Total faktorproduktivitet vid tidpunkt t kan definieras som kvoten mellan produktionen och insatserna vid samma tidpunkt:

$$TFP(t) = \frac{y(t)}{f\left[K(t), L(t), E(t)\right]} = A(t) \qquad (2)$$

Tillväxten i total faktorproduktivitet kan då definieras som förändringen mellan period t och period t+1:

[14] Avsnittet bygger i grunden på Grosskopf, S. (1993). För en djupare förståelse hänvisas läsaren till denna uppsats.

[15] I och med denna specifisering av produktinsfunktionen görs ett antagande om att insatserna i form av icke- energimaterial, t.ex. råvaror, halvfabrikat och liknande är konstanta.

$$\frac{TFP(t+1)}{TFP(t)} = \frac{\dfrac{y(t+1)}{f\left[K(t+1), L(t+1), E(t+1)\right]}}{\dfrac{y(t)}{f\left[K(t), L(t), E(t)\right]}}$$

$$= \frac{\dfrac{y(t+1)}{y(t)}}{\dfrac{f\left[K(t+1), L(t+1), E(t+1)\right]}{f\left[K(t), L(t), E(t)\right]}} = \frac{A(t+1)}{A(t)} \qquad (3)$$

Den totala faktorproduktiviteten är alltså ett mått på "genomsnittsprodukten" eller, annorlunda uttryckt, produktivitetstillväxten i genomsnittsprodukten. Ekv. (3) ger också vid handen att i specialfallet när produktionen är fullständigt effektiv, är produktionstillväxten ekvivalent med den tekniska utvecklingen.

Uttrycket kan omformuleras till att gälla procentuella förändringar:

$$\frac{TFP(t+1) - TFP(t)}{TFP(t)} = \frac{y(t+1) - y(t)}{y(t)}$$

$$- \frac{f\left[K(t+1), L(t+1), E(t+1)\right] - f\left[K(t), L(t), E(t)\right]}{f\left[K(t), L(t), E(t)\right]}$$

$$= \frac{A(t+1) - A(t)}{A(t)} \qquad (4)$$

Denna definition kan tolkas som den procentuella förändringen i produktionen minus den procentuella förändringen i mängden insatsfaktorer. Om vi totaldifferentierar ekv. (1) med avseende på t, dividerar med y(t) och sedan multiplicerar andra till fjärde termen i höger led med K/K, L/L respektive E/E, får vi uttrycket:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \frac{Af_K K}{y} * \frac{\dot{K}}{K} + \frac{Af_L L}{y} * \frac{\dot{L}}{L} + \frac{Af_E E}{y} * \frac{\dot{E}}{E} \qquad (5)$$

Om det råder fullständig konkurrens på faktormarknaden är marginalprodukten för varje faktor lika med dess faktorpris. Det innebär att Af_K är räntan på kapital, R, Af_L motsvarar lönenivån, W, och Af_E är lika med energipriset. Av detta följer att Af_K/y är

kapitalets kostnadsandel i förhållande till den totala inkomsten. Motsvarande gäller för Af_L/y och Af_E/y.

Under antagandet om konstant skalavkastning, summerar kapital-, arbetskrafts-, och energikostnadsandelen till ett. Insatsfaktorernas kostnadsandelar kan uttryckas α_i, där i = K, L, eller E, vilket ger uttrycket:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha_K(t) * \frac{\dot{K}}{K} + \alpha_L(t) * \frac{\dot{L}}{L} + \alpha_E(t) * \frac{\dot{E}}{E} \qquad (6)$$

Med andra ord är tillväxttakten i den aggregerade produktionen lika med $\dot{A}/A$ (tillväxten i total faktorproduktivitet), plus ett viktat genomsnitt av de tre insatsfaktorernas tillväxttakter, där vikterna motsvaras av faktorernas kostnadsandelar. Detta betyder att man kan mäta tillväxttakten som en residual:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - \left(\alpha_K(t) * \frac{\dot{K}}{K} + \alpha_L(t) * \frac{\dot{L}}{L} + \alpha_E(t) * \frac{\dot{E}}{E} \right) \qquad (7)$$

Från $\dot{y}/y$ subtraheras alltså den del av tillväxten som kan förklaras av insatsfaktorernas utveckling. Kvar som förklaring till produktivitetstillväxten är då något annat. Till exempel skulle en förklarande faktor kanske kunna vara miljöregleringar, men självklart också många, många andra faktorer.

Empirisk specifikation

För empiriska syften måste emellertid ekv. (7) anpassas till diskret tid. Törnqvist index mäter tillväxttakten mellan två tidpunkter t och t+1 med logaritmiska differenser. Vikterna utgörs av faktorandelarnas aritmetiska genomsnitt vid dessa tidpunkter t och t+1. Mer specifikt:

$$\ell n\left[\frac{A(t+1)}{A(t)}\right] = \ell n\left[\frac{y(t+1)}{y(t)}\right]$$

$$-\left(\begin{array}{l}\overline{\alpha_K}(t) * \ell n\left[\dfrac{K(t+1)}{K(t)}\right] + \overline{\alpha_L}(t) * \ell n\left[\dfrac{L(t+1)}{L(t)}\right] \\ + \sum_E \overline{\alpha_E}(t) * \ell n\left[\dfrac{E(t+1)}{E(t)}\right]\end{array}\right) \qquad (8)$$

där $\overline{\alpha_i}(t) \equiv \dfrac{\alpha_i(t) + \alpha_i(t+1)}{2}$, för alla i = K, L och E

dvs insatsfaktorns genomsnittliga kostnadsandel över perioderna t och t+1. Den sista termen i ekv. (8) summerar energiinsatsernas andelar i form av olja, el, kol och koks.

Noteras bör att ekv. (8) bara är en approximation om produktionsfunktionen, som i detta fall, antar den generella form vi förutsatt här. Törnqvist index för svensk tillverkningsindustri redovisas i appendix B.

Appendix B

Tabell B1 Årlig produktivitetstillväxt (Törnqvist-index)

År	Livs-medel	Teko	Trä	Massa o Papper	Kemisk	Gummi	Plast
74							
75	-0.015	-0.062	-0.117	-0.170	-0.145	-0.091	-0.022
76	-0.009	0.012	-0.041	0.000	0.035	-0.013	0.104
77	-0.057	-0.083	-0.040	-0.076	-0.047	-0.024	-0.058
78	0.004	-0.067	0.012	0.098	0.012	-0.008	-0.026
79	0.009	0.036	0.006	0.050	0.045	0.074	0.012
80	-0.006	-0.075	-0.048	-0.031	0.045	-0.019	-0.019
81	-0.031	-0.063	-0.105	-0.015	-0.070	-0.034	-0.076
82	-0.009	-0.019	0.016	-0.052	0.018	0.004	0.017
83	0.001	0.044	0.049	0.096	0.076	0.078	0.104
84	-0.003	0.025	0.021	0.025	0.023	0.011	0.090
85	0.004	0.029	-0.041	0.000	-0.011	0.000	-0.020
86	-0.025	0.005	0.011	0.020	-0.028	-0.025	-0.035
87	-0.001	0.008	0.022	0.020	0.349	0.011	0.003
88	-0.012	-0.046	0.034	0.009	-0.205	-0.016	0.006
89	-0.008	-0.023	0.003	-0.051	-0.033	-0.104	-0.026
90	-0.021	-0.040	-0.030	-0.026	-0.010	-0.085	-0.010
91	-0.060	-0.051	-0.098	-0.015	0.003	-0.221	-0.048
92	-0.007	-0.045	-0.139	0.009	-0.007	0.061	-0.020
93	0.027	-0.004	0.049	0.060	0.089	0.026	0.000

Tabell B1: (fortsättning)

År	Jord o Sten	Järn, stål o metall	Metall-varu	Maskin-industri	Elektro	Transport	Varv
74							
75	-0.056	-0.032	0.028	-0.057	0.071	-0.009	-0.039
76	-0.030	-0.075	-0.026	-0.073	-0.090	-0.009	-0.130
77	-0.055	-0.049	-0.041	-0.047	-0.075	-0.081	-0.178
78	-0.018	0.093	-0.050	-0.032	-0.089	0.012	-0.173
79	0.044	0.125	0.039	0.049	0.077	0.106	-0.039
80	-0.035	-0.052	0.023	-0.014	-0.003	-0.086	-0.092
81	-0.086	-0.057	-0.033	-0.017	0.068	-0.009	0.033
82	0.029	0.021	-0.052	-0.025	-0.007	0.030	0.081
83	0.011	0.074	0.028	0.065	0.073	-0.026	-0.105
84	0.040	0.071	0.070	0.071	0.057	0.032	-0.390
85	0.030	-0.006	-0.003	0.067	0.023	0.000	0.218
86	0.012	0.004	-0.032	-0.050	-0.188	0.071	-0.044
87	0.075	0.034	0.025	-0.057	0.012	-0.020	-0.468
88	0.008	0.077	0.016	0.013	0.020	-0.056	-0.108
89	0.007	0.005			-0.026	-0.106	-0.045
90	-0.031	0.011	-0.044	-0.032	-0.033	-0.072	0.324
91	-0.102	-0.104	-0.123	-0.107	-0.022	-0.111	-0.110
92	-0.083	-0.031	-0.079	-0.040	0.000	0.032	-0.029
93	-0.049	0.146	-0.020	-0.055	0.163	-0.176	-0.102

Tabell B2: Tillväxtindex: Basår 1974

År	Livs-medel	Teko	Trä	Massa o Papper	Kemisk	Gummi	Plast
74	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
75	98.5	93.8	88.3	83.0	85.5	90.9	97.8
76	97.6	94.9	84.6	83.0	88.4	89.7	108.0
77	92.0	87.0	81.2	76.7	84.3	87.6	101.7
78	92.4	81.2	82.3	84.2	85.3	86.9	99.0
79	93.2	84.2	82.7	88.4	89.2	93.3	100.2
80	92.6	77.8	78.7	85.6	93.2	91.6	98.3
81	89.7	73.0	70.5	84.4	86.6	88.5	90.8
82	88.9	71.5	71.6	80.0	88.2	88.8	92.4
83	89.0	74.7	75.1	87.7	94.9	95.8	102.0
84	88.7	76.6	76.7	89.9	97.0	96.9	111.2
85	89.0	78.8	73.6	89.9	96.0	96.9	109.1
86	86.8	79.2	74.4	91.7	93.3	94.5	105.3
87	86.7	79.8	76.1	93.5	125.9	95.5	105.6
88	85.7	76.2	78.7	94.4	100.1	94.0	106.2
89	85.0	74.4	78.9	89.6	96.7	84.2	103.4
90	83.3	71.4	76.6	87.3	95.7	77.1	102.4
91	78.3	67.8	69.1	85.9	96.1	60.0	97.5
92	77.8	64.7	59.5	86.7	95.4	63.7	95.5
93	79.9	64.5	62.4	92.0	103.9	65.3	95.6

Tabell B2 (fortsättning)

År	Jord o Sten	Järn, Stål o Metall	Metall-varu	Maskin-industri	Elektro	Transport	Varv
74	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
75	94.4	96.8	102.8	94.3	107.1	99.1	96.1
76	91.5	89.5	100.1	87.4	97.5	98.2	83.6
77	86.5	85.1	96.0	83.3	90.3	90.3	68.7
78	84.9	93.0	91.2	80.6	82.3	91.3	56.8
79	88.7	104.6	94.8	84.5	88.6	101.1	54.6
80	85.6	99.2	96.9	83.3	88.3	92.4	49.6
81	78.2	93.6	93.7	81.9	94.3	91.5	51.2
82	80.5	95.6	88.9	79.9	93.7	94.3	55.4
83	81.4	102.6	91.4	85.1	100.5	91.8	49.5
84	84.7	109.9	97.7	91.2	106.2	94.8	30.2
85	87.2	109.2	97.4	97.3	108.7	94.8	36.8
86	88.2	109.7	94.3	92.4	88.2	101.6	35.2
87	94.8	113.5	96.7	87.2	89.2	99.5	18.7
88	95.6	122.2	98.2	88.3	91.0	94.0	16.7
89	96.3	122.9	98.2	88.3	88.6	84.0	16.0
90	93.4	124.2	93.9	85.5	85.7	77.9	21.1
91	83.8	111.3	82.4	76.3	83.9	69.3	18.8
92	76.9	107.8	75.9	73.3	83.9	71.5	18.3
93	73.1	123.6	74.4	69.3	97.6	58.9	16.4

Statens offentliga utredningar 1997

Kronologisk förteckning

1. Den nya gymnasieskolan – steg för steg. U.
2. Inkomstskattelag, del I-III. Fi.
3. Fastighetsdataregister. Ju.
4. Förbättrad miljöinfomation. M.
5. Aktivt lönebidrag. Ett effektivare stöd för arbetshandikappade. A.
6. Länsstyrelsernas roll i trafik- och fordonsfrågor. K.
7. Byråkratin i backspegeln. Femtio år av förändring på sex förvaltningsområden. Fi.
8. Röster om barns och ungdomars psykiska hälsa. S.
9. Flexibel förvaltning. Förändring och verksamhetsanpassning av statsförvaltningens struktur. Fi.
10. Ansvaret för valutapolitiken. Fi.
11. Skatter, miljö och sysselsättning. Fi.

Statens offentliga utredningar 1997

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Fastighetsdataregister. [3]

Socialdepartementet

Röster om barns och ungdomars psykiska hälsa. [8]

Kommunikationsdepartementet

Länsstyrelsernas roll i trafik- och fordonsfrågor. [6]

Finansdepartementet

Inkomstskattelag, del I-III. [2]
Byråkratin i backspegeln. Femtio år av förändring på sex förvaltningsområden. [7]
Flexibel förvaltning. Förändring och verksamhetsanpassning av statsförvaltningens struktur. [9]
Ansvaret för valutapolitiken. [10]
Skatter, miljö och sysselsättning. [11]

Utbildningsdepartementet

Den nya gymnasieskolan – steg för steg. [1]

Arbetsmarknadsdepartementet

Aktivt lönebidrag. Ett effektivare stöd för arbetshandikappade. [5]

Miljödepartementet

Förbättrad miljöinfomation. [4]