



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

Energieffektivisering, energikonsumtion, tillväxt, klimatfrågan

– Leder energieffektiviseringar till minskad energikonsumtion?

Energy efficiency, energy consumption, growth, climate issue

– Do energy efficiencies lead to reduced energy consumption?

Johan Rostedt

Energieffektivisering, energikonsumtion, tillväxt, klimatfrågan
Energy efficiency, energy consumption, growth, climate issue

Johan Rostedt

Handledare: Rob Hart, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekonomi

Examinator: Ing-Marie Gren, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekonomi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i nationalekonomi

Kurskod: EX0540

Program/utbildning: Ekonomi - kandidatprogram

Fakultet: Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap (NL)

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2012

Serienamn: Examensarbete/SLU, Institutionen för ekonomi

Nr: 740

ISSN 1401-4084

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Energieffektivisering, Sverige, klimatfrågan, reboundeffekt, BNP



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

Abstract

During the last century, a number of energy efficiency improvements of particular products have been made in Sweden. Today the government of Sweden aims, through energy efficiency, decouples the link between economic growth and increased energy consumption. To break the link a statement of intent, which aims to enhance and create incentives for energy efficiency, has been developed. However, there are things that speak against that energy efficiency would lead to reduced energy consumption. The theory of the rebound effect says that with the lower cost, resulting from energy efficiency, the energy consumption will not reduce, or at least not decrease in the same proportions as the efficiency increased. The purpose with this thesis was to examine whether energy efficiency leads to reduced energy consumption or not. To examine this, trends in energy consumption and energy prices during the period 1900 to 2000 have been studied. The results from the trends showed that the efficiency improvements that have been made in Sweden have not led to reduced energy consumption. Sweden's population consumed similar proportion energy of GDP in 2000 as they did in the early 1900's, despite several energy efficiency improvements during the same period. The reason is a rebound effect on energy-intensive products. The results of the empirical data have been connected to models of economic production, which best could explain the rebound effect of energy-consuming products.

Sammanfattning

Under det senaste århundradet har en rad energieffektiviseringar på enskilda produkter gjorts i Sverige. Idag har regering i Sverige som mål att, genom energieffektiviseringar, bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och energikonsumtion. För att bryta sambandet har en handlingsplan med styrmedel, vars syften är att öka och skapa incitament för energieffektivisering, tagits fram. Det finns dock saker som talar emot att energieffektiviseringar leder till minskad energikonsumtion. Teorin om reboundeffekten säger att i och med den lägre kostnaden som uppstår vid en effektivisering kommer inte energikonsumtionen att minska, eller åtminstone inte minska i samma utsträckning som effektiviseringen ökade. Den här uppsatsens syfte var att undersöka huruvida energieffektiviseringar leder till minskad energikonsumtion eller inte. För att ta reda på det studerades trender inom energikonsumtion och energipriser under perioden 1900 till 2000. Resultatet från trenderna visade att de effektiviseringar som har gjorts i Sverige inte har lett till minskad energikonsumtion. Sveriges befolkning konsumerade en lika stor andel energi av BNP år 2000 som de gjorde i början av 1900-talet, vilket tyder på att de energieffektiviseringar som har varit under perioden inte har lett till en minskning av energikonsumtionen i absoluta tal. Förklaringen till det här är en reboundeffekt på energikrävande produkter. Resultatet av empirin kopplades till modeller kring ekonomisk produktion som vilka bäst kunde förklara en reboundeffekt på energikrävande produkter.

Innehållsförteckning

1 INTRODUKTION	1
2 LITTERATUR	2
3 ENERGIEFFEKTIVISERINGAR MELLAN ÅREN 1900 - 2000	4
4 MÅL, STYRMEDEL OCH ÅTGÄRDER FÖR ETT ENERGIEFFEKTIVARE SVERIGE.....	6
4.1 ÖVERGRIPANDE STYRMEDEL OCH ÅTGÄRDER FÖR OLIKA SEKTORER.....	6
4.2 RIKTADE STYRMEDEL OCH ÅTGÄRDER FÖR SPECIFIKA SEKTORER	7
5 MODELL.....	9
6 DATA OCH EMPIRI	12
6.1 ELEKTRICITET	14
6.2 KOL.....	14
6.3 OLJA	14
6.4 VIKTADE VÄRDEN PÅ KONSUMTION OCH PRIS FÖR ENERGI.....	15
7 DISKUSSION OCH SLUTSATS.....	17
BILAGA A	19
BILAGA B	20
REFERENSER.....	23

1 Introduktion

För att lösa klimatfrågan krävs naturligtvis en mängd åtgärder. Ett av de mer övergripande målen för Sverige, i syfte att bidra till lösa klimatfrågan, är att bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och konsumtion av råvaror och energi¹.

En åtgärd som används i Sverige för att minska utsläppen av växthusgaser och bli mer sparsam i utnyttjande av icke-förnybara naturresurser är energieffektivisering. Energieffektivisering innebär att genom teknisk utveckling kunna få ut mer energi ur det befintliga energianvändandet. Det kan handla om att tekniskt sett effektivisera användningen av exempelvis elektricitet och fordonsbränsle. På det här sättet ska energikonsumtionen minska och därmed reducera utsläppen av växthusgaser och minska takten i användningen av icke förnybara resurser². Sverige har flera åtgärder och styrmedel för att stödja energieffektivisering.

Det har under åren 1900 och 2000 skett en rad energieffektiviseringar, bland annat inom belysning, transport- och industrisektorn. Det är dock inte helt självklart att en effektivisering leder till minskad energikonsumtion. En teori som talar emot beskrivningen av att energieffektivisering minskar energikonsumtionen, eller åtminstone inte minskar i samma procentuella utsträckning som effektiviseringen minskar energiförbrukningen av den specifika produkten, är teorin om reboundeffekten (Sorell, 2007).

Syftet med föreliggande uppsats är att försöka besvara frågeställningen ”Leder energieffektiviseringar till minskad energikonsumtion?”.

För att besvara frågeställningen studeras trender i energikonsumtion, energipriser och BNP i Sverige mellan åren 1900 och 2000. För att studera dessa konsumtions- och pristrender har data över konsumtion och priser för de vanligaste använda energikällorna samlats in. Därefter har en viktad energikonsumtion och ett viktat energipris tagits fram. Resultatet av datan har sedan kopplats till modeller kring ekonomisk produktion.

Efter den här inledningen består uppsatsen av fyra delar. I den första delen beskrivs teorin om reboundeffekten, tidigare energieffektiviseringar och vad Sverige i dag gör för att stödja och skapa incitament för energieffektiviseringar. Därefter, i den andra delen, beskrivs modeller för produktion och hur väl de stämmer med energi som insatsvara. Den tredje delen tar inledningsvis upp data över konsumtion och pris för de tre största energikällorna som används i Sverige det senaste århundradet, och därefter viktas dessa i en energikonsumtion och ett energipris. Efter det kommer den sista delen av uppsatsen där resultatet av empirin diskuteras i form av modellerna för produktion, dessutom dras en slutsats gällande frågeställningen.

¹ Regeringskansliet, www.regeringen.se
”Mål för energieffektivisering”. Tillgänglig på:
<http://www.regeringen.se/sb/d/12241>. [3 Maj 2012]

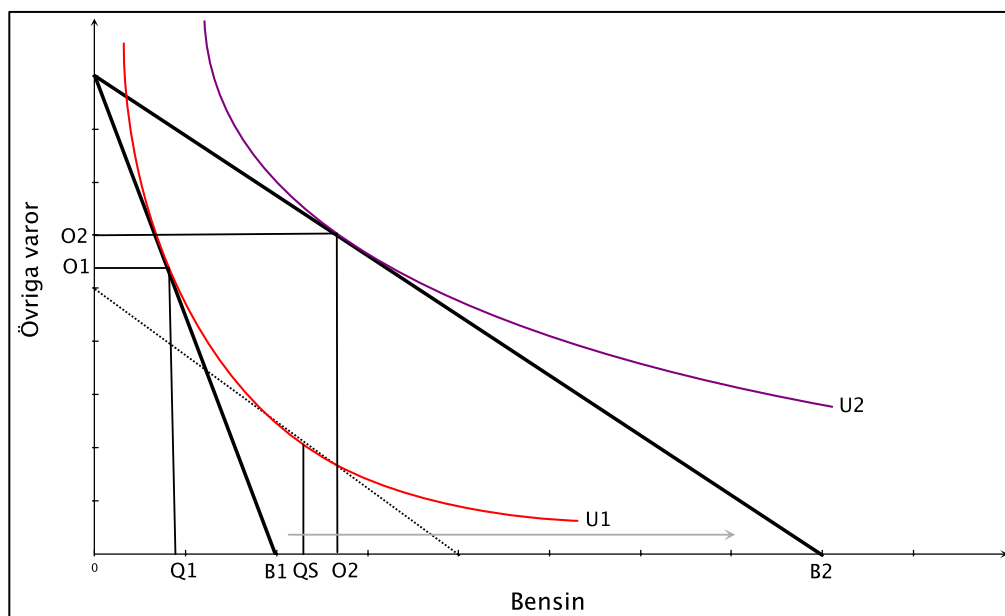
² ÅF-konsult, www.energieffektivisering.se
”Vad är energieffektivisering”. Tillgänglig på:
www.energieffektivisering.se. [22 April 2012]

2 Litteratur

I det här kapitlet beskrivs reboundeffekten utifrån vad tidigare författare skrivit. Kapitlet ämnar ge en förklaring till teorin om reboundeffekten och hur den kan tolkas.

En möjlig förklaring till varför vi inte lyckats bryta sambandet mellan BNP och energikonsumtion är enligt Sorell (2007) teorin om reboundeffekten. Den lägre kostnad som en energieffektivisering innebär för en specifik produkt, kan leda till att konsumtionen av produkten inte minskar. I och med effektiviseringen blir det billigare att konsumera produkten relativt sett andra varor, vilket då kommer att öka konsumtionen av produkten. Det här brukar i rebound-sammanhang kallas för den direkta effekten. Ett exempel på den direkta effekten kan vara att en energieffektivisering av bensinförbrukning i bilar, istället för att minska konsumtionen av bensin, leder till att folk kör mer bil eller kör på ett mindre energisnålt sätt som gör att bensinkonsumtionen inte minskar i samma utsträckning som effektiviseringen minskade bensinförbrukningen (Sorell, 2007).

Även om det inte skulle finnas en direkt reboundeffekt för vissa produkter eller sektorer finns andra förklaringar till varför konsumtionen inte sjunker vid en effektivisering. Den indirekta reboundeffekten innebär en ökning av andra energikrävande produkter efter en effektivisering. Det kan exempelvis handla om att antalet flygresor ökar när bilåkning blir billigare vid en effektivisering av bensinförbrukningen, vilket då inte kommer minska energikonsumtionen totalt sett (Gavankar och Geyer 2010).



Figur 1. Inkomst- och substitutionseffekt som förklarar den direkta och indirekta effekten (Egen bearbetning, 2012).

Den indirekta och direkta effekten kan förklaras genom en inkomsteffekt och en substitutionseffekt. Figur 1 visar konsumtion av bensin på x-axeln och konsumtion av övriga varor på y-axeln. I grafen finns dessutom en budgetlinje (B_1) och indifferenskurvor (U_1, U_2). Om det sker en effektivisering i bensinförbrukningen, som gör att vi kan åka en längre sträcka för samma mängd pengar som innan effektiviseringen, kommer budgetlinjen att roteras, från B_1 till B_2 , på x-axeln. I och med effektiviseringen uppstår en substitutionseffekt på grund av

att bensin blivit billigare relativt andra varor, och en inkomsteffekt genom den högre inkomst som uppstått på grund av den lägre kostnaden för bensin. Substitutionseffekten ökar konsumtionen av bensin från Q_1 till Q_5 och inkomsteffekten ökar konsumtionen från Q_5 till Q_2 . Inkomsteffekten plus substitutionseffekten, alltså ökningen i bensinkonsumtionen från Q_1 till Q_2 , är den direkta reboundeffekten. Den indirekta effekten representeras av ökningen i andra produkter och tjänster, alltså från O_1 till O_2 (Berkhout et al, 2000).

Tillsammans bildar den direkta och indirekta effekten en ekonomisk ”bred” effekt. Den ”breda” ekonomiska effekten förklarar att det bildas nya marknader vid de lägre kostnader som en effektivisering gett upphov till. Det kan exempelvis handla om att en effektivisering av belysningar ger incitament för nya marknader, som exempelvis ute-belysning i dekorativt syfte, att bildas. Den övergripande ekonomiska effekten syftar inte till att förklara den lägre kostnaden i den redan existerade marknaden, utan beskriver mer effekten att nya marknader uppstår i och med effektivisering (Gavankar och Geyer 2010).

För att beskriva hur reboundeffekten kan räknas fram och tolkas visas här nedan ett kort exempel.

Energieffektivisering: 5 procent

Förväntad minskning av energikonsumtionen: 5 procent

Reell minskning av energikonsumtionen: 3 procent

Reboundeffekt:

$$\frac{\text{Förväntad minskning} - \text{Reel minskning}}{\text{Förväntad minskning}}$$

Alltså, i det här exemplet:

$$\frac{5 - 3}{5} = 0,40 = 40\%$$

En reboundeffekt på 40 procent innebär att energiförbrukningen endast minskar med 60 procent av den förväntade minskningen ($3/5 = 60\%$)(Gavankar och Geyer 2010).

Om reboundeffekten sägs vara över 100 procent, alltså att konsumtionen istället för att minska skulle öka efter en effektivisering, kallas det ”backfire”(Sorell, 2010). Det har enligt Gottron (2001) enbart hänt under speciella omständigheter, som i exempelvis utvecklingsländer, när det uppstått nya marknader inom exempelvis kol-industrin på 1800-talet och med elektriciteten i början av 1900-talet.

Enligt Gottron (2001) är reboundeffekten för exempelvis:

- Uppvärmning av hus mellan 10 % och 30 %
- Uppvärmning av varmvatten mellan 10 % och 40 %
- Belysning i hemmet mellan 5 % och 12 %.

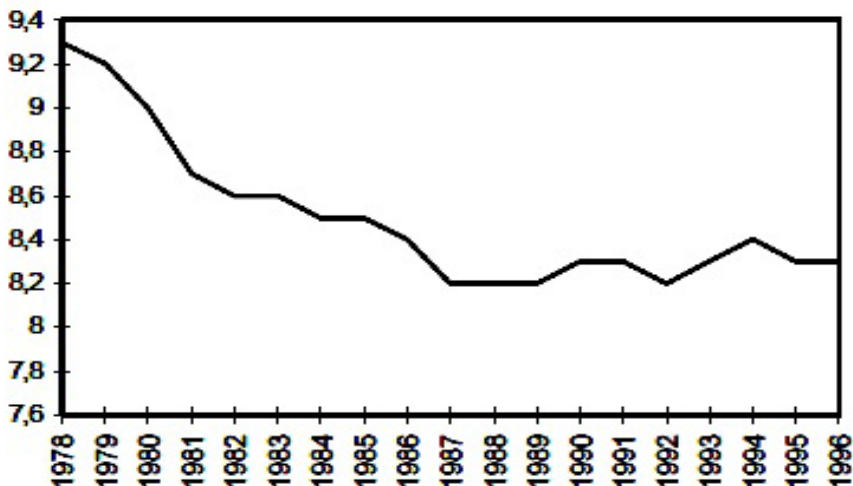
3 Energieffektiviseringar mellan åren 1900 - 2000

I det här avsnittet ges exempel på några energieffektiviseringar, vad gäller enskilda produkter, som har gjorts i Sverige under perioden 1900 till 2000. Eftersom det är svårt att hitta konkreta siffror på hur mycket en specifik produkt eller sektor effektiviserats mellan åren 1900 och 2000 visar exemplen nedan effektiviseringar som har skett under specifika perioder inom det senaste århundradet.

En rad effektiviseringar inom energikrävande områden har skett under ovan nämnda tidsperiod. När det gäller belysning har nya typer av glödlampor under perioden tagits fram. Redan under 1940-talet kom det mer effektiva lysröret och ersatte inom vissa områden glödlampan. Lysröret hade i jämförelse med glödlampan ett högre ljusutbyte och en längre livslängd, vilket gjorde den mer effektiv i jämförelse med glödlampan. På senare år har lågenergilampan ersatt glödlampan inom flera områden. Idag genomförs inom EU en avveckling av glödlampor där lågenergilampan är det tänkta substitutet, men med en lägre energiförbrukning. Energimyndigheten menar att du sparar 570 kr per lampa och livslängd genom att använda en lågenergilampa istället för en glödlampa³.

I början av 1900-talet gjordes tekniska framsteg inom kraftöverföring, vilket gjorde det möjligt att transportera elektricitet långa sträckor utan stora förluster. Det här gjorde att elektriciteten blev mer tillgänglig för vanligt folk runt om i Sverige (Wallnerström, 2006).

Även inom transportsektorn har effektiviseringar skett, framförallt genom effektivare bränsleförbrukning. Mellan åren 1978 och 1987 minskade den genomsnittliga bränsleförbrukningen av nya bilar från 0,93 liter/mil till 0,86 liter/mil. Som kan ses i figur 2 har dock bränsleförbrukningen från år 1987 till 1996 ökat, men kan förklaras med att bilarna blev större under perioden (Statens energimyndighet 2003).



Figur 2. Genomsnittlig bränsleförbrukning(l/100km) bland nya bilar i Sverige under perioden 1978 till 2000 (Statens energimyndighet, 2003).

³ Energimyndigheten, "Hur mycket sparar jag?"

Tillgänglig på <http://energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Hembelysning/Alternativ-till-glodlampa/Hur-mycket-sparar-jag/>.

Även lastbilar har blivit mer effektiva när det gäller bränsleförbrukning. Mellan åren 1987 till 1995 minskade bränsleförbrukningen bland lastbilar med cirka 15 procent (Statens energimyndighet 2003).

4 Mål, styrmedel och åtgärder för ett energieffektivare Sverige

I det här kapitlet belyses de senaste mål och åtgärder som regeringen i Sverige har gällande energieffektivisering. Syftet med kapitlet är att ge en bild av hur Sverige stödjer och skapar incitament för energieffektiviseringar. Sveriges regering har, som tidigare nämndes, som mål att genom energieffektivisering bryta sambandet mellan ekonomiskt tillväxt och ökad energikonsumtion. För att uppnå målet har Sverige enligt Näringsdepartementet (2012) några mer specifika mål som visas i listan nedan.

- Minska energiintensiteten⁴ med 20 procent till år 2020, från 2008 års siffra.
- Minst 9 procent mindre slutlig energianvändning år 2016, jämfört med ett genomsnitt av energianvändningen mellan år 2001 och 2005 (Målet är gemensamt för samtliga EU-länder).
- Minska den totala energianvändningen per uppvärmd area-enhet i bostäder och byggnader med 20 procent till år 2020 och med 50 procent till år 2050. Minskningen ska jämföras med 1995 års siffror.

För att uppnå ovanstående mål har regeringen tagit fram en handlingsplan med olika åtgärder och styrmedel. En indelning har gjorts mellan styrmedel som berör flera områden i samhället och mer riktade styrmedel mot specifika sektorer.

4.1 Övergripande styrmedel och åtgärder för flera sektorer

I listan nedan visas exempel på några av de mer övergripande styrmedlen.

- Beskattning av energi
- Miljöbalken och dess hänsynsregler
- Ekodesign och energimärkning

Beskattning är en typ av styrmedel som syftar till att skapa ett incitament för att inte släppa ut eller använda det beskattade energislaget i så högre grad som innan beskattningen. Med andra ord ett incitament för att använda effektivare teknik eller övergå till förnybara energikällor. Det finns skatter på exempelvis utsläpp av koldioxid, bränslen, el och svavel. Hur stor skatten är beror på vad det beskattade används till; skatten är olika beroende på om det beskattade används för exempelvis uppvärmning eller som drivmedel. Nivån på skatten har dessutom att göra med om bränslet används av hushåll eller industrier. Nedan följer, hämtade från Näringsdepartementet (2011), tre exempel på energiskatter. Det finns dock betydligt fler än de som visas nedan.

⁴ Energiintensiteten är ett ratio mellan tillförd energi och BNP (Wh/kr), och kan ses som ett mått på energieffektivisering.

Koldioxidskatt: 105 öre per kilo utsläppt koldioxid. Skatten betalas på alla fossila bränslen som släpper ut koldioxid, förutom biobränsle och torv. Bränslen som används för att framställa elektricitet är befriade från en skatt.

Svavelskatt: 30 kronor per kilo svavelutsläpp från kol och torv.

Kärnkraftsskatt: 12 648 kronor per MW och kalendermånad (Näringsdepartementet, 2011).

I miljöbalken finns bestämmelser om hur verksamheter som på något sätt påverkar miljön ska hushålla med energi och råvaror. Hänsynsreglerna, som finns i miljöbalken, gäller för i princip alla aktörer på marknaden och vars syfte är att främja hushållning med råvaror och energi (Näringsdepartementet, 2011).

Ekodesign är krav om energieffektivisering och resurseffektivitet bland vissa produktgrupper inom EU. Det kan exempelvis handla om krav för högsta energiförbrukning för produkter med ”standby” och ”off mode”. Ekodesigns syfte är att befolkningen i Sverige ska bli mer sparsamma gällande energiförsörjning, genom att produkter som inte klarar kraven förbjuds. Dessutom blir produkterna billigare för konsumenterna på grund av den lägre kostnaden för energiförbrukningen (Näringsdepartementet, 2011).

Energimärkning används för att informera konsumenter om hur energieffektiv produkten är. På så sätt skapar energimärkning ett incitament för företagen att fortsätta utveckla produkternas energiförbrukning för att behålla och skaffa nya kunder (Näringsdepartementet, 2011).

4.2 Riktade åtgärder och styrmedel till specifika sektorer

För att stödja energieffektivisering inom hushåll och byggnader har regeringen enligt Näringsdepartementet (2011) bland annat följande styrmedel:

- Plan- och bygglagstiftning med energikrav
- Energideklaration
- Fönster och biobränsle

En ny plan- och bygglagstiftning började gälla i maj 2011. Den innehåller bland annat krav på energihushållning i nya byggnader. Det kan t.ex. handla om krav på värmeisolering. Tanken är att genom en tydlig övre gräns för energianvändning bland nya byggnader kunna öka energieffektiviteten (Näringsdepartementet, 2011).

Den som äger, uppför eller säljer en byggnad ska se till att byggnaden är försedd med en energideklaration som inte är äldre än tio år gammal. En energideklaration ska innehålla tips och förslag för hur byggnaden kan bli mer energieffektiv. Deklarationen är också till för att upplysa blivande husägare om byggnadens tekniska egenskaper gällande energianvändning i huset (Näringsdepartementet, 2011).

Personer som installerar energieffektiva fönster eller bygger en energianläggning kan dra av 30 procent av arbets- och materialkostnaderna. Syftet med detta är att skapa ett incitament för energieffektivisering i hemmet (Näringsdepartementet, 2011).

Två exempel på styrmedel som avser förbättra energieffektiviseringen inom industrin är ett program som kallas ”energieffektivisering i energiintensiv industri” (PFE), och ett speciellt stöd för energikartläggning.

PFE är ett program för företag som innebär att de blir befriade från energiskatt på el om de uppfyller de krav om energieffektivisering som programmet ställer. Några exempel på åtgärder som är vanliga bland företag som deltar i PFE är effektivisering av belysningsystem och elmotorer. Med programmet hoppas regeringen kunna ge ökad kunskap åt företagen och tillsammans med de krav som ställs få ner energikostnaden och därmed också minska energianvändningen (Näringsdepartementet, 2011).

Företag som har en slutlig energianvändning på mer än 0,5 GWh per år eller lantbrukare som innehar mer än 100 djur kan söka stöd för energikartläggning. Energikartläggning är en beskrivning över företagets energianvändning och hur den kan effektiviseras. I energikartläggningen ska förslag på förbättringar gällande energieffektivisering föreslås. De företag som beviljas stöd behöver endast betala 50 procent av kostnaderna för energikartläggningen, dock högst 30 000 kronor (Näringsdepartementet, 2011).

Även Inom transportsektorn finns en mängd styrmedel och åtgärder. EU har tagit fram en förordning gällande energieffektivisering bland fordon. Det handlar bland annat om tekniska förbättringar som exempelvis effektivisering av bränsleförbrukningen, ett system för övervakning av trycket i däcken, väggrepp och högsta rullningsmotstånd. Det finns dessutom förordningar om märkning av däck för att upplysa konsumenter om hur effektiva däcken är ur bränsleförbrukningssynpunkt. Inom det här området finns en rad olika detaljerade tekniska åtgärder för att främja effektivare bränsleförbrukning. Det kan dessutom handla om att energieffektivisera sådant som hör till trafiken på vägar och räls, men som inte handlar om själva bilarna och tågen. Det kan exempelvis gälla effektivisering av belysningsystem kring vägar och stationer (Näringsdepartementet, 2011).

5 Modell

I det här kapitlet diskuteras modeller för ekonomisk produktion som på bästa sätt kan förklara en eventuell reboundeffekt. De två första modellerna kan hänvisas till Dasgupta och Heal (1974) respektive Meadows et al. (1972).

I den första modellen (1) visas ekonomisk produktion (Y) som en Cobb Douglas funktion, där insatsvarorna är kapital (K), arbetskraft (L) och energitillförsel (E). A i modellen är total faktorproduktivitet.

$$(1) \quad Y = AK^\alpha L^{1-\alpha-\beta} E^\beta$$

För perfekt konkurrens gäller att marginalprodukten $\frac{\partial Y}{\partial E}$ med avseende på energi, alltså hur mycket produktionen ökar om energin ökar en enhet, multiplicerat med priset på den extra produktionen (P_Y) är lika med kostnaden av en ökning i energi ($P_Y \frac{\partial Y}{\partial E}$). Det i sin tur är lika med priset på energi (P_E).

$$(2) \quad P_E = P_Y \frac{\partial Y}{\partial E}$$

$$(3) \quad \frac{\partial Y}{\partial E} = \frac{\beta Y}{E}$$

\Leftrightarrow

$$(4) \quad P_E = P_Y \frac{\partial Y}{\partial E} = P_Y \frac{\beta Y}{E}$$

Normaliserar P_Y till 1, och får då:

$$(5) \quad P_E E = \beta Y$$

Ekvation (5) förklarar att parametern β är lika med andelen av BNP som läggs på energi. Andelen utgifter på energi av totala BNP är runt 5 procent, därmed vet vi alltså att $\beta = 5\%$. I den här modellen antas alla företag ser likadana ut, med samma insatsvaror. Vi tänker oss för enkelhetens skull att $AK^\alpha L^{1-\alpha-\beta} = 1$ och $\beta = 0,05$. Om E initialt vore 10 skulle det innebära att Y blev $10^{0,05} = 1,220$. Om nu E halveras skulle Y bli $5^{0,05} = 1,083$, vilket betyder att Y endast minskat med 8 procent ($\frac{1,2-1,2}{1,1} = 8,3\%$). Tänker vi oss det här ur ett verklighetsperspektiv kan vi lätt förkasta modellen; om energitillförseln i Sverige halveras, skulle med största sannolikhet produktionen minska ganska kraftigt, och inte som i modellen vara nästan oförändrad. Modellen kan möjligtvis stämma på lång sikt, då effektiviteten i exempelvis maskiner har haft tid att anpassa sig till den lägre energitillförseln.

Den andra modellen från Meadows et al. (1972) antar även den att alla företag i ekonomin ser exakt likadan ut, med samma insatsvaror. A i modellen är hur effektivt insatsvaran används. Modellen är en Leontief produktionsfunktion, vars utgångspunkt är att produktion bestäms av

den begränsade insatsvaran. Alltså, om vi utgår från att företag använder sina insatsvaror på ett effektivt sätt, kommer en höjning av någon av insatsvarorna inte leda till en ökad produktion om inte alla tre höjs med lika mycket. Produktionen kommer producera så mycket som den insatsvara det finns minst av klarar av att producera. En höjning av exempelvis antal maskiner (K) och tillförd energi (E) kommer inte leda till att produktionen ökar, om inte även arbetskraften ökar. Det går med andra ord inte att hålla igång de nya antal maskinerna med samma arbetskraft som förut. Produktionen bestäms alltså av den begränsade insatsvaran, i det här exemplet arbetskraften.

$$(6) \quad Y = \min (A_L L, A_K K, A_E E)$$

Om vi utgår från att effektiviteten genom åren ökat och att det finns ett samband mellan ekonomisk tillväxt och energikonsumtion kommer modellen inte att stämma. En vidare diskussion kan ses i kapitlet "Diskussion och slutsats" senare i uppsatsen.

I den sista modellen, som kan sägas vara en alternativ modell till ovan nämnda modeller, antas det i Sverige finnas tre olika produkter, vilka endast behöver en insatsvara vardera. Med andra ord en produkt som enbart behöver arbetskraft, en produkt som enbart behöver kapital och en produkt som enbart är i behov av energi. A i modellen är liksom föregående modell hur effektivt insatsvaran används.

$$(7) \quad y_1 = A_L L$$

$$(8) \quad y_2 = A_K K$$

$$(9) \quad y_3 = A_E E$$

Vid perfekt konkurrens gäller att marginalprodukten $\frac{\partial y_3}{\partial E}$ för produkt 3 multiplicerat med priset på den extra produktionen P_{Y3} är lika med kostnaden av en ökning i energi ($P_{Y3} \frac{\partial y_3}{\partial E}$), vilket i sin tur är lika med priset på energi (P_E).

$$(10) \quad P_E = P_{Y3} \frac{\partial y_3}{\partial E}$$

\Leftrightarrow

$$(11) \quad P_E = P_{Y3} A_E$$

Produktionen (BNP) bestäms av produkten av de tre produkterna med exponenterna $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$.

$$(12) \quad Y = y_1^{\alpha_1} y_2^{\alpha_2} y_3^{\alpha_3}$$

Vid perfekt konkurrens kan ingen av aktörerna på marknaden ensam påverka priset av produkten. Marginalprodukten, hur mycket den samlade produktionen Y ökar vid en ökning av produkt nummer 3, multiplicerat med priset på den nya produktionen P_Y blir ett pris på ökningen av produkt nummer 3. Det i sin tur är lika med priset för produkt nummer 3.

$$(13) \quad P_Y \frac{\partial Y}{\partial y_3} = P_Y \left(\alpha_3 \frac{Y}{y_3} \right) = P_{Y3}$$

Normaliserar P_Y till 1 och får:

$$(14) \quad P_{Y3} = \alpha_3 \frac{Y}{y_3}$$

(14)

$\alpha_3 \frac{Y}{y_3}$ sätts nu in i ekvation (11) istället för P_{Y3} , vilket ger:

$$(15) \quad P_E = \alpha_3 \frac{Y}{y_3} A_E$$

Ersätter y_3 med $A_E E$ från ekvation (9) och får:

$$(16) \quad \frac{\alpha_3 Y A_E}{A_E E} = P_E$$

\Leftrightarrow

$$(17) \quad P_E E = \alpha_3 Y$$

(17)

Ekvation (15) förklarar att parametern α_3 är lika med andelen av BNP som läggs på produkt 3, alltså på energi i och med att produkt 3:s enda insatsvara är energi. En fördubbling av A_E , vilket enligt (9) innebär en dubbling av y_3 , leder till att Y i ekvation (12) i stort sett är oförändrad. Om priserna på energi varit oförändrade under perioden med effektiviseringar resulterar det i att energitillförseln E i ekvation (15) också måste vara oförändrad för att modellen ska stämma. Med andra ord en effektivisering av energin (A_E), tillsammans med konstanta priser, kommer leda till att energitillförseln (energikonsumtionen) förblir oförändrad, vilket då förklarar en eventuell reboundeffekt som i princip är 100 %.

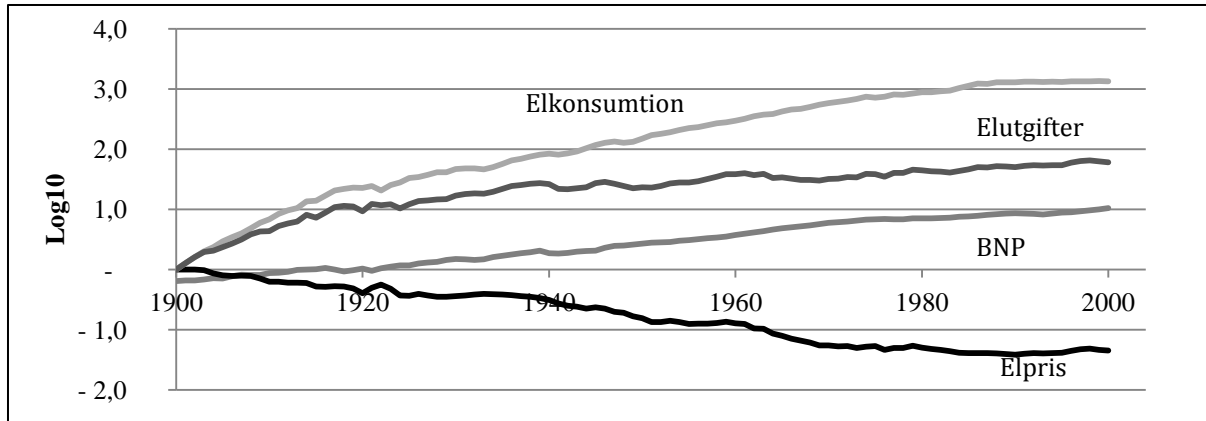
6 Data och empiri

I det här kapitlet visas resultatet av den data som samlats in. Syftet med kapitlet är att ge en bild av trenderna i energikonsumtion och energipriser under senaste århundradet samt ge en bakgrund till varför trenderna ser ut som de gör.

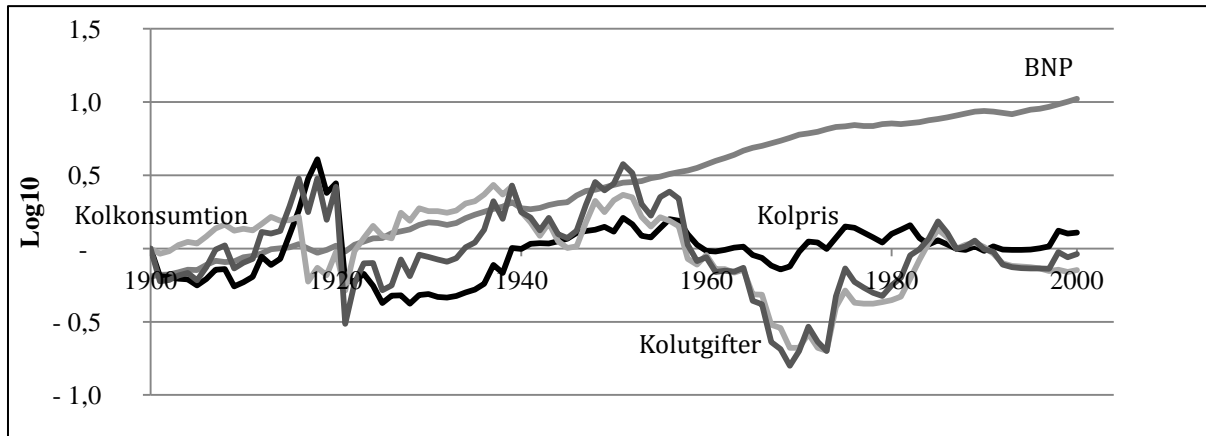
För att undersöka huruvida de effektiviseringar som varit minskat energikonsumtionen eller inte, har konsumtion och pris för de energislag som använts i Sverige under perioden 1900 till 2000 samlats in. Anledningen till varför just perioden 1900-2000 har valts är för att bäst data fanns för perioden. Data över perioden 2000 fram tills idag har inte gått att hitta med samma bra siffror, som under ovan nämnda period, och uteslöts därför från den här uppsatsen. Ursprungsdatan som har använts är hämtad från Kander 2006 och kan ses i bilaga A och B. Datan är uppdelad i elektricitet, kol, olja, ved, fjärrvärme, naturgas och lut. Varje del innefattas av de olika energikällor som genererar just den energin. Exempelvis består elektricitet av el från kärnkraft och vattenkraft, hur mycket av varje beror på vad som användes mest just det året. Datan tar enligt Kander 2006 även hänsyn till eventuella energibortfall vid förbränning av exempelvis bensin. Det är med andra ord den slutliga energin som datan innehåller. En brist med datan är att siffrorna för konsumtionen av kol innehöll, för sex olika år, extremvärden och tvingades därför ändras till mera ”normala” värden (Se rödmarkerade siffror i bilaga A).

Härtill har utgifterna för energikonsumtionen för de enskilda energikällorna räknats fram genom att multiplicera konsumtionen med priset. Ett viktat energipris, en viktad energikonsumtion och ett viktat värde av de totala utgifterna som lagts på energi (SEK*Joule) har därefter tagits fram. På så sätt kan trenderna i den samlade energikonsumtionen och energiutgifterna jämföras med BNP och ett energipris. På grund av svårigheter med att hitta siffror på BNP-deflatorer i början av 1900 talet, sträcker sig de viktade värdena endast från år 1914 till 2000. Både för de specifika värdena för de enskilda energikällorna och de viktade värdena har konsumtionen jämförts med BNP-utvecklingen för den aktuella perioden. För att ge en bild av vad som ligger bakom de viktade värdena kommer först en beskrivning av trenderna i konsumtion, pris och utgifter för de mest använda energikällorna det senaste århundrade: elektricitet, kol och olja.

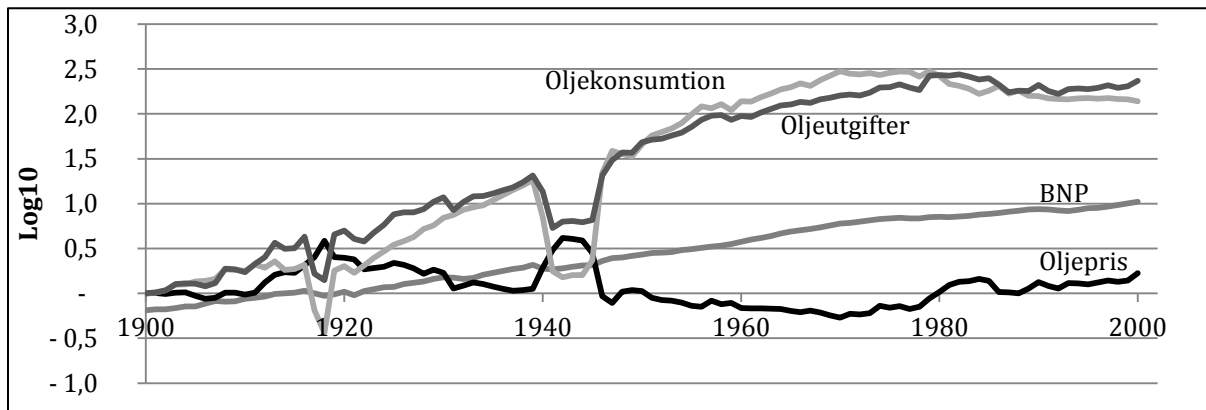
På grund av svårigheten att jämföra ovanstående nämnda parametrar (Konsumtion, pris, utgifter och BNP) är samtliga värden normaliserade. Det har gjorts genom att logaritmera parametrarnas siffror så att samtliga utgår från noll år 1900. Lutningen på kurvorna beskriver öknings- eller minskningstakten av det som kurvan representerar. En brantare lutning innebär en snabbare takt.



Figur 5. Tillväxttakt av elkonsumtion, elpris och utgifterna för El jämfört med Sveriges BNP-tillväxt under perioden 1900-2000. Data över elkonsumtion och elpriser är hämtade från Kander 2006. BNP- data är hämtad från Angus Maddisons hemsida. (Egen bearbetning, 2012).



Figur 4. Tillväxttakt av kolkonsumtion, kolpris och utgifterna för kolkonsumtionen jämfört med Sveriges BNP under perioden 1900-2000. Data över kolkonsumtion och kolpriser är hämtade från Kander 2006. BNP-data är hämtad från Angus Maddisons hemsida (Egen bearbetning, 2012).



Figur 3. Tillväxttakt av oljekonsumtion, oljepris och utgifterna för oljekonsumtionen jämfört med Sveriges BNP-tillväxt under perioden 1900-2000. Data över oljekonsumtion och oljepriser är hämtade från Kander 2006. BNP-data är hämtad från Angus Maddisons hemsida (Egen bearbetning, 2012).

6.1 Elektricitet

Som kan ses i figur 3 ovan är lutningen på konsumtion- och utgiftskurvan brantare mellan år 1900 och 1918 än vad den är övriga år. Konsumtionen av elektricitet, mellan åren 1900 och 1918, ökat kraftigare i jämförelse med övriga år. Likaså har utgifterna av total konsumtion (konsumtion * SEK) ökat med ungefär samma takt under perioden. De högre utgifterna har till största del sin förklaring i den höga konsumtionen, men också av att priset inte minskat avsevärt. BNP har som synes haft en ganska konstant tillväxttakt under hela undersökningsperioden, vilket betyder att befolkningen i Sverige mellan åren 1900 till 1918 började lägga en större del av den totala konsumtionen (BNP) på elektricitet.

Bakgrunden till den ökande elkonsumtionstakten mellan år 1900 och 1918 är nya tekniker inom kraftöverföring. Tidigare hade ett elkraftverk enbart kunnat förse omkringliggande hus med elektricitet. Det var i stort sett bara industrier eller områden i närheten av ett kraftverk som hade möjlighet att konsumera elektricitet. På 1890-talet kom dock tekniker som gjorde det möjligt att överföra elektricitet till områden längre ifrån elkraftverken, utan att stora förluster gjordes under överföringen. Nu kunde el transporteras ett par mil ifrån själva elkraftverken, vilket var en betydligt längre sträcka än tidigare. De nya teknikerna bidrog till att fler kunde utnyttja elektricitet som energikälla, framförallt i storstäderna där kraftverken i huvudsak fanns. Sammantaget bidrog det här till en ökad konsumtion av elektricitet (Wallnerström, 2006).

6.2 Kol⁵

Kol var ett bränsle som hade stor betydelse för Sverige fram till 1950-talet. Under 1930-talet stod kolet för nästan hälften av Sveriges energiförsörjning. Figur 4 ovan innehåller endast siffror från stenkol som använts till att generera värme (Kol som använts för elproduktion, samt till bränsle för fjärrvärmeverk, är inkluderade i respektive energislag). Som kan ses i diagrammet ovan skedde en förändring av konsumtionen och dess värde (utgifter) under 1950-talet; tillväxttakten blev negativ. Det har sin förklaring i den billigare och mer lätthanterligare oljans framfart under 50-talet. I och med två oljekriser år 1973 och 1979, vilka gjorde oljan dyrare, fick stenkol återigen positiv tillväxttakt i Sverige. Priset på stenkol som använts till att generera värme har som synes haft en relativ konstant ökningstakt (ÅF, 2010).

6.3 Olja

År 1973 och 1979 drabbades världen av oljekriser. Krisen 1973 berodde på det så kallade Oktoberkriget; ett krig mellan Syrien, Egypten och Israel. Efter kriget vägrade OPEC-länderna att exportera olja till länder som hade hjälpt Israel i kriget, vilket ledde till att priset på olja gick upp. Sverige kom dock lindrigt undan. Med bara en liten minskning i oljeanvändningen kunde Sverige snabbt därefter få igång konsumtionen igen. 1979-års kris fick dock större konsekvenser för konsumtionen i Sverige. Krisen orsakades av oroligheter i mellanöstern. Oroligheterna ledde till ökade priser som gjorde att många länder började försöka minska sitt oljeberoende, däribland Sverige. I början av 1980-talet började Sverige försöka ersätta oljan med framförallt kärnkraft, vilket ledde till en minskning i oljeanvändningen (ÅF, 2010).

⁵ Data år 1945 och perioden 1974-1979 är reviderade på grund av extremvärden.

Som kan ses i figur 5 ovan är prislinjen för olja i Sverige brantare mellan år 1979 och 1982, relativt övriga år, vilket betyder en snabbare ökningstakt av priset. Konsumtionskurvan började under samma år få negativ ökningstakt. Orsakerna till dessa båda händelser är ovan nämnda oljekris år 1979, vilket ledde till att Sverige, som tidigare nämndes, började minska sitt oljeberoende genom att hitta substitut till oljan.

Som kan läsas ovan kan de flesta förändringar i energikonsumtion för de enskilda energislagen förklaras av händelser som inte har med energieffektivisering att göra.

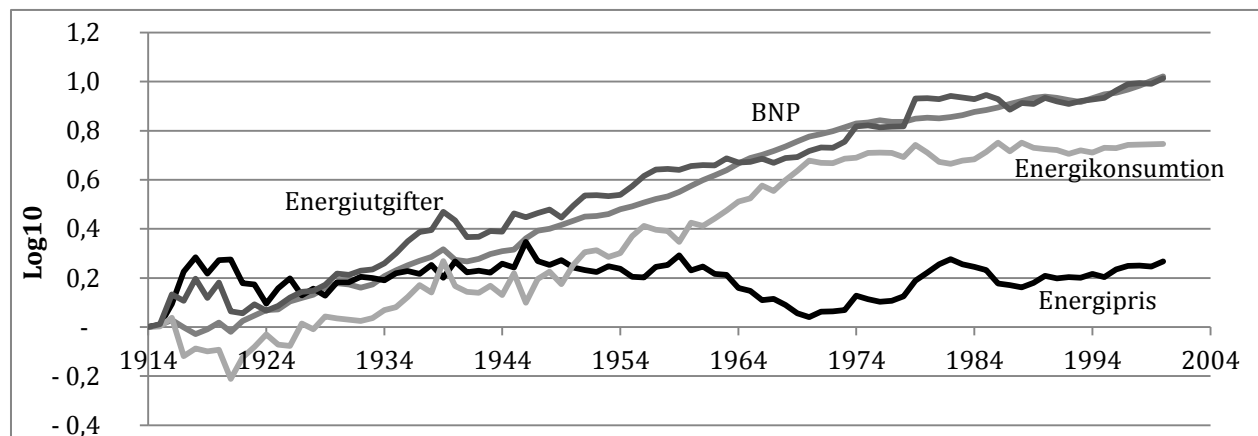
6.4 Viktade värden av konsumtion och pris för energi

I de viktade värdena ingår, utöver ovan nämnda energislag, även fjärrvärme, ved, naturgas och lut⁶.

De viktade priserna togs fram genom att summera utgifterna (SEK*Joule) för samtliga energislag och år och därefter dividera resultatet med summan av konsumtionen för alla energislag samma år. Det gjordes för samtliga år i undersökningsperioden.

$$(18) \text{ Energipris per år} = \frac{\sum \text{Konsumtion}(\text{Enskilda energislag/år}) * \text{pris}(\text{Enskilda energislag/år})}{\sum \text{Konsumtion}(\text{Samtliga energislag/år})}$$

Den viktade konsumtionen och de viktade utgifterna är summan av all konsumtion för samtliga energislag respektive summan av utgifterna (SEK*Joule) för samtliga energislag och år.



Figur 6. Tillväxttakt av viktad energikonsumtion och energipriser. Energi: Elektricitet, kol, olja, ved, naturgas, fjärrvärme, lut. Data över konsumtion och pris för de enskilda energislagen är hämtade från Kander 2006. BNP-data är hämtad från Maddison (Egen bearbetning, 2012).

Som kan ses i figur 6 har energikonsumtionen mellan åren 1920 och 1970 haft en liknande ökningstakt som BNP under samma period. Därefter, mellan åren 1970 och 2000, har ökningstakten av energikonsumtionen avtagit. Energipriserna har under perioden 1914 - 2000 varit konstanta bortsett från åren 1914-1920. Utgiftskurvan för energi (SEK*Joule) har

⁶ För bakgrund om lut se t.ex: SVD, Tillgänglig på: http://www.svd.se/nyheter/inrikes/nytt-bransle-pa-lut_3882125.svd. [2 Maj 2012]

förutom en kort period mellan åren 1914 och 1920 följt BNP-kurvan. I slutet av perioden har den till och med varit i fas med BNP-kurvan och slutar i samma punkt.

7 Diskussion och slutsats

Energikonsumtionen har från år 1920 till 1970 haft en liknande ökningstakt som BNP. Mellan åren 1970 till 2000 har dock takten avtagit något, men då har samtidigt priserna på energi stigit vilket kan förklara minskningen av konsumtionstakten (Se figur 6).

Som konstaterades i kapitlet ovan slutar utgiftskurvan och BNP-kurvan i samma punkt. Detta innebär att förhållandet mellan utgifter och BNP var lika stort år 1914 som det var år 2000. Med andra ord konsumerade Sveriges befolkning en lika stor andel av BNP på energi år 1914 som de gjorde år 2000, trots att en rad energieffektiviseringar, vilka togs upp i kapitel 3, skett under tidsperioden. Förklaringen till det här anser jag vara en reboundeffekt på energi. Sveriges befolkning har, trots stora energieffektiviseringar på enskilda produkter, ökat sin energikonsumtion lika mycket som BNP har ökat. Det här innebär en reboundeffekt på närmare 100 procent av energikrävande produkter.

Den första modellen som visades i kapitlet ”Modell” kan som tidigare nämnts inte förklara en reboundeffekt på energi. Modellen visar att den inte är realistisk med energi som insatsvara; halveras energitillförseln i modellen är i stort sett produktionen oförändrad, vilket inte stämmer med verkligheten. Modellen säger dessutom inte något om hur effektiviteten av en insatsvara påverkar produktionen. Den kan med andra ord inte förklara situationen som datan ovan visade.

Den andra modellen kan inte heller den förklara en reboundeffekt på energi. Om A_E (energieffektiviteten) i ekvation (6) dubblas kommer tillförseln av energi E gå ner, eftersom företagen nu inte behöver samma mängd energi för att producera samma mängd varor. Det betyder att produktionen Y kommer förbli oförändrad. Men eftersom resultatet av datan visade ett samband mellan BNP och energikonsumtion, alltså att de har ökat med ungefär lika mycket, skulle A_E i modellen behöva vara konstant för att modellen ska stämma. Men det vet vi att den inte har varit; i kapitel 3 visas en mängd energieffektiviseringar, vad gäller enskilda produkter, som skett under perioden 1914 till 2000. Modellen kan alltså inte förklara en reboundeffekt som i sin tur kan förklara resultatet från trenderna ovan.

Modell tre kan förklara reboundeffekten på ett mycket förenklat sätt. Modellen visar att vid en effektivisering av en produkt som enbart är i behov av energi, tillsammans med konstanta priser och en liten ökning av BNP, kommer energikonsumtionen att öka lika mycket som BNP ökade, i annat fall stämmer inte ekvation (17). Det här förklarar alltså resultatet från datan i föregående kapitel; energieffektiviseringar + konstanta priser + liten ökningstakt av BNP = liten ökningstakt i energikonsumtion. Alltså en reboundeffekt på drygt 100 procent. Modellen är dock mycket förenklad och inte helt korrekt; produkter som endast produceras med en insatsvara vardera finns inte i verkligheten. En bättre modell vore en som visade hur substitutions kan göras mellan olika produkter.

Syftet med uppsatsen var att besvara frågeställningen ”Leder energieffektiviseringar till minskad energikonsumtion?”. Den data som studerats i den här uppsatsen visar inte på att de effektiviseringar som varit lett till en minskning av energikonsumtionen i absoluta tal. Sambandet mellan BNP och energikonsumtion har inte brutits av de energieffektiviseringar som har varit. Resultatet från datan säger dock ingenting om hur energikonsumtionen hade sett ut om det inte hade skett några effektiviseringar överhuvudtaget. Det kan alltså inte uteslutas att effektiviseringar leder till lägre energikonsumtion jämfört med en situation utan energieffektiviseringar. Det här är förstås en teoretisk fråga och svår att testa. Men, de

modellerna för produktion som tas upp i den här uppsatsen tyder på att det inte är möjligt att minska energikonsumtionen genom att öka effektiviteten; modellerna stämmer inte då effektiviteten ökar och energitillförseln minskar.

Bilaga A

Tabell A.1 energi PJ.

(Rödmarkerade siffror är reviderade)

År	Olja	Ved	Elektricitet	Kol	Naturgas	Fjärrvärme	Lut
1900	3,22	112,14		0,38	95,13		
1901	3,27	110,84		0,49	87,63		
1902	3,51	114,41		0,62	91,25		
1903	4,02	111,40		0,77	100,20		
1904	4,05	109,51		0,90	105,35		
1905	4,38	118,04		1,13	102,92		
1906	4,46	118,01		1,32	114,94		
1907	4,67	115,14		1,54	130,63		
1908	5,96	108,98		1,87	138,23		
1909	5,85	102,55		2,30	126,17		
1910	5,75	116,14		2,63	129,63		
1911	6,75	111,90		3,22	126,32		
1912	6,20	109,22		3,67	140,00		
1913	7,33	119,66		4,00	156,40		
1914	5,85	122,45		5,22	147,24		
1915	6,04	122,30		5,31	148,89		
1916	6,69	136,87		6,50	156,63		
1917	2,09	147,11		7,87	56,46		
1918	1,18	149,44		8,35	70,37		
1919	5,78	146,59		8,77	62,58		
1920	6,46	121,63		8,74	90,10		
1921	5,46	108,67		9,38	49,08		
1922	6,60	105,58		7,93	91,18		
1923	8,06	103,26		9,66	112,08		
1924	9,42	105,94		10,75	135,98		
1925	11,22	97,91		12,66	116,32		
1926	12,33	97,40		13,22	111,86		
1927	13,64	95,12		14,42	166,58		
1928	16,87	94,74		15,81	147,19		
1929	18,36	96,95		15,87	179,21		
1930	22,42	93,38		17,88	170,91		
1931	24,09	87,80		18,44	170,85		
1932	27,54	84,75		18,34	166,67		
1933	29,47	84,95		17,65	172,83		
1934	30,80	85,83		19,24	193,56		
1935	35,21	81,43		21,71	199,88		0,00
1936	40,24	83,49		24,82	222,48		0,79
1937	45,95	82,78		26,64	259,03		1,21
1938	51,35	83,38		28,80	222,60		2,55
1939	59,00	174,42		30,96	253,06		3,25
1940	22,76	185,23		32,40	169,05		2,41
1941	5,70	207,43		30,96	143,76		2,25
1942	4,87	229,77		32,76	116,45		3,14
1943	5,13	229,00		35,28	142,09		2,65
1944	5,14	225,53		39,60	106,48		2,63
1945	7,53	312,25		44,64	9,62		4,89
1946	70,97	126,68		48,60	98,33		8,42
1947	125,14	107,36		51,12	143,66		12,91
1948	114,84	95,07		48,60	201,48		12,03
1949	108,66	80,52		50,76	168,52		10,89
1950	146,36	79,90		57,60	202,87		15,68

1951	185,29	74,04	65,52	221,25			19,99
1952	203,02	71,30	69,12	212,55			20,88
1953	221,75	66,25	73,44	156,05			24,30
1954	253,67	62,86	79,56	134,22			30,79
1955	319,06	63,30	85,68	155,27			35,47
1956	389,52	59,97	89,28	146,85			40,23
1957	371,55	53,33	96,12	134,85			43,80
1958	413,96	50,21	102,96	80,73			43,31
1959	355,06	39,94	107,28	73,88			48,67
1960	443,64	45,98	114,12	85,71			58,50
1961	439,85	31,55	122,04	69,01			63,50
1962	493,95	21,53	134,28	68,93			58,54
1963	543,37	20,57	143,28	65,26			65,73
1964	600,72	19,97	146,52	68,27			77,15
1965	638,74	9,00	162,72	46,26			83,10
1966	706,63	51,21	173,88	46,06			81,48
1967	661,26	50,65	178,20	28,66			87,41
1968	764,52	41,07	191,88	27,24			88,11
1969	859,60	33,59	208,80	10,00			94,97
1970	961,36	28,66	222,48	4,84			104,65
1971	899,53	51,98	232,92	24,95			101,56
1972	890,75	41,68	245,52	0,65			107,25
1973	919,01	54,43	262,80	19,10			108,58
1974	872,09	66,26	283,68	37,92			116,52
1975	927,30	78,93	275,04	49,23			107,37
1976	953,51	59,47	286,20	40,61			104,43
1977	944,48	51,87	310,32	11,76			91,34
1978	839,55	93,09	307,80	20,67			104,49
1979	974,92	100,06	321,48	40,92			113,66
1980	848,86	109,07	337,68	42,29			107,07
1981	693,11	141,51	338,40	44,59		1	105,30
1982	661,21	135,41	348,84	59,30		2	92,72
1983	612,83	169,25	358,20	79,71	1	4	115,46
1984	535,69	190,27	398,88	104,21	2	6,5	119,43
1985	582,05	182,59	432,00	127,64	3,2	11,1	114,34
1986	662,53	193,06	470,88	113,77	8,3	18,4	117,37
1987	543,25	200,78	464,40	94,91	11,2	21	123,94
1988	585,77	236,14	493,20	100,70	14,4	23,5	131,38
1989	512,38	226,87	496,80	103,86	19,3	23,2	125,00
1990	506,61	244,25	496,80	97,60	24	23,7	100,25
1991	477,50	254,40	503,80	87,43	25,7	25,6	103,66
1992	471,95	254,93	508,00	75,22	28,9	24,9	61,70
1993	466,24	265,47	503,00	72,25	31,8	26	108,19
1994	477,62	270,30	506,00	71,52	28,5	24,9	66,23
1995	482,91	289,86	499,15	70,95	28,4	24,9	113,95
1996	474,92	281,79	512,81	69,49	28,5	24,4	112,18
1997	481,63	312,96	511,90	66,80	29,8	25,3	120,25
1998	469,96	324,29	513,11	67,99	32,6	26,5	119,70
1999	469,06	327,60	517,95	65,65	30,1	25,7	122,56
2000	446,40	339,43	514,60	67,65	29	26,7	141,50

Bilaga B

Tabell B.2 Energipriser SEK/GJ

År	Olja	Ved	Elektricitet	Kol	Naturgas	Fjärrvärme	Lut
1900	3,01	0,64	91,31	0,95			
1901	3,05	0,54	91,31	0,61			
1902	2,97	0,52	91,07	0,60			
1903	3,06	0,56	88,92	0,59			
1904	3,09	0,56	79,36	0,58			
1905	2,83	0,56	73,15	0,53			
1906	2,61	0,60	71,95	0,59			
1907	2,70	0,62	72,19	0,68			
1908	3,07	0,70	71,95	0,68			
1909	3,07	0,69	65,02	0,52			
1910	2,91	0,64	57,85	0,56			
1911	3,06	0,63	57,37	0,61			
1912	3,97	0,66	55,46	0,84			
1913	4,84	0,71	55,22	0,73			
1914	5,19	0,76	54,74	0,81			
1915	5,87	0,77	54,98	1,35			
1916	8,08	0,91	61,67	2,25			
1917	12,51	1,34	79,12	4,65			
1918	27,95	2,34	115,70	9,28			
1919	20,33	2,15	118,32	6,03			
1920	20,33	4,22	100,64	7,14			
1921	15,88	2,36	100,87	1,24			
1922	10,28	1,80	94,66	1,05			
1923	10,02	1,91	76,25	1,11			
1924	10,37	2,01	58,89	0,92			
1925	11,66	1,79	59,17	0,71			
1926	10,75	1,56	61,94	0,77			
1927	9,64	1,60	57,50	0,77			
1928	8,53	1,57	55,28	0,68			
1929	9,32	1,49	54,44	0,77			
1930	8,25	1,47	53,89	0,75			
1931	5,36	1,39	53,33	0,70			
1932	5,69	1,36	54,72	0,68			
1933	6,00	1,28	54,72	0,68			
1934	5,81	1,22	53,89	0,72			
1935	5,55	1,22	54,44	0,77			
1936	5,33	1,27	54,17	0,85			0,18
1937	5,21	1,33	53,61	1,19			0,19
1938	5,39	1,43	53,06	1,07			0,20
1939	5,75	1,58	52,22	1,63			0,22
1940	11,20	2,27	55,00	1,82			0,32
1941	19,94	2,73	54,44	2,24			0,38
1942	29,26	3,02	53,89	2,42			0,42
1943	28,54	3,19	51,94	2,41			0,44
1944	27,32	3,11	48,33	2,48			0,43
1945	19,76	3,00	50,00	2,58			0,42
1946	6,56	2,94	48,06	2,84			0,41
1947	5,69	2,89	43,89	3,01			0,40
1948	8,00	3,20	44,72	3,25			0,45
1949	8,42	3,48	39,44	3,41			0,49
1950	8,31	3,59	36,94	3,21			0,50
1951	8,20	6,58	37,50	4,67			0,92
1952	8,27	6,90	40,28	4,52			0,97
1953	8,21	5,71	42,22	3,81			0,80

1954	7,83	4,58	40,56	3,72		0,64	
1955	7,41	4,89	38,89	4,43		0,69	
1956	7,58	5,20	41,11	5,34		0,73	
1957	9,25	4,99	43,06	5,44		0,70	
1958	8,84	4,95	45,83	4,60		0,69	
1959	9,19	4,48	48,89	3,92		0,63	
1960	8,42	4,38	47,78	3,73		0,61	
1961	8,50	4,89	47,78	3,77		0,69	
1962	8,91	5,99	41,94	4,04		0,84	
1963	9,13	5,99	42,78	4,31		0,84	
1964	9,32	5,88	36,67	4,52		0,82	
1965	9,38	6,09	35,56	4,17		0,85	
1966	9,65	6,23	33,89	4,24		0,87	
1967	10,48	6,70	32,78	3,91		0,94	
1968	10,13	7,04	31,11	3,76		0,99	
1969	9,70	7,30	28,61	4,04		1,02	
1970	9,81	7,69	30,56	5,45		1,08	
1971	11,56	8,20	31,67	6,86		1,15	
1972	12,06	7,64	33,61	7,18		1,07	
1973	13,36	13,03	33,33	6,92		1,82	
1974	17,75	15,96	38,58	9,06		2,24	
1975	18,43	15,45	43,53	11,88		2,16	
1976	21,21	13,65	41,56	12,87		1,91	
1977	22,01	14,35	49,72	13,30		2,01	
1978	25,65	24,87	54,92	13,52		3,48	
1979	34,03	32,80	63,81	13,42		4,59	
1980	45,41	32,95	67,17	17,42		4,61	
1981	61,11	36,49	72,32	20,90		5,11	
1982	72,16	44,26	75,29	24,35		6,20	
1983	79,68	50,27	77,67	21,70	69,96	7,04	
1984	91,23	50,04	79,85	21,10	72,58	7,01	
1985	93,21	51,62	83,81	24,29	40	72,37	7,23
1986	72,83	53,21	87,58	23,69	40	68,81	7,45
1987	75,69	53,10	91,14	22,99	40	68,38	7,43
1988	77,66	56,84	95,30	23,94	40	75,00	7,96
1989	93,87	61,05	99,66	26,97	40	75,00	8,55
1990	121,77	65,38	107,39	27,74	45,70	83,07	9,15
1991	121,13	75,36	121,72	32,50	40,95	92,14	10,55
1992	116,21	77,31	126,95	31,59	37,11	94,38	10,82
1993	139,88	66,61	131,94	33,00	43,64	86,44	9,32
1994	141,67	71,51	136,29	33,72	40,76	84,59	10,01
1995	141,43	79,80	140,84	34,65	41,31	80,37	11,17
1996	148,86	90,16	153,21	35,55	46,25	80,24	12,62
1997	157,36	87,96	162,41	36,88	47,44	88,68	12,31
1998	151,86	91,63	167,44	47,11	33,73	95,31	12,83
1999	158,07	91,88	159,91	45,13	48,58	78,17	12,86
2000	193,21	91,14	157,22	46,45	85,78	80,00	12,76

Referenser

Litteratur och publikationer

Berkhout, Peter, H.G., Muskens, Jos, C., Velthuisen, Jan, W (2000) "Defining the rebound effect". Energy Policy, 28: 425-432

Dasgupta, P., Heal, G. (1974) "The optimal depletion of exhaustible resources". The Review of Economic Studies, 41: 2-28

Gavankar, S., Geyer, R. (2010) "The Rebound Effect: State of the Debate and Implications for Energy Efficiency Research". Bren School of Environmental Science and Management. Tillgänglig på: http://iee.ucsb.edu/files/pdf/Reboun...IEE-UCSB_0.pdf.

Gottron, F. (2001) "Energy efficiency and the Rebound effect: Does increasing efficiency decrease demand?" CRS Report: RS20981, Science and Technology Analyst Resources, Science, and Industry Division.

Kander, A. (2002) "Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in Sweden 1800-2000" Lic.-avh., Lunds universitet, Lund: Lunds universitet.

Maddison, A. (2008) "Statistics on World population, GDP and per Capita, 1-2008 AD" <http://www.ggdc.net/MADDISON/oriindex.htm> (Hämtad 25 April 2012)

Meadows, D.H., Meadows, D.L, Randers J., Behrens, W.W. (1972) "The Limits to Growth. A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind" Universe Pub; 2 edition.

Näringsdepartementet (2011), "Regeringens andra nationella handlingsplan för energieffektivisering" Stockholm, Näringsdepartementet.

Sorell, S. (2010) "Energy, Economic Growth and Environmental Sustainability: Five Propositions". Sustainability 2, 6: 1784-1809

Sorell, S. (2007) "The rebound effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency" Rapport från UK Energy Research Centre, Sussex Energy Group.

Statens energimyndighet (2003) "Faktaskrift om vägtransporter. Energi, miljö och teknik" Statens energimyndighet, Eskilstuna.

ÅF energi och miljöfakta (2010), "Energifaktaboken", ÅF.

Internet

Energimyndigheten (2011), "Hur mycket sparar jag?" Energimyndigheten.
<http://energimyndigheten.se/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Hembelysning/Alternativ-till-glodlampan/Hur-mycket-sparar-jag/> (Hämtad 20 april 2012)

Fröberg. J (2009) "Nytt bränsle på Lut". Svenska Dagbladet.
http://www.svd.se/nyheter/inrikes/nytt-bransle-pa-lut_3882125.svd (Hämtad 2 Maj 2012)

Regeringskansliet (2012), "Energieffektivisering", Energieffektivisering.
<http://www.regeringen.se/sb/d/12241> (Hämtad 3 Maj 2012)

Wallnerström, C.J. (2006), "Sveriges elektrifiering" Kungliga tekniska högskolan.
http://www.e.kth.se/~e99_cwa/tekinfo/text.htm (Hämtad 10 Maj 2012)

ÅF-konsult, "Vad är energieffektivisering", Energieffektivisering.
www.energieffektivisering.se (Hämtad 22 April 2012)