



SVENSKA TEKNISKA
VETENSKAPSAKADEMIEN
I FINLAND

ATT SPARA ENERGI

Eero Tamminen

Institutionen för Matematik och Systemanalys

Tekniska Högskolan

Projektet Framtidens Energi; vilja – vision – verklighet

Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland

20.10.2009

Innehåll

ATT SPARA ENERGI.....	1
Sammanfattning	3
Primärproduktion av energi	3
Förbrukning av energi	3
En omställning av energiekonomin	3
Energipolitiska mål i EU och i Finland	4
Beslutsfattande och styrning av energiekonomin	4
Allmänna mål för energiförbrukningen	5
Marknadsekonomisk styrning av energiekonomin	5
Politisk styrning av energiekonomin	6
Möjligheter att spara energi.....	7
Slutsatser: Energieffektivering i ekonomin	8
1 Inledning.....	9
2 Syftet med studien	10
3 Energisystemet i ekonomin	11
3.1 Allmänt	11
3.2 Primärenergikällorna.....	11
3.3 Processerna för förädling och transmission av energi	12
3.4 Konsumtionsprocesserna och fördelningen av konsumtionen på olika sektorer	13
3.5 Energiförbrukningen inom de olika sektorerna.....	13
3.6 Samhällets beroende av energi och de största konsumtionsprocesserna	14
4 Mål för produktionen och förbrukningen av energi i ekonomin	15
5 Beslutsfattande och styrning av energi i ekonomin och samhället	17
5.1 Allmänt	17
5.2 Den organisatoriska dimensionen, beslutsfattarroller och levnadsstilar.....	18
5.3 Tidsdimensionen	19
6 Marknadernas beslut i energiekonomin	19
7 Politiska (gemensamma) beslut i styrningen av energiekonomin	20
7.1 Ekonomisk lagstiftning, nationella och internationella avtal	20
7.2 Utveckling av samhällets infrastruktur	21
7.3 Offentliga investeringar och offentlig konsumtion	21
7.4 Egentlig energi- och miljöpolitik (konkreta styrmedel)	21
8 Konkreta energipolitiska styrmedel.....	21
9 Möjligheter, förutsättningar och hinder för energieffektivisering i ekonomin	22
9.1 Möjligheter att spara energi	22
9.2 Slutsatser: förutsättningar och hinder för energieffektivisering i ekonomin.....	23

Sammanfattning

Primärproduktion av energi

Den årliga konsumtionen av primärenergi i Finland, omvandlad till motsvarande mängd olja, uppgår till nästan 40 miljoner ton och hela världen förbrukar ca 300 gånger så mycket. Det finns bara sex globalt betydande energikällor, i storleksordning: olja, gas, kol, bioenergi, kärnkraft och vattenkraft. De tre första, fossila bränslen, täcker 80 % av det globala behovet. Den enda nya källan sedan 100 år är kärnkraften.

I Finland är bilden något annorlunda. Fossila bränslen och importerad el täcker hälften av behovet. Förnybara, inhemska källor bioenergi och vattenkraft, som inte förorsakar koldioxidutsläpp svarar för nästan 30 %. Denna andel är tredje högsta i EU, efter Sverige och Lettland. Resten 20 % svarar kärnkraft och torv för. Tillväxten av förbrukningen under det senaste decenniet var ca 10 %

Globalt sett växer förbrukningen i snabb takt, framför allt i Kina, Indien och andra ekonomier i utveckling, men också i många utvecklade länder, som USA. Under decenniet 1997-2007 steg världens konsumtion av energi med ca 25 %. Också tillväxten baserar sig på fossil energi, kolet ökade snabbast, med 37 %.

Förbrukning av energi

Energiförbrukningen varierar mycket mellan olika länder, men är alltid koncentrerad till följande sektorer: (i) industri och inom den tillverkning av energikrävande material, som papper, metaller, kemikalier, plast osv. (ii) fastighetsuppvärmning, (iii) trafik, i synnerhet vägtrafik och (iv) elektriska och elektroniska maskiner och apparater i hushållen, affärlivet och i olika slag av service.

I Finland svarar industrin för nästan hälften av förbrukningen. Massa och pappersindustrin ensam står för 30 %, metaller och kemi för drygt 10 %. Men Finland exporterar över 90 % av massa- och pappersindustrins, och en betydande del av hela den tunga processindustrins produktion. Den slutliga förbrukaren är då i importlandet. Av hela förbrukningen går 20 % till fastighetsuppvärmning och ytterligare 20 % till trafiken. Vägtrafik använder 15 %, inhemsk och internationell flyg och sjötrafik sammanlagt 5 %. Elektriska och elektroniska maskiner och apparater i hushållen etc. förbrukar ca 10 %.

Samhällets alla sektorer är beroende av energi. Energikostnaderna utgör ändå bara en liten del av värdet av produktionen, men låga energikostnader är inte ett tecken på svagt beroende av energi. Produktions- och konsumtionsprocesserna är fysikaliskt beroende av energi och låga kostnader är ett tecken på energisektorns effektivitet.

En omställning av energiekonomi

Enligt prognoserna kan produktionen av råolja under de närmaste 30 åren knappast hålla takt med efterfrågan. Detta ökar trycket på naturgas och kol. Men fossila källor är inte en bestående lösning. Förnybar energi och kärnkraft utvecklas kraftigt, men erbjuder inte heller produktionsmöjligheter i tillräckligt stor skala. Det är möjligt, att teknologiska framsteg på t.ex. sol- eller kärnenergiområdet kommer att lösa världens energiproblem, men man kan inte

räkna med att sådana lösningar står att finna. En kraftig energieffektivisering är då den enda praktiska möjligheten att möta kommande krav.

När energiförsörjningen omgestaltas, skall nya energisparande konsumtionsmönster, nya konsumtions- och produktionsteknologier och nya energikällor tillämpas inom de mest centrala delarna av energisystemet. Endast så kan en hållbar grund för vår energiekonomi och hela samhället uppnås. Vi står inför en grundläggande omställning av energisektorn. Det krävs energieffektivisering i mycket stor skala framför allt på de mest betydande konsumtionssektorerna.

Energipolitiska mål i EU och i Finland

Den officiella energi- och miljöpolitiken i EU sätter konkreta mål för utsläppen av koldioxid, för beroendet av fossila bränslen och för energieffektivisering. Enligt EU kommissionens strategiska plan fram till år 2020 skall utsläppen minska med minst 20 %, användningen av förnybar energi skall öka med minst 20 % och den totala energiförbrukningen minska med minst 20 %. Detta ställer höga krav på energieffektivisering och utvecklandet av andra än fossila energikällor.

Finlands Arbets- och Näringsministeriets Energieffektivitetskommitténs betänkande (2009) tar upp 125 effektiviseringsåtgärder, vilka sammanlagt uppskattas leda till 11 % mindre energiförbrukning år 2020 än om dessa åtgärder inte vidtas. Nya motorteknologier i trafiken är den största enskilda faktorn och svarar ensam för ca en fjärdedel av hela inbesparingen.

Beslutsfattande och styrning av energiekonomi

Det är lätt att betrakta tekniska alternativ för olika komponenter av systemet, t.ex. bättre isolering i byggnader, eller bilmotorer med lägre bränsleförbrukning. Men tekniska punktlösningar är inte tillräckliga. Energikonsumtionen måste skäras mera och detta förutsätter att också samhällets strukturer och konsumtionsmönster och vår levnadsstil måste förändras. Då måste vi förstå de beslutsprocesser och val i samhället som har lett till våra nuvarande organisationer, samhällsstrukturer och vår levnadsstil med åtföljande hög energikonsumtion.

Ekonomi styrs av människorna i två olika roller, som konsumenter i en marknadsekonomi och som medborgare. Den totala energiförbrukningen i ekonomi och samhället bestäms i sista hand av ett mycket stort antal konsumtionsbeslut som fattas av både privata konsumenter och av funktionärer och tjänstemän på den privata och offentliga sektorn.

Bakom marknadernas konsumtionsalternativ finns en lång utvecklingshistoria och stora investeringar i forskning, utveckling, produktionskapacitet och infrastruktur. Marknadssektorn svarar för produktionen, många tjänster, distribution och handel. Den politiska sektorn svarar för lagstiftning, för en stor del av undervisning, forskning, utveckling och samhällsplanering, för produktnormerna, byggnadsbestämmelserna osv.

Energiförbrukningen är ett resultat av ett samspel mellan enskilda konsumenter, företagen och den politiska sektorn. Konsumenterna väljer mellan alternativ som har utvecklats av företagen och den offentliga sektorn. I alla större frågor arbetar marknadssektorn och den politiska sektorn i nära samarbete. Många val på båda sektorerna styrs och koordineras av allmänna beteendemönster som kan kallas levnadsstilar. Dessa levnadsstilar är gemensamma uttryck för våra värden och vår kultur och de gör sig gällande både i marknadernas efterfrågan, i producenternas marknadsföring och i politiskt beslutsfattande.

Vår levnadsstil, samhällets organisationer och strukturer leder till en hög energikonsumtion. Hög materiell konsumtion marknadsförs som önskvärd både av den kommersiella och politiska sektorn. I många fall har konsumenten inte möjlighet att välja mer energieffektiva alternativ, eftersom sådana inte finns på marknaden. T.ex. förpackningsmaterial och papper tillhör de mest energikrävande produkterna, men konsumenten har ingen möjlighet att välja enklare förpackningar eller reklam endast på nätet. Både den fysiska samhällsstrukturen och samhällets organisationer har utvecklats så att personbilen är det enda praktiska alternativet i stora delar av den industrialiserade världen. Inom fastigheter har man effektiviserat uppvärmningen, men samtidigt har den uppvärmda volymen ökat betydligt dels på grund av att utnyttjandegraden har sjunkit.

Allmänna mål för energiförbrukningen

Den globala och nationella energiekonomin styrs av följande mål: (i) Maximering av den ekonomiska välfärden, alltså nyttan av konsumtionen av varor och tjänster, (ii) Minimering av energisystemets (produktions- och konsumtionssystemets) negativa påverkan på miljön och (iii) Maximering av energiförsörjningens tillförlitlighet (säkerhet) och minimering av dess risker.

Produktionen har inget egenvärde och varor och tjänster produceras endast för att uppfylla människornas privata och gemensamma konsumtionsbehov så bra som möjligt. Maximering av välfärden innebär också att produktionsresurserna (bl. a. energi) utnyttjas så effektivt som möjligt. Miljömålen är restriktiva och minimering av utsläppen av växthusgaser är det mest krävande globala miljömålet. Maximering av försörjningssäkerheten betyder på lång sikt hushållning med naturresurser och avvecklande av ekonomins beroende av fossila källor.

Det är fråga om mycket stora ekonomiska och miljömässiga värden. Medborgarna och konsumenterna har rätt att förvänta, att energi- och miljöpolitiken är rationell och genomskådlig på alla nivåer. Detta innebär att politiken baserar sig på logiskt hållbara analyser om politikens mål och dess medel att uppnå målen. Politikens medel måste också väljas så, att man får största möjliga nytta för kostnaderna.

Marknadsekonomisk styrning av energiekonomin

I marknadsekonomi fattar företagen sina beslut om användningen av resurserna så att vinsten maximeras inom ramen för lagar, avtal och de möjligheter marknaden erbjuder. I idealfall leder detta till en struktur och volym för konsumtionen som är ekonomiskt optimal med avseende på konsumenternas behov och utnyttjandet av resurserna. Men konsumtionen och produktionen är optimala endast med hänseende till de mål som har uttryckts i form av marknadskrafter och med hänseende till den rådande inkomstfördelningen. En effektiv marknadsekonomi rättar sig efter de mål för konsumtionen som bestäms av inkomstfördelningen och de mål för användningen av produktionsresurser som ägarna av dessa resurser uttrycker som marknadskrafter.

Om medborgarna tillsammans, som den gemensamma miljöns "ägare", beslutar, att växthuseffekten måste motarbetas, är det fullständigt förenligt med marknadsekonomisk effektivitet att "sätta pris på miljön" i form av en skatt på utsläppen av växthusgaser. Medborgarna kan också tillsammans agera som representanter för kommande generationer i fråga om användningen av världens begränsade fossila resurser. Detta kan ske med så höga skatter på primärproduktion av energi från fossila källor, att priset begränsar konsumtionen. Kommande generationers behov beaktas annars inte av de enskilda beslutsfattarna på marknaderna.

Effektiva marknader som styrs av miljö- eller resursskatter förverkligar en optimal lösning som beaktar miljömålen och kommande generationers behov i den mån de hade uttryckts i marknadspriser och gör detta med minsta möjliga kostnader.

Offentliga inkomster från miljö- och resursskatter gör det möjligt att i motsvarande mån sänka andra, t.ex. löneskatter, vilket har en positiv effekt på sysselsättningen. Det är förvånande, att dessa möjligheter inte i större grad har utnyttjats i sysselsättnings-, miljö- och skattepolitik. Orsakerna står att finna framför allt i det att i en global marknadsekonomi måste också miljöskatterna vara globala. Annars kan de alltid kringgås. Lokala lösningar skulle kräva miljötullar

Politisk styrning av energiekonomin

Ekonomisk lagstiftning och nationella och internationella avtal utgör grunden för utvecklad ekonomisk verksamhet och samarbete på alla nivåer. Lagar och avtal skapar den stabilitet och förutsägbarhet som krävs för all långsiktig ekonomisk verksamhet. Det har krävts mycket arbete för att skapa detta nationella och internationella regelverk och resultatet är ingalunda färdigt. Den globala ekonomin har lett till ökat välstånd i de flesta länderna och bidragit till upprätthållandet av världsfreden. Det moderna företaget, som opererar globalt och maximerar värdet av ägarnas innehav har helt praktiskt förverkligat denna utveckling. Den ekonomiska lagstiftningen har strävat efter att skapa optimala förutsättningar för företagets verksamhet. Man har strävat efter maximal, kontinuerlig materiell tillväxt och lyckats med det.

De ekonomiska framgångarna har dock blivit ett problem i form av en förestående brist på materiella resurser och hot mot miljön. Också kriserna har globaliserats. Hela världens ekonomi är beroende av de globala energimarknaderna och växthuseffekten är global redan på det fysikaliska planet.

Om hela världens ekonomi skall omgestaltas på hållbar basis måste den här utvecklingen få sitt fulla stöd också i lagstiftningen och i internationella avtal. Redan på företagsnivån kommer det att krävas legala, organisatoriska former för framgångsrikt ekonomiskt samarbete, som sparar på materiella resurser.

Val och beslut som gäller samhällets infrastruktur har mycket stor betydelse för den slutliga energianvändningen. Lokalisering av olika aktiviteter: boende, arbetsplatser och olika slag av privat och offentlig service sker inom den konkreta samhällsplaneringen. Lokaliseringen bestämmer sedan storleksordningen av transportbehovet. Planering och utveckling av trafikleder ger de alternativ som konsumenten har att välja emellan.

Genom offentliga investeringar och offentlig konsumtion fattas många val och beslut som har stor energiekonomisk betydelse. Detta gäller naturligtvis framför allt besluten om samhällets infrastruktur, men alla offentliga investeringar och all offentlig konsumtion t.ex. på fastighetssektorn har också en energiekonomisk dimension.

Egentlig energi- och miljöpolitik syftar konkret till valda mål och tillämpar följande typer av styrmedel: skatter, produktionsstöd, handel med utsläppsrätter, gröna certifikat, investeringsstöd, samhällsplaneringsbestämmelser, byggnads- och produktnormer, energimärkning av produkter, frivilliga effektiviseringsavtal, stöd för grund-, program- och projektforskning, stöd för industriell utveckling, skolning och informationsverksamhet.

När man väljer styrmedel för energipolitiska mål borde man alltid beakta kostnaderna att uppnå dessa mål för hela ekonomin. Man borde sträva efter sådana styrmedel som leder till målen med minsta möjliga kostnader. I en marknadsekonomi betyder detta, att man så långt

som möjligt utnyttjar marknadernas effektivitet i att välja medel att uppnå målen. Sådana styrmedel kallas marknadskonforma. En skatt på utsläpp av koldioxid är ett marknadskonformt styrmedel att minska utsläpp. Direkta bestämmelser på produktionen däremot ingriper i den operativa styrningen .

En annan viktig synpunkt är växelverkan mellan olika styrmedel. En modern ekonomi är ett invecklat system. Om man på olika sektorer av ekonomin tillämpar olika styrmedel, kan ekonomins interna sammanhang leda till oönskad växelverkan mellan medlen i form av negativa synergieffekter.

En tredje mycket viktig synpunkt gäller energipolitikens inverkan på inkomst- och förmögenhetsfördelningen. Det minsta kravet härvid är, att de beslutande medborgarna och politikerna vet vad de vill och förstår politikens konsekvenser. T. ex. om man inför en skatt eller miljöavgift på koldioxidutsläpp och om koleldade kraftverk utgör de marginella produktionsenheterna som bestämmer prisnivån på elektricitetsmarknaden, stiger marknadspriset på el på motsvarande sätt, helt oberoende av i vilket kraftverk el har producerats. Värdet på vattenkraft- och kärnkraftverk stiger då och värdet på hus med direkt eluppvärmning sjunker.

Möjligheter att spara energi

Här behandlas inte teknologiska möjligheter att spara energi utan hänvisas till den omfattande rapporteringen på området. Stigande energipriser sköter om, att alla praktiska och lönsamma förbättringar tas till användning. Större förändringar i energiförbrukningen måste baseras både på teknologiska innovationer och på mera djupgående förändringar i hela konsumtionen på alla viktiga sektorer. Detta förutsätter t.ex. följande:

Förbrukningen av alla energikrävande material minskas och återvinningen effektiveras. Detta gäller metaller, kemikalier, gödselmedel, plast, massa och papper, glas etc. Det är klart att man avstår från den mest onödiga konsumtionen först, det kan sedan vara förpackningar, reklam på papper eller dylikt.

På trafiksektorn går man delvis över till nya motorteknologier (el- och hybridbilar), men också trafikvolymen måste minska. Varutransporter och städernas interna trafik överförs i stor utsträckning på räls. Samhällsstrukturen utvecklas så att det rutinmässiga trafikbehovet, det dagliga pendlandet mellan hem, arbete, skola och service minskar. Rusningstoppar minskas med strukturella åtgärder och med direkt styrning. Minskad materiell konsumtion medför automatiskt minskade bulktransporter. En impopulär åtgärd, som genast leder till minskad bränsleförbrukning på vägarna är sänkning av hastigheter.

På fastighetssektorn kan man, utöver teknologiska effektiviseringsåtgärder, sänka rumstemperaturen, minska på uppvärmningen av fastigheter under den tid de inte används, öka utnyttjandegraden av fastigheter etc. Också i fråga om hushållsmaskiner, hemelektronik och energiförbrukning i servicesektorn finns det mycket sådan förbrukning om inte kommer till någon nytta.

Slutsatser: Energieffektivisering i ekonomin

Dessa slutsatser kan sammanfattas i följande punkter:

- Det krävs både effektivisering och besparing av energi.
- Energianvändningen bestäms i en balans mellan tre delvis motstridiga mål: maximering av nyttan av konsumtionen, minimering av utsläppen av växthusgaser och maximering av energisystemets tillförlitlighet. Det andra och tredje målet innebär, att vi måste minska och bryta beroendet av fossila bränslen.
- Materiell tillväxt som ett primärt mål är inte förenligt med utvecklingen mot ett hållbart samhälle.
- Styrning av ekonomin mot miljö- och tillförlitlighetsmålen kräver aktiva åtgärder och bör ske inom en marknadsekonomisk ram för att utnyttja marknadsekonomins effektivitet att uppnå målen med minsta möjliga kostnader.
- Detta betyder styrning med resurs- och miljöskatter så långt som det är möjligt. Beskattning av koldioxidutsläpp och av användningen av fossila bränslen är parallella åtgärder som styr ekonomin mot hållbara energikällor, fredligt och i tid.
- Resursskatter ger en möjlighet att sänka andra, t.ex. inkomstskatter i motsvarande grad. Detta har en positiv effekt på sysselsättningen.
- Effektiva miljö- och resursskatter är politiska beslut som förutsätter en långt gående enighet i samhället. Åtgärderna måste vidtas på hela marknadsområdet.
- Det är alltid kunden som betalar.
- Fördelningsfrågorna är centrala och måste lösas. En omställning av ekonomin medför stora förändringar i fördelningen av inkomster och förmögenhet. Marknadsekonomi tar inte ställning till fördelningsfrågor, de är och förblir politiska (gemensamma).
- Långt gående energisparande kräver också förändringar i samhällets infrastruktur.
- Miljöskatter får inte leda till utflaggning av industrin till miljöskatteparadis. Om så sker har politiken lett till ett resultat som är diametralt motsatt politikens syfte. För att hindra detta, kommer miljötullar för import till EU kanske att behövas.
- En öppen fråga: Behövs det nya organisatoriska former för hållbar utveckling? Inom nationella ekonomier och i den globala ekonomin har man strävat efter kontinuerlig tillväxt och lyckats förverkliga en sådan. Detta har lett till ökat välstånd i de flesta länderna och bidragit till världsfreden. Den ekonomiska lagstiftningen har skapat yttre förutsättningar för utvecklingen och för företagets verksamhet. Det moderna företaget har praktiskt förverkligat denna utveckling. Detta väcker frågan: Skulle det vara möjligt att genom lagstiftning och avtal skapa förutsättningar och en organisatorisk form (företagsform) för ekonomiskt samarbete, som skulle vara framgångsrik i att förverkliga en hållbar utveckling?

1 Inledning

Världens energiförbrukning fortsätter stadigt att växa. Kina, Indien och andra expanderande ekonomier svarar för största delen av denna tillväxt. Om den ekonomiska tillväxten kan fortsätta enligt sin egen dynamik kommer ekonomierna i utveckling att uppnå samma levnadsstandard och samma materiella konsumtionsnivå som den industrialiserade världen redan i dag åtnjuter.

Energiekonomin baserar sig på fossila bränslen. De fossila källornas andel av världens primärenergiproduktion är över 80%. Enbart oljan svarar för ca en tredjedel. Tillväxten av förbrukningen är så snabb, att även om andra än fossila energikällor (förnybar energi och kärnkraft) utvecklas kraftigt, stiger inte deras prognostiserade andel av primärenergin. Också tillväxten baserar sig fortfarande på fossila bränslen. Prognoser gjorda av International Energy Agency and United States Geological Survey tyder dock på att produktionen av råolja under de närmaste 30 åren knappast kan ökas i takt med den stigande efterfrågan. Detta ökar trycket på naturgas och kol. Men dessa energikällor erbjuder inte heller någon bestående – om ens en tillfällig – lösning på världsekonomens energibehov.

Den officiella energi- och miljöpolitiken i EU sätter konkreta mål för utsläppen av koldioxid, för beroendet av fossila bränslen och för energieffektivisering. Enligt EU kommissionens strategiska plan fram till år 2020 skall utsläppen minskas med minst 20%, användningen av förnybar energi skall ökas med minst 20% och den totala energiförbrukningen minskas med minst 20%. Detta ställer höga krav på energieffektivisering och utvecklandet av andra än fossila energikällor.

Det är naturligtvis möjligt, att teknologiska framsteg inom produktionssidan, på t.ex. sol- eller kärnenergiområdet kommer att lösa världens energiproblem, men än så länge har världsekonomin inte tillgång till sådana produktionslösningar i tillräckligt stor skala. Om teknologin lyckas utveckla lösningar på produktionssidan, tas dessa tacksamt emot, men man kan inte räkna med att sådana lösningar står att finna. En kraftig energieffektivisering är då den enda praktiska möjligheten att möta kommande krav.

Det är såtillvida närmast realistiskt och inte endast pessimistiskt att sammanfatta, att energiförbrukningens och oljeproduktionens nuvarande utvecklingstrender är omöjliga att upprätthålla ens på medellång (några decenniers) sikt. Naturgas, kol, kärnkraft och förnybara energikällor kan knappast erbjuda lösningar i tillräcklig omfattning. Under de kommande decennierna står hela världsekonomin inför en grundläggande omställning av energisektorn (produktionen och konsumtionen av energi). Det krävs energieffektivisering i mycket stor skala.

Effektivisering av produktions- och konsumtionsteknologierna för energi är ingenting nytt. Framgångsrikt utvecklingsarbete har pågått under hela den industriella eran och pågår fortfarande med oförminskad styrka. Men inte ens i de mest energieffektiva ekonomierna i Väst-Europa har detta lett till minskad total energiförbrukning. Den slutliga konsumtionsvolymen inom de olika sektorerna – trafik, fastigheter etc. – har ökat i samma takt som den specifika energiförbrukningen per konsumtionsenhet har minskat. Detta framgår mycket tydligt om man granskar utvecklingen av t.ex. persontrafiken och dess energiförbrukning. Den expanderande ekonomin har en tendens att motarbeta effektivisering med ökad volym.

Energiförbrukningen i ekonomin och samhället bestäms i hög grad av strukturella lösningar som inte är lätta att förändra. T.ex. stora organisationer, koncentrationen av arbetsplatser och olika slag av privat och offentlig service å ena sidan och utspärrat boende å andra sidan leder

till mycket stora transportbehov. I praktiken är privatbilar det enda alternativet. Vår levnadsstil styr på samma sätt vårt konsumtionsbeteende och energiförbrukningen.

Studierna om potentialen av energieffektivisering i ekonomin baseras vanligen på färdigt utvecklad teknologi och man utgår ifrån, att strukturerna bevaras eller förändras endast långsamt. Potentialen och kostnaderna för energieffektivisering beaktar då teknologibytet och teknologiska förbättringar inom ramen för dagens strukturer i produktionen, konsumtionen och samhället. Detta är realistiskt, och resultaten kan tillämpas i dagens energipolitik, men å andra sidan är också resultaten konservativa. Långsiktiga energi- och miljöpolitiska mål kan inte i global skala uppnås endast med dessa medel.

Mera radikala scenarier presenteras i form av teknologiska framtidsvisioner. Dessa är igen ofta baserade på mycket ambitiösa produkter eller system och representerar avancerad teknologi. Men de är svårt att förutsäga vilka lösningar och produkter som kommer att bli bestående i vår vardag. Det är också omöjligt att i stor skala experimentera med många framtidsvisioner.¹ Ekonomin är ett stort system som inte kan byta riktning ofta.

Men å andra sidan finns det betydande potential för energieffektivisering inom trafiken och fastighetssektorn, i vår förbrukning av material som kräver mycket energi i tillverkning etc. Om man verkligen är tvungen att spara på energi, måste hela ekonomin anpassas till situationen och behoven måste prioriteras.

2 Syftet med studien

Utgångspunkten för denna studie är frågan, hur ekonomin i sin helhet kan anpassas till lägre energitillförsel när det inte räcker endast med en effektivisering av energiförbrukningen inom de nuvarande produktions- och konsumtionsmönstren. För att uppnå de resultat som kommer att krävas räcker det alltså inte att man punkt för punkt ersätter dagens teknologier med nya och energisnålare alternativ och betalar kostnaderna. Också mera djupgående förändringar i konsumtionen behövs. Studien tar upp frågor, som enligt författarens uppfattning är relevanta i detta sammanhang. Av förståeliga skäl blir dessa frågor här öppna och i bästa fall tjänar studien som en kort inledning till problemfältet. Studien tar upp följande frågor:

I kapitel 3 behandlas energins konkreta roll i ekonomin och samhället. Kapitlet ger en sammanfattning av föremålet för studien: energisystemet i ekonomin, bestående av processerna för produktion, förädling, transmission och konsumtion av energi.

I följande kapitel 4 behandlas mål som styr människornas val och beslut i ekonomin och dess energisektor. Dessa fristående mål gäller den ekonomiska välfärden, energisystemets påverkan på miljön och systemets tillförlitlighet. Att spara på energi är ju inte något fristående mål för sig utan ett delmål eller ett medel som härleds från mål som gäller energisystemets miljöpåverkan och tillförlitlighet.

I kapitel 5 betraktas beslutsfattandet i energiekonomin, alltså frågan om vilka val, processer och beslut som styr produktionen och konsumtionen av energi och hur dessa beslutsprocesser är organiserade. Människorna uppträder i två grundläggande roller i ekonomiska beslut: å ena sidan som konsument på marknaden och å andra som medborgare i gemensamma politiska beslutsprocesser. I kapitel 6 behandlas den marknadsekonomiska sektorns beslutsfattande och

¹ Statsrådets framtidsredogörelse om klimat- och energipolitiken: vägen till utsläppsnålt Finland, ISBN PDF 978-952-5807-68-4, http://www.vnk.fi/julkaisukansio/2009/j28-ilmasto-selonteko-j29-klimat-framtidsredogorelse-j30-climate_/pdf/sv.pdf.

funktion ur energiekonomisk synpunkt och i de två följande kapitlen 7 och 8 behandlas politiska (gemensamma) beslut i styrningen av energiekonomin samt konkreta energipolitiska styrmedel.

Kapitel 9 innehåller en sammanfattning av studien i form av slutsatser beträffande möjligheter, förutsättningar och hinder för energieffektivisering i ekonomin.

3 Energisystemet i ekonomin

3.1 Allmänt

Energifrågor är ständigt aktuella i politiken, ekonomin och i media. I samband med energi talas och skrivs det mycket om problem och svårigheter, och detta kan dölja det faktum att energiproduktionssystemet i ekonomin är ett relativt enkelt system. Många komponenter i systemet representerar visserligen avancerad teknologi, men på basis av en åskådlig energiflödesmodell är det lätt att förstå systemets och dess komponenters funktion. En sådan helhetsbild underlättar i väsentlig grad all diskussion om energifrågor och framför allt hjälper den oss att skilja viktiga huvudsaker från små detaljer, som nog kan vara tekniskt intressanta eller ha lokal betydelse.

3.2 Primärenergikällorna

All energi härstammar från naturen. Primärproduktion av energi innebär, att naturens ackumulerade energiförråd eller energiflöden tillvaratas av det industriella produktionssystemet. Tabell 1 visar primärenergikällorna i världen i enheter miljoner ekvivalenta ton olja (Mtoe). Viktiga energikällor är endast sex till antalet och den enda nya källan av betydelse sedan 100 år är kärnkraften.

Tabell 1. Produktion av primärenergi i världen år 2007²

Primärenergikälla	Produktion 2007 Mtoe	Produktion %
Olja	4000	33
Kol	3200	26
Gas	2600	22
Vattenkraft	300	2
Kärnkraft	700	6
Bioenergi	1400	11
Sammanlagt	12200	100

Olja, gas och kol är fossila bränslen, vilkas användning är huvudorsaken till växthuseffekten. Fossila bränslen samt vatten- och kärnkraft utgör kommersiella energikällor. Kommersiella källor utnyttjas nästan uteslutande industriellt och kommersiellt. Primärenergin ur dessa källor förädlas till energiprodukter som säljs på marknader och levereras till förbrukarna. Fossila bränslen köps och säljs på energimarknader också i primär form, inte endast som förädlade energiprodukter.

Fossila källor svarar för mer än 80 % av världens totala energibehov och för över 90 % av all kommersiell energi. Under decenniet 1997-2007 steg världens konsumtion av primärenergi med ca. 25 % , kolet ökade snabbast, med 37 %.

² Statistikcentralen: Energistatistik 2008, IEA World Energy Outlook.

Tabell 2 visar konsumtionen av primärenergi i Finland år 2007. Fördelningen mellan energikällorna avviker markant från den globala.

Tabell 2. Konsumtion av primärenergi i Finland år 2007³

Primärenergikälla	Konsumtion 2007 Mtoe	Konsumtion %
Olja	8,6	23
Kol	4,6	12
Gas	3,5	9
Kärnenergi	4,8	13
Vattenkraft	3,1	8
Trä (biomassa)	7,1	19
Torv	2,4	7
Övrigt	0,7	2
Elimport	2,7	7
Sammanlagt	37,5	100

Förnybara, inhemska källor täcker nästan 30 % av energibehovet i Finland. Denna andel är tredje högsta i EU, efter Sverige och Lettland. Torv, som också är inhemsk svarar för 7 % av behovet. Kärnkraftens andel är dubbelt så stor som i världen i genomsnitt. De fossila bränslena olja, kol och gas täcker sammanlagt mindre än hälften av behovet. Importerad el är också med i tabellen som energikälla, fast den inte är någon primär energiform, utan förädlad energi vars produktion baserar sig på primära, i sista hand närmast fossila källor.

I Tabell 2 har producerad vattenkraft och kärnkraft samt importerad el omräknats till motsvarande mängd primärenergi (bränslen) på basis av en verkningsgrad av 40 % för alla tre energislag. I motsvarande transformation i Energistatistik 2008 tillämpas olika kalkylatoriska verkningsgrader för olika källor av elektrisk energi.

3.3 Processerna för förädling och transmission av energi

En mindre del av naturgasen och kolet och en betydande del av bioenergin används direkt i primär form, men största delen av all primärenergi förädlas till energiprodukter: flytande, gasformiga eller fasta bränslen, elektricitet och fjärrvärme. Förädling av energi sker i olje-refinaderier, i kraftverk för produktion av el eller både el och värme samt i värmeverk.

Transportsystem; transmissions- och distributionsnät för primära och förädlade energiformer, alltså el-, olje-, gas- och värmeledningar, olje- och gastankers och hamnar är lika viktiga delar av energisystemet som produktions-, förädlings- och konsumtionsprocesserna. I många fall är transmissionsmöjligheterna och -kostnaderna avgörande för en energikällas ekonomi.

En del av energin går förlorad i dessa förädlings- och transmissionsprocesser. Detta är dock ofrånkomligt: Transport av olja, gas eller kol kräver energi och transmission av el kan inte (i normala fall) ske utan förluster. Energin i fossila bränslen kan förvandlas till mekanisk energi och till elektricitet endast enligt fysikens lagar, vilket innebär förluster i form av värme vid låg temperatur. Teknologisk utveckling kan minska förlusterna, men inte hur långt som helst. Det finns fysikaliska, teknologiska och ekonomiska gränser för effektivisering, och de fysikaliska är oföränderliga.

³ Statistikcentralen: Energistatistik 2008.

3.4 Konsumtionsprocesserna och fördelningen av konsumtionen på olika sektorer

Bränslen och elektrisk energi förbrukas i konsumtionsprocesser som i sin tur producerar material: massa och papper, metaller, plaster, kemikalier, cement etc. och varor och tjänster: mekanisk kraft för maskiner, fordon och apparater, värme och kyla, belysning, kommunikation och datatjänster osv. Energisystemets enda syfte är att driva dessa energikrävande processer. Konsumtionen av energi innebär inte, att energin försvinner. Den återvänder till naturen i form av värme vid låg temperatur, antingen genast eller senare när metaller oxideras eller material bryts ned.

Tabell 3 visar fördelningen av konsumtionen av förädlad energi på olika sektorer i Finland år 2007. Transportsektorns förbrukning innehåller också bränsle för internationell flyg- och sjötrafik (bunkringar). Sektorn "Övrig" innehåller konsumtionen av el och bränsle i hushållen, på den privata och offentliga tjänstesektorn och inom byggnadsverksamhet, jord- och skogsbruk (men inte dessa sektors energiförbrukning för trafik och fastighetsuppvärmning).

Tabell 3. Förbrukning av förädlad energi sektorsvis i Finland år 2007⁴

Sektor	Förbrukning 2007 Mtoe	Förbrukning 2007 %
Industri	13,5	48
Transport	5,5	20
Fastighetsuppvärmning	5,7	20
Övrig	3,3	12
Sammanlagt	28,0	100

3.5 Energiförbrukningen inom de olika sektorerna

Industri

I jämförande analyser om olika industrisektors energiförbrukning stöter man igen på problemet hur olika energislag skall göras kommensurabla, t.ex. hur skogsindustrins processavfall, som används som bränsle, skall jämföras med elektricitet. I dessa kalkyler kan man tillämpa olika verkningsgrader för produktionsprocesserna, och man får då lite olika resultat. För helhetsbilden har dessa finesser dock ingen betydelse.

Tabell 4. Industrins energiförbrukning sektorsvis i Finland år 2007

Industrisektor	Förbrukning 2007 Mtoe	Förbrukning %
Massa och papper	8,0	60
Kemi	2,0	15
Metaller (tillverkning av metaller: järn och stål etc.)	1,4	10
Livsmedel, trä och metallprodukter	1,4	10
Övrig industri	0,7	5
Sammanlagt	13,5	100

Tabell 4 visar energiförbrukningen inom industrin i Finland år 2007. Totalförbrukningen är enligt tabell 3, och fördelningen mellan industrisektorerna har beräknats som vägda och avrundade medeltal på basis av fördelningarna för industrins el-, värme- och bränsle-

⁴ Statistikcentralen: Energistatistik 2008.

förbrukning enligt studien Energia Suomessa (1999). Det framgår ur tabellen hur energiförbrukningen koncentreras på några få sektorer.

Den tunga processindustrin: massa och papper, kemi och metaller svarar för 85 % av förbrukningen, de tre följande sektorerna: livsmedel, trä och metallprodukter svarar sammanlagt för 10 %, och all annan industri för 5 %. Märk väl, att talen är avrundade medeltal.

Trafik

Tabell 5 visar fördelningen av energiförbrukningen inom trafiksektorn i Finland år 2007. Förbrukningen för flyg- och sjötrafik innehåller också bränsle som tankats i Finland för internationell trafik (bunkringar). Av trafikens energiförbrukning är 99 % flytande bränslen och 1 % järnvägarnas elektricitet.

Trafikens andel av all energikonsumtion är ca en femtedel. I sista hand är trafikens andel ännu något större, eftersom industrins förbrukning innehåller sådan förbrukning som betjänar trafiken. T.ex. bilindustrin är stålindustrins största kund (globalt). Varvsindustrin är ett annat exempel. Samma kommentar gäller naturligtvis industrins och godstrafikens all energiförbrukning: det är inte industrin eller godstrafiken som konsumerar utan den slutliga kunden.

Tabell 5. Energiförbrukning inom trafiksektorn i Finland år 2007

Trafikform	Energiförbrukning 2007 Mtoe	Energiförbrukning %
Vägtrafik	4,1	74
bensin	(1,8)	(33)
diesel	(2,3)	(41)
Flygtrafik	0,7	13
Sjötrafik	0,6	11
Järnvägstrafik	0,1	2
Sammanlagt	5,5	100

Fastighetsuppvärmning och övrig konsumtion

En femtedel av konsumtionen av energi i Finland går till uppvärmning av fastigheter. Uppvärmningsbehovet är stort pga. det kalla klimatet. Å andra sidan har man i Finland redan mycket länge fäst stor uppmärksamhet vid god energiekonomi i uppvärmningen. T.ex. samproduktion av el och värme började hos oss redan på 1950-talet. Byggnadsnormerna förutsätter mycket hög energiekonomisk standard i byggnader.

Övriga sektorer svarar för en dryg tionde del (12 %) av konsumtionen. Detta innehåller förbrukning av el och bränslen (annan än för trafik och fastighetsuppvärmning) i hushållen, på den privata och offentliga tjänstesektorn och inom byggnadsverksamhet, jord- och skogsbruk.

3.6 Samhällets beroende av energi och de största konsumtionsprocesserna

Samhällets alla sektorer: industri, fastigheter, trafik, service, etc. är beroende av energi. På många sektorer utgör energikostnaderna ändå bara en liten del av värdet av produktionen eller konsumtionen. Men låga kostnader är inte ett tecken på svagt beroende, eftersom produktions- och konsumtionsprocesserna är fysikaliskt beroende av energin. Låga kostnader är ett tecken på energisektorns effektivitet.

Alla funktioner i det moderna industriella samhället förutsätter en riklig tillgång på energi i lämplig form och till förmånliga kostnader. Det finns ingen ersättning för energi.

Förbrukningen av energi koncentreras på ett fåtal "konsumtionsprocesser". I Finland svarar följande aktiviteter, eller processer för mer än två tredjedelar av all energiförbrukning:

- Tillverkning av massa och papper
- Fastighetsuppvärmning
- Vägtrafik (person- och varutransporter)
- Tillverkning av järn och stål

Största delen (93 % år 2006) av tillverkningen av massa och papper går till export. Motsvarande energiförbrukning sker då inom Finland men konsumenten är utomlands. Järn- och stålindustrin är den största enskilda sektorn inom metallindustrin, och också här är Finland nettoexportör.

De övriga sektorernas energiförbrukning uppgick till 12 % av den totala förbrukningen. Siffran innehåller sådan förbrukning som är av vital betydelse för samhället: belysning, elektriska och elektroniska apparater i hemmen och servicenäringarna samt bränsle för jordbruket etc.

Om man från den inhemska energiförbrukningen subtraherar den energi som går till tillverkning av exportprodukter och adderar importprodukters motsvarande energiförbrukning, förändras bilden något i sina detaljer. Men slutsatsen, att största delen av vår energiproduktion går till tillverkning av energikrävande material, fastighetsuppvärmning, vägtrafik och hushållens och servicenäringarnas elektricitet består.

Denna bild av energisystemet har presenterats i syfte att betona hur koncentrerat vårt energisystem är:

- Det finns bara sex globalt betydande energikällor: olja, kol, gas, vattenkraft, kärnkraft och bioenergi. Världen är till 80 % beroende av fossila bränslen.
- I Finland är förnybara källor: bioenergi och vattenkraft betydande men inte dominerande.
- Globalt ökar konsumtionen av kol snabbast av alla energikällor.
- Energiförädling betyder i praktiken el- och värmeverk och oljeraffinaderier.
- Största delen av konsumtionen av energi går till: (1) tillverkning av energikrävande material, som papper, metaller och kemikalier etc., (2) uppvärmning av fastigheter, (3) vägtrafik och (4) elektriska och elektroniska apparater i hushållen och hela samhället.
- Alla sektorer i ekonomin och samhället är fysikaliskt beroende av energi.
- Låga energikostnader är ett tecken på energiproduktionssystemets effektivitet.

Världens växande energikonsumtion kan inte i längden täckas av fossila källor. När samhällets energiförsörjning skall omgestaltas på hållbar basis, är det fråga om att transformera detta system. Nya energikällor, nya produktions- och konsumtionsteknologier och nya energisparande konsumtionsmönster skall kunna tillämpas i tillräcklig skala inom centrala delar av detta system för att vi skall kunna ersätta nuvarande system med ett nytt och hållbart.

4 Mål för produktionen och förbrukningen av energi i ekonomin

Vår konsumtion av energi innebär, att vi tar fysikaliskt (termodynamiskt) högvärdig energi från naturen, utnyttjar den i produktionssystemet för våra ändamål och låter energin återvända till naturen i fysikaliskt lågvärdig form som värme vid relativt låg temperatur. Motsvarande termodynamiska utjämningsprocesser pågår hela tiden och överallt i naturen i mycket stor skala. Skulle våra energikällor vara outsinliga och skulle inte produktions- och konsumtions-

processen ha andra, negativa biverkningar på miljön, så skulle energiförbrukningen inte förorsaka några problem eller bekymmer. Förbrukningens omfattning skulle vara en likgiltig siffra i energistatistiken. Att spara energi är således inte i och för sig något värdefullt, fristående mål, utan högst ett medel att nå något annat eftersträvansvärt i ekonomin.

Behovet att styra energiförbrukningen i samhället uppstår, eftersom samhällets alla funktioner är beroende av energi, men energiförsörjningen är inte på hållbar basis, och produktionsprocesserna påverkar miljön skadligt. Förbrukning av energi är å ena sidan mycket nyttigt och t.o.m. oundgängligt och å andra sidan skadligt och riskfullt. Vid styrningen av energiekonomin måste man beakta flera helt eller delvis motstridiga mål.

Det är också fråga om mycket stora ekonomiska och miljömässiga värden. Därför har medborgarna och konsumenterna rätt att förvänta, att energi- och miljöpolitiken är rationell och genomskådlig på alla nivåer. Detta innebär att politiken baserar sig på logiskt hållbara analyser om politikens mål och dess medel att uppnå målen. Politikens medel måste också väljas så, att önskat resultat uppnås med minsta möjliga kostnader, eller m.a.o. att man får största möjliga nytta för kostnaderna.

Den globala och nationella energiekonomin styrs av följande mål:

- Mål för konsumtionen: maximering av den ekonomiska välfärden (nyttan av konsumtionen av varor och tjänster).
- Miljömål: minimering av energisystemets (produktions- och konsumtionssystemets) negativa påverkan på miljön.
- Säkerhetsmål: maximering av energiförsörjningens tillförlitlighet, minimering av dess risker.

Maximering av nyttan av konsumtionen är målet för produktionsresultatet i form av varor och tjänster. Produktionen har inget egenvärde, varor och tjänster produceras endast för att uppfylla människornas privata och gemensamma konsumtionsbehov så bra som möjligt. Maximering av välfärden innebär också att produktionsresurserna (bl.a. energi) utnyttjas så effektivt som möjligt.

Miljömålen är restriktiva till sin natur. P.g.a. att ekonomin baserar sig på fossila bränslen är minimering av utsläppen av växthusgaser det mest krävande globala miljömålet. Andra gäller minimering av alla skadliga utsläpp i miljön och över huvud taget all skadlig inverkan på naturen.

Mål som gäller energiförsörjningens säkerhet har också många dimensioner. Det mest centrala målet är maximering av försörjningssäkerheten. På kort sikt innebär målet diversifiering av försörjningen, val av tillförlitliga energikällor och beredskapslagring av energi. På lång sikt betyder det hushållning med naturresurser och avvecklande av ekonomins beroende av fossila källor.

Säkerhet innebär också att man minimerar risker som är förknippade med energiförsörjningen. Det finns risker som är av sådan natur, att vi kan gardera oss mot dem genom en ekonomisk försäkring, som utjämnar risken och omvandlar den till en kostnad. Dessa risker kännetecknas av att även om hotbilden förverkligas, betyder detta inte en katastrof, utan en ekonomisk förlust som kan bäras gemensamt. Det finns också risker som inte kan fördelas, utjämnas eller omvandlas till en kostnad. Sådana risker kunde kallas katastrofer, och borde inte accepteras alls.

5 Beslutsfattande och styrning av energi i ekonomin och samhället

5.1 Allmänt

Kapitel 3 behandlade energisystemet i ekonomin som ett konkret fysikaliskt system. På det fysikaliska planet är det relativt lätt att förstå systemets funktion och betrakta alternativ för dess drift och utveckling. I fortsättningen studerar vi styrningen av systemet mot nya krav som ställs på systemet.

Hittills har den stigande efterfrågan kunnat tillfredsställas med ökad produktion av energi. Långsiktig planering och styrning av systemet har inneburit investeringar i ny energiproduktionskapacitet. Men världsekonomin energiproblem kan inte i längden lösas endast på produktionssidan. Vi måste identifiera konkreta alternativ med lägre energiförbrukning på konsumtionssidan. Eftersom alla sektorer i ekonomin och samhället är beroende av energi, så blir hela ekonomin föremålet för vår undersökning, med tyngdpunkt på de energiintensiva sektorerna.

Det är lätt att betrakta tekniska alternativ med bättre effektivitet för många komponenter i systemet, t.ex. bättre isolering i byggnader, eller bilmotorer med lägre bränsleförbrukning. Men sådana tekniska punktlösningar är inte tillräckliga. Energikonsumtionen måste skäras mera och detta förutsätter att också samhällets strukturer och konsumtionsmönster måste förändras. Då måste vi förstå de val och beslutsprocesser i samhället som har lett till våra nuvarande organisationer, samhällsstrukturer och levnadsstilar med åtföljande hög energikonsumtion.

Ekonomin styrs av aktiva beslut och avtal mellan människorna. Produktions- och konsumtionsprocesserna för energi följer naturligtvis naturlagarna, t.ex. termodynamiska lagar, men ekonomiska lagar och regelbundenheter har människorna skapat. Ekonomin styrs av individuella och gemensamma beslut inom ramen för lagar och avtal som också har skapats av människor i samarbete med varandra inom olika organisationer på samhällets alla nivåer – från världsekonomin till små företag. Vi utgår ifrån, att en demokratiskt styrd, väl fungerande marknadsekonomi utgör målet för organiseringen av den nationella, europeiska och globala ekonomin.

Enligt Nobelpristagaren Kenneth Arrow styrs ekonomin av människorna i två olika roller, som konsumenter i en marknadsekonomi och som medborgare. Ekonomin styrs i sista hand av konsumtionsbeslut och gemensamma politiska beslut och som individer har människorna två roller och möjligheter att påverka ekonomin, konsumentens och medborgarens.

Den totala energiförbrukningen i ekonomin och samhället bestäms i sista hand av ett mycket stort antal val och beslut på samhällets alla sektorer. Dessa konsumtionsbeslut fattas av både privata konsumenter och av funktionärer och tjänstemän på den privata och offentliga sektorn.

Vid många av dessa beslut beaktas energin endast som en liten del av totalkostnaderna. T.ex. på alla konsumtionssektorer har det varit självklart, att man kan skaffa sig elektriska maskiner och apparater utan att vara bekymrad över tillgången på energi eller energikostnaderna. Att välja ett energieffektivt alternativ har uppfattats mera som en medborgerlig dygd.

I andra fall har konsumenten inte någon möjlighet att välja mer energieffektiva alternativ, som är tekniskt färdiga men inte tillgängliga på marknaden. T.ex. förpackningsmaterial och papper tillhör de mest energikrävande produkterna, men den enskilda konsumenten har ingen möjlighet att välja mer energieffektiva alternativ i form av enklare förpackningar eller reklam endast på nätet.

I fråga om persontrafik och bilarnas energikostnader är bilden ur energiekonomisk synvinkel något motstridig. Hos oss och i hela Europa har man å ena sidan styrt bränsleförbrukningen i trafiken med skatter. Å andra sidan har både den fysiska samhällsstrukturen och organisationerna utvecklats så att boendet är mycket utspritt men arbetsplatserna och servicen är koncentrerade. Strukturen binds ihop av ett tätt vägnät. Detta har gjort personbilen till det enda praktiska alternativet i stora delar av den industrialiserade världen.

Inom uppvärmningen av fastigheter har man med byggnadsnormer och planeringsbestämmelser kraftigt styrt förbrukningen. Samtidigt har den uppvärmda volymen ökat betydligt. Boendeytan per capita har vuxit och det är allt vanligare att fritidsbostaden har värmen på också när den inte används. Den sammanlagda volymen av kontors-, affärs- och serviceutrymmen har vuxit mycket.

På alla områden är energiförbrukningen ett resultat av ett samspel mellan enskilda konsumenter samt företagen och den politiska sektorn på lokal, nationell och global nivå.

5.2 Den organisatoriska dimensionen, beslutsfattarroller och levnadsstilar

Det finns följande beslutsfattare (beslutsfattarroller) i ekonomin:

- Privata konsumenter
- Enskilda medborgare
- Beslutsfattare i företagen, företagsledning och annan personal med ansvar för företagets verksamhet och beslut
- Politiker
- Tjänstemän

En stor del av besluten inom marknadsekonomin fattas inte direkt av konsumenterna utan av professionella inom företagen och på den politiska sektorn. Konsumenterna väljer mellan alternativ som finns tillgängliga vid beslutstillfället: köper bostad eller bil; tar en arbetsplats; går, cyklar, åker buss, tåg, eller bil till arbetet etc. Dagens valmöjligheter och alla deras egenskaper, också deras energiekonomi har utvecklats av företagen och den offentliga sektorn.

På motsvarande sätt fattas största delen av politiska beslut inte direkt av medborgarna utan av folkvalda politiker och av tjänstemän. Direkta folkomröstningar är sällsynta. Och en betydande del av den slutliga konsumtionen (inom sektorerna undervisning, vetenskap, konst, sjuk-, hälso- och socialvård, försvaret etc.) bestäms av gemensamma beslut inom politiska planerings- och budgeteringsprocesser.

Bakom marknadernas konsumtionsalternativ finns en lång utvecklingshistoria, stora investeringar i forskning och utveckling, produktionskapacitet och infrastruktur. Marknadssektorn svarar för produktionskapaciteten, produktionen och produkterna, för många tjänster, för distribution, handel och deras organisation etc. Den politiska sektorn svarar för lagstiftning och för upprätthållandet av rättsstaten inom vilken marknadsekonomin fungerar, för en stor del av undervisning, forskning, utveckling och samhällsplanering, för produktnormerna, byggnadsbestämmelserna osv.

I alla större frågor inom samhället arbetar marknadssektorn och den politiska sektorn i nära samarbete. Många val på båda sektorerna styrs och koordineras av allmänna beteendemönster som kan kallas levnadsstilar. Dessa levnadsstilar är gemensamma uttryck för våra värden och vår kultur och de gör sig gällande både i marknadernas efterfrågan, i producenternas marknadsföring och i politiskt beslutsfattande.

Energikonsumtionen bestäms av många koordinerade och successiva val och beslut av många olika beslutsfattare i samhället. Vår levnadsstil, samhällets organisationer och strukturer leder till en hög energikonsumtion. Hög materiell konsumtion marknadsförs som önskvärd både av den kommersiella och politiska sektorn. Industrin utvecklar hela tiden nya produkter och tjänster som också oftast förbrukar energi. Samtidigt utvecklar industrin och samhället också energisnålare processer och produkter, som konsumenterna gärna väljer. Den slutliga konsumtionen är ett resultat av alla dessa beslutsprocesser med många deltagare.

5.3 Tidsdimensionen

Tidsperspektivet för energiekonomiska planerings- och beslutsprocesser är tiotals år. Centrala komponenter av energisystemet som kraftverk, elnät, trafikleder och fastigheter kräver stora investeringar och har mycket lång livslängd. Detta betyder också att många beslut som påverkar den slutliga konsumtionen av energi och dess kostnader har fattas av professionella inom företagen eller på den offentliga sektorn långt före den aktuella konsumtionstidpunkten.

6 Marknadernas beslut i energiekonomin

I en marknadsekonomi styrs och koordineras konsumenternas och producenternas beslut av marknadspriser så att utbud och efterfrågan kommer i balans på alla produktmarknader. Konsumenterna väljer mellan alternativ och fattar sina konsumtionsbeslut enligt sina individuella preferenser inom ramen för sina disponibla medel.

Produktionsföretag i en marknadsekonomi styrs av utbudet, efterfrågan och priserna på marknaderna, av lagar och avtal och av avkastningskrav. Beslut som tas av företagets beslutsfattare styrs såtillvida av marknadskrafterna, politiska beslut och ägarnas förväntningar. Företagen fattar sina beslut om användningen av resurserna så att vinsten maximeras inom ramen för lagar, avtal och de möjligheter som marknaden erbjuder.

I idealfall leder marknadsekonomisk styrning och koordinering till en struktur och volym för konsumtionen och produktionen som är ekonomiskt effektiv (optimal med avseende på konsumenternas preferenser och utnyttjandet av resurserna). I detta fall sägs marknaderna vara effektiva. Det finns ett antal förutsättningar vilka måste vara uppfyllda för att marknaderna skulle kunna förverkliga en effektiv konsumtions- och produktionslösning. Dessa förutsättningar gäller konkurrensen, tillträdet till marknaderna, möjligheterna för enskilda aktörer att påverka priserna, tillgången till information, preferensstrukturen etc.

Men även om marknaderna är effektiva, är den konsumtion och produktion som marknaderna leder till optimal endast med hänseende till de mål som har uttryckts i form av marknadskrafter och med hänseende till den inkomstfördelning som råder. När dessa ändras, ändras också den optimala produktionen och konsumtionen. Med andra ord, en effektiv marknadsekonomi rättar sig efter de mål för konsumtionen som bestäms av inkomstfördelningen och de mål för användningen av primärresurser som ägarna av dessa resurser uttrycker som marknadskrafter.

Om medborgarna tillsammans, som den gemensamma miljöns "ägare", beslutar, att växthus-effekten utgör ett hot som måste motarbetas, är det fullständigt förenligt med marknadsekonomisk effektivitet att "sätta pris på miljön" i form av skatt på utsläppen av växthusgaser eller genom att skapa ett system med handel av utsläppsrätter.

På samma sätt kan medborgarna tillsammans agera också som representanter för kommande generationer i fråga om användningen av världens begränsade fossila resurser. Detta kan ske med så höga skatter på primärproduktion av energi från fossila källor, att priset verkligen begränsar konsumtionen. Kommande generationers behov beaktas annars inte av de enskilda beslutsfattarna på marknaderna.

Om medborgarna sätter pris på miljön och på användningen av ändliga fossila energiresurser, förverkligar effektiva marknader en optimal lösning som beaktar miljömålen och kommande generationers behov i den mån de hade uttryckts i marknadspriser. Effektiva marknader gör detta med minsta möjliga kostnader.

Offentliga inkomster från miljö- och resursskatter gör det möjligt att i motsvarande mån sänka andra, t.ex. löneskatter, vilket har en positiv effekt på sysselsättningen. Det är förvånande, att dessa möjligheter inte i större grad har utnyttjats i sysselsättnings-, miljö- och skattepolitik. Orsakerna står att finna i den konservatism som präglar politiskt beslutsfattande, i enskilda sektoriella intressen och framför allt i det att i en global marknadsekonomi måste också miljöskatterna vara globala. Annars kan de alltid kringgås genom att flytta produktionen till länder utan miljöskatter. Lokala lösningar skulle kräva miljötullar.

7 Politiska (gemensamma) beslut i styrningen av energiekonomi

7.1 Ekonomisk lagstiftning, nationella och internationella avtal

Ekonomisk lagstiftning och nationella och internationella avtal utgör grunden för utvecklad ekonomisk verksamhet och samarbete på alla nivåer. Inom EU sker den centrala ekonomiska lagstiftningen på unionens nivå. Företagen och konsumenterna är aktörer på de lokala, nationella och globala marknaderna. Globalt opererande företag har konkret stått i spetsen för utvecklingen till dagens globala ekonomi. Utvecklingen har baserat sig på och främjats av ekonomisk lagstiftning och bindande internationella och nationella avtal. Lagar och avtal utgör den omgivning och skapar den stabilitet och förutsägbarhet som krävs för all långsiktig ekonomisk verksamhet.

Här är det omöjligt att behandla de legala grundvalarna för den moderna världsekonomin. Vi konstaterar endast att det är fråga om olika sidor av samma sak. Produktionen och marknadsföringen är organiserade inom företagsvärlden och lagstiftningen garanterar förutsättningarna för företagets funktion.

Det har tagit lång tid och mycket arbete att skapa detta nationella och internationella regelverk och resultatet är ingalunda färdigt. Den globala ekonomin har lett till ökat välstånd i de flesta länderna och bidragit till upprätthållandet av världsfreden. Det moderna företaget, som opererar globalt och maximerar värdet av ägarnas innehav har helt praktiskt förverkligat denna utveckling. De nationella och lokala ekonomierna har integrerats i utvecklingen. Den ekonomiska lagstiftningen har strävat efter att skapa optimala förutsättningar för företagets verksamhet. Inom de nationella ekonomierna och i den globala ekonomin har man strävat efter maximal, kontinuerlig materiell tillväxt och lyckats med det.

Men de ekonomiska framgångarna, den enormt höjda levnadsstandarderna i alla länder som har deltagit i utvecklingen har blivit ett problem i form av en förestående brist på materiella resurser och hot mot miljön. Också kriserna har globaliserats. Hela världens ekonomi är beroende av de globala energimarknaderna och växthuseffekten är global redan på det fysikaliska planet.

Om hela världens ekonomi skall omgestaltas på hållbar basis måste den här utvecklingen få sitt fulla stöd också i lagstiftningen och i internationella avtal. Redan på företagsnivån kommer det att krävas legala, organisatoriska former för framgångsrikt ekonomiskt samarbete, som sparar på materiella resurser.

7.2 Utveckling av samhällets infrastruktur

Val och beslut som gäller samhällets infrastruktur och dess utveckling på alla nivåer från den lokala till den globala har mycket stor betydelse för den slutliga energianvändningen. Lokalisering av olika aktiviteter: boende, arbetsplatser och olika slag av privat och offentlig service sker inom den konkreta samhällsplaneringen. Lokaliseringen bestämmer sedan storleksordningen av transportbehovet. Planering och utveckling av trafikleder ger de alternativ som konsumenten har att välja emellan.

Globalisering av marknaderna har skapat sin egen infrastruktur för information, person- och varutransporter och lett till en kraftig tillväxt i internationella transporter.

7.3 Offentliga investeringar och offentlig konsumtion

Genom offentliga investeringar och offentlig konsumtion fattas många val och beslut som har stor energiekonomisk betydelse. Detta gäller naturligtvis framför allt besluten om samhällets infrastruktur, men alla offentliga investeringar och all offentlig konsumtion t.ex. på fastighetssektorn har också en energiekonomisk dimension. I offentliga investeringar har man också en möjlighet att med gemensamma medel utveckla och demonstrera nya energiteknologiska lösningar.

7.4 Egentlig energi- och miljöpolitik (konkreta styrmedel)

Egentlig energi- och miljöpolitik syftar konkret till valda mål på dessa områden och är bara en, visserligen central del av den politiska styrningen av energiekonomin. Om den allmänna politiken och energi- och miljöpolitiken stöder varandra kan man vänta sig att uppnå betydande och varaktiga resultat. Energi- och miljöpolitik, som inte får stöd av allmän ekonomisk politik och förändringar i levnadsstilar har naturligtvis en mera begränsad inverkan. Konkreta energi- och miljöpolitiska styrmedel betraktas i följande kapitel.

8 Konkreta energipolitiska styrmedel

I Finland och i många andra högt utvecklade länder har man redan länge fört en aktiv energipolitik. Motiven har varit ekonomiska och politiska, man har velat begränsa beroendet av importerad energi. Det har utvecklats en bred arsenal av energipolitiska styrmedel, dels allmänna som påverkar hela förbrukningen av ett visst energislag, bränsleskatter t.ex. och dels mycket specifika, som bestämmelser för ventilationsteknik på byggnader.

När man väljer styrmedel för energipolitiska mål borde man alltid beakta kostnaderna av att uppnå dessa mål för hela ekonomin. Man borde sträva efter sådana styrmedel som leder till målen med minsta möjliga kostnader. I en marknadsekonomi betyder detta, att man så långt som möjligt utnyttjar marknadernas effektivitet i att välja medel att uppnå målen. Sådana styrmedel kallas marknadskonforma. En skatt på utsläpp av koldioxid är ett marknadskonformt styrmedel att minska utsläpp. Direkta bestämmelser på produktionen däremot ingriper i den operativa styrningen.

En annan viktig synpunkt är växelverkan mellan olika styrmedel. En modern ekonomi är ett invecklat system. Om man på olika sektorer av ekonomin tillämpar olika styrmedel, kan ekonomins interna sammanhang leda till oönskad växelverkan mellan medlen i form av negativa synergieffekter.

En tredje mycket viktig synpunkt gäller energipolitikens inverkan på inkomst- och förmögenhetsfördelningen. Det minsta kravet härvid är, att de beslutande medborgarna och politikerna vet vad de vill och förstår politikens konsekvenser. T. ex. om man inför en skatt eller miljöavgift på koldioxidutsläpp och om koleldade kraftverk utgör de marginella produktionsenheterna som bestämmer prisnivån på elektricitetsmarknaden, stiger marknadspriset på el på motsvarande sätt, helt oberoende av i vilket kraftverk el har producerats. Värdet på vattenkraft- och kärnkraftverk stiger då och värdet på hus med direkt eluppvärmning sjunker.

Följande tabell 6 ger en förteckning av energipolitiska styrmedel som tillämpas i dag i Finland eller inom EU.

Tabell 6. Energipolitiska styrmedel

<p>A. Beskattning av konsumtionen, finansiellt stöd för produktionen o.d. Produktskatter och -avgifter, bränsle-, el- och bilskatter t.ex. Produktionsstöd, skatteavdrag, stöd för produktion av bioenergi eller vindkraft t.ex. Handel med utsläppsätter Gröna certifikat, inmatningstariffer i elnät</p> <p>B. Investeringsstöd Stöd för investeringar i ny teknik, energisparande åtgärder, byggnadssaneringar etc.</p> <p>C. Tekniska bestämmelser, normer, rekommendationer och avtal Samhällsplaneringsbestämmelser Byggnadsnormer och -bestämmelser på nya byggnader och saneringar Produktnormer och bestämmelser för bilar, hushållsmaskiner etc. Energimärkning av produkter Sektorierella energieffektiveringsprogram och -avtal</p> <p>D. Finansiering för forskning, utveckling, skolning och informations-spridning Grundforskning vid universitet, högskolor och forskningsinstitut Forsknings- och utvecklingsprogram (nationella och internationella), t.ex. kärnfusion Projektforskning vid universitet, forskningsinstitut och inom industrin Industrins utvecklingsprojekt, pilotanläggningar och demonstrationer av ny teknik Skolning och utveckling av planerings-, avtals- och arbetsmetoder inom byggnadssektorn och på andra sektorer Informationsverksamhet</p>
--

9 Möjligheter, förutsättningar och hinder för energieffektivering i ekonomin

9.1 Möjligheter att spara energi

Här behandlas inte teknologiska möjligheter att spara energi (energieffektivering), utan hänvisas till den omfattande litteraturen och rapporteringen på området. Vi konstaterar, att Finlands Arbets- och Näringsministeriets Energieffektivitetskommitténs betänkande (2009) tar upp 125 effektiviseringsåtgärder, vilka sammanlagt uppskattas leda till 11% mindre

energiförbrukning år 2020 än om dessa åtgärder inte vidtas. Nya motorteknologier i trafiken är den största enskilda faktorn och svarar ensam för ca en fjärdedel av hela inbesparingen.

Större förändringar i energiförbrukningen kan inte baseras endast på teknologiska innovationer inom den existerande slutliga konsumtionen av varor och tjänster, utan de kräver mera djupgående förändringar i hela konsumtionen på alla viktiga sektorer. Detta förutsätter t.ex. följande:

Förbrukningen av alla energikrävande material minskas och återvinningen effektiveras. Detta gäller metaller, kemikalier, gödselmedel, plast, massa och papper, glas etc. Det är klart att man avstår från den mest onödiga konsumtionen först, det kan sedan vara förpackningar, reklam på papper eller dylikt.

På trafiksektorn går man delvis över till nya motorteknologier (el- och hybridbilar), men också trafikvolymen måste minska. Varutransporter och städernas interna trafik överförs i stor utsträckning på räls. Samhällsstrukturen utvecklas så att det rutinemässiga trafikbehovet, det dagliga pendlandet mellan hem, arbete, skola och service minskar. Rusningstoppar minskas med strukturella åtgärder och med direkt styrning. Minskad materiell konsumtion medför automatiskt minskade bulktransporter. En impopulär åtgärd, som genast leder till minskad bränsleförbrukning på vägarna är sänkning av hastigheter.

På fastighetssektorn kan man, utöver teknologiska effektiviseringsåtgärder, sänka rumstemperaturen, minska på uppvärmningen av fastigheter under den tid de inte används, öka utnyttjandegraden av fastigheter etc. Också i fråga om hushållsmaskiner, hemelektronik och energiförbrukning i servicesektorn finns det mycket sådan förbrukning som inte kommer till någon nytta.

9.2 Slutsatser: förutsättningar och hinder för energieffektivisering i ekonomin

Det krävs både effektivisering och besparing

Målen att minska förbrukningen av energi med 20 % och utsläppen likaså med 20 % fram till år 2020 och ännu mera fram till 2050 kan inte uppnås endast med effektivisering. Målen betyder en omställning av samhällets syn på energianvändning och en omvärdering av vår nuvarande livsstil. Allt som teknologin kan ge behövs och tas tacksamt emot, men det krävs också att samhället sparar, alltså förbrukar mindre energi.

Energianvändningen bestäms i en balans mellan tre delvis motstridiga mål

Det finns tre övergripande mål för vår förbrukning av energi: Maximering av nyttan av konsumtionen av varor och tjänster, minimering av den negativa påverkan på miljön (minimering av utsläppen av växthusgaser) och för det tredje maximering av energisystemets tillförlitlighet. Det andra och tredje målet innebär, att vi måste minska och bryta beroendet av fossila bränslen pga. deras utsläpp och det att de inte erbjuder någon hållbar grund för energiförsörjningen.

Materiell tillväxt som ett primärt mål är inte förenligt med utvecklingen mot ett hållbart samhälle

Vår ekonomi är byggd på tillväxt och ekonomisk effektivitet. Ekonomisk tillväxt och effektivitet framställs ofta som värden för sig, fast de är endast medel att tillfredsställa de materiella behoven med mindre resurser och frigöra resurser för värdefullare ändamål.

Tillväxten har medfört önskad materiell välfärd, men senare har tillväxtens stabiliserande verkan i ekonomin blivit allt viktigare. Jämvikt i ekonomin baserar sig i dag på ekonomisk tillväxt. Full sysselsättning, tryggheten av pensionerna och balans på finansmarknaderna uppnås via kontinuerlig tillväxt. Ekonomin måste producera sådant som inte behövs endast för att sysselsätta resurserna. All produktion är alltså inte i och för sig nödvändig, men däremot det, att produktionen skapar arbete och delar inkomster. Det är fråga om ett inkomstfördelningsproblem.

Tillväxten har nu ifrågasatts på allvar genom insikten om koldioxid-utsläppens skadlighet och de fossila resursernas ändlighet.

Styrning av ekonomin mot miljö- och tillförlitlighetsmålen kräver aktiva åtgärder och bör ske inom en marknadsekonomisk ram för att utnyttja marknadsekonominns effektivitet att uppnå målen med minsta möjliga kostnader

Detta betyder styrning med resurs- och miljöskatter så långt som det är möjligt. Beskattning av koldioxidutsläpp och av användningen av fossila bränslen är parallella åtgärder som styr ekonomin mot hållbara energikällor, fredligt och i tid. Resursskatter ger en möjlighet att sänka andra, t.ex. inkomstskatter i motsvarande grad. Detta har en positiv effekt på sysselsättningen.

Effektiva miljö- och resursskatter är politiska beslut som förutsätter en långt gående enighet i samhället. Åtgärderna måste vidtas på hela marknadsområdet. Slutligen det är skäl att påminna att det är alltid kunden som betalar.

Fördelningsfrågorna är centrala och måste lösas

En omställning av ekonomin medför stora förändringar i fördelningen av inkomster och förmögenhet. Marknadsekonomin tar inte ställning till fördelningsfrågor, de är och förblir politiska (gemensamma).

Långt gående energisparande kräver också förändringar i samhällets infrastruktur

Det moderna samhället bygger på arbetsfördelning och specialisering, effektivitet i de olika specialiserade funktionerna och koordinering mellan dem. Detta har lett till höjd total ekonomisk effektivitet på alla områden och förutsätter mycket intim och detaljerad organisatorisk, tidsmässig och geografisk koordinering mellan enheterna och funktionerna.

Koordineringen sker inom de nuvarande abstrakta och konkreta strukturerna: samhällets organisationer (både privata och offentliga) och deras samarbetsformer, nätverken för transporter av varor, transmission av energi, kommunikation och information. Alla dessa nätverk tillsammans bildar samhällets infrastruktur.

Inom denna infrastruktur är det lätt att genomföra sådana effektiviseringsåtgärder som passar väl in i strukturen, t.ex. att införa effektivare teknologi i existerande funktioner.

Men en betydande del av energiförbrukningen bestäms av själva infrastrukturen. Strukturella förändringar är mycket svårare att genomföra. Sådana förändringar kräver t.ex. nya organisatoriska former och ny fysisk infrastruktur för trafik eller information.

Energiintensiv industri och miljöskatter

Miljö- och energipolitiken får inte leda till att produktionen flyttas till länder med mindre miljökrav. Om så sker har politiken lett till ett resultat som är diametralt motsatt politikens syfte. För att hindra detta, kommer miljötullar för import till EU kanske att behövas.

Behövs det nya organisatoriska former för hållbar utveckling?

Inom nationella ekonomier och i den globala ekonomin har man strävat efter kontinuerlig tillväxt och lyckats förverkliga en sådan. Detta har lett till ökat välstånd i de flesta länderna och bidragit till världsfreden. Den ekonomiska lagstiftningen har skapat yttre förutsättningar för utvecklingen och för företagets verksamhet. Det moderna företaget har praktiskt förverkligat denna utveckling.

De ekonomiska framgångarna och den höjda levnadsstandarden har dock blivit ett problem i form av en förestående brist på materiella resurser och hot mot miljön.

Detta väcker frågan: Skulle det vara möjligt att genom lagstiftning och avtal skapa förutsättningar och en organisatorisk form (företagsform) för ekonomiskt samarbete, som skulle vara framgångsrik i att förverkliga en hållbar utveckling?