

# Samband mellan energieffektivisering och övergripande mål

Chalmers tekniska högskola

ER 2006:25

Böcker och rapporter utgivna av Statens energimyndighet kan beställas från Energimyndighetens förlag.

Orderfax: 016-544 22 59

e-post: [forlaget@stem.se](mailto:forlaget@stem.se)

© Statens energimyndighet

Upplaga: 100 ex

ER 2006:25

ISSN 1403-1892

## Förord

Energimyndigheten har bedrivit ett projekt för att förbättra metoderna för att utvärdera styrmedel för effektivare energianvändning. Arbetet tog sin grund i en inventering av vilka övergripande mål effektivare energianvändning förväntas leda till. För att bättre förstå sambanden mellan effektivare energianvändning och de övergripande målen lät vi forskare från två olika vetenskapliga discipliner belysa sambanden.

Denna rapport är den mer naturvetenskapligt orienterade av de två rapporterna, författad av John Holmberg, Jonas Nässén och Frances Sprei, Fysisk resursteori, Institutionen för Energi och Miljö vid Chalmers tekniska högskola.

Rapporten belyser energieffektivisering som ett sätt att minska externaliteter vid tillförseln, särskilt klimatpåverkan och som ett sätt att minska elberoende drivet av kärnkraftavveckling och minskat importberoende. I rapporten förs också ett resonemang kring energieffektivisering, välfärd och rebound-effekter.

Författarna svarar själva för analyser och slutsatser.

Eskilstuna i september 2006-06-31



Zofia Lublin

Avdelningschef Systemanalysavdelningen



## **Introduktion**

Syftet med denna rapport är att belysa sambanden mellan energieffektivisering och andra energi- och miljöpolitiska mål. Texten är främst baserad på erfarenheter inom projektet ”Energy in transition”, som har finansierats av AES inom STEM, samt arbetet med Decouplingrapporten, som vi skrev på uppdrag av miljövårdsberedningen och presenterade vid världstoppmötet i Johannesburg (bifogas).

Vi behandlar tre övergripande målsättningar med energieffektiviseringar i denna rapport i var sitt kapitel: 1) minska negativa externaliteter genom energieffektivisering, främst klimatpåverkan; 2) möjliggöra kärnkraftsavveckling samtidigt som elimporten begränsas; samt 3) skapa välfärdsvinster genom att korrigera marknadsmisslyckande avseende energieffektivisering. Här diskuteras även vilken återverkan energieffektivisering i sin tur kan få på energianvändningen genom så kallade rebound-effekter.

I bilagan återfinns den presentation som vi höll den 19 maj i Energimyndighetens lokaler i Eskilstuna.



## Innehåll

<b>1</b>	<b>Minskade externaliteter vid tillförsel</b>	<b>9</b>
1.1	Koldioxidutsläpp och klimatfrågan .....	9
1.2	Sveriges och EU:s klimatmål.....	11
1.3	Långsiktiga mål .....	12
<b>2</b>	<b>Minskat elberoende drivet av kärnkraftavveckling och minskat importberoende</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Energieffektivisering, välfärd och rebound-effekter</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Sammanfattande slutsatser</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Referenser</b>	<b>22</b>





# 1 Minskade externaliteter vid tillförsel

Att försöka begränsa behovet av energitillförsel kan motiveras av att all form av energitillförsel har någon form av negativ externalitet. Mindre energi per efterfrågad energitjänst kan därmed motverka skadorna som härrör från tillförselsidan. Koldioxidutsläpp, från fossila bränslen, är troligen den allvarligaste och mest svårlösta miljöexternaliteten och därför är det den som vi har valt att fokusera på. Detta är även ett av Sveriges miljö kvalitetsmål. Men ett antal andra utsläpp och övrig miljöpåverkan, kopplade till Sveriges övriga 14 miljö kvalitetsmål bör också nämnas.

Förbränning av fossila bränslen ger även upphov till andra utsläpp så som  $SO_x$ ,  $NO_x$  och partiklar. Energieffektivisering kan användas som medel för att minska dessa utsläpp, t ex fann Shah et al (2001) att en satsning på energieffektivitet var det mest kostnadseffektiva styrmedlet för kontroll av svavelutsläpp i Kina.

Men även icke-fossila bränslen har negativa externaliteter. När det gäller kärnkraft medför brytningen av uran och förvaring av kärnbränslen en viss miljöpåverkan. Ur ett globalt perspektiv finns det också säkerhetsaspekter kopplade till kärnvapenspridning. Storskalig vattenkraft tar upp ytor, förstör naturliga vattenmiljöer och fiskedrag. Biobränslen tar stora ytor i anspråk och om odlingen baseras på monokultur kan det ha en negativ inverkan på biodiversiteten. Vid förbränningen kan det också förekomma utsläpp av partiklar och  $NO_x$ . Andra förnybara energikällor så som sol och vind kräver ytor och kan uppfattas som estetiskt störande, samt har miljöpåverkan vid tillverkningen och drift.

Det finns också exempel av ökande externaliteter för energieffektiviseringsåtgärder, t ex kvicksilver i lågenergilampor, men dessa kan räknas som undantag i det stora spektret av åtgärder som finns att göra.

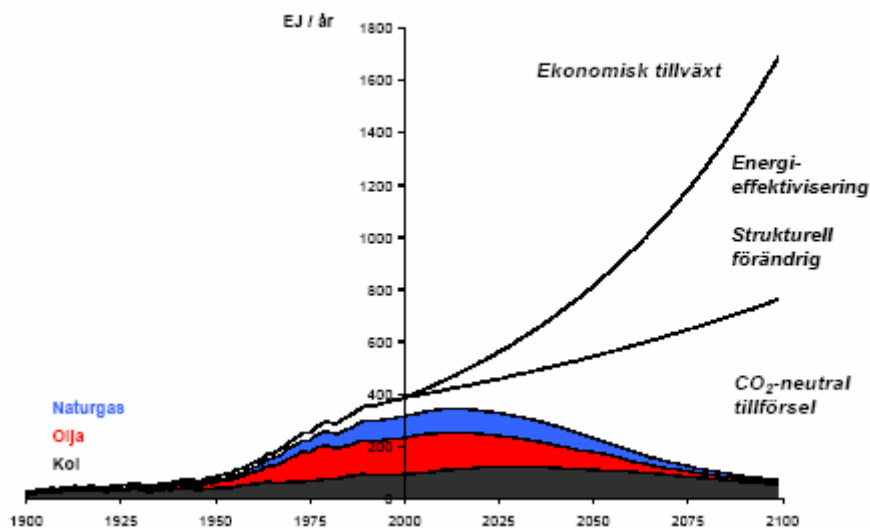
## 1.1 Koldioxidutsläpp och klimatfrågan

Scenarier för utsläpp av koldioxid kan beskrivas genom förändringar av en serie faktorer eller drivkrafter. Ekvationen nedan beskriver  $CO_2$  –utsläpp genom samverkan av 5 olika faktorer. De är en förlängning av den ofta refererade Kaya-identiteten (Kaya, 1990).

$$CO_2 = \frac{CO_2}{Energy} \cdot \frac{Energy}{Energy\ services} \cdot \frac{Energy\ services}{GDP} \cdot \frac{GDP}{cap} \cdot Population$$

*Abatement measures* ↑      ↑      ↑      *Economic growth*  
 Fuel substitution      Energy efficiency      Structural change

Om man antar att BNP ökar med 2 % per capita och år så skulle detta innebära en ökning med en faktor 7 av den globala ekonomin över 100 år och om man dessutom räknar med en befolkningstillväxt så ökar den ekonomiska tillväxten till en faktor omkring 10. Givet begränsningarna av koldioxidutsläpp som krävs för att hantera klimatfrågan så betyder det att de första tre faktorerna i ekvationen kommer ha en betydande roll för att minska utsläppen. I den allmänna diskussionen kring styrmedel för klimatfrågan brukar mycket utrymme ges till förändringar i tillförselsidan (första faktorn), detta trots att energieffektivisering i ett antal scenarier spelar en betydande roll. I t ex IIASA-WEC ”ekologiskt drivna” scenarier så förutsätts energiintensiteten (energi/BNP) minskas med 1,4% per år de kommande 50 åren (Nakicenovic et al, 1998). Figur 1 visar en schematisk bild på hur fördelningen mellan olika åtgärder kan se ut. I figuren är den besparade energimängden genom effektivisering av samma storleksordning som den framtida tillförseln.



**Figur 1.** Schematisk bild av ett framtida energiscenario.

En sammanställning från International Energy Agency visar att, under de senaste 30 åren, har största delen av reduktionen av energi/BNP åstadkommit genom minskade intensiteter hos slutanvändaren, t ex minskad energianvändning per kvadratmeter i byggnader och energi per person-km i transportsektorn. Men i de

industrialiserade länderna har minskningen i det viktade medelvärdet av energiintensiteten vid slutanvändningen per sektor avstannat från 2,5% per år mellan 1973 och 1982, till 1,5 % mellan 1982 och 1990 och 0,7% per år mellan 1990 och 1998 (OECD/IEA, 2004). Vi har kunnat konstatera i en av våra studier att en liknande stagnering har skett i den svenska bostadssektorn, då energianvändningen per kvadratmeter för uppvärmning har varit i stort sett konstant sedan mitten av 80-talet (Nässén och Holmberg, 2005).

## 1.2 Sveriges och EU:s klimatmål

Sverige har som mål att, i enlighet med klimatkonventionen, stabilisera halten växthusgaser i atmosfären till en nivå där den mänskliga påverkan på klimatet inte är farlig. Kvantitativt har man valt en halt på 550 ppm CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (450 ppm om man räknar enbart med CO<sub>2</sub>-utsläpp) eller en temperaturökning som inte överstiger 2°C. Själva miljö kvalitetsmålet ”begränsad klimatpåverkan” har delats upp i kortsiktiga och långsiktiga mål.

Det långsiktiga klimatmålet utgår ifrån ett globalt rättviseperspektiv med en jämn fördelning av utsläppen mellan jordens invånare. Målet är därför att utsläppen per svensk invånare och år ska ligga på en nivå under 4,5 ton till år 2050. I den senaste rapporten till klimatkonventionen låg riksgenomsnittet för 2003 på 7,9 ton koldioxid ekvivalenter per invånare och år. På kortsikt ska utsläppen av växthusgaser, som ett medelvärde för år 2008-2012 vara minst fyra procent lägre än utsläppen år 1990.

Vilken roll spelar energieffektivisering för att kunna uppnå dessa mål? Om man bara tar hänsyn till Sveriges kortsiktiga klimatmål, och räknar med enbart en svensk elmix så har t ex energieffektivisering i bostäder inte en stor inverkan eftersom CO<sub>2</sub>-utsläppen inom bostadssektorn är låga: för uppvärmning 4,7 Mton/år för småhus och 3,4 Mton/år för flerbostadshus (Nässén och Holmberg, 2005). Dessa siffror bör jämföras med Sveriges totala utsläpp på ca 56 Mton/år (Naturvårdsverket).

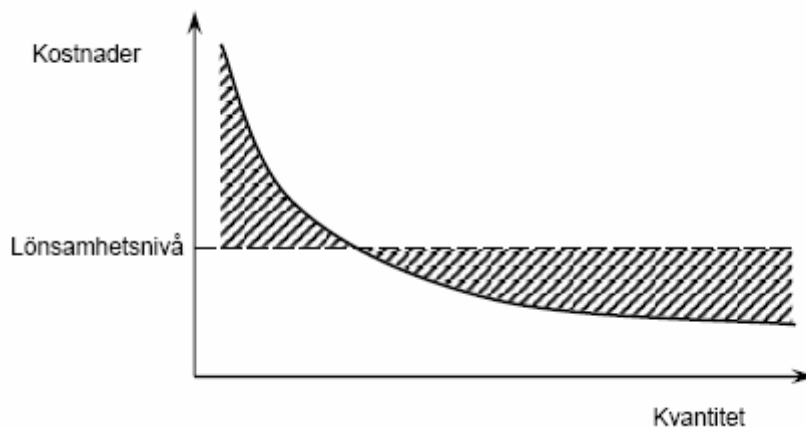
Effektiviseringar av elanvändningen blir också svåra att motivera om man räknar med den svenska elmixen som är mer eller mindre koldioxidneutral (enbart ca 6% av elproduktion kommer från fossilförbränning (Energiläget 2004)). Däremot finns det stora vinster att hämta i den svenska bilflottan. Utsläppen av koldioxid har legat kring 198g/km mellan 2000-2002. Denna siffra ska jämföras med snittet i Europa som ligger på 164g/km och 120g/km som är målet av den frivilliga överenskommelsen mellan bilindustrin och EU Kommissionen (Kågesson, 2005). Det är naturligtvis ett snävt perspektiv att bara räkna med den svenska elproduktionen eftersom det idag finns en nordisk elmarknad. Andelen fossilförbränning i den nordiska elmixen kan uppskattas till 18% (IEA, 2002). Ett annat relevant perspektiv av att hantera förändringar i efterfrågan på el är att se vilken produktion som finns på marginalen. I den nordiska elmarknaden är det kolkraftverk som står för marginaleden, med emissionsfaktor på 340 kton

CO<sub>2</sub>/TWh (IPCC,1996). Ur detta perspektiv har effektiviseringar i elsektorn en stor betydelse för klimatfrågan.

Sverige verkar inte ensam utan också inom ramen för EU:s åtagande. EU har en egen s.k. bubbla inom Kyoto-protokollet och har där åtagit sig att sammanlagt minska utsläppen med 8 % jämfört med 1990-års nivå. Sverige har enligt fördelningen av dessa utsläpp rätt att öka sina utsläpp med 4 %. Ett handelsystem har införts som ett medel för att kunna nå dessa mål. Ur ett europeiskt perspektiv och om man räknar med marginalel kan besparingar på elanvändningen leda till minskade utsläpp eftersom kolkraftverk används på marginalen. Dessa minskade utsläpp kommer dock inte leda till någon nettoeffekt eftersom el ingår i den handlande sektorn och taket för CO<sub>2</sub>-utsläpp är satt. Samtidigt finns det inom EU ambitioner på längre sikt, till 2020 strävar man mot en minskning mellan 15-30% jämfört med 1990 års nivå för alla utvecklade länder.

### 1.3 Långsiktiga mål

Arbetet kring klimatförändringar kan inte bara ses i förhållande till de kortsiktiga politiska målen utan som en längre process där man idag agerar mot de långsiktiga målen. För att kunna nå dessa räcker det inte med marginella åtgärder utan större omställningar krävs där man tar hänsyn till dynamiska aspekter så som lärprocesser både för teknikutveckling och för teknikspridning, samt förändringar i systemet för att undvika suboptimala inlåsningar. Potentialer för energibesparingar, genom effektivisering är stora. På ETH i Schweiz har man undersökt möjligheten att vid 2050 ha ett samhälle med ett energi behov av 2000 W per capita. Den största besparingspotentialen fann man i bostadssektorn med en potentiell minskning av energibehovet med 70% och därefter besparingspotentialer kring 50% i transportsektorn (Eberhard 2004). Utmaningen ligger i utvecklingen och spridningen av de teknologier eller strukturförändringar som är nödvändiga för att kunna fånga dessa besparingar. Information och skapandet av kunskap kring möjliga åtgärder, genom lärprocesser, är viktiga steg på vägen. Lärprocesser är till stor utsträckning beroende av feed-back mekanismer för att kunna utnyttja erfarenheter. Lärkurvan (se figur 2) kan användas för att illustrera lärprocessen i ekonomiska termer, eftersom den beskriver hur kostnader sjunker genom att kumulativa erfarenheter ökar över tiden och med ökande kvantiteter. Detta betyder att investeringar i lärande idag kan resultera i socioekonomiska vinster i framtiden. Ett problem i processen är att den information som skapas av spridning av nya teknologier inte har någon klar ägandeform, dvs. den har vad ekonomer kallar ”public good” karaktär. Detta innebär att när en aktör investerar i teknikutveckling eller tar risker genom att ta till sig ny teknik skapas ett mervärde för samhället som den investerande aktören inte kan tillgodoräkna sig. Teknikspridning och teknikutveckling, t ex hitta nya vägar för energieffektivisering, blir allas angelägenhet och ingens ansvar.



**Figure 2.** Lärkurvan. Det skuggade området över lönsamhetsnivån illustrera initiala merinvesteringar för att nå lönsamhet medan det under kurvan representerar framtida vinster.

Om fokus bara läggs på dagens system så finns risken att lösningar visar sig vara suboptimala när systemet förändras. Historiska exempel är satsningar på kol för ersättning av olja, samt användningen av el för direktvärmning av småhus. Idag görs satsningar inom biobränsle området, där ibland biobränsle hanteras som en väldigt stor resurs, men i ett globalt perspektiv med en kraftig expansion av biobränslen så är dess mängd begränsad (Berndes et al, 2003). Energieffektivisering inom bebyggelsen kan till exempel innebära bättre förutsättningar för att ersätta oljan med biobränslen i transportsektorn.



## **2 Minskat elberoende drivet av kärnkraftavveckling och minskat importberoende**

För att klara målsättningen att avveckla kärnkraften samtidigt som importberoendet begränsas måste ny inhemsk förnybar energitillförsel kompletteras med en stark satsning på energieffektivisering. Denna målsättning får något annorlunda konsekvenser än miljö kvalitetsmålet avseende klimatpåverkan. Det senare målet riktar, som tidigare beskrivits, in sig på energianvändning som genererar växthusgaser, medan det tidigare främst riktar in sig på elberoendet. Även om energieffektivisering generellt sätt gynnar båda målsättningarna så finns det risker för målkonflikt. Det är därför viktigt att förstå vilka systemeffekter energieffektivitetsåtgärder på användarsidan leder till på tillförselsidan. Johansson et al (2005) visar att den ökande trenden av energieffektiva värmepumpar motverkar målet att minska elberoendet. De pekar på behovet att etablera policys som integrerar tillförsel och användarsidan, så att målsättningar avseende tillförselsidan kopplas till bedömningar av besparingar på användarsidan. Denna koppling gäller både avseende önskvärd målsättning och tidsperioden som krävs för att nå denna. För att bedöma tidsperioden krävs en analys av ersättningstakten av kapital, då detta är en begränsande faktor för omställningen av energisystemet. Det bör dock slås fast att ett minskat elberoende bör betraktas som ett medel snarare än ett mål i sig. El, som energiform, har många fördelar och är många gånger att föredra framför andra energibärare. Det är främst kärnkraftavvecklingen och minskat importberoende som motiverar minskat elberoende.





### 3 Energieffektivisering, välfärd och rebound-effekter

I detta kapitel diskuteras på vilket sätt energieffektivisering kopplar till ekonomisk välfärd, samt vilken återverkan detta i sin tur kan få på energianvändningen genom så kallade rebound-effekter. En perfekt fungerande marknad, där alla miljö-externaliteter internaliserats genom ekonomiska styrmedel, bör medföra att lönsamma energieffektiviseringsåtgärder genomförs av marknaden. Ytterligare ingrepp i en sådan marknad bör endast medföra välfärdskostnader. Om det däremot föreligger andra marknadsmislyckanden utöver miljö-externaliteterna (t ex asymmetrisk information<sup>1</sup> och split incentives<sup>2</sup>), eller transaktionskostnaderna<sup>3</sup> är höga på marknaden kan outnyttjade åtgärder med god lönsamhet återfinnas. Den relativa betydelsen av transaktionskostnader är särskilt stor om energikostnaderna utgör en liten del av de totala kostnaderna. Potentialstudier har ofta pekat på stora outnyttjade ekonomiska potentialer för energieffektivisering, inte minst inom bebyggelsen (t ex BFR, 1996).

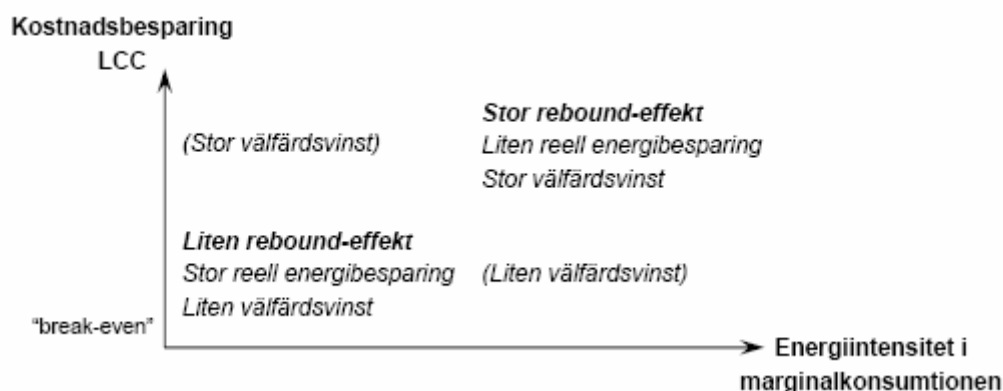
Genom information eller direkt reglering har staten en möjlighet att korrigera för marknadsmislyckanden och lösa upp transaktionskostnader. Lyckas man med detta skapas en välfärdsförbättring som i sin tur kan resultera i rebound-effekter. Reboundeffekten beror dels på att en energieffektivisering medför minskad kostnad per energitjänst och dels på att kostnadsbesparingar medför en ökad realinkomst som kan användas till ny konsumtion och därigenom ökad energianvändning. Om vi återkopplar till den hypotetiskt perfekta marknaden, bör inte en investering i energieffektivisering leda till någon betydande kostnadsbesparing utan den genomförs precis när den når lönsamhet. I Figur 3 illustreras schematiskt hur välfärdseffekter och energibesparingar beror dels på kostnadsbesparingar och dels på marginalkonsumtionens energiintensitet, d v s på vad en ökad realinkomst spenderas (en sväng med motorbåten har naturligtvis högre energiintensitet än ett teaterbesök eller extra ledig tid).

---

<sup>1</sup> Asymmetrisk information uppstår till exempel då den som säljer en vara inte kan eller vill förmedla information om varan till en potentiell köpare. Det kan exempelvis vara svårt för en köpare att avgöra energieffektiviteten i ett hus samtidigt som säljaren kan ha svårt att demonstrera energieffektiviteten på ett trovärdigt sätt. En sådan situation medför att marknaden för en tjänst /funktion fungerar dåligt. Ett ofta citerat exempel på detta är The Lemon's Market (Akerlof, 1970).

<sup>2</sup> Split incentives innefattar situationer där en agent står för de fasta kostnaderna medan en annan agent betalar de rörliga kostnaderna. Ett sådant exempel är vitvaror i hyreslägenheter där hyresvärden inte vinner på att installera energieffektiva apparater eftersom hyresgästen betalar elkostnaderna.

<sup>3</sup> Transaktionskostnader innefattar kostnader för att genomföra marknadstransaktioner, t.ex. att söka och behandla information eller att skapa kontrakt (Ostertag, 1999)



**Figur 3.** En hög kostnadsbesparing över en investerings livscykel (energikostnadsbesparing – kapitalkostnad) medför en större rebound-effekt än om investeringen genomförs precis vid break-even. Rebound-effekten beror också på hur energiintensiv marginalkonsumtionen är, dvs på vilken typ av varor och tjänster som det insparade beloppet konsumeras.

Olika studier har försökt skatta rebound-effekternas omfattning och kommit till olika slutsatser. Haas & Schipper (1998) studerar priselasticiteten för energianvändning i bebyggelsen och visar att priselasticiteten skiljer sig avsevärt mellan stigande och fallande energipriser. För fallande energipriser är priselasticiteten nära noll vilket Haas & Schipper tolkar som att utvecklingen vid stigande energipriser dominerats av tekniska investeringar av mer irreversibel art snarare än beteendeförändringar. Detta tyder på en låg rebound-effekt kopplad till priset. Schipper & Grubb (2000) analyserar tidsserier för energiintensiteter och aktiviteter (person-km, bostadsyta osv) och finner inget stöd för några betydande reboundeffekter historiskt inom IEA-området. Laitner (2000) skattar rebound-effekterna till 2-3%, Berkhout et al (2000) till 0-15%, Bentzen (2004) till under 24%, och Haas & Biermayr (2000) till 20-30%. Grepperud & Rasmussen (2004) pekar vidare på att det är stor skillnad mellan olika sektorer, med stora rebound-effekter i vissa tillverkningsindustrier men betydligt mindre i andra sektorer som service och transporter.

Tyngdpunkten i litteraturen visar alltså på att en energieffektivisering på 1 % medför realiserade energibesparingar på mellan 0,7 och 1 %. Resultatet är dock starkt beroende på de faktorer som visas i Figur 3, samt på energitjänstens priselasticitet. Det bör poängteras att rebound-effekter i sig inte är någonting negativt, utan ett utfall av ökad välfärd. Problemet ligger i misslyckad måluppfyllelse. Om förväntningen är att energieffektivisering fullt ut leder till minskad energianvändning är det troligt att man hamnar något över målet. En annan välfärdsrelaterad fråga rör fördelningseffekter för olika styrmedel. Det framförs ibland att miljö- och energiskatter är regressiva åtgärder, d v s att de drabbar låginkomsttagare hårdare än höginkomsttagare räknat i procent (SOU, 2003:2). Huvudförklaringen till detta är att låginkomsttagare använder en större del av sin disponibla inkomst till energivaror än höginkomsttagare. Det är därför troligt att mer direkta insatser till stöd för energieffektivisering är progressiva. Noteras kan att energieffektivisering i Storbritannien till stor del motiveras med

att låginkomsttagare inte har råd att värma upp sina hus till en hälsosam nivå; så kallad ”fuel poverty” (bränslefattigdom) (Healy, 2003).



## 4 Sammanfattande slutsatser

- All energitillförsel har någon form av negativ externalitet. En minskning av energifterfrågan minskar dess inverkan. Vissa externaliteter är mätbara så som utsläpp av SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub> medan andra är svårare att mäta, som t ex, påverkan på biodiversitet, estetiska värden, etc.
- Utsläppen av CO<sub>2</sub> och dess påverkan på jordens klimat bedöms som den allvarligaste av dessa externaliteter. För att kunna nå de långsiktiga klimatmålen som Sverige och Klimatkonvention har satt upp så är satsningar på energieffektivisering av avgörande betydelse.
- För att klara målsättningen att avveckla kärnkraften samtidigt som importberoendet begränsas måste ny inhemsk förnybar energitillförsel kompletteras med en stark satsning på energieffektivisering.
- Det är viktigt att förstå vilka systemeffekter energieffektivitetsåtgärder på användarsidan leder till på tillförselsidan, då det har visat sig att vissa effektiviseringsåtgärder t ex har ökat elberoendet.
- Om incitamentsstrukturer eller transaktionskostnader medför att lönsamma energieffektiviseringsåtgärder ej blir genomförda, så har staten en möjlighet att skapa välfärdsvinster genom information eller direkt reglering. Välfärdsvinster i samband med energieffektivisering medför också reboundeffekter.
- Rebound-effekternas omfattning beror på kostnadsbesparingen i samband med åtgärden, energiintensiteten i marginalkonsumtionen samt priselasticiteten vid fallande pris på energitjänsten. Skattningar i litteraturen varierar huvudsakligen mellan 0 och 30 %.

## 5 Referenser

- Akerlof G., 1970. The market for lemons, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, No.3, 488-500.
- Bentzen J., 2004. Estimating the rebound effect in US manufacturing energy consumption, *Energy Economics*, Vol. 26, 123-134.
- Berkhout P.H.G., Muskens J.C., Velthuisen J.W., 2000. Defining the rebound effect, *Energy Policy*, Vol. 28, 425-432.
- Berndes G., Hoogwijk M., Broek van den R., 2003. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass & Bioenergy*. Vol 25, 1-28.
- BFR, 1996. *Energieeffektivisering – Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler*, Anslagsrapport A1:1996, Byggnadsförskningsrådet, Stockholm.
- Eberhard J. (ed.), 2004. *Steps towards a sustainable development – A white book for R&D of energy efficient technologies*, Novatantis, ETH, Zürich.
- Grepperud S., Rasmussen I., 2004. A general equilibrium assessment of rebound effects, *Energy Economics*, Vol. 26, 261-282.
- Haas R., Biermayr P., 2000. The rebound effect for space heating – empirical evidence from Austria, *Energy Policy*, Vol. 28, 403-410.
- Haas R., Schipper L., 1998. Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements, *Energy Economics*, Vol. 20, Iss. 4, 421-442.
- Healy J.D., 2003. Housing conditions, energy efficiency, affordability and satisfaction with housing: A Pan-European analysis, *Housing Studies* Vol. 18, No 3, 409-424. IEA energy statistics 2002, [www.iea.org](http://www.iea.org) 2005-05-31.
- IPCC, 1996. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual (Volume3)*. Tillgänglig från [www.ipcc-nggip.iges.or.jp](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp)
- Johansson, P., Nylander, A., Johnsson, F., Reducing electricity dependency and CO2 emissions from heating of the housing sector – A regional study on the replacement in capital stock, Submitted to *Energy Policy*, October 2004.
- Kaya Y., 1990. *Impact on carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios*. Paper presenterat på IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris, France.
- Kågesson P., 2005. *Reducing CO2 Emissions from New Cars. A progress report on the car industry's voluntary agreement and an assessment of potential policy instruments*. T&E – European Federation for Transport and Environment. Belgium
- Laitner J.A., 2000. Energy efficiency: rebounding to a sound analytical perspective, *Energy Policy*, Vol. 28, 471-475.
- Naturvårdsverket, 2005. *Swedish's National Inventory Report 2005- Submitted under the United Nations Convention Framework on Climate Change*
- Nakicenović N., Grübler A., McDonald A., eds., 1998. *Global Energy Perspectives*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Nässén J., Holmberg J., 2005. Energy efficiency – a forgotten goal in the Swedish

building sector? *Energy Policy*, Vol 3, Issue 8, 1037-1051.

OECD/IEA, 2004. *Oil crises & climate challenges: 30 years of energy use in IEA countries*, Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, Paris.

Ostertag K., 1999. *Transaction costs of raising efficiency*, Working paper presented at The IEA international workshop on technologies to reduce greenhouse gas emissions: Engineering-economic analyses of conserved energy and carbon, 5-7 May 1999, Washington D.C.

Schipper L., Grubb M., 2000. On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries, *Energy Policy*, Vol. 28, 367-388.

Shah J.J., Nagpal T., Johnson T., Li J., Peng C., 2001. Rains-Asia model application to China - Policy implications for sulfur control, *Water air and soil pollution*, Vol. 130, Iss. 1-4, 235-240.

SOU, 2003:2. *Fördelningseffekter av miljöpolitik*, Statens offentliga utredningar (SOU), Finansdepartementet, Stockholm.

Statens Energimyndighet, 2004. *Energiläget 2004*, Eskilstuna.