

The background is a collage of images related to energy and infrastructure. It includes a multi-lane highway with traffic, a tall apartment building, a bridge over water, and industrial structures like a chimney and power lines. The collage is overlaid with semi-transparent green and blue geometric shapes.

# ENERGI- EFFEKTIVISERING

– möjligheter och hinder

Lennart Jagemar  
Bertil Pettersson

## PROJEKTET VÄGVAL ENERGI

Vi måste fatta ett antal beslut om hur vi ska klara framtidens energiförsörjning och samtidigt minska utsläppen av växthusgaser. För att nå konkreta resultat måste viktiga aktörer i samhället – näringsliv, forskare och politiker – arbeta tillsammans, med en gemensam kunskapsbas och en gemensam handlingsplan.

Vägval energi samlar deltagare från näringsliv, akademi och politik i fyra arbetsgrupper. Målet är att ta fram strategier för Sveriges energisystem, som ska fungera som beslutsunderlag till politiker inom energiområdet.

Den här rapporten ingår i en serie studier som publiceras under hösten 2008 och våren 2009. Vägval energi arrangerar dessutom seminarier och konferenser och kommer att leverera tre panelrapporter. Projektet avslutas hösten 2009 med en slutrapport.

Vägval energi drivs av Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien och stöds ekonomiskt av Energimyndigheten, Formas, Svensk Energi, Ångpanneföreningens forskningsstiftelse samt Svenskt Näringsliv.

Läs mer på projektets webbplats:  
[www.iva.se/energi](http://www.iva.se/energi)



© LENNART JAGEMAR, BERTEIL  
PETTERSSON och IVA 2009  
Projektledare TED FJÄLLMAN  
Textredigering HENRIK LUNDSTRÖM  
Grafisk formgivning och figurer AIRI ILISTE  
Omslag AIRI ILISTE /Foto Shutterstock  
Tryck GLOBALT FÖRETAGSTRYCK AB  
ISBN 978-91-7082-802-7  
IVA-M 403

## INNEHÅLL

Förord	3
Sammanfattning	4
1. Sveriges energianvändning	6
2. Politiska mål för Sveriges energianvändning	12
3. Potential för energieffektivisering	14
4. Energieffektivisering i transportsektorn	18
5. Energieffektivisering i bebyggelsen	22
6. Energieffektivisering i industrin	26
7. Energieffektivisering i Sverige – sammanfattning	29
8. Konsekvenser av energieffektivisering	30
Referenser och övrig litteratur	35

**Lennart Jagemar** är docent och projektledare vid CIT Energy Management AB, Göteborg. Hans specialområde är energieffektivisering i lokalbyggnader, och han har forskat vid Avdelningen för installationsteknik på Chalmers tekniska högskola och vid Danska Statens Byggeforskningsinstitut. Lennart har deltagit i flera energitredningar, bland annat Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen, en underlagsrapport till Boverkets regeringsuppdrag.

**Bertil Pettersson** är programdirektör och chef för Chalmers EnergiCentrum, som samordnar energirelaterad forskning vid Chalmers tekniska högskola. Fram till 2001 var han generaldirektör för Byggeforskningsrådet, som då inlemrades i Formas. Bertil har deltagit i internationellt samarbete på energiområdet samt i olika utredningar på nationell nivå, bland annat som sakkunnig i Energikommissionen 1994–1995 och IVAs Energiframsyn 2001–2003.

## FÖRORD

Den här studie Energi effektivisering – möjligheter och hinder redovisar ett uppdrag till Chalmers EnergiCentrum (CEC) från IVA som genomförts inom ramen för IVA-projektet Vägval energi.

Rapporten visar en sammanställning av aktuell kunskap om Sveriges energianvändning och energibalans samt prognoser för Sveriges framtida energianvändning inom de tre sektorerna transporter, byggnader och industri. Vidare redovisas bedömningar av potentialer för energieffektivisering, konsekvenser av en långt driven energieffektivisering i Sverige samt möjligheter och hinder för genomförande av åtgärder för energieffektivisering. Redovisade uppgifter bygger på tillgängliga uppgifter och befintlig statistik inom området.

Arbetet har genomförts av docent Lennart Jagemar, CIT Energy Management AB, som ingår i CECs nätverk av forskare och experter inom energiområdet. På grund av projektets begränsade omfattning har det inte funnits utrymme för egna mer långtgående analyser och bedömningar.

Det är vår förhoppning att föreliggande rapport skall kunna tjäna som ett värdefullt underlag i IVAs fortsatta arbete med projektet Vägval energi.

Göteborg februari 2009

Bertil Pettersson  
Chalmers EnergiCentrum

## SAMMANFATTNING

Sveriges totala energitillförsel 2006 uppgick till totalt 624 TWh och dominerades av råolja, kärnbränslen, biobränslen och vattenkraft. Olika slags förluster i systemet står för en tredjedel av energitillförseln. Av vår slutliga energianvändning, det vill säga tillförsel minus förluster, står industrin för 157 TWh, bebyggelsen för 145 TWh (varav 19 TWh avser areella näringar, övrig service och fritidshus) och transportsektorn för 101 TWh.

Energianvändningen påverkas och styrs av både miljömål och politiska målsättningar om energieffektiviseringar. De nationella miljömål i Sverige som påverkar energianvändningen mest är begränsad klimatpåverkan och god bebyggd miljö. På EU-nivå finns både ett energieffektivitetsdirektiv och förslag till klimat- och energipaket, som ställer krav på en minskad energianvändning till 2020 med 20 procent. Dessutom påverkas energianvändningen av Kyotoprotokollets krav på att minska utsläppen av växthusgaser.

Sveriges totala energieffektiviseringspotential fram till år 2016 sammanfattas i figur 1, som huvudsakligen baseras på Energieffektiviseringsutredningens (EnEff) slutbetänkande. Som en jämförelse redovisas energianvändningen för respektive sektorer enligt dels EnEff med basår 2001–2005 och dels Energiläget 2007. Den mörkblå stapeln visar för varje sektor den energieffektiviseringspotential som EnEff bedömer bli genomförd år 2016 med dagens styrmedel. Den ljusblå stapeln visar den totala teknisk-ekonomiska potentialen för perioden. Således kan man konstatera att det krävs nya och kraftiga styrmedel för att hela potentialen skall kunna realiseras. I föreliggande rapport är det i första hand den levererade energin, det vill säga slutlig energianvändning som är av intresse.

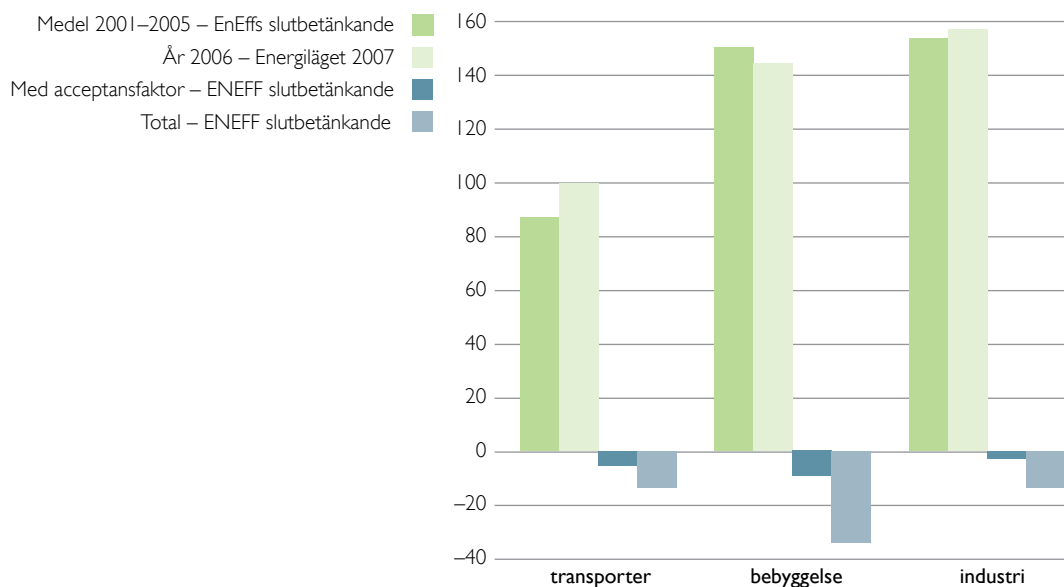
■ För transportsektorn visar studier att kombinationer av olika effektiviseringsåtgärder kan ge mellan 60 och 75 procents

**Figur 1. Energianvändning och potentialer för energieffektivisering.**

Energianvändning uppdelad på samhällssektorer (TWh/år).

Energieffektiviseringspotentialen enligt EnEffs bedömning fram till 2016 ■

jämförs med bedömd total möjlig teknisk-ekonomisk potential för perioden. ■



bränsleeffektivisering. Energieffektiviseringsutredningen bedömer att den inhemska transportsektorns teknisk-ekonomiska effektiviseringspotential till 2016 är 13 TWh (främst bränslen) av den totalt levererade energin 87 TWh enligt EnEff. Potentialen cirka 5 TWh bedöms bli genomförd med nuvarande styrmedel. Utredningen bedömer att trots ökade behov av transporter fram till 2016 kan sektorns energianvändning hållas på oförändrad nivå eller till och med minska med hänsyn till effektiviseringsmöjligheter och inslag av effektiva styrmedel.

■ Bebyggelsen har en stor teknisk-ekonomisk energieffektiviseringspotential. Till år 2016 bedömer EnEff effektiviseringspotentialen vara 33 TWh (med hänsyn till vissa transaktionskostnader 24 TWh) varav 8 TWh kan genomföras till 2016 med dagens styrmedel. Detta kan jämföras med den totala levererade energin 151 TWh enligt EnEff. Bebyggelsens totala energieffektiviseringspotential till år 2020 bedöms vara betydligt större, cirka 41 TWh, och påverkar användningen av fjärrvärme, bränslen och el. Inte minst för bebyggelsen måste nya kraftfulla styrmedel sättas in för att höja genomförandegraden av energieffektiviseringsåtgärder.

■ Industrins totala energieffektiviseringspotential bedöms vara totalt cirka 13 TWh till år 2016. Industrins totala energianvändning är 155 TWh enligt EnEff. Energieffektiviseringsutredningens samlade bedömning är att endast 2 TWh kan effektiviseras fram till 2016 med hänsyn till en rimlig acceptansfaktor. De företag som omfattas av handeln med utsläppsrätter svarar för cirka fyra femtedelar av industrins fossilbränsleanvändning och har därmed den största energieffektiviseringspotentialen i absoluta tal. Enligt EnEffs slutbetänkande är den handlade industrins totala energieffektiviseringspotential cirka 7 TWh. Effektiviseringspotentialen till 2016 i de företag som inte omfattas av utsläppshandel uppgår till knappt 6 TWh per år. EnEff bedömer också att industrins totala energianvändning år 2016 kan motsvara dagens vid en förväntad produktionsökning förutsatt att ytterligare styrmedel sätts in.

En sådan utveckling kräver att nästan hela industrins lönsamma energieffektiviseringspotential (knappt 11 TWh) realiseras. Möjlig energieffektiviseringspotential för industrin, baserad på tidigare utredningar (IVAs Energiframsyn) var 10 och 15 procent, det vill säga totalt 15 till 20 TWh.

Avslutningsvis görs en kvalitativ analys av konsekvenserna av ”långt gången” energieffektivisering, främst hur storleken och fördelningen av energibärarna förändras på cirka tjugo års sikt. För transportsektorn studeras ett exempel med tre scenarier: 50 procents mer bränsleeffektiv personbilsflotta, ersättning av bensin/diesel med etanol och biodiesel motsvarande halva bränsleanvändningen samt ersättning av halva personbilsflottan med elhybrider. Det andra exemplet avser bebyggelsen där också tre scenarier studeras: 20 procents generell effektivisering, konvertering av all elvärme i småhus samt konvertering av all olja i hela bebyggelsen. Sammanfattningsvis är scenariot effektivisering alltid det mest effektiva när det gäller resursanvändning och miljöbelastning. Konvertering av olja/bensin i bebyggelsen och transporter innebär en ökad användning av biobränslen och el samt viss effektivisering sett från slutanvändningspunkt och möjlig minskad miljöbelastning beroende på hur el produceras.

Dessutom förs en kort diskussion om aktuella frågeställningar vid energieffektivisering kopplad till konkurrenskraft och acceptans. Sammanfattningsvis kan sägas att en ökad energieffektivisering kan förenas med ökad konkurrenskraft om hänsyn bland annat tas till helhetssyn vid bedömning av åtgärdernas sammansättning och lönsamhet samt systemkopplingar mellan de tre sektorerna där bebyggelsen kan ta en större andel och därmed skapa utrymme för behoven inom industrisektorn. Acceptansen eller genomförandegraden av möjliga energieffektiviseringsåtgärder har fokuserats särskilt i utredningen och dess underlagsrapporter. Kunskaperna om varför acceptansen är så låg är bristfällig och behöver öka. Ökad acceptans för genomförande av effektiviseringsåtgärder inom alla sektorer är en förutsättning om uppsatta mål skall nås.

# Sveriges energianvändning

*Transportsektorns energianvändning domineras av oljeprodukter, främst bensin och diesel. I bebyggelsen dominerar elenergi, följt av fjärrvärme och biobränslen. Industrins energianvändning, som domineras av massa- och pappersindustrin, delas ungefär lika mellan elenergi, biobränslen samt andra bränslen av olika slag.*

Sveriges totala energitillförsel år 2006 var 624 TWh per år, enligt Energimyndigheten [1]. Tillförseln dominerades av råolja, kärnbränslen, biobränslen och vattenkraft. Sveriges slutliga energianvändning, den levererade energin, var 403 TWh per år, medan förlusterna i systemet uppgick till 221 TWh per år.

Den levererade energin fördelades på följande sätt mellan de tre stora samhällssektorerna:

- Transporter: 101 TWh/år (dominans av olja). Exklusive 25 TWh/år bunkerolja, som nästan uteslutande används för utrikes sjöfart.
- Bostäder och service: 145 TWh/år (dominans av elenergi och fjärrvärme).
- Industri: 157 TWh/år (dominans av elenergi och biobränsle).

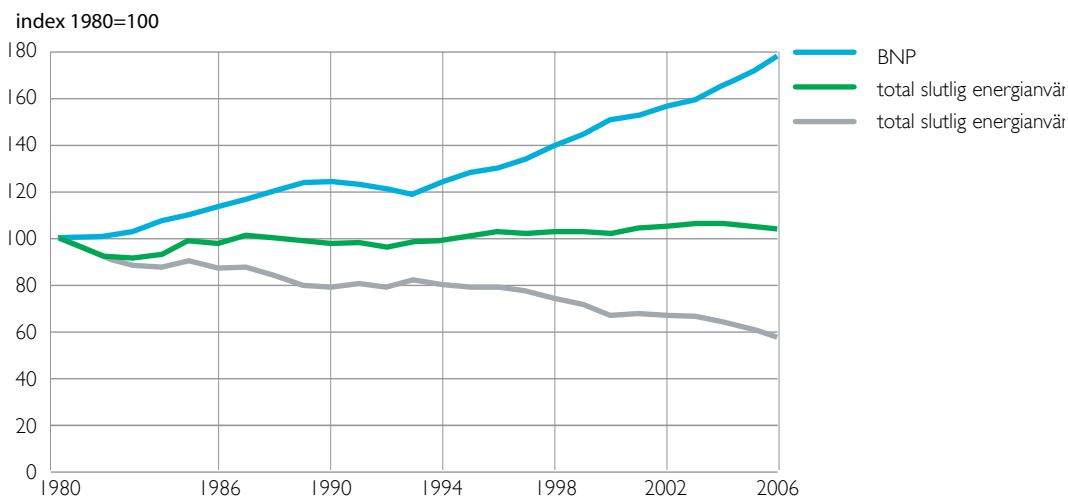
Sett till olika energibärare har Sveriges energitillförsel det senaste decenniet dominerats av olja, kärnbränsle, biobränsle och vattenkraft. Oljan används numera till mycket stor del i transportsektorn medan användningen för uppvärmning i såväl bebyggelsen som industrin har minskat kraftigt. Kärnbränslets stora bruttotillförsel beror på den måttliga termiska verkningsgraden i kärnkraftsverken – endast ungefär en tredjedel av värmen från kärnbränslet blir till elenergi. Sett som levererad energi ut på elnätet kommer ungefär hälften

vardera av elenergin från kärnkraftverk respektive vattenkraftverk. Biobränsle används mycket i såväl industrin som bebyggelsen.

Om vi istället studerar de olika samhällssektorerna, visar det sig att de inhemska transporterens energianvändning år 2006 dominerades helt av oljeprodukter, främst bensin och diesel. I bebyggelsens energianvändning dominerade elenergi följt av fjärrvärme och biobränslen. Elenergin användes till nästan lika delar för hushållsel, driftel och elvärme, dock är hushållselen något mindre. Fjärrvärmens tillfördes till cirka 75 procent via spillvärme, biobränslen, avfall etc. Stora eldrivna värmepumpar tillförde ytterligare cirka 10 procent. Industrins energianvändning år 2006 delades ungefär lika mellan elenergi, biobränslen samt olika andra bränslen. Massa- och pappersindustrin dominerar fullständigt industrins energianvändning, följt av järn- och stålverk samt verkstadsindustrin. Den fjärde stora branschen är den kemiska industrin. Dessa fyra branscher svarade för nästan 80 procent av industrins energianvändning år 2006.

Historiskt sett har Sveriges energiintensitet, mätt som levererad energi per krona BNP, sjunkit – det vill säga landet som helhet har blivit allt energieffektivare. Energiintensiteten, som motsvaras av den ljusgrå linjen i figur 2, har sjunkit med drygt 40 procent

**Figur 2.** Energiintensitet i Sverige mellan åren 1980 och 2006, med avseende på total slutlig energianvändning (levererad energi) och BNP.



Källa: Energimyndigheten, Energiindikatorer 2008 – uppföljning av Sverige energipolitiska mål.

mellan åren 1980 och 2006. Det förklaras av stigande BNP under samma period samtidigt som den totala energianvändningen, grön linje, har varit relativt konstant.

### Transporternas energianvändning 2001–2005

De inrikes transporternas energianvändning i genomsnitt under åren 2001 till 2005 redovisas i figur 3.

Transportsektorns energianvändning domineras fullständigt av bensin och diesel. Elenergin används av spårbundna transporter. Intressant att notera är att de senaste årens satsning på etanol faktiskt syns i figur 3.

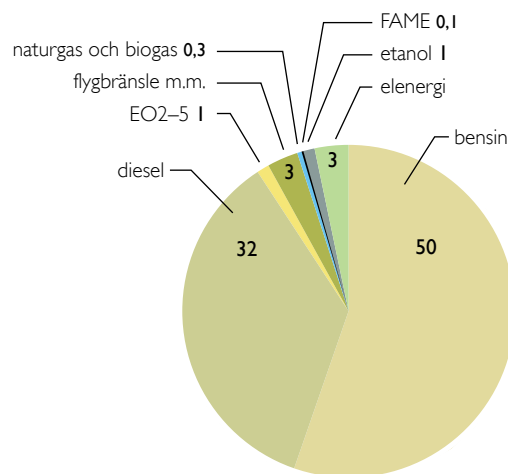
Transporternas energianvändning påverkas av två faktorer:

- transportarbete per år, uttryckt som personkilometer eller tonkilometer
- energieffektivitet per transportarbete

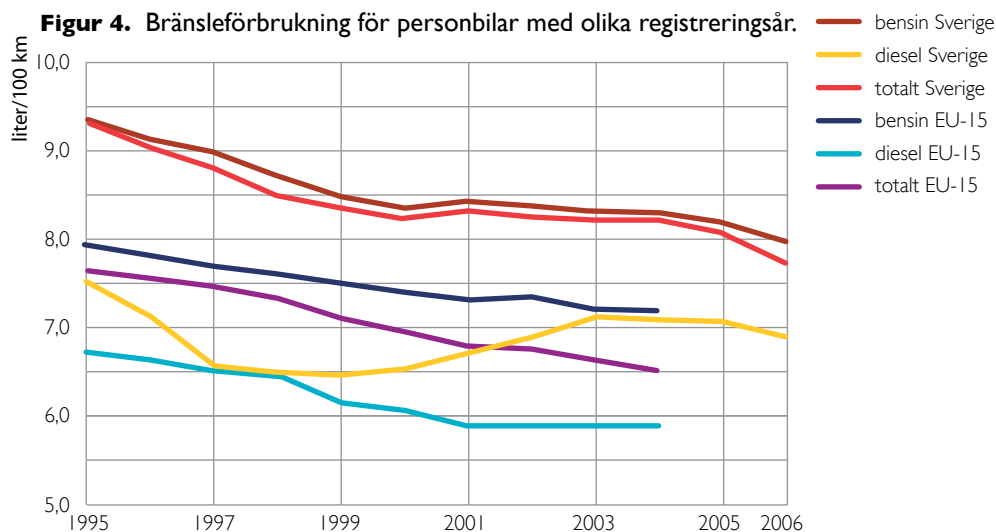
Statistik på området visar att transportarbetet för resor och gods totalt har ökat med närmare 50 procent från 1980 till 2001 och beräknas fortsätta att öka i samma takt fram till 2020. Personbilar står för en huvuddel av ökningen.

Fordonens generella energieffektivitet, har ökat under åren, vilket framgår av figur 4. Figuren jämför svenska fordons genomsnittliga bränsleanvändning per kilometer med motsvarande siffror för länder inom EU-15.

**Figur 3.** Slutlig energianvändning för inrikes transporter i genomsnitt åren 2001 till 2005, uppdelad per energibärare (TWh/år).



Källa: Vägen till ett energieffektivare Sverige, SOU 2008:110.



Källa: Vägverkets rapport "Bilarna blir snålare – men betydligt mer krävs för att nå klimatmål", 2007-03-13.

Av figur 4 framgår att nya personbilar i Sverige har betydligt högre specifik bränsleförbrukning än inom de gamla EU 15-länderna. År 2004 drog en svensk bensinbil cirka 8,3 liter per hundra kilometer medan en genomsnittlig bensinbil inom EU-15 drog cirka 7,2 liter per hundra kilometer. För dieseldrivna personbilar är skillnaden mellan Sverige och EU-15 något större. För den totala bilflottan år 2004 var bränsleförbrukningen i genomsnitt cirka 1,8 liter per hundra kilometer lägre i EU-15 än i Sverige, bland annat eftersom dieslbilar är betydligt vanligare inom EU-15.

Ska den prognostiserade ökningen av transportarbetet kunna mötas måste fordonflottan dels bli bränslesnålare, dels börja använda andra energibärare än olja. Så kallade plug-in elhybrider kan här bidra till energieffektivisering, medan olika biobränslen, exempelvis etanol och biodiesel, motiveras av miljöskäl.

#### Bebyggelsens energianvändning 2001–2005

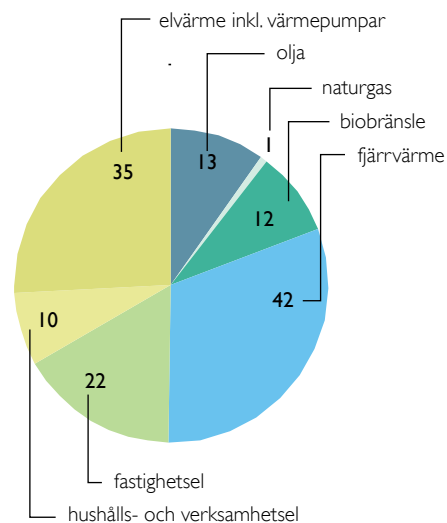
Bebyggelsens energianvändning fördelas ungefär lika mellan elenergi och fjärrvärme/bränslen, vilket framgår av figur 5. Ungefär en tredjedel av elenergin används för uppvärmning, helt dominerat av småhussektorn.

Sedan den första oljeprischocken under 1970-talet har bebyggelsens energianvändning per uppvärmd golvarea sjunkit täm-

ligen kraftigt, särskilt fram till mitten av 1980-talet. Det framgår av figur 6.

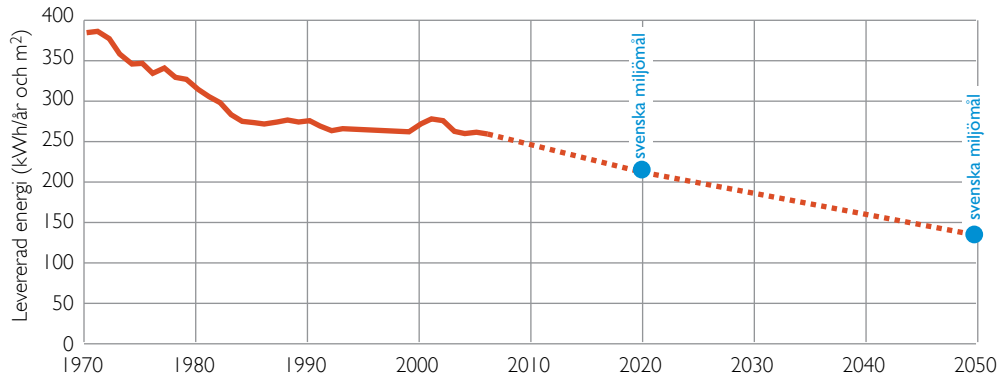
Utvecklingen i figur 6 beror på både en minskad energianvändning i absoluta tal och en ökad bebyggelsearea att värma upp. De senaste tjugo åren har golvarean i genomsnitt ökat med storleksordningen någon procent per år.

**Figur 5. Slutlig energianvändning i bebyggelse-sektorn exklusive övrig sektor i genomsnitt åren 2001–2005, uppdelad per energibärare (TWh/år).**



Källa: Ett energieffektivare Sverige.SOU 2008: 25.

**Figur 6.** Energianvändning i bebyggelsen 1970–2006 per golvarea (kWh/år och m<sup>2</sup>).



Källor: 1) Energianvändning – Energimyndigheten, Energiläget i siffror 2007.  
 2) Areor - LO Carlsson, Arbetsrapport och indata för energi- och byggnadsutveckling i bostäder och service lokaler 1970–1992 (1992).  
 3) Areor - SCB EN 16 SM 0104 till 0704.

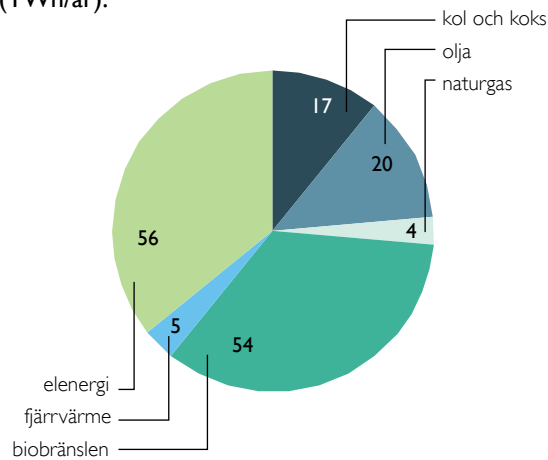
I figur 6 markeras också de svenska miljömålen för bebyggelsen, dels till år 2020 dels till 2050. Miljömålen redovisas med oviktade energibärare.<sup>1</sup> Jämförs bebyggelsens energianvändning per ytenhet och år under de senaste 20 åren med miljömålen, inses att det krävs kraftfulla åtgärder om målen skall uppfyllas.

vanligt sätt att uttrycka denna är att jämföra den levererade energin med produktionsvärdet uttryckt i reala termer. Figur 8 visar hur den relativa energiintensiteten, uttryckt som energianvändning per produktionsindex, har varierat under åren 1970 och 2006.

### Industrins energianvändning 2001–2005

Industrisektorns energianvändning beror dels på utvecklingen av produktionen, dels på hur processernas specifika energianvändning ändras. Figur 7 redovisar industrin energianvändning som genomsnitt för åren 2001 till 2005, uppdelad på energibärare.

**Figur 7.** Energianvändning inom svensk industri, medelvärde 2001–2005, fördelad på energibärare (TWh/år).



Källa: Vägen till ett energieffektivare Sverige, SOU 2008:110.

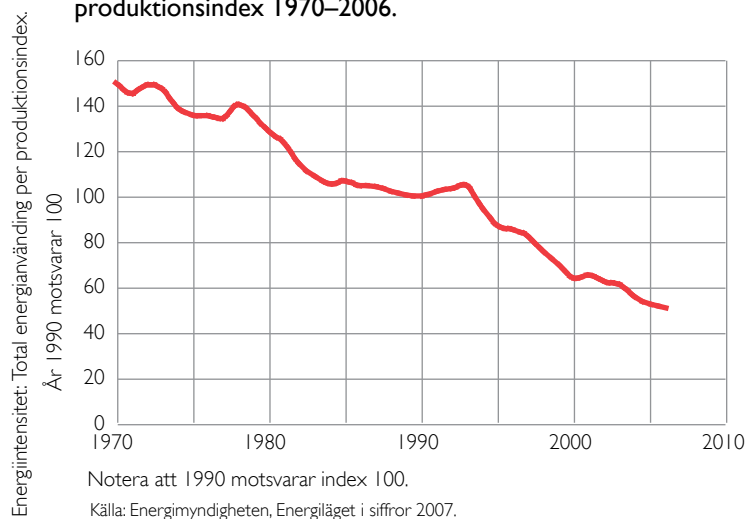
Energianvändningen har de senaste decennierna präglats av minskad oljeanvändning och ökad användning av biobränslen. Dessutom har elenergin tagit en allt större andel av industrins energianvändning. Naturgas har i många fall ersatt oljeanvändning. Huvuddelen av kol och koks används inom järn- och stålindustrin. Kol är en råvara i processen som är svår att byta ut mot annan energibärare.

Som helhet har industrisektorns energieffektivitet ökat betydligt genom åren. Ett

<sup>1</sup> I Sverige anger vi traditionellt energianvändning som till användaren levererad energi. Då summeras energin för olika energibärare, exempelvis 1 kWh bensin med 1 kWh fjärrvärme och med 1 kWh elenergi. I de flesta internationella sammanhang summerar man istället mängden primäre energi. Det innebär att varje energibärare ges en viktningfaktor som tar hänsyn till bland annat omvandlingsförluster mellan utvinning av energibäraren fram till dess att energi når användaren.

Viktningfaktorn, som alltså översätter levererad energi till primäre energi, bör tas fram vetenskapligt. I de flesta länder används dock en förenklat framtagen viktningfaktor som dessutom ges en viss politisk betydelse. I Energi-effektiviseringsutredningens delbetänkande anges förslag till svenska viktningfaktorer i tabell 4.5.

**Figur 8.** Industrisektorns energiintensitet, energianvändning per produktionsindex 1970–2006.



Rimligen kommer kurvans lutning i figur 8 att avta med tiden då all typ av effektivisering normalt blir allt svårare ju längre den pågår.

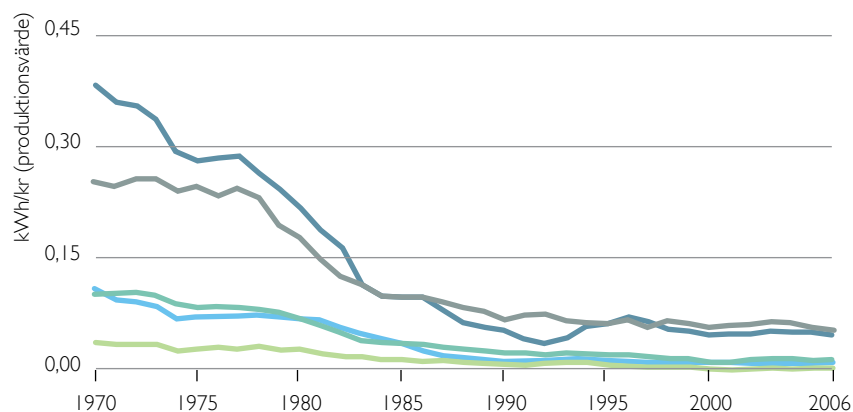
Figur 9 redovisar industrins specifika oljeanvändning, uttryckt som kWh per produktionsvärde. Särskilt inom massa- och pappersindustrin respektive järn- och stålindustrin skedde en kraftig oljeeffektivisering fram till mitten av 1990-talet. Därefter har den specifika oljeanvändningen varit i stort konstant.

Figur 10 redovisar industrins specifika elanvändning. För de flesta branscher har elanvändningen minskat något under de senaste två decennierna. För massa- och

pappersindustrin ökade den specifika elenergianvändningen från 1970 fram till cirka 1990 och har därefter endast fallit långsamt. Skillnaden i specifik elenergianvändning mellan massa- och pappersindustrin och de andra industribranscherna är slående. Studier visar att det inom energiintensiv industri finns möjligheter till fortsatt energieffektivisering och minskade utsläpp av växthusgaser. Det kan genom införande av ny teknik och systemlösningar för effektiva processer och ökad processintegration. Eftersom industrin i hög grad arbetar i internationell konkurrens måste det ske på rimliga villkor, så att konkurrenskraften inte skadas utan istället blir ett viktigt medel för utveckling av ett hållbart samhälle.

massa- och pappersindustri —■— **Figur 9.** Industrins specifika oljeanvändning 1970–2006 (kWh/produktionsvärde).

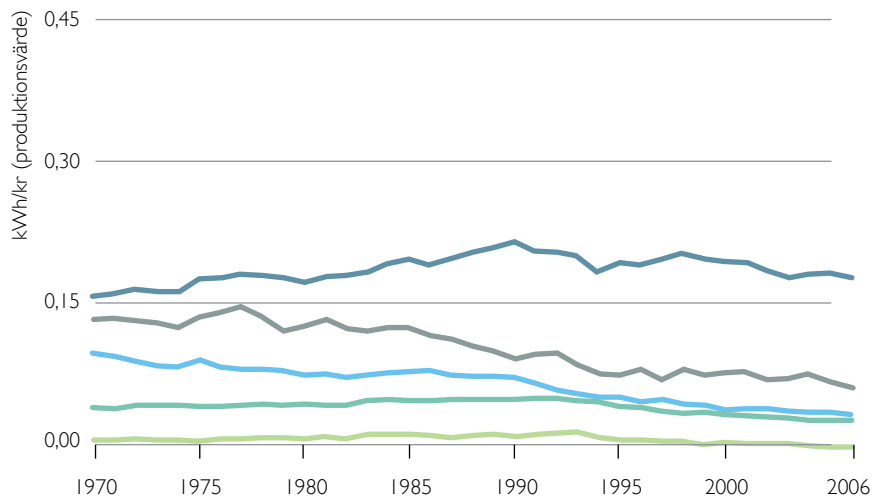
järn- och stålverk  
industrin totalt  
kemisk industri  
verkstadsindustri



Notera att figuren utgår från 2000 års priser.

Källa: Energimyndigheten, Energiläget 2007.

massa- och pappersindustri — **Figur 10. Industrins specifika elanvändning 1970–2006 (kWh/produktionsvärde).**  
 järn- och stålverk —  
 industrin totalt —  
 kemisk industri —  
 verkstadsindustri —



Notera att figuren utgår från 2000 års priser.

Källa: Energimyndigheten, Energiläget 2007.



## 2.

## Politiska mål för Sveriges energianvändning

*Energianvändningen i Sverige påverkas av politiska mål, både sådana som syftar till att minska energianvändningen och de som kräver minskade utsläpp av växthusgaser. En rad mål finns på både nationell och internationell, främst europeisk, nivå. Mål som delvis inte är samordnade.*

I Sverige finns ett antal nationella mål, främst politiskt formulerade, som inverkar på den framtida energianvändningen och inriktar samhället mot ökad energi-effektivitet och ökad hållbarhet. De mest övergripande kraven är de 16 miljö kvalitetsmålen, som kvantifieras i 72 nationella delmål. Omvandling och användning av energi påverkas av ett flertal miljö kvalitetsmål, exempelvis Begränsad klimatpåverkan, Frisk luft, Enbart naturlig försurning samt God bebyggd miljö (delmål 6, som rör energianvändning).

### Begränsad miljöpåverkan

Det miljö kvalitetsmål som starkast påverkar Sveriges energianvändning är miljö kvalitetsmål 1, Begränsad klimatpåverkan. Riksdagen har antagit följande formulering:

Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.

Utsläpp av växthusgaser kvantifieras i delmålet för tiden 2008 till 2012:

De svenska utsläppen av växthusgaser ska som ett medelvärde för perioden 2008–2012 vara minst 4 procent lägre än utsläppen år 1990. Utsläppen ska räknas som koldioxidekvivalenter och omfatta de sex växthusgaserna enligt Kyotoprotokollet och IPCCs definitioner. Delmålet ska uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller med flexibla mekanismer.

### God byggd miljö

För bebyggelsen finns miljö kvalitetsmål 15, God byggd miljö, där delmål 6 bland annat behandlar energianvändning i byggnader:

Den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minskar. Minskningen bör vara 20 procent till år 2020 och 50 procent till år 2050 i förhållande till användningen 1995. Till år 2020 ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.

Regeringen har i propositionen 2005/06:145, Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande, angett att energibärarna vid utvär-

## **FAKTA** Översyn av miljömålen

Miljökvalitetsmålen reviderades under 2007 av de miljömålsansvariga myndigheterna och vissa förslag till omformuleringar gjordes. Dock har nästan inga av de reviderade målen ännu antagits av riksdagen.

dering av bebyggelsens energianvändning ska viktas och att dessa viktningsfaktorer ska harmoniseras med dem som föreslås av Energieffektiviseringsutredningen<sup>2</sup>.

Miljökvalitetsmålet God byggd miljö utvärderades av Boverket under år 2007. Myndigheten anser att energianvändningsmålet kan vara svårt att nå, men i detta sammanhang spelar valet av viktningsfaktorerna en stor roll.<sup>3</sup>

### Internationella politiska mål

Utöver de svenska målen finns även europeiska mål. Dels mål som kvantifierats för varje land i EUs så kallade energieffektivitetsdirektiv, 2006/32/EG, om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster, dels mål som avser hela EUs energianvändning. Enligt energieffektivitetsdirektivet ska primärenergianvändningen, för större delen av alla sektorer i varje land, vara minst 9 procent lägre år 2016, jämfört med medelvärdet för åren 2001 till 2005. Ett delmål finns också för år 2010. Sektorer som omfattas av handel med utsläppsrätter undantas dock. Undantaget avser därmed stora delar av den energiintensiva industrin samt fjärrvärmeverk och kraftverk som alla använder fossila bränslen. Enligt direktivet får effekter av alla nationella styrmedel som verkat från och med 1995 tillgodoräknas, såvida effektiviseringseffekterna varar fram till och med 2016.

EU-kommissionen har under åren publicerat ett antal skrifter om EUs energieffektivisering. Den senaste är ett samlat klimat- och energipaket, även kallat 20-20-

20-paketet, som presenterades i Europaparlamentet i januari 2008. Paketet består av flera olika lagförslag som ska leda till att utsläppen av växthusgaser minskar med 20 procent till år 2020 och till att minst 20 procent av energin då ska vara förnybar. Dessutom ska den primära energianvändningen minskas med 20 procent. Notera att basåret för 20-20-20-paketet är 1990. Det kan jämföras med basåret för de svenska miljömålen, 1995, och referensen för EUs energieffektivitetsdirektiv, ett genomsnitt för åren 2001–2005.

Vi kan alltså konstatera att det föreligger en viss diskrepans mellan såväl de olika målens basår som kravet på årlig energieffektivisering. De olika målsättningarna förutsätter följande genomsnittliga energieffektivisering per år (förutsatt att omräkningen till primärenergi sker på samma sätt):

- EUs energieffektivitetsdirektiv: 0,69 procent.
- EUs 20-20-20-paket: 0,67 procent.
- Sveriges 2020-mål: 0,80 procent (0,91 procent för 2050-målet).

Vi är nu ungefär halvvägs mellan de olika basåren och 2020. Den årliga oviktade energieffektiviseringen sedan år 1990 eller 1995 har inte levt upp till kraven. Vi måste således öka effektiviseringstakten avsevärt om de olika målen ska uppfyllas under det kommande decenniet.

Utöver till de europeiska miljömålen gäller givetvis också andra internationella förpliktelser, exempelvis Kyotoprotokollet.

<sup>2</sup> Utredningen presenterades i november 2008 och för närvarande pågår den politiska behandlingen av utredningens olika förslag, däribland viktningsfaktorerna. Viktningsfaktorerna är mycket omdiskuterade i Energisverige, framförallt hur man skall räkna på elenergi.

<sup>3</sup> Figur 6, som visar hur den areaspecifika energianvändningen för bebyggelsen utvecklats sedan 1970, använder inga viktningsfaktorer. Eller annorlunda uttryckt, viktningsfaktorerna i figuren har värdet 1.

## 3.

## Potential för energieffektivisering

*Energieffektiviseringsutredningen, som kom med sitt slutbetänkande i november 2008, är den senaste uppskattningen av Sveriges energieffektiviseringspotential. Utredningen redovisar både den teknisk-ekonomiska lönsamma potentialen och den minskning som genomförs i verkligheten. Den första potentialen förutsätter 100 procentig acceptans, medan den som förverkligas tar hänsyn till diverse svårbedömda transaktionskostnader.*

En brist i det tillgängliga publicerade materialet är att många grundläggande studier som tagit fram energieffektiviseringspotentialer ursprungligen bygger på data från omkring 1990. Detta gäller särskilt bebyggelsen, där grunddata härör från slutsatser från 1995 års energikommission, SOU 1995:139. Sedan dess har såväl infrastrukturen i bebyggelse och industri, som mixen av energislag, ändrats tämligen mycket. För att göra aktuella bedömningar av energieffektiviseringspotentialen i Sverige krävs nya, grundläggande studier baserade på nytt aktuellt basmaterial. En sådan insats faller utanför denna sammanfattande rapport.

Data i detta kapitel baseras därför till stor del på Energieffektiviseringsutredningen, EnEff, inklusive utredningens delbetänkande och underlagsrapporter. Energieffektiviseringsutredningen är den senaste sammanställningen av svenska energieffektiviseringspotentialer och ett slutbetänkande presenterades i november 2008 [2].

Energieffektiviseringsutredningen behandlar sektorerna: inhemska transporter, bebyggelse (bostäder, service med mera, enligt SCBs nomenklatur) och industri. Viktigt att notera är att den del av industrin som omfattas av handeln med utsläppsrätter för växthusgaser inte behandlades i utredningens delbetänkande. Däremot diskuteras effektiviseringspotentialen för den hand-

lande industrisektorn i slutbetänkandet. I Sverige står den handlande sektorn för den absoluta merparten av industrins energianvändning, cirka 120 av totalt 155 TWh per år.

Syftet med Energieffektiviseringsutredningen är dels att bedöma vilka energieffektiviseringar, beroende på befintliga styrmedel, som finns kvar år 2016, dels att bedöma ytterligare energieffektiviseringspotential. Alla minskningar jämförs med ett medelvärde av Sveriges energianvändning 2001–2005. Målsättningen är att redovisa effektiviseringspotentialen som teknisk-ekonomiska ur ett samhällsekonomiskt perspektiv, främst karakteriserat av en realränta på 4 eller 6 procent. Emellertid är dessa förutsättningar något luddigt angivna i vissa av underlagsrapporterna till EnEffs delbetänkande.

De energieffektivitetspotentialer från EnEff som redovisas nedan innefattar inte de potentialer som kan nås av redan verksamma styrmedel (främst skatter).

I Energieffektiviseringsutredningen uppdrag ingick att jämföra energianvändningen år 2016 med energianvändningen för basåret (genomsnittet 2001–2005). Jämförelsen görs utan hänsyn till tillkommande energianvändning på grund av komfortförbättringar, exempelvis ökad uppvärmd golvarea eller ökat transportarbete. Detta

## **FAKTA** Projekt om energieffektivisering i bebyggelsen

Just nu pågår två större, fleråriga projekt som kommer att ge nya data om energianvändning och effektiviseringspotentialen i bebyggelsen:

**STIL 2** – Förbättrad energistatistik för lokaler. Mer information finns på Energimyndighetens webbplats.

**BETSI** – Byggnadsbeståndets tekniska status, energianvändning och inomhusmiljö. Mer information finns på Boverkets webbplats.

innebär att prognoser för framtida utveckling i princip endast beaktas marginellt i utredningen.

Samtliga energieffektiviseringspotentialer avser endast potentialen utöver de effekter som kan förväntas på grund av befintliga styrmedel fram till år 2016. Tidsperspektivet är åtgärder som kan realiseras till ungefär 2020 eller möjligen 2030. Ur samhällsynpunkt kan detta tio- eller tjugoföråriga perspektiv ses som medellångt.

### Acceptans för energieffektiviseringar

De uppskattningar av effektiviseringar som görs i Energieffektiviseringsutredningen, utgår alla från en teknisk-ekonomisk bruttopotential, det vill säga det förutsätts att effektiviseringsåtgärderna genomförs fullt ut. Verkligheten är dock långt ifrån sådan. Endast en mindre del av bruttopotentialen av lönsamma åtgärder blir i realiteten genomförd. Detta har konstaterats och beskrivits i en lång rad sammanhang och utredningar. Bruttopotentialen beräknas vanligen utifrån samhällsekonomiska kriterier. Privat- eller företagsekonomiska kriterier ställer emellertid högre lönsamhetskrav på vilka åtgärder som är lönsamma. Det leder därmed till en lägre energieffektiviseringspotential. Man använder ofta begreppet "acceptans" för den andel, mellan 0 och 100 procent, av bruttopotentialen som blir genomförd, se figur 11.

Ett exempel på acceptans kan tas från bebyggelsen. Energikommissionen 1995 antog en relativt låg acceptans, cirka 20 procent, av den teknisk-ekonomiska potentialen av

åtgärder som skulle kunna genomföras mellan åren 1993 och 2003. En uppföljning av Chalmers EnergiCentrum har visat att den verkliga energieffektiviseringen i bebyggelsen under den aktuella tioårsperioden inte ens nått upp till detta blygsamma antagande av acceptansnivå [3].

Som framgår av figur 12 var prognosen för lokalbyggnadernas behov av nettovärme den enda post som stämde tämligen väl, och till och med överträffade, det faktiska utfallet. För övriga poster, i synnerhet användning av el i småhus och i flerbostadshus, överskattades besparingspotentialen – elanvändningen ökade snarare istället för att minska.

Vi kan alltså anta att den verkliga acceptansen för de nedan redovisade potentialerna troligen hamnar långt ifrån den teknisk-ekonomiska besparingspotentialen, såvida inte mycket kraftiga styrmedel av olika slag sätts in.

I rapporten från Chalmers EnergiCentrum 2005 antogs som lägst 10 procents acceptans, men med en möjlighet att nå 20–30 procents acceptans om priser ökar mycket och styrmedel får starkt genomslag. Med nuvarande energipriser samt dagens övriga styrmedel och fokus på energifrågorna bedöms 15 procent vara ett rimligt antagande för bebyggelsen som helhet. Detta antagande har använts i ett av underlagen till Energieffektiviseringsutredningen delbetänkande [3]. En sådan låg acceptansnivå är emellertid inte godtagbar om olika politiska mål ska uppfyllas. Genomförandet av effektiviseringsåtgärder måste ökas kraftigt det kommande decenniet, se också kapitel 2.

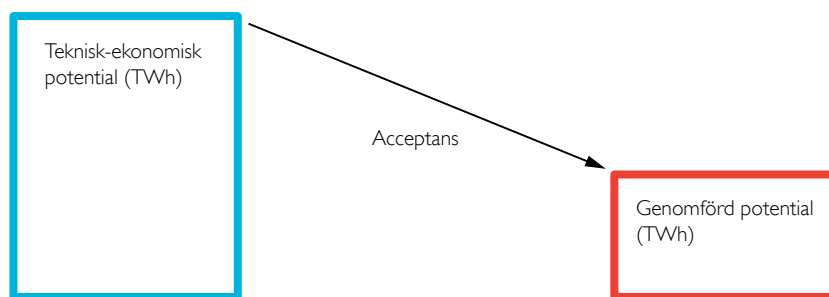
### Data hämtas ur konsultrapport

Svenskt Näringsliv har låtit konsultbolaget McKinsey utreda kostnader för att redu-

## **FAKTA** Synonymer till acceptans

Ibland används begrepp som "transaktionskostnader" eller "barriäreffekter" vid energieffektivisering, eller "the energy efficiency gap/paradox", men de beskriver i grunden samma problemställning som acceptans.

**Figur 11.** Illustration av acceptans, tekniskt lönsamma effektiviseringsåtgärder och vad som i verkligheten blir utfört.

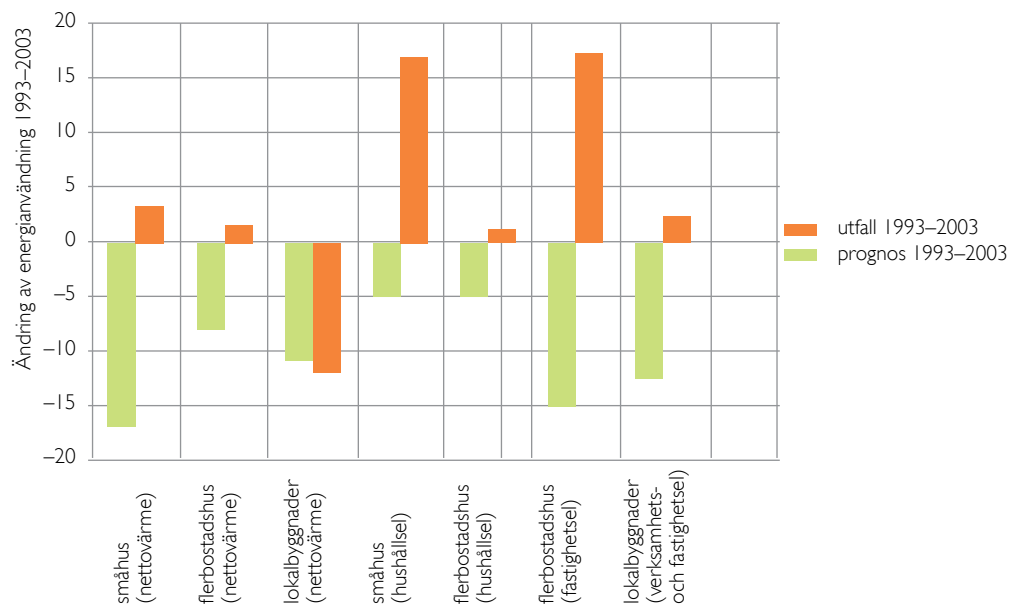


cera de svenska växthusgasutsläppen inom sektorerna transport, bebyggelse, industri och energiindustri [4]. Rapporten är en av få studier som i sin bedömning av effektiviseringspotentialer har tagit fram nya data. Även Energieffektiviseringsutredningen har i sitt slutbetänkande använt Svenskt Näringslivs rapport och utifrån denna modifierat potentialbedömningarna från sitt delbetänkande.

I den aktuella rapporten har en tillåten kostnad på 500 kronor per ton koldioxidkvivalenter använts. Såväl utsläpp inom

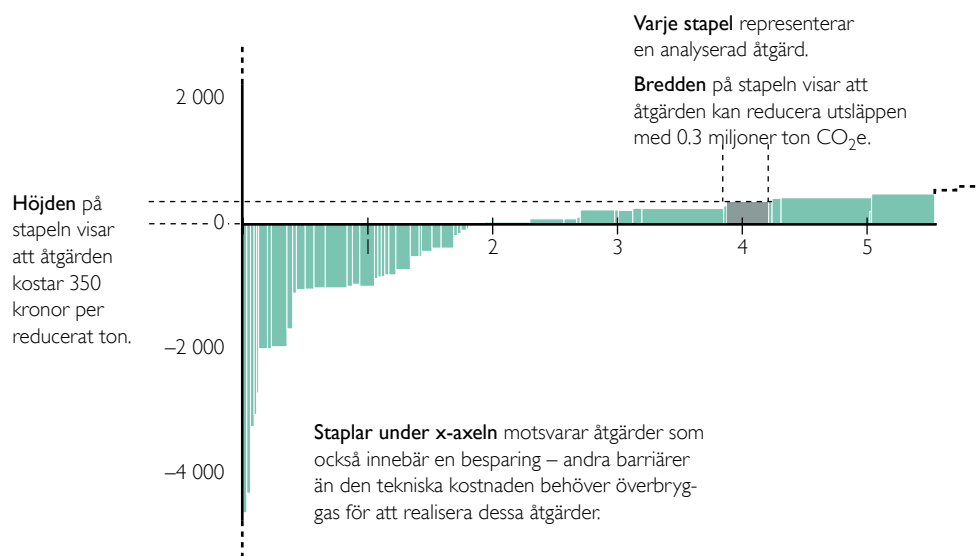
landet som utanför landet beaktas. Detta sker genom att betrakta eleffektiviseringar som marginalel, det vill säga en elbesparing i Sverige medför minskade utsläpp från gaseldade kraftverk utanför Sverige. Tämli- gen många av de studerade åtgärderna har en negativ åtgärds-kostnad, det vill säga de kostar egentligen inget att genomföra. Att de inte redan utförts beror enligt Svenskt Näringsliv på att andra barriärer än den rena tekniska åtgärds-kostnaden måste överbryggas. För- utsättningarna enligt rapporten är en årlig, reell BNP-tillväxt på 2,2 procent per år fram till år 2030. Bostadsytan ökar med totalt

**Figur 12.** Exempel på verklig energieffektivisering i bebyggelsen jämfört med prognos, 1993–2003 (procent).



Källa: Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen. Referens 3.

**Figur 13.** Läsanvisning för kostnadskurva avseende minskade växthusgasutsläpp.



Källa: Svenskt Näringsliv, Möjligheter och kostnader att reducera växthusgasutsläpp (2008)

11 procent och lokalytan med 9 procent under perioden 2005–2020. Körsträckan för personbilar ökar med 18 procent under perioden 2005–2020 och ytterligare 4 procent fram till 2030. Godstransporter, räknat som antalet körda kilometer med lastbilar, ökar med 37 procent under perioden 2005–2020 och ytterligare 26 procent fram till 2030. Transporter mätt i ton gods förväntas växa ännu mer, men effektivare logistik dämpar effekten på körsträckan. Man antar också en kraftig förbättrad effektivitet i hela fordonsflottan.

Effektiviseringspotentialer för de tre sektorerna transporter, bebyggelse och industri redovisas i följande avsnitt. Figur 13 som ger en beskrivning av hur kostnadskurvan i dessa figurer ska läsas. För var och en av de tre sektorerna i de kommande kapitlen ges ett exempel.

I rapporten används en åtgärdskostnad på maximalt 500 kr per ton koldioxidekvivalenter. Hur figurerna skall översättas från koldioxidekvivalenter till energieffektivisering beror på vilka energibärare som påverkas.

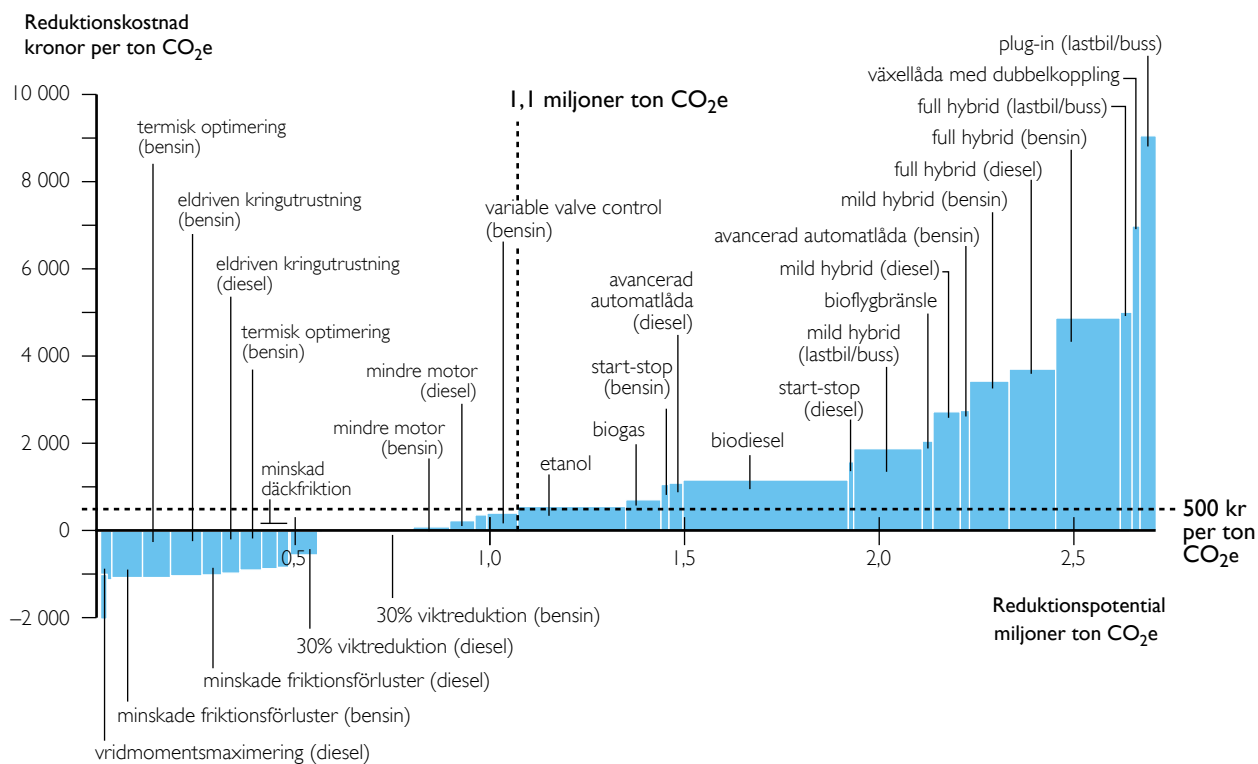
# 4. Energieffektivisering i transportsektorn

En kombination av åtgärder för att minska drivmedelsanvändningen kan ge mellan 60 och 75 procents bränsleeffektivisering visar olika studier. Energieffektiviseringsutredningen bedömer att transportsektorns teknisk-ekonomiska effektiviseringspotential till 2016 är 13 TWh. För att nå denna potential krävs dock effektiva styrmedel.

Energieffektiviseringspotentialen för transportsektorn består dels av rena effektiviseringar, exempelvis minimering av friktionsförlusterna, dels byte av energibä-

rare. Att byta fossilbaserade drivmedel till biobränslen innebär i regel ingen energibesparing. Ett sådant byte motiveras snarare av miljöskäl, exempelvis för att minska

**Figur 14.** Kostnadskurva för åtgärder som minskar utsläppen av växthusgaser från transportsektorn.



Notera: En minskning på 1,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter motsvarar en minskad användning av fossila bränslen på cirka 4 TWh per år (en miljon ton koldioxid motsvarar ungefär 3,9 TWh fossilt bränsle).

Källa: Svenskt Näringsliv, Möjligheter och kostnader att reducera växthusgasutsläpp (2008).

## **FAKTA** Homogenmotorn kan spara bränsle

Homogenmotorn HCCI, Homogeneous Charge Compression Ignition, är ett slags kombination av dagens bensinmotor och dieselmotorn, som skulle kunna minska bränsleförbrukningen. Bland annat har General Motors utvecklat körbara prototyper.

utsläppen av koldioxid (produktionen av biobränslen har då stor betydelse för energibärandens totala utsläpp av koldioxidkvivalenter).

En ökad användning av eldrivna fordon kan innebära en höjning av samhällets totala systemverkningsgrad. Verkningsgraden i en bensinmotor vid blandad körning är mellan 20 och 30 procent, medan verkningsgraden för en någorlunda belastad elmotor är betydligt högre, omkring 90 procent. Förutsättningen är dock att elen produceras i ett vattenkraftverk eller vindkraftverk. Om elenergin som används för att driva bilen istället är producerad i ett värmekraftverk, som har en termisk verkningsgrad på mellan 30 och 40 procent, blir systemverkningsgraden endast något bättre.

Svenskt Näringslivs studie har undersökt kostnaden för olika tekniska åtgärder för att minska växthusgasutsläppen från transportsektorn [4]. Kostnaderna redovisas i figur 14. Den visar bland annat att byte till etanol i fordonsflottan medför knappt 0,3 miljoner ton lägre utsläpp av växthusgaser. Emellertid kostar byte till etanol drygt 500 kr per ton koldioxidekvivalenter.

### Metoder att minska transportsektorns energianvändning

Transportsektorn kännetecknas av en tämligen snabb omsättning av fordonsparken. Medellivslängden för såväl personbilar som lastbilar har de senaste åren varit mellan åtta och tio år. Efter 10–15 år har nästan hela flottan av personbilar och tyngre fordon bytts ut mot nya bilar.

Energieffektiviseringsutredningen ger i sitt delbetänkande inga tydliga uppskattningar

av effektiviseringspotentialen inom transportsektorn, utöver uppskattningarna av besparingspotentialen från redan beslutade styrmedel. Däremot ges förslag på nya styrmedel såväl som förslag på hur nuvarande styrmedel kan förbättras.

Energieffektiviseringsutredningen anger att det finns i princip fyra olika sätt att minska användningen av drivmedel inom transportsektorn:

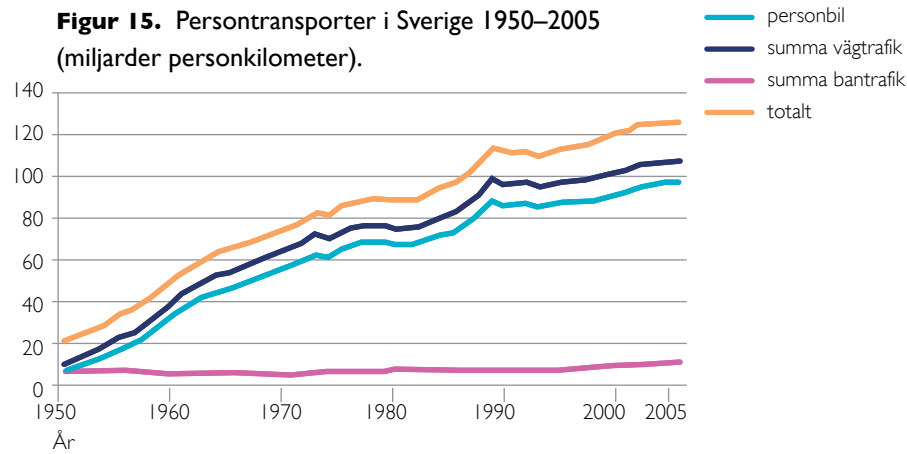
1. Minska efterfrågan på transporter
2. Byta transportslag (exempelvis inom vägsektorn eller från väg till järnväg)
3. Använda effektivare fordon
4. Utveckla effektivare transporter (exempelvis samlastning och nya färdvägar)

Punkt ett, minskad efterfrågan av transporter, faller i stort utanför utredningens mandat. Möjliga styrmedel skulle kunna vara att beskatta resande och godstransporter, genom att sänka fordonens hastigheter och genom att planera och bygga samhällen på ett sätt så att transportbehovet minskar.

När det gäller punkt två anger utredningen att potentialen är mycket osäker. Flera bedömare anser att transportslagen har funnit sina nischer och att godsslagen i dag i huvudsak transporteras på ett optimalt sätt. Valet av transportslag i godstrafiken styrs i stor utsträckning av kundernas krav på transportkvalitet (tidsprecision, kostnadseffektivitet och störningsrisker), krav som ökat i takt med stigande varuvärde. Inte heller för denna punkt kvantifierar Energieffektiviseringsutredningen besparingspotentialen.

Angående punkt 3 säger utredningen att det ur tekniskt avseende finns stora möjligheter att effektivisera både fordon och transporter. Med redan känd teknik, och utan att använda bränsleceller, kan förbrukningen per ton eller personkilometer reduceras med 40 till 50 procent inom alla transportslagen. Det kan åstadkommas genom låg energiförbrukning, låg fordonsvikt, lågt rullmotstånd, god aerodynamik och en effektiv drivlina. Energieffektiviseringsutredningen anger ett antal tänkbara förbättringar som var och en ger en minskad bränsleförbrukning på mellan 1 och 15 procent.

**Figur 15. Persontransporter i Sverige 1950–2005**  
(miljarder personkilometer).



Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

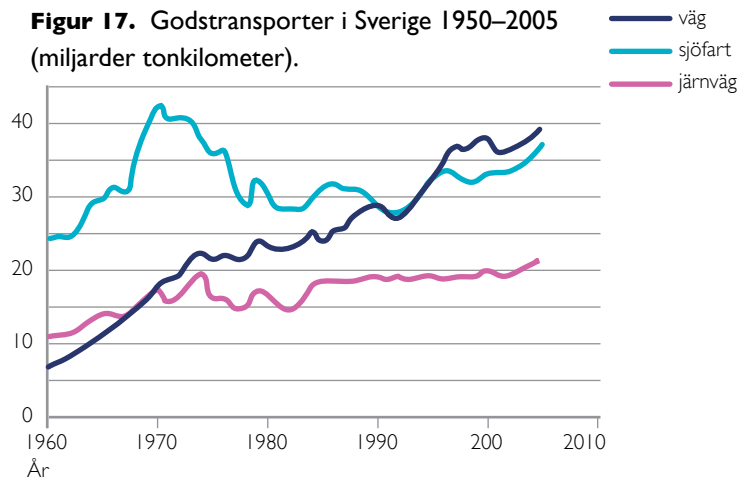
**Figur 16. Två prognoser över persontransporterna år 2020 (miljarder personkm).**

Färdssätt	Huvud-scenario		Alternativt scenario		Ökning (%) huvudscenario 2001–2020	Ökning (%) alternativt scenario 2001–2020
	2001	2020	2020	2020		
Personbil	92	117	119	28	30	
Flyg	4	5	5	39	41	
Järnväg, långväga	5	7	7	37	38	
Buss, långväga	1	1	1	9	9	
Kortväga kollektivtrafik	122	16	17	21	26	
Gång och cykel	4	5	5	5	6	
<b>Totalt</b>	<b>120</b>	<b>152</b>	<b>154</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	

Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

Scenarierna i figur 16 bygger på antaganden i Långtidsutredningen 2003/04 (SOU 2004:19) och förklaras närmare i SIKAs rapport Transporternas utveckling till år 2020 (Rapport 2005:6).

**Figur 17. Godstransporter i Sverige 1950–2005**  
(miljarder tonkilometer).



Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

**Figur 18.** En prognos över godstransportarbetet år 2020 (miljarder tonkm).

	2001	2020	Ökning (%)
Väg	41	53	30
Järnväg	19	22	18
Sjöfart/lastfartyg	38	43	12
Sjöfart/färjor	1	1	34
<b>Summa</b>	<b>99</b>	<b>119</b>	<b>21</b>

Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

Sammanfattningsvis redovisar utredningen bedömningar om 60 till 75 procent lägre bränsleförbrukning. Det kan åstadkommas genom generell effektivisering, övergång till diesel- och/eller så kallade homogener motorer, övergång till elhybrider och plug-in-hybrider samt beteendeförändringar, körteknik och däck.

#### Både gods- och persontransporterna ökar

Liksom alla transporter är de framtida persontransporterna beroende av hur det framtida transportarbetet prognostiseras. Figur 15 redovisar hur persontransportarbetet har utvecklats mellan 1950 och 2005. Figur 16 redovisar två prognoser för persontransportarbetet år 2020.

På samma sätt som för persontransporterna beror även godstransporterna på hur transportarbetet utvecklas i framtiden. Figur 17

redovisar hur godstransportarbetet har utvecklats 1950–2005 medan figur 18 visar en prognos för godstransportarbetet år 2020.

#### Effektiviseringspotential inom transportsektorn

Energieffektiviseringsutredningens delbetänkande redovisar endast få exempel på kvantifierade uppskattningar av effektiviseringspotentialen i transportsektorn. Ett exempel är Vägverkets klimatstrategi för vägtransportsektorn. Besparingspotentialen av olika åtgärder redovisas i figur 19.

Energieffektiviseringsutredningen presenterar, i sitt slutbetänkande, en energihushållningspotential för transporter för 2016 som motsvarar 13 TWh per år. Av detta bedöms 5 TWh kunna genomföras med dagens styrmedel.

**Figur 19.** Effektiviseringspotential i transportsektorn 2020 och 2050, fördelad på olika åtgärder.

Åtgärder TWh	2001	2020	Ökning (%)	
	slutlig	primär	slutlig	primär
Virtuella resor ersätter fysiska resor	2,2	2,6	3,4	4,1
E-handel med effektiva transporter	0,2	0,2	0,5	0,6
Samordning av lastbilstransporter	0,2	0,1	0,2	0,2
Ökad samåkning	0,2	0,2	1,1	1,3
Bilpooler	0,8	1,0	1,6	1,9
<b>Summa effektivare transporter</b>	<b>3,5</b>	<b>4,2</b>	<b>6,8</b>	<b>8,2</b>

Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

*Notera: Slutlig energianvändning motsvarar levererad energi. Primär energi motsvarar levererad energi plus den mängd energi som går förlorad vid utvinning, produktion och distribution.*

# 5. Energieffektivisering i bebyggelsen

*Bebyggelsen har en stor teknisk-ekonomisk energieffektiviseringspotentialen. Den totala besparingspotentialen till 2020 i småhus, flerbostadshus och lokalbyggnader uppgår till omkring 41 TWh. Den realiserbara energieffektivitetspotentialen, med nuvarande styrmedel, bedöms dock vara betydligt lägre, cirka 6 TWh, uttryckt som levererad energi. Denna låga genomförandegrad måste öka om de av riksdagen beslutade miljö kvalitetsmålen ska kunna nås under det kommande decenniet.*

Svenskt Näringsliv har analyserat en mängd möjliga energieffektiviseringsåtgärder inom bebyggelsen och beräknat reduktionspotentialen av växthusgaser med tillhörande reduktionskostnad [4]. Enligt studien är det möjligt att minska utsläppen med totalt 4,2 miljoner ton koldioxidkvivalenter, om kostnaden att minska utsläpp understiger 500 kronor per ton koldioxidkvivalenter. Det är dock inte möjligt att direkt översätta utsläppsminskningen i minskad energianvändning. Som framgår av kostnadskurvan i figur 20 ligger huvuddelen av utsläppsminskningarna utanför Sverige, eftersom reduktionerna sker genom effektiviseringar inom elanvändningen. Antagandet är att en minskad elanvändning i Sverige påverkar gaseldade kraftverk på kontinenten.

Energieffektiviseringsåtgärder är mest lönsamma om de kombineras till hela åtgärds paket, skräddarsydda för den individuella byggnaden. Huruvida energieffektiviseringsåtgärder i hela byggnader har genomförts som åtgärds paket, exempelvis för att uppnå 50 procents lägre uppvärmning i befintliga lokaler, framgår dåligt av Svenskt Näringslivs rapport.

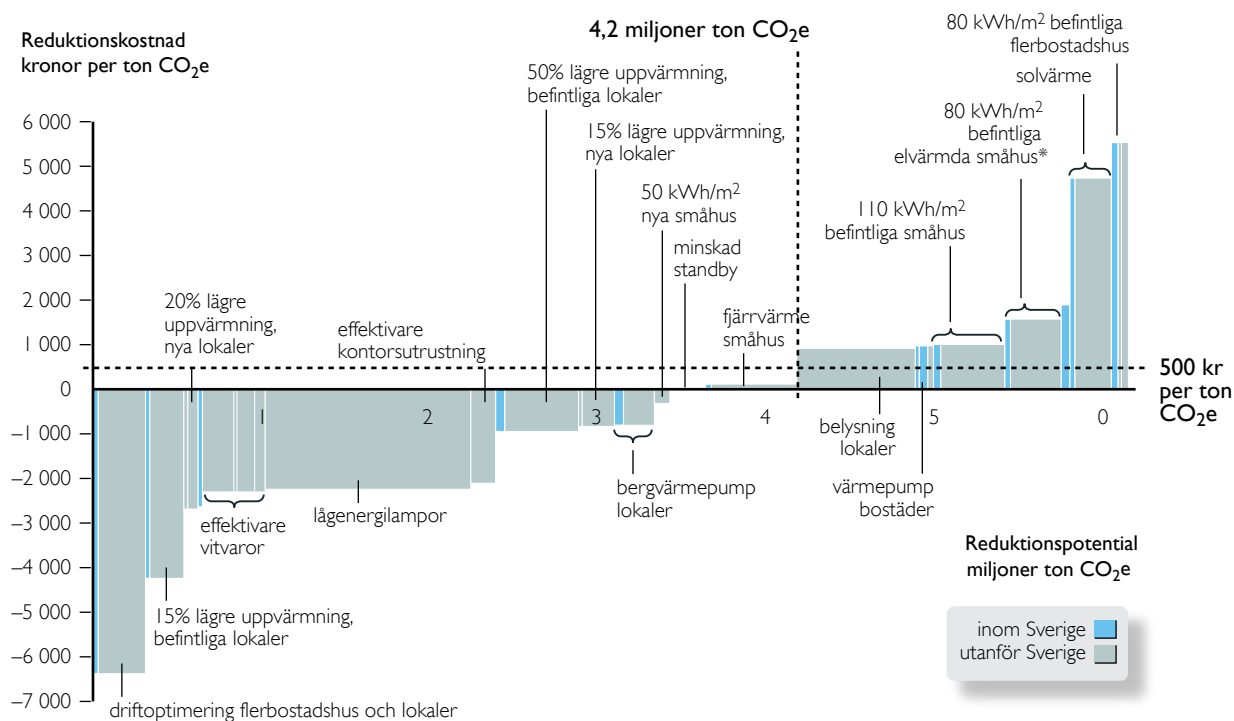
Exempel till Figur 20: En ombyggnation av befintliga småhus enligt nybyggnads kraven i Boverkets Byggregler 2006 innebär en minskning av växthusgasutsläpp på knappt 0,4 miljoner ton. Av denna ligger endast cirka 0,05 miljoner ton inom Sveriges gränser. Detta beror på att en stor del av energieffektiviseringen utgörs av elenergi. Emellertid kostar åtgärder cirka 1000 kr per ton koldioxidkvivalenter.

Som ett underlag till Energieffektiviseringsutredningen har Chalmers EnergiCentrum bedömt energieffektiviseringspotentialen på 10–15 års sikt för bebyggelsen [5]. Utöver detta finns en besparingspotential, som kan nås genom att byta energibärare. I första hand finns möjlighet att i många småhus övergå från olja och el till biobränslen och värmepumpar (som drar mindre el än en elpanna).

## Teoretisk och realistisk effektiviseringspotential

Potentialen att minska energianvändningen i bebyggelsen till 2020 sammanfattas i figur 21. Totalt kan knappt 41 TWh med hänsyn till vad som är teknisk-ekonomiskt motive-

**Figur 20.** Kostnadskurva för åtgärder som minskar utsläppen av växthusgaser från bebyggelsen.



Källa: Svenskt Näringsliv, Möjligheter och kostnader att reducera växthusgasutsläpp (2008).

rat effektiviseras, räknat som årlig energi-användning (levererad energi). Uppskattningen förutsätter 100 procents acceptans. De stora effektiviseringsposterna är fjärrvärme och bränslen för uppvärmning. Potentialen att minska elanvändningen i lokalbyggnader är också relativt stor.

Den totala potentialen till 2020 är:

- för uppvärmning med fjärrvärme och bränslen: 23,3 TWh per år
- för elvärme: 6,4 TWh per år
- för el, som används till annat än uppvärmning: 10,9 TWh per år.

Chalmers Energicentrum har i sin underlagsrapport bedömt att den realistiska effektiviseringspotentialen i bebyggelsen är betydligt mindre än den teknisk-ekonomiska. En mer realistisk energieffektiviseringspotential, med cirka 15 procents acceptansgrad för hela bebyggelsen, redovisas i figur 22. Av figur 22 framgår att den realistiska energieffektiviseringspotentialen för bebyggelsen är drygt 6 TWh till 2020 och cirka 5 TWh till 2016 vid en

acceptans av 15 procent. Det kan jämföras med den teknisk-ekonomiska potentialen till 2020 på cirka 41 TWh per år.

### Kombinerade åtgärds paket ger ytterligare effektiviseringspotential

Energieffektiviseringar av byggnader åstadkoms mest lönsamt som ett helt paket av renoveringsåtgärder speciellt utformat för den individuella byggnaden. Investeringen kan då hållas nere tack vare samordningsfördelar, exempelvis kan samma byggnadsställning användas för renovering av både yttervägg och fönster. Därför kan enskilda åtgärder, vilka inte var för

### FAKTA Möjligt spara ytterligare vid uppvärmning

Figur 21 redovisar inte hela den teknisk-ekonomiska potentialen. Efter 2020 kvarstår ytterligare cirka 8 TWh effektiviseringspotential för uppvärmning. Den totala potentialen för uppvärmning i bebyggelsen blir således drygt 38 TWh/år.

sig uppfyller lönsamhetskriterierna, ändå ingå i ett åtgärds paket som i sin helhet uppfyller lönsamhetskraven. Därmed blir energieffektiviseringen större än om man begränsar sig till enskilda åtgärder.

Ett exempel kan hämtas från ett pågående projekt inom energieffektiviseringsprogrammet BELOK. Projektet har på teoretisk väg visat att den totala levererade energin, för fem befintliga kontorshus, kan

**Figur 21.** Potential för energieffektivisering i bebyggelsen till 2020, med 100 procents acceptans (TWh).

Potential för värmeåtgärder och elutrustning i byggnader (om alla lönsamma åtgärder blir genomförda) exklusive konverteringsåtgärder. Ackumulerade resultat om alla lönsamma åtgärder under perioden 2005–2016 genomförs. Slutlig energianvändning.

	2008	2010	2013	2016	2020
Småhus, fjärrvärme/bränslen	1,6	2,6	4,2	5,4	6,7
Flerbostadshus, fjärrvärme/bränslen	2,4	3,6	5,4	6,8	8,2
Lokaler, fjärrvärme/bränslen	2,4	4,1	6,0	7,1	8,4
Småhus, el för uppvärmning	1,1	1,8	2,7	3,3	3,9
Flerbostadshus, el för uppvärmning	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Lokaler, el för uppvärmning	0,6	1,0	1,4	1,7	2,0
Småhus, hushållsel	0,9	1,4	2,0	2,8	3,7
Flerbostadshus, hushålls-el/fastighetsel	0,4	0,6	,09	1,2	1,6
Lokaler, fastighetsel/verksamhetsel	1,4	2,1	3,1	4,2	5,6
<b>Summa</b>	<b>10,9</b>	<b>17,3</b>	<b>26,0</b>	<b>32,8</b>	<b>40,6</b>

Källa: Ett energieffektivare Sverige, SOU 2008: 25.

**Figur 22.** Realistisk potential till energieffektivisering i bebyggelsen till 2020, med 15 procents acceptans (TWh).

Energieffektivisering (TWh)	2008	2010	2013	2016	2020
<b>Fjärrvärme, bränslen</b>					
Småhus	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9
Flerbostadshus	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4
Lokaler	0,4	0,7	1,0	1,1	1,4
<b>El för uppvärmning, hushållsel, driftel</b>					
Småhus	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
Flerbostadshus	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
Lokaler	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2
<b>Summa: Ungefärlig realistisk potential</b>	<b>1,7</b>	<b>2,6</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>6,2</b>

Källa: Chalmers EnergiCentrum, Uppvärmning av byggnader – Analys av hur styrmedel som påverkar uppvärmning av byggnader kan bidra till olika miljömål (2007).

## FAKTA BELOK

Beställargruppen Lokaler, har målsättningen att energieffektiva system och produkter för kommersiella byggnader tidigare skall komma ut på marknaden. Utvecklingsprojektet, som BELOK finansierar, syftar till att effektivisera byggnadernas energianvändning samtidigt som funktion och komfort förbättras. BELOK är ett samarbete mellan Energimyndigheten och 15 av Sveriges största fastighetsägare. Läs mer på webbplatsen [www.belok.se](http://www.belok.se)

halveras, med lönsamhetskrav som gäller för normal kommersiell fastighetsförvaltning – från cirka 200 kWh per år och kvadratmeter till cirka 100 kWh per år och kvadratmeter. Åtgärderna genomfördes i huvudsak under 2008 och resultatet utvärderas under åren 2009 och 2010.

Ett annat exempel från verkligheten som visar den ytterligare effektiviseringspotential som kan erhållas med ett paket av effektiviseringsåtgärder är renoveringen av miljonprogramsområdet Gårdsten i östra Göteborg.

## 6.

## Energieffektivisering i industrin

*Enligt Energieffektiviseringsutredningen kan den del av industrin som handlar med utsläppsrätter spara cirka 7 TWh till 2016 med lönsamhet. Totalt uppskattas hela industrisektorns lönsamma potential till 13 TWh.*

På samma sätt som för övriga samhällssektorer har Svenskt Näringsliv undersökt olika åtgärder för att minska växthusgasutsläppen. Enligt studien finns en potential att minska utsläppen av växthusgaser med 3,3 miljoner ton koldioxidkvivalenter, förutsatt att maximal åtgärds kostnad är femhundra kronor per ton koldioxidkvivalenter. I figur 23 redovisas kostnadskurvan för industrisektorn. Mer än hälften av åtgärderna som har en reduktionskostnad under 500 kronor per ton koldioxidkvivalenter bedöms ligga utanför Sveriges gränser, eftersom dessa åtgärder handlar om att minska elanvändningen, dels genom effektivare motorsystem i industriprocesserna dels genom effektivare byggnader.

Figur 23 visar till exempel att införande av koldioxidavskiljning och lagring, CCS i järn- och stålindustrin samt raffinaderier och petrokemi ligger på en reduktionskostnad kring 700 kronor per ton koldioxidkvivalenter, det vill säga strax över den maximalt tillåtna om 500 kronor per ton koldioxidkvivalenter. Potentialen för reduktion av växthusgaser är som framgår mycket stor, knappt 2,5 miljoner ton koldioxidkvivalenter. Förhoppningsvis kan utvecklingen i framtiden leda till att reduktionskostnaden minskar.

### Effektiviseringspotential i industrier som handlar med utsläppsrätter

Effektiviseringspotentialerna i följande redovisning är hämtade ur Energieffektivitetstudier utredningens slutbetänkande, som i sin

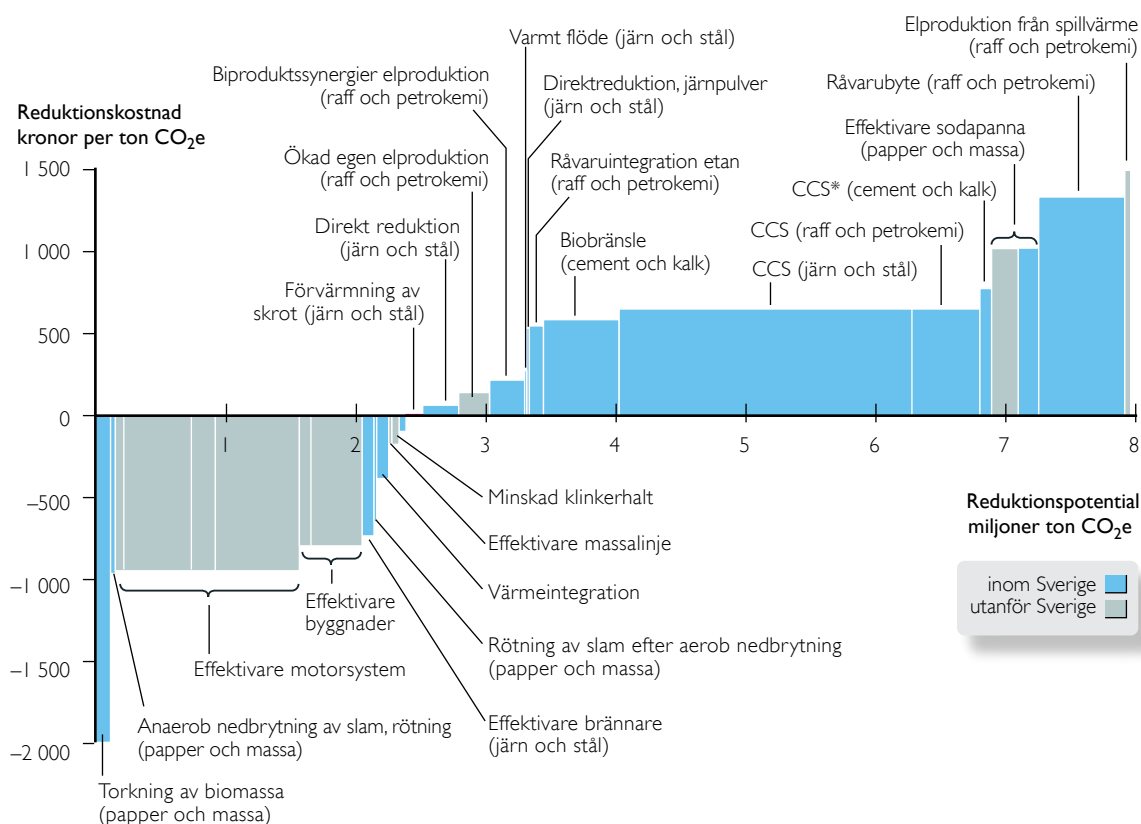
tur baserar sina uppskattningar på Svenskt Näringslivs studie om åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser. Under innevarande handelsperiod, 2008–2012, bedöms cirka 48 TWh fossila bränslen per år omfattas av handelssystemet för utsläppsrätter. Detta kan jämföras med industrins totala användning av fossila bränslen, 70 TWh per år, inklusive industriella biprodukter exempelvis masugnsgas. Med en bredare definition av förbränningsanläggningar inom industrin ökar underlaget. Andelen fossila bränslen som omfattas av systemet med utsläppshandel bedöms då öka till cirka 57 TWh per år.

En grov uppskattning av elanvändningen i de verksamheter som omfattas av utsläppshandeln visar att det rör sig om cirka 35 TWh per år – att jämföra med industrins totala elanvändning på 56 TWh per år. Med en breddad definition av förbränningsanläggningar blir den uppskattade elanvändningen som omfattas av handeln i stället cirka 40 TWh per år.

Den identifierade energieffektiviseringspotentialen i lönsamma åtgärder är ungefär lika stor som ökningen i energianvändning i grundscenariot. Det innebär att den handlande industrin använder ungefär lika mycket energi år 2016 som år 2005 enligt Eneff utredningen.

Den tekniska effektiviseringspotentialen för handlande industri är totalt cirka 8 TWh per år levererad energi, varav omkring 4 TWh per år utgörs av minskad

**Figur 23.** Kostnadskurva för åtgärder som minskar utsläppen av växthusgaser i industrin.



\* Notera: CCS står för Carbon Capture and Storage, det vill säga insamling och lagring av koldioxid.

Källa: Svenskt Näringsliv, Möjligheter och kostnader att reducera växthusgasutsläpp (2008).

elanvändning. Besparingarna kan göras i branscherna järn och stål, massa och papper samt raffinaderier och petrokemi. Enligt Energieffektiviseringsutredningens finns det möjlighet att spara omkring 8 procent energi jämfört med dagens nivå – en storleksordning som är vanlig i denna typ av bedömningar.

Av den totala tekniska potentialen för den energiintensiva industrin om knappt 11 TWh per år anser EnEff att 8 TWh per år ligger inom den ram som EnEff behandlar. Av de åtgärder som krävs för att nå potentialen 8 TWh per år anses knappt 7 TWh per år vara lönsamma. Av dessa bedöms endast drygt 2 TWh per år genomföras spontant med befintliga styrmedel. Detta innebär att lönsamma åtgärder motsvarande cirka 4,5

TWh per år inte kommer att genomföras med endast dagens incitamentsstruktur.

En stor del av företagen i den handlande sektorn deltar i det frivilliga programmet för energieffektivisering, PFE, inom elintensiv industri. En följd av att ett företag ansluter sig till PFE blir att energieffektivisering blir en del av den normala verksamheten, bland annat genom att ett energiledningssystem införs. Den beräknade effektiviseringspotentialen för PFE bedöms vara cirka 0,7 TWh per år avseende elanvändningen.

#### Effektiviseringspotential i övrig industri

Den industri som inte handlar med utsläppsrätter svarar för en mindre del av industrins energianvändning – användningen av bränslen uppgår till 27,7 TWh per år

## **FAKTA** Program för energieffektivisering, PFE

Idag är nästan 100 företag anslutna till PFE och de investerar cirka 1 miljard kronor i omkring 900 eleffektiviserande åtgärder. Företagens morot att ansluta sig till PFE är en minskad elenergikostnad med 0,5 öre per kWh.

och elanvändningen till 23,7 TWh per år. Därmed blir energieffektiviseringspotentialen inte så stor. Förutsättningar för den potential som anges i Energias underlagsstudie till Energieffektiviseringsutredningens delbetänkande är oklart redovisade.

Energieffektiviseringsutredningens delbetänkande har uppskattat effektiviseringspotentialen för el respektive bränslen i de industrigrenar som inte handlar med utsläppsrätter. Enligt delbetänkandet bedöms potentialen för el vara 1,6 TWh per år och för bränslen 2,2 TWh per år, det vill säga totalt knappt cirka 4 TWh per år. Branscherna med störst effektiviseringspotential är verkstadsindustri och kemisk industri. Energieffektiviseringsutredningen har i sitt slutbetänkande justerat upp bedömningen av potentialen för den icke-handlande industrin till totalt omkring 6 TWh per år, uttryckt som levererad energi.

### Effektiviseringspotential i industrin, totalt

När Energieffektiviseringsutredningen summerar bidragen, från den del av industrin som handlar med utsläppsrätter och den som inte ingår i utsläppshandeln, landar vi på en sammanlagd effektiviseringspotential på omkring 13 TWh till 2016.

För den handlande delen av industrin motsvarar effektiviseringspotentialen, 7 TWh per år, drygt 6 procent av dagens energianvändning, räknat som ett medelvärde för 2001–2005. För den del av industrin som inte ingår i handeln motsvarar effektiviseringspotentialen 6 TWh per år. Detta motsvarar 12 procent av energianvändningen.

Energieffektiviseringsutredningen har i en litteraturgenomgång funnit starkt varierande bedömningar av energieffektiviseringspotentialen inom industrin. En doktorsavhandling visar att de tekniska energieffektiviseringsmöjligheterna är omkring 50 procent, medan andra undersökningar visar att den lönsamma effektiviseringspotentialen i enskilda industriföretag ligger mellan 15 och 20 procent.

Tidigare studier (IVAs Energiframsyn) uppskattar effektiviseringspotentialen i industrin till mellan 10 och 15 procent, vilket motsvarar en möjlig besparing till 2020 på 15 till 20 TWh per år.

# Energieffektivisering i Sverige – sammanfattning

# 7.

*Den totala effektiviseringspotentialen i Sverige till 2016 är 50 TWh per år enligt Energieffektiviseringsutredningens slutbetänkande. Men det förutsätter att alla tekniskt möjliga och samhällsekonomiskt lönsamma effektiviseringsåtgärder genomförs. En bedömning, där hänsyn bland annat tas till styrmedlens effektivitet och diverse transaktionskostnader, är att effektiviseringen blir cirka 15 TWh per år. Denna låga genomförandegrad är inte godtagbar om de av riksdagen fastställda miljö kvalitetsmålen ska uppfyllas.*

Energieffektiviseringsutredningen bedömning av den uppskattade effektiviseringspotentialen för de tre sektorerna visas i figur 24. Den klart största potentialen finns inom bebyggelsen, särskilt när det gäller elanvändningen. Industrins potential är mindre än bebyggelsens, trots att energianvändningen är i samma storleksordning. Inom transportsektorn finns en stor potential att minska bränsleanvändningen.

Det som är slående i figur 24 är den stora skillnaden mellan den teknisk-ekonomiska effektiviseringspotentialen och den effektivisering som bedöms bli genomförd. I det senare fallet har den teknisk-ekonomiska potentialen multiplicerats med en acceptansfaktor, ett mått på hur stor andel av

den teknisk-ekonomiska potentialen som kan förväntas bli genomförd i verkligheten. Den stora skillnaden mellan dess värden gäller särskilt industrisektorn. Dagens incitamentsstruktur bedöms medföra att en mycket liten del av potentialen blir genomförd spontant i denna sektor. Energieffektiviseringsutredningen bedömer att ytterligare styrmedel behövs och föreslår således en mängd sådana inom alla tre sektorer.

Inom bebyggelsen finns stora möjligheter till energieffektiviseringar genom att minska användning av fjärrvärme, bränslen och elenergi. Ett möjligt framtidsscenario är att energieffektiviseringar som genomförs i bebyggelsen skapar ett utrymme för en ökning av industrins framtida energibehov.

**Figur 24.** Uppskattad energieffektiviseringspotential i olika samhällssektorer till 2020, både teknisk-ekonomisk och rimlig potential (TWh/år).

	Total teknisk ekonomisk potential levererad energi (TWh/år)	Total potential med rimlig acceptans levererad energi (TWh/år)	Potential som kräver nya effektiva styrmedel Levererad energi (TWh/år)
Bebyggelsen	24	8	16
Industrisektorn	13	1–2	11–12
Transportsektorn	13	5	8
<b>Totalt</b>	<b>50</b>	<b>14–15</b>	<b>35–36</b>

Källa: Vägen till ett energieffektivare Sverige, SOU 2008:110.

## 8.

## Konsekvenser av energieffektivisering

*För att exemplifiera hur energibärarnas storlek och fördelning kan ändras vid långt gången energieffektivisering har två exempel studerats, ett för inrikes transporter och ett för bebyggelsen. Dessutom diskuteras några centrala frågeställningar vid energieffektivisering, bland annat hur acceptansen för effektivisering kan öka.*

Att använda Energieffektiviseringsutredningens maximala energieffektiviseringspotentialer för åren 2016 eller 2020 kan ses som ett exempel på ”långt gången energieffektivisering”. Detta förutsätter att hela den teknisk-ekonomiska potentialen genomförs, det vill säga att acceptansen är 100 procent. En så hög acceptans kräver mycket verksamma styrmedel, långt över vad som traditionellt har använts.

För bebyggelsen har Chalmers EnergiCentrum i ett underlag till Energieffektiviseringsutredningen visat att acceptansen troligen kommer att ligga mellan 10 och 30 procent [5]. Den lägre procentsatsen avser en situation där i stort sett tidigare använda eller befintliga styrmedel används, medan den högre siffran förutsätter att ett antal nya och kraftigare styrmedel införs. Ett antal sådana styrmedel föreslås i ovan nämnda rapport. Ytterligare styrmedel föreslås i Energieffektiviseringsutredningens delbetänkande [7] och slutbetänkande [2].

Nödvändigheten av nya styrmedel kan illustreras av att bebyggelsens totala energi-användning varit ungefär konstant sedan 1995 medan det nationella energimålet kräver 20 procent lägre energianvändning år 2020 jämfört med 1995. Det innebär att nästan hela denna effektivisering måste ske under det kommande decenniet.

För den del av industrin som inte omfattas av utsläppshandeln baseras effektiviseringspotentialen i Energieffektiviseringsutred-

ningens underlagsrapporter på företags-ekonomiska och inte samhällsekonomiska kriterier. Därmed kan antas att effektiviseringspotentialen kan drivas längre om samhällsekonomiska kriterier skulle användas. Fallstudier av enskilda industrier har visat att normala företagsekonomiska lönsamhetskriterier, det vill säga åtgärder med tre års återbetalningstid, innebär en effektivisering på omkring 15 procent. Om längre återbetalningstider används kan effektiviseringen bli upp till 40 procent för enskilda industrier. Det är emellertid lättare att nå en hög energieffektivisering i enskilda industrier än i en hel industrisektor, liksom i enskilda byggnader än i hela bebyggelsen.

Energisystemet ska idag liksom i framtiden uppfylla ett antal kriterier. Enligt IVAs projekt Vägval energi, ska framtidens svenska energisystem:

- Säkerställa en långsiktig energiförsörjning
- Högre energieffektivitet
- Lägre klimatpåverkan
- Högre störningsberedskap
- Stärkt konkurrenskraft

Att kvantifiera vilka konsekvenser och inflytande dessa villkor kommer att ha för energieffektiviseringen faller utanför rapportens syfte. I stället förs en kvalitativ diskussion illustrerad med två framtidsscenarier. Avsikten är att illustrera hur ”långt gången energieffektivisering” kan påverka energibärarnas storlek och fördelning.

## Konsekvenser inom transportsektorn

När det gäller transportsektorn ligger två typer av energieffektivisering nära till hands; bränslesnålare fordon eller ny typ av bränslen. Därför diskuteras följande exempel byggd på tre scenarier för transportsektorn:

- **Scenario 1.** Binsinbilsflottan är i genomsnitt 50 procent bränslesnålare. Förväntad nivå på bränsleförbrukningen hos en ny bil 2022 jämfört med 2002.
- **Scenario 2.** Biobränsle (etanol) har ersatt procent av bensinförbrukningen.
- **Scenario 3.** Binsinbilsflottan har till hälften ersatts av plug-in elhybridbilar.

### FAKTA

#### Om transportscenarierna

I scenarierna berörs bensin, etanol och elenergi. Däremot berörs varken diesel, flygbränsle eller naturgas. Som referens används transportsektorns energianvändning i genomsnitt 2001–2005.

Scenario 1 innebär en halvering av bensinförbrukningen, vilket motsvarar en effektivisering på cirka 28 TWh per år. Övriga energibärare förblir oförändrade. Detta innebär såväl en minskad resursanvändning som en minskad miljöbelastning.

I scenario 2 innebär en minskad bensinförbrukning på cirka 28 TWh per år och en motsvarande ökning av etanolförbrukningen. Scenariot resulterar inte i någon energibesparing. Däremot betyder det en minskad användning av ändliga resurser och minskad klimatbelastning genom minskning av utsläppen av växthusgaser – förutsatt att etanolen produceras på rätt sätt.

Scenario 3 medför att bensinförbrukningen halveras, medan elanvändningen ökar. Beträktat som levererad energi innebär detta att den totala summan levererad energi, bensin och el minskar från 55 TWh per år till knappt 43 TWh per år. Det beror på att bensinmotorernas termiska verkningsgrad är 20–30 procent, medan motsvarande verkningsgrad hos en elmotor är betydligt högre, kring 90 procent. Även betraktat som primärenergi fås en liten energibesparing.

Klimatbelastningen kan då öka beroende på hur el produceras.

### FAKTA

#### Om bebyggelse-scenarierna

I scenarierna studeras endast levererad energi för uppvärmning. Således ingår varken hushållsel, verksamhetsel eller fastighetsel. Referensåret för energianvändningen är 2005.

## Konsekvenser inom bebyggelsen

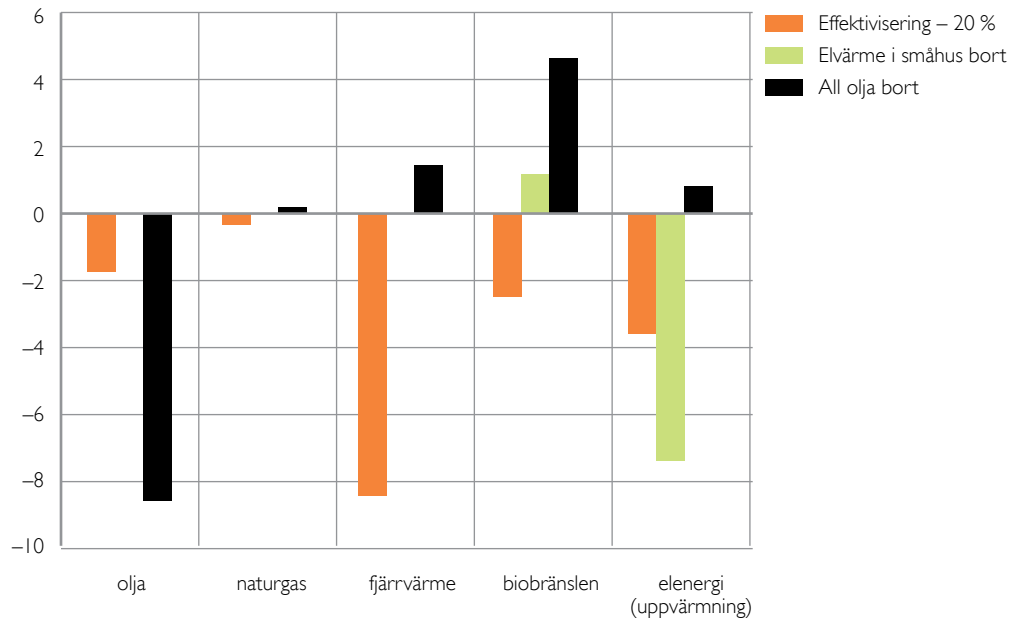
Utöver de effektiviseringspotentialer som Energieffektiviseringsutredningen anger, finns en potential för byte av energibärare i bebyggelsen, dels konvertering av olja dels konvertering av elvärme. Huvuddelen av de åtgärder som krävs för konvertering av elvärme rör småhus – cirka 60 procent av den el som används i småhussektorn går till uppvärmning inklusive el till värmepumpar.

Chalmers EnergiCentrum har i en rapport diskuterat miljöpåverkan vid tre scenarier på energieffektivisering och bränslekonvertering [5]. I det följande redovisas hur energibärarnas storlek och fördelning påverkas.

- **Scenario 1.** Effektivisering 20 procent. Effektiviseringsåtgärder genomförs i alla hus så att levererad energi för uppvärmning minskar med tjugo procent. Nuvarande uppvärmningssätt behålls.
- **Scenario 2.** Elvärme i småhus bort. Hälften av energibehovet för uppvärmning tillgodoses med pellets pannor, hälften med markvärmepumpar. Småhus med direktverkande elvärme förses alla med värmepumpar.
- **Scenario 3.** All olja bort. Olja i småhus ersätts, till hälften med pellets pannor och till hälften med markvärmepumpar. I flerbostadshus och lokaler ersätts oljan till hälften med fjärrvärme och till hälften med pellets pannor.

Figur 25 redovisar hur energibärarna påverkas i de tre scenarierna, jämfört med referensåret 2005. Av figuren framgår att

**Figur 25.** Behovet av olika energibärare för tre scenarier av energieffektivisering i bebyggelsen (TWh/år).



Notera: Basfallet är levererad energi för uppvärmning 2005.

Källa: Chalmers Energicentrum, Uppvärmning av byggnader – Analys av hur styrmedel som påverkar uppvärmning av byggnader kan bidra till olika miljömål (2007).

### FAKTA Uppvärmning i småhus

Enbart direktel används i omkring 306 000 av de 1,74 miljoner småhusen i Sverige. Värmepumpar av olika slag används i 260 000 småhus och enbart vattenburen elvärme i lika många småhus.

I scenario 1 minskar samtliga energibärare med tjugo procent, totalt drygt 16 TWh/år. Mest minskar fjärrvärmens med drygt 8 TWh/år.

I scenario 2 minskar elenergin mer än dubbelt så mycket som i scenario 1, trots att det här tillkommer el för att driva värmepumpar. I gengäld ökar användningen av biobränslen tämligen mycket. Övriga energibärare är lika stora som i basfallet.

Scenario 3 innebär att all oljeeldning i bebyggelsen försvinner, drygt 8 TWh/år. I

gengäld ökar behovet av fjärrvärme, biobränsle och el. Att fjärrvärmebehovet inte ökar mer, beror på att oljeeldning blir alltmer sällsynt i flerbostadshus och lokaler.

Behovet av biobränsle ökar mycket, eftersom hälften av all olja antas ersättas med pellets pannor. Elbehovet ökar något, eftersom oljepannor i småhus ersätts med värmepumpar. Totalt sett minskar den levererade energin i bebyggelsen bara drygt 1,3 TWh/år vid oljekonvertering.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att en energieffektivisering motsvarande tjugo procent av dagens energianvändning ger den största minskningen av den levererade energin och samtidigt minskad miljöbelastning.

### Frågeställningar vid energieffektivisering

I detta avsnitt diskuteras några centrala frågor som aktualiseras, dels vid energieffektivisering dels vid utveckling av ett energisystem för ett hållbart samhälle. Frågeställningarna anknyter delvis till de villkor

för framtidens energisystem som anges tidigare i detta kapitel.

1. Hur kan konkurrenskraft kombineras med ökade krav på effektiv energianvändning, på minskad miljöbelastning och på utveckling av ett hållbart energisystem?
2. Hur kan acceptansen för energieffektivisering öka? Vilka hinder och drivkrafter finns?

Figur 26 speglar ett globalt stigande energibehov under 1900-talet och hur det har mötts med användning av fossila bränslen. Bilden visar också att om energibehovet fortsätter att öka i samma takt som de senaste hundra åren krävs en ökad energitillförsel med 2–3 gånger under kommande sekel. För att nå uppsatta klimatmål krävs en betydande effektivisering av energisystemet liksom en kraftfull satsning på utveckling av förnybara energikällor. Kärnkraften liksom koldioxidinfångning och lagring blir nödvändiga delar av energisystemet för att överbrygga till ett framtida vätgasbaserat energisystem.

Förutsättningar för en energieffektivisering är olika för sektorerna transporter, bebyggelse och industri, liksom konsekvenserna av en effektivisering. Inom bebyggelsesektorn finns exempelvis en betydande teknisk-

ekonomisk potential för att spara energi inte minst el. Långsiktigt lönsamma energieffektiviseringar i den byggda miljön skapar möjligheter till utveckling av en hållbar bygg- och fastighetssektor. Samtidigt frigörs resurser för andra ändamål, exempelvis för produktionen av varor och tjänster och industriell utveckling. Genom ett effektivare resursutnyttjande kan samma produktion/konsumtion uppnås till en lägre kostnad med ökad konkurrenskraft som följd.

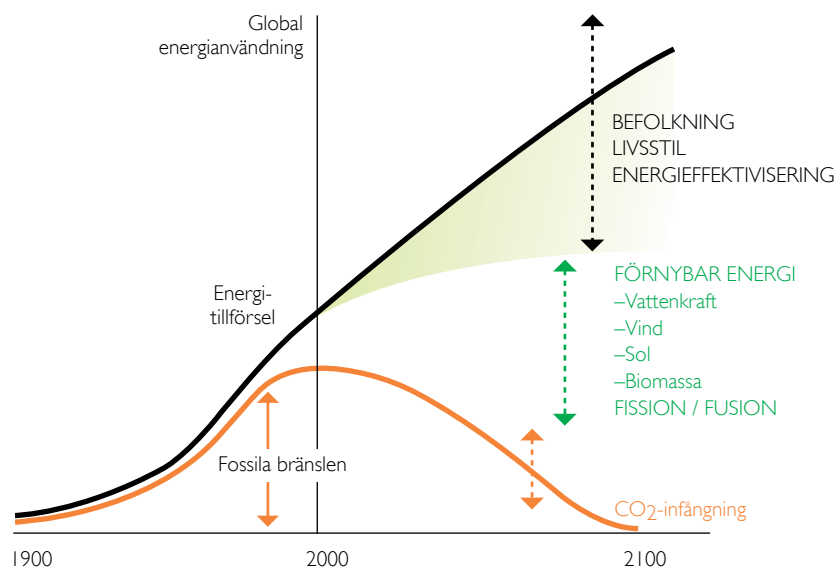
Några strategier kan sägas vara nödvändiga för att utveckla ett hållbart energisystem. Dessa är att:

- Använda energi och andra resurser mer effektivt.
- Minska användningen av fossila bränslen.
- Använda förnybar energi i ökad omfattning.
- Fånga in och lagra koldioxid.
- Utveckla en systemsyn för en effektiv energianvändning inom sektorerna transporter, bebyggelse och industri.

### Hur öka acceptansen för energieffektivisering?

Rapporten visar att det finns betydande möjligheter till lönsamma åtgärder för energieffektiviseringar inom samtliga sektorer.

**Figur 26.** Globalt energibehov för perioden 1900–2100.



Erfarenheter från olika studier visar emellertid att endast en del av dessa åtgärder blir genomförda i praktiken. Hur stor del av lönsamma åtgärder som verkligen genomförs beror bland annat på de politiska styrmedlen, priset på energi och inte minst på hur marknadskrafterna styr.

Acceptansen, den andel av de lönsamma åtgärder som blir genomförda, varierar mellan 0 och 100 procent, beroende på åtgärd och rådande omständigheter. Det finns flera möjliga faktorer som förklaring till att bara en del blir genomfört:

- Bristande kunskap om att effektiviseringsmöjligheten finns, lämpliga åtgärds kombinationer med mera.
- Tvekan om vissa åtgärders lämplighet.
- Strängare lönsamhetskrav än vad åtgärderna ger från ett samhällsekonomiskt perspektiv
- Problem med finansiering.
- Organisationen kanske räknar lönsamhet för snävt/kortsiktigt.
- Tvekan huruvida verksamheten skall bestå i nuvarande form.
- Saknar tid att hantera denna typ av frågor eller att ta fram tillräckliga underlag.
- Organisationen saknar tillräcklig kompetens, har fokus på andra frågor, eller har andra problem knutna till organisations- och incitamentsstruktur.

Dessa faktorer kan påverkas genom att tillämpa olika effektiva styrmedel.

Sammanfattningsvis bedöms de redovisade effektiviseringsmålen i kapitel 2 bli svåra att nå utan att styrmedlen förstärks ytterligare. Åtgärder på användarsidan är krävande, bland annat med hänsyn till det stora antalet beslutsfattare som ska påverkas särskilt inom bostadsektorn. En viktig utgångspunkt är att ökat krav på energieffektivisering måste bygga på en positiv utveckling av hela industrin med tillhörande tjänstesektor som bas för samhällsutvecklingen och vår välfärd.

## REFERENSER

- [1] Energiläget i siffror 2007, Rapport ET 2007:50, Energimyndigheten, 2007.
- [2] Vägen till ett energieffektivare Sverige. Slutbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen, SOU 2008:110.
- [3] Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen, Dalenbäck, Göransson, Jagemar, Nilson, Olsson, Pettersson, Chalmers EnergiCentrum, 2005. (Underlag till Boverkets rapport Piska eller morot).
- [4] Möjligheter och kostnader för att reducera växthusgasutsläpp i Sverige, Svenskt Näringsliv, 2008.
- [5] Energieffektiviseringspotential i bostäder och lokaler. Med fokus på effektiviseringsåtgärder 2005-2016, Pettersson och Göransson, Chalmers EnergiCentrum, 2007. (Underlag till Energieffektiviseringsutredningen).
- [6] Energianvändning och energieffektiviseringspotential inom den ej handlande delen av industrin, Hardell och Fors, Rapport 2007:7, EnerGia Konsulterande Ingenjörer, 2007. (Underlag till Energieffektiviseringsutredningen).
- [7] Ett energieffektivare Sverige. Delbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen, SOU 2008:25.

## ÖVRIG LITTERATUR

- Boverket. 2007. God bebyggd miljö – Fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet 2007. Okt. 2007. Karlskrona.
- Carlsson, L.-O.. 1992. Arbetsrapport och indata för energi- och byggnadsutveckling i bostäder och servicelokaler 1970 – 1992. PREDECO, Stockholm.
- Energimyndigheten. 2008. Energiindikatorer 2008 - Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål. Rapport ET 2008:8. Juli 2008. Eskilstuna.
- Energimyndigheten. 2007. Energiläget 2007. Rapport ET 2007:49. Nov. 2007. Eskilstuna.
- Fröling, M., J-O Dalenbäck, C. Reidhav & S. Werner. 2007. Energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme. Fjärrsyn rapport 2007:2. Svensk Fjärrvärme AB. Stockholm. ISBN 978-91-7381-002-9.
- Göransson, A, L. Jagemar, B. Pettersson. 2007. Uppvärmning av byggnader - Analys av hur styrmedel som påverkar uppvärmning av byggnader kan bidra till olika miljömål. Juni 2007. Chalmers EnergiCentrum, Göteborg och Naturvårdsverket, Stockholm
- IVA. 2002. Energianvändning i industrin – En faktagrapport inom IVA-projektet Energi-framsyn Sveige i Europa. IVA, Stockholm.
- IVA. 2003. Vad hände sen? Rapport från panelen för Användarframsyn. Energiframsyn Sverige i Europa. IVA, Stockholm.
- Miljökraft. 2007. Översiktlig beskrivning av energianvändningen i de företag som inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter. Underlag till energieffektiviseringsutredningen den 17 okt. 2007. Miljökraft i Sverige AB. Stockholm.
- Resvik, B. 2005. Perspektiv på energi- och klimatfrågan. Jan. 2005. Svenskt Näringsliv. Stockholm.

# ENERGIEFFEKTIVISERING

Rapporten sammanställer aktuell kunskap om Sveriges energianvändning och energibalans samt prognoser för Sveriges framtida energianvändning inom de tre sektorerna transporter, byggnader och industri. Dessutom redovisas bedömningar av effektiviseringspotentialen för respektive samhällssektor fram till år 2020.

I rapporten diskuteras också möjligheter och hinder för genomförande av energieffektiviseringsåtgärder och konsekvenserna av en långt driven energieffektivisering i Sverige.



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSÅKADEMIEN

*Vägval energi finansieras av*



Forskningsrådet för miljö, areella näringar  
och samhällsbyggande, Formas

ÅNGPANNEFÖRENINGENS  
FORSKNINGSSTIFTELSE

