

**CHALMERS**

**Åtgärder för ökad energieffektivisering  
i bebyggelsen**

**Underlagsmaterial till Boverkets regeringsuppdrag beträffande  
energieffektivisering i byggnader (M2004/4246/Kb)**

**Chalmers EnergiCentrum - CEC**

**Göteborg den 1 september 2005**



## SAMMANFATTNING

Energikommissionens betänkande ”Omställning av energisystemet” 1995 visade på en förhållandevis stor teknisk-ekonomisk potential att minska såväl den totala (TWh/år) som den specifika energianvändningen (kWh/m<sup>2</sup>/år) i bebyggelsen. En sådan utveckling förutsätter dock att nya byggnader som uppförs har lägre energibehov än befintliga samtidigt som energianvändningen i befintliga byggnader reduceras. Nya byggnaders energibehov bestäms främst av gällande regler för bygglov medan förutsättningarna för energieffektiviseringsåtgärder i befintliga byggnader är bäst i samband med underhålls- och renoveringsåtgärder.

Trots något bättre ekonomiska förutsättningar än vad man antog i Energikommissionens betänkande, visar en utvärdering att det inte skett någon egentlig minskning av den specifika energianvändningen från 1993 till 2003. Sammantaget beror detta på en låg politisk ambition (ingen skärpning av krav med avseende på energianvändning i byggnader) och en generellt sett låg acceptans för energieffektivisering hos fastighetsägare (brist på incitament att minska energianvändningen).

Med en uttalad ambition att erhålla en ökad energieffektivisering i bebyggelsen krävs därför en väsentlig **skärpning av de krav som påverkar energianvändningen** samtidigt som **energieffektivisering måste stimuleras på ett mer påtagligt sätt**. Ett system med kontinuerligt skärpta krav tillsammans med fastighetsekonomiska fördelar med låg energianvändning bör på sikt leda till en väsentlig energieffektivisering i bebyggelsen.

Vi föreslår införande av **krav med avseende på byggnaders energiprestanda vid ny- och ombyggnad** och en skärpt uppföljning av desamma med hjälp av **energi-deklarationer** i anslutning till införandet av EG-direktivet om byggnaders energiprestanda. I sammanhanget föreslås dessutom **tvingande krav i anslutning till befintliga byggnader med sämst energiprestanda**.

Vidare föreslås att energieffektivisering stimuleras med **riktade informationsinsatser** till småhusägare respektive större fastighetsförvaltare tillsammans med införande av ett system för **klassning av byggnader** bland annat baserat på energiprestanda.



# FÖRORD

Chalmers tekniska högskola har under många år utvecklat kunskap och teknik för en hållbar utveckling av Sveriges energisystem i samspel med ett nätverk av experter och företag. I det sammanhanget anser vi att en ökad energieffektivisering är en central förutsättning för att vi ska klara de svenska miljömålen och våra internationella åtaganden.

Chalmers EnergiCentrum (CEC) presenterar här på uppdrag av Boverket en utredning där vi beskriver bebyggelsens energianvändning, analyserar vilka möjligheter som finns och föreslår lämpliga åtgärder och styrmedel för en ökad energieffektivisering.

Utredningen utgår bland annat från Miljövårdsberedningens promemoria ”Strategi för energieffektiv bebyggelse” och visar på att det finns en förhållandevis stor outnyttjad teknisk-ekonomisk potential till energieffektivisering i bebyggelsen. För att utnyttja denna potential krävs såväl bättre incitament som ökade krav. När det gäller det förstnämnda är det vår bestämda uppfattning att en konsekvent utveckling och användning av byggnaders energideklarationer kan leda till ett ökat energimedvetande och ökade incitament bland byggsektorns aktörer och därmed leda till en ökad energieffektivisering i bebyggelsen.

Utredningen har sammanställts av Jan-Olof Dalenbäck, Lennart Jagemar och Daniel Olsson (CIT Energy Management AB), Anders Göransson (Profu AB), Anders Nilson (Bengt Dahlgren AB) och Bertil Pettersson (CEC) med ett antal referenspersoner i vårt nätverk som bollplank.

Med förhoppning att föreliggande rapport skall kunna tjäna som ett värdefullt underlag i Boverkets fortsatta arbete.

Göteborg den 1 september 2005

**Bertil Pettersson**  
Chef för Chalmers EnergiCentrum

**Jan-Olof Dalenbäck**  
CIT Energy Management AB  
Bitr. prof. i Installationsteknik  
Inst. för Energi och Miljö



# INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING</b>	... i
<b>FÖRORD</b>	... iii
<b>INNEHÅLL</b>	... v
<b>BEGREPP</b>	... vii
<b>1 INLEDNING</b>	... 1
1.1 Bakgrund	
1.2 Genomförande	
1.3 Strategi för energieffektiv bebyggelse	
<b>2 ENERGI OCH BEBYGGELSE 2003</b>	... 5
2.1 Inledning	
2.2 Uppvärmningssystem och nettovärme	
2.3 Elanvändning	
<b>3 ENERGIANVÄNDNING 1993-2010</b>	... 15
3.1 Prognos från 1993 till 2010 och 2020	
3.2 Verklig utveckling 1993 - 2003	
3.3 Styrmedel 1993 – 2003	
3.4 Ekonomiska faktorer 1993 – 2003	
3.5 Energieffektivisering 1993 – 2003	
3.6 Specifik energianvändning	
<b>4 TEKNISKA ÅTGÄRDER</b>	... 37
4.1 Bostadshus	
4.2 Lokalbyggnader	
4.3 Individuell mätning	
4.4 Solvärme	
4.5 Praktikfallet Gårdsten	
4.5 Inomhusmiljöaspekter	
<b>5 ENERGIEFFEKTIVISERINGSPOTENTIAL</b>	... 57
5.1 Värme i byggnader	
5.2 Elanvändning i byggnader	
5.3 Teknisk-ekonomisk potential	
<b>6 BYGGNADERS ENERGIPRESTANDA</b>	... 75
6.1 Inledning	
6.2 Minimikrav på energiprestanda	
6.3 Metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda	
6.4 Energicertifiering av byggnader	
6.5 Energideklarationer i Sverige	

<b>7 FÖRSLAG TILL STYRMEDEL</b>	<b>... 83</b>
7.1 Byggnaders energiprestanda	
7.2 Information och utbildning	
7.3 Klassning av byggnader	
7.4 Kostnader	
<b>REFERENSER</b>	<b>... 95</b>
<b>BILAGOR</b>	<b>... 105</b>



# BEGREPP

Här ges några korta definitioner av begrepp som används i rapporten.

## Byggnad

Byggnadskropp med klimatskärm (ytterväggar, yttertak, golv mot mark) omkring beträdbara utrymmen. Undantag: Om byggnadskroppen skärs vertikalt av en fastighetsgräns eller av en genomgående brandvägg, och därvid uppdelas i flera självständigt fungerande enheter, så är varje skuren del av byggnadskroppen en egen byggnad. Exempel på detta: En radhuslänga där varje radhusenhet avdelas av vertikala brandväggar (och normalt också av en fastighetsgräns), eller byggnader i traditionell sluten kvartersbebyggelse.

## Driftel

Summan av hyresgästel (verksamhetsel) och den elenergi som används till fasta installationer för klimatisering av byggnaden samt drift av servicefunktioner, t.ex. hissar, rulltrappor och allmän belysning i lokalbyggnader. Se också Fastighetsel.

## Energiprestanda

Utifrån en given definition, en byggnads energianvändning uttryckt i kWh/m<sup>2</sup>/år.

## Fastighetsel

Den elenergi som används till fasta installationer för ventilation och uppvärmning av byggnaden samt drift av servicefunktioner, t.ex. hissar, tvättstugor och allmän belysning, i flerbostadshus.

## Flerbostadshus

Byggnad inrättad till bostäder åt minst 3 familjer, där boarean BOA är större än eventuell lokalarea LOA.

## Hushållsel

Den elenergi som används för belysning, vitvaror, apparater och annan elektrisk utrustning i en bostad (småhus och flerbostadshus).

## Levererad energi

Den energi som levereras till byggnaden, normalt i en leveranspunkt vid dess husliv. Det är alltså levererad el, olja, fjärrvärme, ved etc. Levererad energi för uppvärmning används för att täcka dels nettovärmebehov, dels sådana distributions- och omvandlingsförluster som uppstår i anläggningar inom byggnaden, såsom i en oljepanna. Redovisas i energistatistik som "energianvändning" eller "slutlig energianvändning" och benämns ofta också "köpt energi".

## **Lokalbyggnad**

Byggnad för kommersiella eller offentliga verksamheter såsom kontor, butiker, hotell, vård, undervisning, fritidsaktiviteter, kultur med mera, där lokalarean LOA är större än eventuell bostadsarea BOA. Lokalbyggnaderna är både de som i fastighetstaxeringen är skattepliktiga (kommersiella byggnader kallade "hyreshus" i fastighetstaxeringen) och de som är skattebefriade (offentliga byggnader, kallade "specialenheter").

## **Nettovärme**

Den energi som avges från radiatorer eller motsvarande för byggnadens uppvärmning, dvs *efter* panna, värmepump etc, samt energi för tillförd i värmning av varmvatten. Omvandlingsförluster i oljepannan eller värmefaktor för värmepump ingår inte.

## **Småhus**

Byggnad inrättad som bostad för 1 eller 2 familjer, där boarean BOA är större än eventuell lokalarea LOA. Småhus kan vara permanentbebodda eller fritidshus, och de kan ligga på en "vanlig" fastighet eller en jordbruksfastighet.

## **Uppvärmd area**

I denna rapport definieras uppvärmd area på samma sätt som i SCBs energistatistik. Samtliga uppgifter härrör från husägarens egna svar på SCBs enkätblankett. Alla mått skall vara till ytterväggars eller omslutande väggars insidor.

*Småhus:* All boarea och biarea som är uppvärmd till minst 10 grader.

*Flerbostadshus:* All uppvärmd boarea (lägenhetsarea) och lokalarea (uthyrningslokaler) inklusive varmgarage. Däremot ingår inte trapphus, entréer, tvättstugor och liknande gemensamhetsutrymmen.

*Lokalbyggnader:* All uppvärmd lokalarea (och eventuell boarea). Trapphus och andra gemensamhetsutrymmen torde normalt ingå, men kan saknas i byggnader som hyrs ut till flera hyresgäster.

# 1 INLEDNING

Regeringen har uppdragit åt Boverket att i samverkan med Energimyndigheten och Naturvårdsverket analysera och konkretisera de åtgärdsförslag som rör en ändrad lagstiftning vid ny- och ombyggnation samt införande av ekonomiska incitament som Miljövårdsberedningen presenterar i sin promemoria 2004:2 ”Strategi för energieffektiv bebyggelse”.

Boverket har i sin tur gett i uppdrag åt Chalmers EnergiCentrum att ta fram underlag i anslutning till regeringsuppdraget. Denna utredning omfattar en detaljerad beskrivning av energi och bebyggelse tillsammans med en analys av de senaste årens utveckling och föreslår styrmedel som i huvudsak bygger på pågående införande av EG-direktivet om byggnaders energiprestanda.

## 1.1 Bakgrund

Bebyggelsen och dess byggnader genomgår en kontinuerlig förändring. Det tillkommer hela tiden nya byggnader och det sker en viss ersättning av (äldre) befintliga byggnader med nya byggnader. De nya byggnaderna har i regel lägre specifikt energibehov (kWh/m<sup>2</sup>/år) än de befintliga byggnaderna varför den specifika energianvändningen minskar medan den totala energianvändningen (TWh/år) ändå kan öka om nybyggnationen är omfattande. Däremot innebär renovering och ombyggnad av och utbyte av uppvärmningssystem och elektrisk utrustning i befintliga byggnader i regel såväl en minskad specifik som total energianvändning.

Sedan 70-talet har den totala energianvändningen i sektorn bostäder och service varit i stort sett densamma, i storleksordningen 150 TWh/år. Den bakomliggande utvecklingen visar att en minskad specifik energianvändning i princip balanseras av en ökad uppvärmd area för en ökad befolkningens mängd som använder en större mängd apparater.

Däremot har leverans och användningen av energi kontinuerligt förändrats från att ha varit baserad på 70% oljeprodukter för uppvärmning 1970 till att 2003 främst vara baserad på vatten- och kärnkraft (46%) på grund av en ökad användning av elvärme, en ökad användning av hushålls-, drift- och fastighetsel tillsammans med minskade värmebehov. Samtidigt har anslutning till fjärrvärme med en ökande andel biobränslen ökat, varmed andelen oljeprodukter minskat till 18%.

I december 2004 gav regeringen följande uppdrag åt Boverket [21]:

*”Regeringen uppdrar åt Boverket att i samverkan med Energimyndigheten och Naturvårdsverket analysera och konkretisera de åtgärdsförslag som rör en ändrad lagstiftning vid ny- och ombyggnation samt införande av ekonomiska incitament som Miljövårdsberedningen presenterar i sin promemoria 2004:2 ”**Strategi för energieffektiv bebyggelse**”. Syftet är att i samspel med redan beslutade åtgärder kunna realisera ytterligare energieffektivisering i byggnaders driftskede samtidigt som en god inomhusmiljö säkerställs.”*

Som bakgrund till uppdraget redovisas delmål 7 under miljö kvalitetsmålet God byggd miljö (från Riksdagens 15 nationella miljö kvalitetsmål) vilket anger att miljö-

belastningen från energianvändningen i bostäder och lokaler skall minska och 2010 vara lägre än den var 1995. Detta ska bland annat ske genom att den totala energianvändningen effektiviseras för att på sikt minska.

Boverket har i sin tur gett i uppdrag åt Chalmers EnergiCentrum att bland annat sammanställa och värdera åtgärder för att effektivisera energianvändningen i nya och befintliga byggnader. Varken uppdraget eller den bakomliggande promemorian definierar vad som avses med minskad miljöbelastning eller energieffektivisering. Denna utredning syftar då främst till att beskriva energianvändningen och analysera åtgärder för att minska den specifika energianvändningen i byggnader med bibehållen nytta (termiskt komfort, luftkvalitet, bekvämlighet, osv.).

## 1.2 Genomförande

Främst föranlett av oljekriserna på 70-talet och senare kärnkraftsfrågan har det genom åren genomförts ett stort antal utredningar om förutsättningarna för och resultatet av energisparande, energihushållning och energieffektivisering i bebyggelsen.

I mitten på 80-talet initierades och presenterades till exempel ett stort antal utredningar som underlag till *Energi 85 – Bebyggelsens energianvändning* [2], till exempel BFR-rapport ”*Förutsättningar för genomförande av energisparåtgärder i befintlig bebyggelse*” [22]. Dessutom sammanfattades resultaten av de statliga styrmedlens effekter av dåvarande Statens Energiverk i rapporten ”*Energihushållningsprogrammets effekter – En analys av de statliga styrmedlens effekter på energihushållningen.*” [23].

Det senaste och kanske mest omfattande arbetet var det som initierades i anslutning till och presenterades 1995 av Energikommissionen i SOU 1995:139 ”*Omställning av energisystemet*” [24]. Där kan man till exempel läsa följande när det gäller bebyggelsen som i mångt och mycket gäller fortfarande:

*”Under perioden 1970-1985 femfaldigades elvärmeanvändningen i landet till cirka 25 TWh. Användningen av elvärme och hushållsel har därefter ökat måttligt, medan användningen av driftel i lokaler vuxit snabbare. Användningen av oljeprodukter har minskat kraftigt i bebyggelsesektorn medan fjärrvärmeanvändningen har ökat. Även inom fjärrvärmeproduktionen har användningen av olja minskat och ersatts med biobränslen.”*

SOU 1995:139 bygger på en stor mängd underlagsrapporter, till exempel Underlagsbilagor, del 2 (SOU 1995:140) med Underlagsbilaga 11 ”*Förutsättningar och incitament för effektivisering av energianvändningen*”, 12 ”*Potentialer för energieffektivisering*” och 13 ”*Översikt av tidigare potentialbedömningar för energieffektivisering*”. [25].

Energikommissionens utredning omfattar uppskattningar av potentialer för energieffektivisering i bebyggelsen till och med 2010 respektive 2020 för ett antal olika scenarier. Då innevarande utredning har en mycket pressad tidplan där det i princip inte finns utrymme för motsvarande nya utredningar och potentialberäkningar bygger den istället på en utvärdering av Energikommissionens potentialbedömningar där den

verkliga utvecklingen från 1993 till 2003 ställs i relation till förväntade utvecklingen till och med 2010.

Föreslagna rekommendationer med avseende på åtgärder som kan öka förutsättningarna för en ökad energieffektivisering är sedan baserade på den samlade bilden av den verkliga utvecklingen och de möjligheter som nu ges i anslutning till införandet av Energideklarationer för byggnader.

### 1.3 Strategi för energieffektiv bebyggelse

Miljövårdsberedningen promemoria 2004:2 ”*Strategi för energieffektiv bebyggelse*” [20] innehåller en del konkreta förslag mer eller mindre direkt kopplade till energieffektivisering i bebyggelsen vilka kommenteras i det följande:

Inledningsvis föreslår Miljövårdsberedningen tydligare priser, att man bör baka in de fasta nätavgifterna i det rörliga elpriset (7b) och tillämpa effektprissättning (7c). Tillsammans med förestående månadsavläsning och ett ökat engagemang från elleverantörer kan det leda till ett ökat energimedvetande och en minskad elanvändning.

Sedan föreslår Miljövårdsberedningen ett antal ekonomiska incitament för energieffektiva val. Fastighetsklassning och differentierad fastighetsskatt (8a) är åtgärder som diskuteras i vår utredning. Räntefria lån och bidrag för energieffektivisering (8b) diskuteras också i vår utredning men då främst i anslutning till krav på åtgärder i befintliga byggnader med hög specifik energianvändning. Miljömärkning och differentierad inköpsavgift (8c) behandlas inte i vår utredning.

Därefter föreslår Miljövårdsberedningen skärpta regler för planering och byggande. Att förbättra den kommunala energiplaneringen (9a) är en viktig åtgärd och nuvarande undantag för värmeåtervinning i fjärrvärmeområden leder inte till en minskad energianvändning. Skärpning av byggreglerna (9b) i kombination med en väsentligt förbättrad kontroll av att byggreglerna följs, bedöms i vår utredning som en av de viktigaste åtgärderna för en ökad energieffektivisering i nya byggnader. Detta bör bland annat ske genom en samordning av krav i BBR och redovisningen av byggnaders energiprestanda i förestående energideklarationer. I linje med direktivet om byggnaders energiprestanda och regeringsuppdraget föreslås i vår utredning dessutom att man ställer krav på energieffektivisering vid större ombyggnader av befintliga byggnader.

Huruvida det är relevant att ställa strängare krav på byggnader som värms med el (9c) som föreslås av Miljövårdsberedningen har inte behandlats i vår utredning. Man bör uppmuntra tillkomsten av byggnader med lågt energibehov [34] men det är sannolikt enklare för inblandade aktörer (fastighetsägare, småhustillverkare, byggföretag, m.fl.) om man har samma regler (minimikrav) för alla nya byggnader.

Det är vidare inkonsekvent att tillåta direktel i nya byggnader samtidigt som det ges bidrag för konvertering av direktelvärmes i befintliga byggnader. Ett alternativ till skärpta krav på byggnader som värms med el kan vara att ge byggnader som värms med direktel en sämre klassning.

Till sist förslår Miljövårdsberedningen ökade insatser för att öka kunskapen hos olika aktörer. Föreslagen utökning av energirådgivningen (10a) föreslås i vår utredning främst ske i anslutning till småhusägare. Föreslagen utbildning för (icke angivna) nyckelprofessioner (10b) är ett led i rätt riktning men å andra sidan bör bättre incitament, energideklarering och klassning av byggnader på sikt leda till en kompetenshöjning i och med att det blir mer intressant att minska energianvändningen. I vår utredning föreslås vidare en utökad användning av fjärrvärme- och elleverantörer för att öka energimedvetandet och minska energianvändningen.

## 2 ENERGI OCH BEBYGGELSE 2003

Bebyggelsens uppvärmda area fördelar sig på 45% i småhus, 30% i flerbostadshus (inkl. vissa lokaler) och 25% i lokalbyggnader. Cirka 80% av byggnadsarean har uppförts före 1980. Större delen av energi som levereras till bebyggelsen, cirka 65%, används till olika uppvärmningsändamål främst i äldre småhus och flerbostadshus. Småhus värmeförsörjs på en mängd olika sätt medan flerbostadshus och lokalbyggnader främst värmeförsörjs via fjärrvärme. Större delen av elanvändningen utgörs av el för uppvärmning främst i nyare småhus och driftel i lokalbyggnader, cirka 35% respektive 28%.

Den bebyggelsestock som beskrivs här är Sveriges permanent använda och uppvärmda byggnader – permanentbebodda småhus, flerbostadshus och lokalbyggnader (kommersiella och offentliga). Det är dessa som står i fokus för de åtgärder som skall föreslås. Fritidshus samt industrins byggnader beskrivs bara kortfattat.

Detta är samma byggnadsstock som är definierad i SCBs årliga energistatistik för byggnader<sup>1</sup>. Denna statistik ligger till grund för, och är konsistent med, Energimyndighetens årliga redovisning<sup>2</sup>. Ett avgörande motiv för att använda denna statistik är, att den ger den bästa bilden av sambandet mellan bebyggelsestocken och dess energianvändning. För varje objekt som ligger till grund insamlas samtidigt både area och energianvändning, vilket gör att specifika tal typ kWh/m<sup>2</sup> får bästa möjliga kvalitet. Statistiken görs årligen sedan 1970-talet med samma metodik, vilket gör den överlägsen för att följa förändringar av bebyggelsestocken och dess uppvärmning över tiden. Hushållsel, fastighetsel och driftel (verksamhetsel) finns dock bara delvis. För dem används andra källor.

**Bilaga 1 – Energianvändning och bebyggelse 2003** innehåller en detaljerad sammanställning av denna bebyggelsestock och dess energianvändning. Den beskriver läget år 2003, som är senast tillgängliga statistik, och de källor som använts. I det följande sammanfattas en del av de viktigaste egenskaperna och aspekterna med kompletterande diagram.

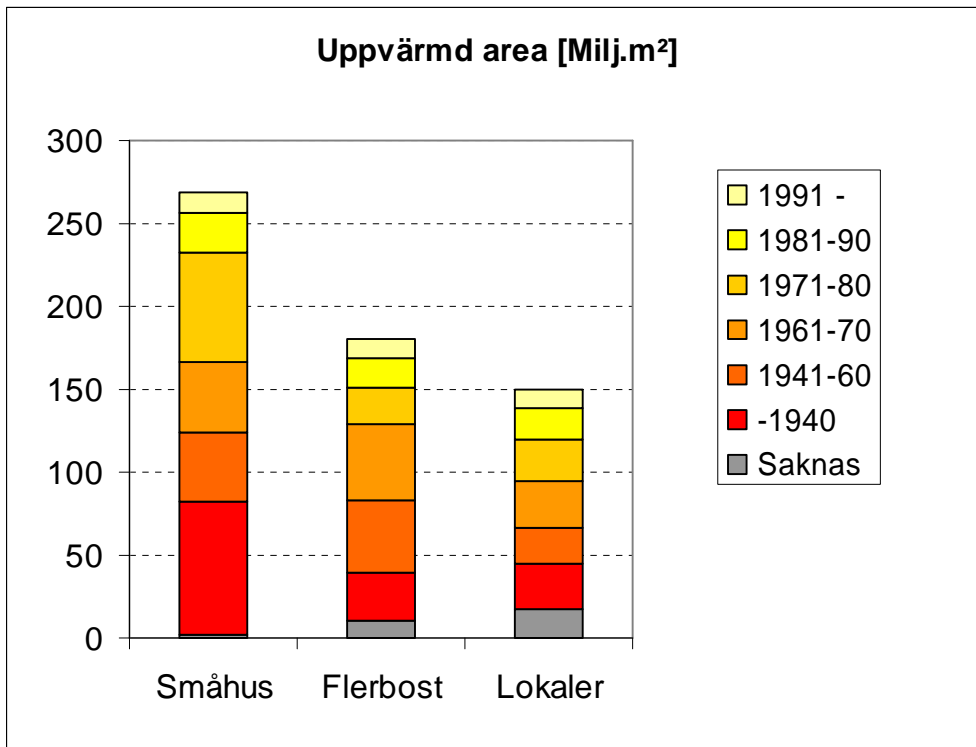
### 2.1 Inledning

Bebyggelsen består (2003) uppskattningsvis av knappt 600 miljoner m<sup>2</sup> uppvärmd area. 45% av arean finns i småhus, 30% i flerbostadshus (inkl. vissa lokaler) och 25% i lokalbyggnader. Se Figur 2.1.

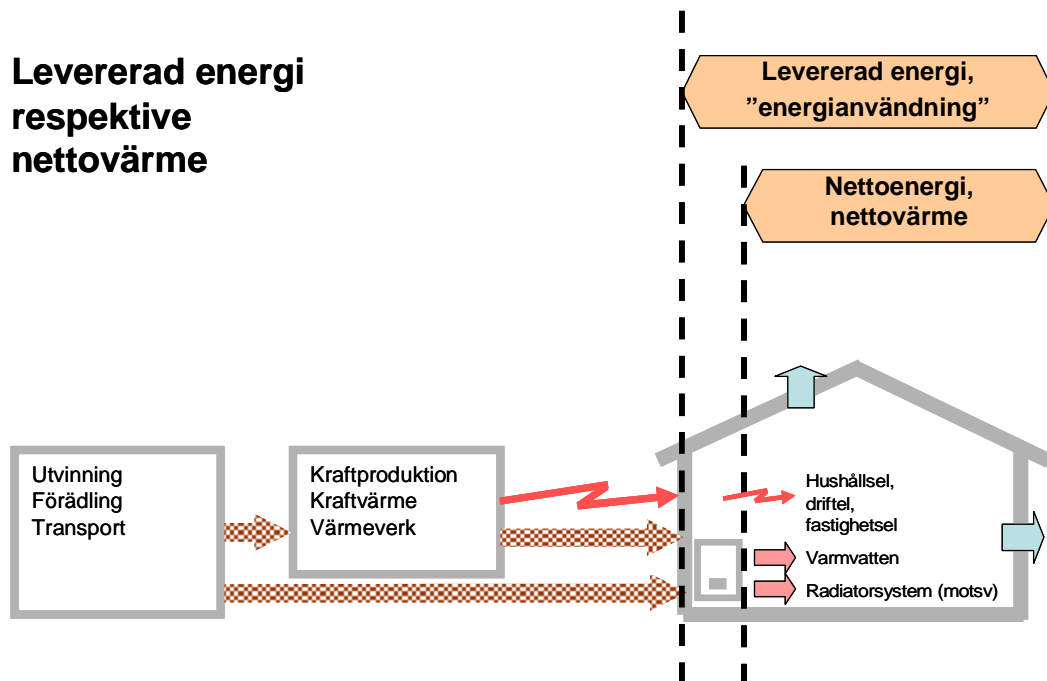
Enligt avsnitt 2.2 består bebyggelsen vidare till cirka 80% av byggnader som uppförts (har ”Byggår”) före 1980 och till cirka 6% av byggnader som uppförts efter 1990, varför möjligheten att genomföra åtgärder i äldre byggnader är av väsentlig betydelse för en minskad energianvändning i bebyggelsen. Se figur 2.10.

<sup>1</sup> För år 2003 är denna statistik publicerad i sammanfattningsrapporten EN 16 SM 0404 Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler, samt i delrapporterna EN 16 SM0403, EN 16 SM0401 och EN 16 SM04 för småhus, flerbostadshus respektive lokaler.

<sup>2</sup> Exempelvis Energiläget 2004, ET 17:2004, Statens Energimyndighet.



Figur 2.1 Bebyggelsens uppvärmda area 2003.



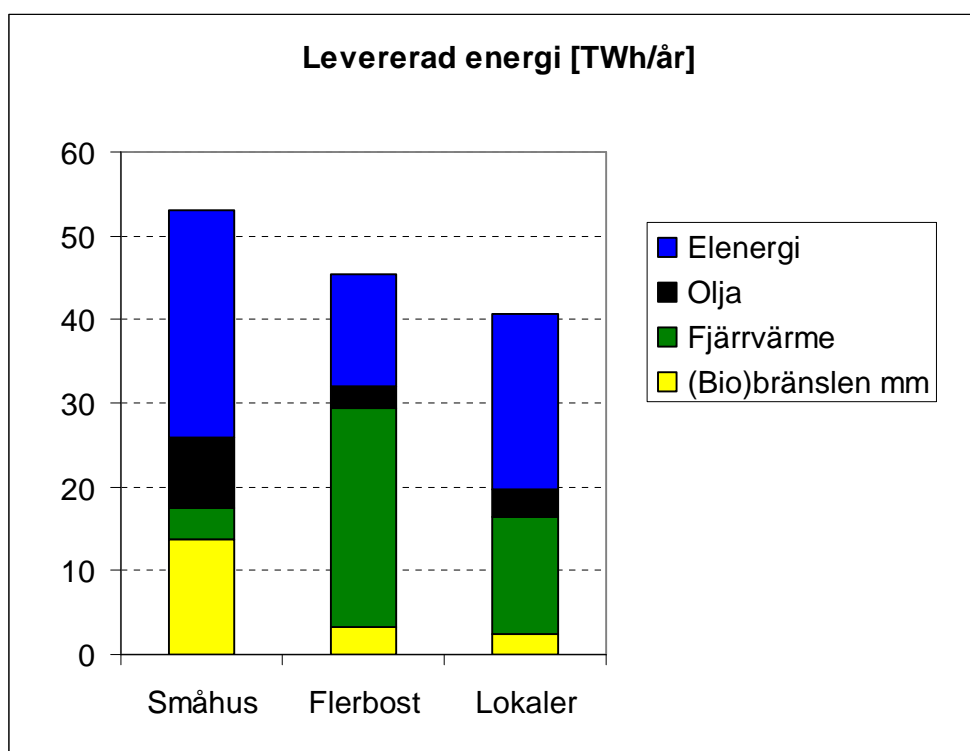
Figur 2.2 Definition av levererad energi respektive nettovärme.



Den energi som levereras till en byggnaden benämns i energistatistiken ”energianvändning”. Figur 2.2 visar förhållandet mellan ”levererad energi” och ”nettovärme” som används i den här utredningen för att beskriva byggnaders värmebehov.

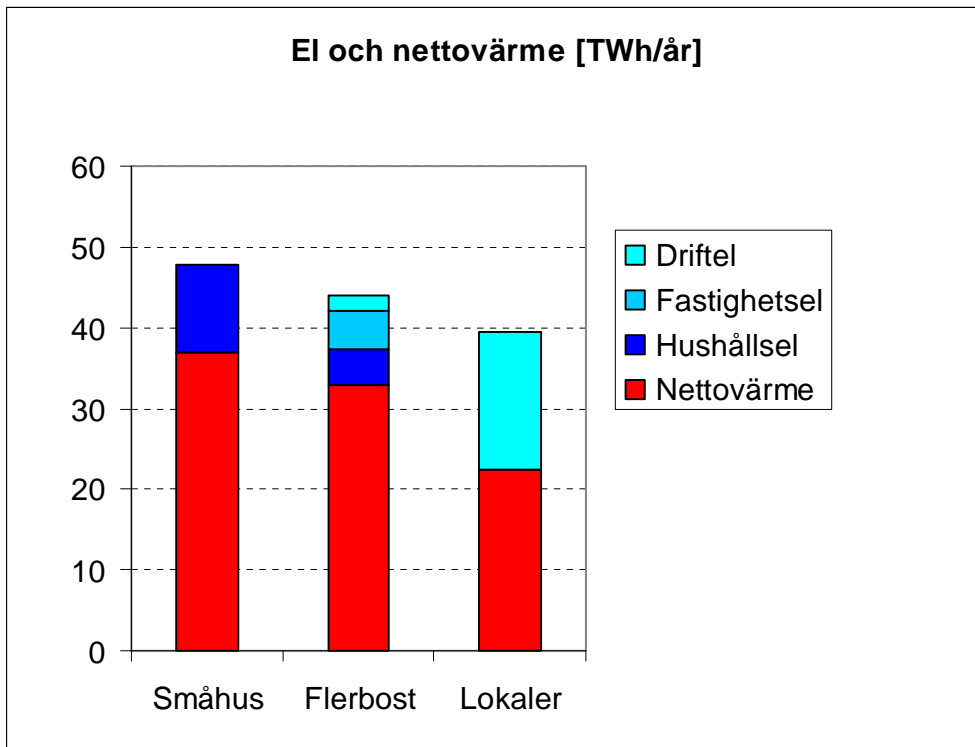
Mängden levererad energi ändras om man byter uppvärmningssystem eller genomför energieffektiviseringsåtgärder. Levererad energi omfattar inte omvandlingsförluster i fjärrvärmeanläggningar och vid fjärrvärmedistribution liksom i kraftverk och vid eldistribution. Därmed erhålls en ”statistisk energieffektivisering” om någon till exempel byter från egen oljepanna till fjärrvärme.

Nettovärmebehovet är den värme som tillförs via husets eller byggnadens värme- och ventilationssystem samt i tappvarmvattnet. Den ändras då man genomför energieffektiviserande åtgärder i byggnaden (klimatskärm, ventilation, osv.), men inte vid byte av värmeförsörjningssystem.



**Figur 2.3** Typ av energi som levererades till bebyggelsen 2003 (där bränslen omräknats till TWh/år).

Totalt levererades cirka 140 TWh energi till bebyggelsen under 2003. 38% av energin levererades till småhus, 33% i flerbostadshus (inkl. vissa lokaler) och 29% i lokalbyggnader. Energileveransen sker främst genom det gemensamma elnätet (44%) och lokala fjärrvärmesystem (32%) i anslutning till flerbostadshus och lokalbyggnader. Se Figur 2.3.



**Figur 2.4** Bebyggelsens nettoenergibehov 2003 med energi för uppvärmning uttryckt som nettvärme.

Den energi som levererades användes sedan för att täcka nettvärmebehov i storleksordningen 92 TWh och elenergibehov för olika apparater i storleksordningen 39 TWh (exkl. elenergi för uppvärmning). Större delen av levererad energi används för att täcka värmebehov i bostadshus medan behovet av driftel är lika stort som nettvärmebehovet i lokalbyggnader. Se Figur 2.4.

## 2.2 Uppvärmningssystem och nettovärme

En mer detaljerad betraktelse av bebyggelsens värmeförsörjning visar ganska stora skillnader mellan småhus respektive flerbostadshus och lokalbyggnader.

Det finns ca 1,8 miljoner permanentbebodda **småhus** med 268 milj.m<sup>2</sup> uppvärmd area. Nettovärmebehovet i småhus domineras av hus uppförda före 1940 respektive hus som uppfördes under perioden 1971-80. Småhusen har en mängd olika uppvärmningssystem där bibränsle dominerar i äldre hus medan direktelvärme dominerar i hus som uppförts under perioden 1971-80. Cirka 70% av arean använder helt eller delvis el till uppvärmning, fördelat på:

- Enbart direktel 16% av all area
- Enbart vattenburen el 14% av all area
- Värmepumpar och el i kombinationer 40% av all area

Det specifika nettovärmebehovet minskar med småhusens byggår (ålder) från drygt 160 kWh/m<sup>2</sup> uppvärmd area i äldre hus till drygt 100 kWh/m<sup>2</sup> i nya hus.

**Flerbostadshusen** omfattar cirka 180 milj. m<sup>2</sup> uppvärmd area (exklusive trapphus, entréer etc). Det är mycket vanligt med något inslag av uthyrningslokaler, och de omfattar totalt cirka 16 milj. m<sup>2</sup>. Ägandet väger ganska jämnt mellan de tre stora ägarkategorierna allmännyttan, privata/kommersiella ägare samt bostadsrättsföreningar.

Nettovärmebehovet i flerbostadshus domineras av hus uppförda under perioden 1941-70 (efterkrigstid och miljonprogram) och flerbostadshusen värmeförsörjs i första hand via fjärrvärme som omfattar 77% av arean. Enbart el finns bara för cirka 4% av beståndet, därtill används el i kombinationer och till värmepumpar i ytterligare 10%.

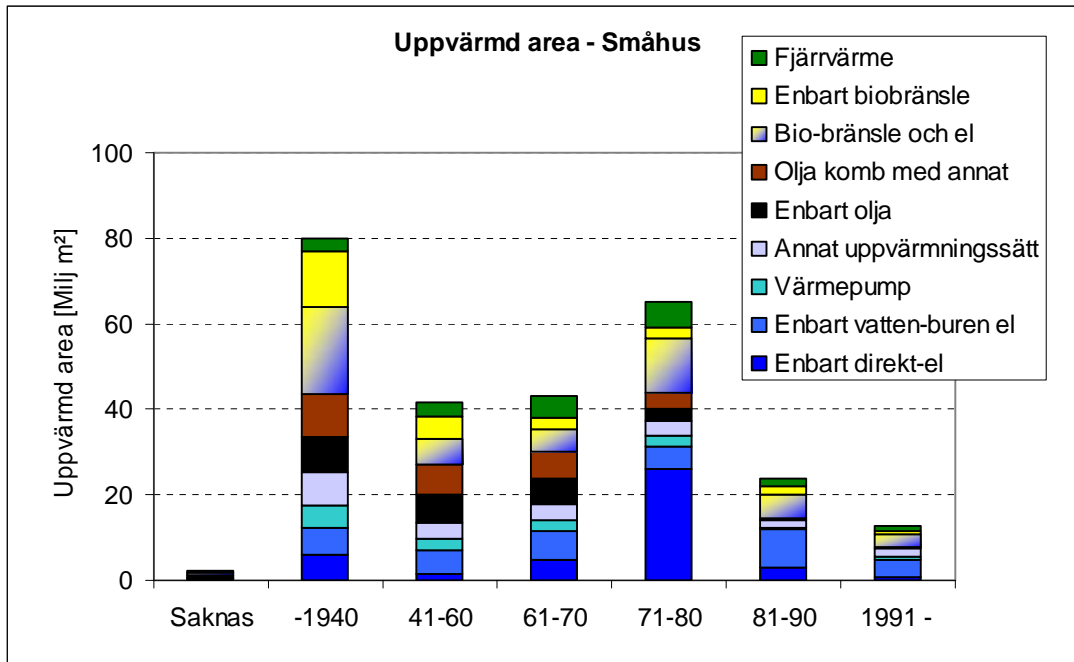
Det specifika nettovärmebehovet i flerbostadshus minskar inte med byggår som för småhus. Den specifika nettovärmen ligger på samma nivå (drygt 180 kWh/m<sup>2</sup>) till och med 70-talshusen för att sedan sjunka till drygt 150 kWh/m<sup>2</sup> i 80- och 90-talshusen. Nässén [50] pekar mot att minskningen inte har fortsatt i de senaste årens nybyggande, men åldersklassningen är här för grov för att detta skall synas.

Det finns cirka 150 milj. m<sup>2</sup> uppvärmd area i **lokalbyggnader**. Kontors- och skollokaler är de största kategorierna. Ägandet fördelas i stort sett jämnt mellan kommersiella och offentliga ägare. I storleksordningen hälften av all area bedöms vara uthyrd (exkl internhyresavtal).

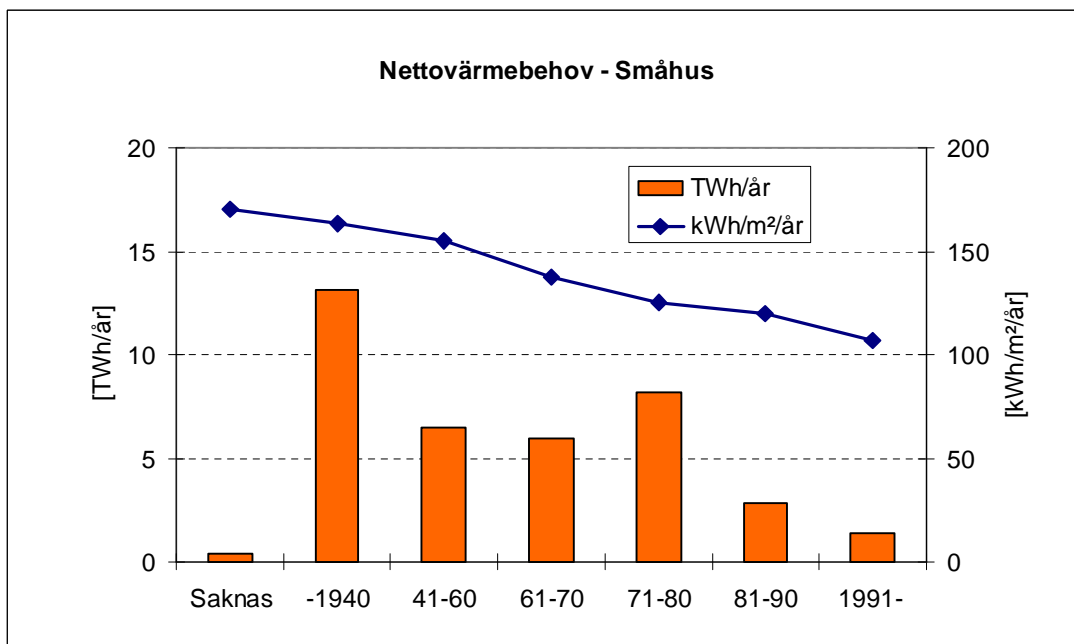
Nettovärmebehovet i lokalbyggnader domineras av byggnader uppförda före 1980 och är mer jämnt fördelat på byggår än småhus och flerbostadshus. Lokalbyggnader värmeförsörjs som flerbostadshus i första hand via fjärrvärme som omfattar 60% av arean. Endast cirka 10% värms med enbart el, mest direktel. El i kombinationer och till värmepumpar förekommer i ytterligare ca 20%.

Det specifika nettovärmebehovet i lokalbyggnader minskar inte heller med byggår som för småhus. Den specifika nettovärmen ligger på samma nivå (drygt 150

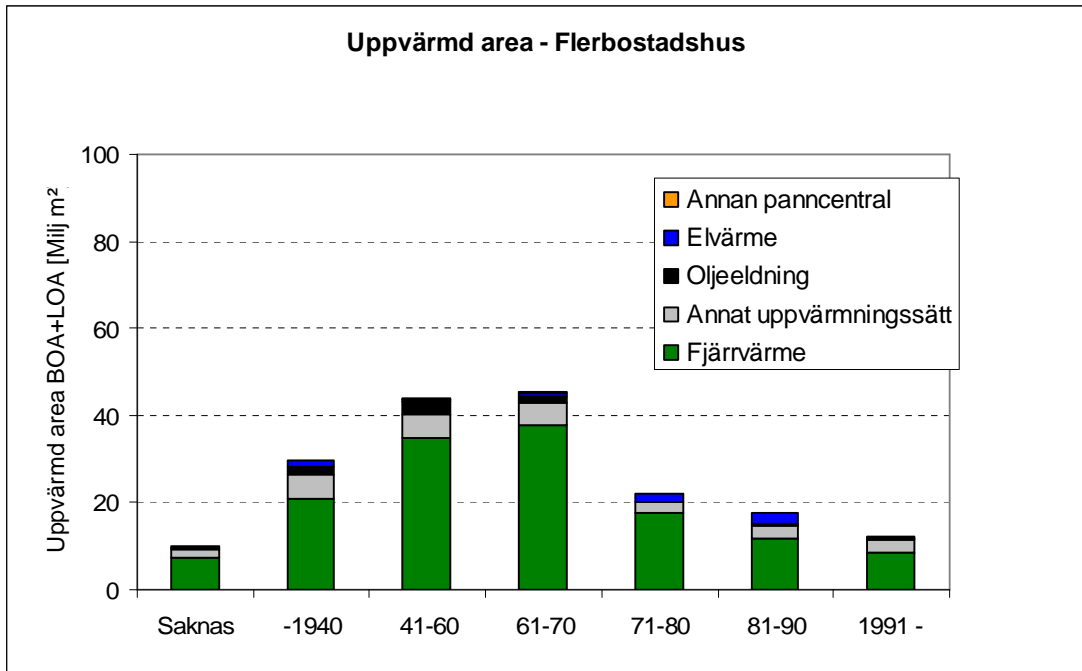
kWh/m<sup>2</sup>) till och med 70-talshusen för att sedan sjunka till drygt 130 kWh/m<sup>2</sup> i 80- och 90-talshusen. Det specifika nettovärmebehovet är visserligen lägre för yngre byggnader, men det kan också bero på att högre internvärme minskar behovet.



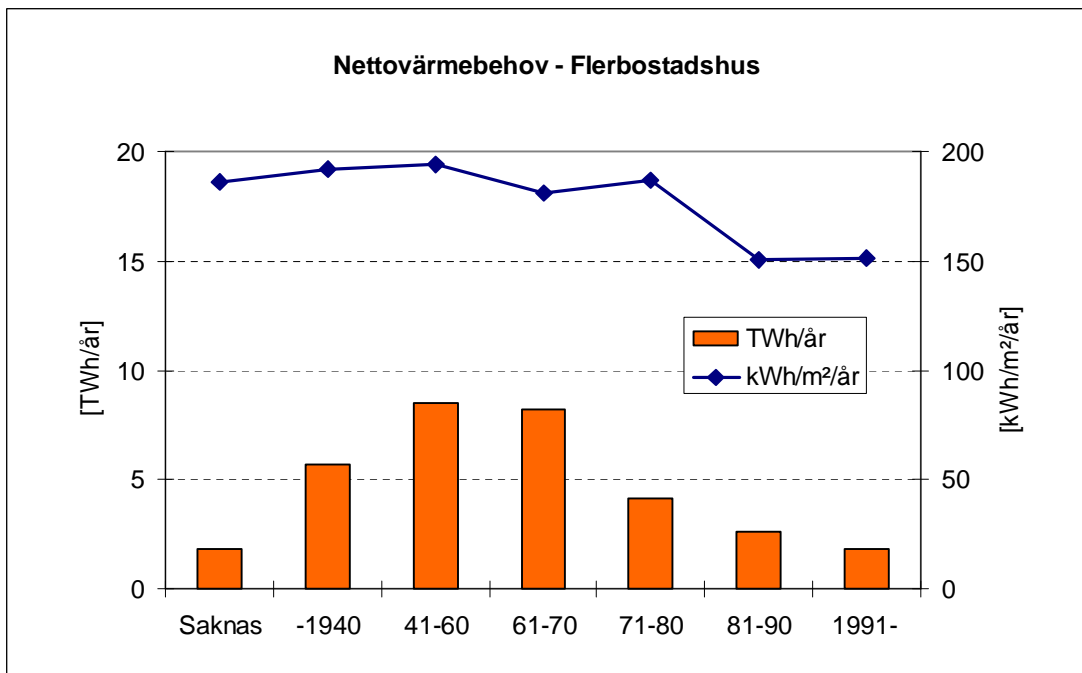
**Figur 2.5** Uppvärmningssystem i småhus 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)



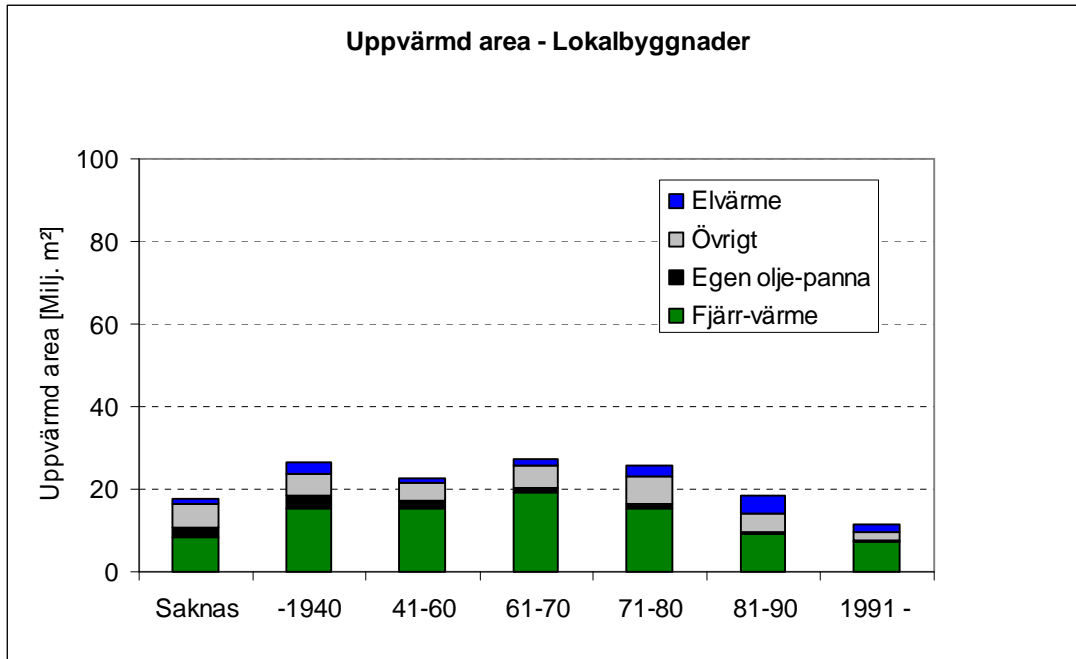
**Figur 2.6** Totalt och specifikt nettovärmebehov i småhus 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)



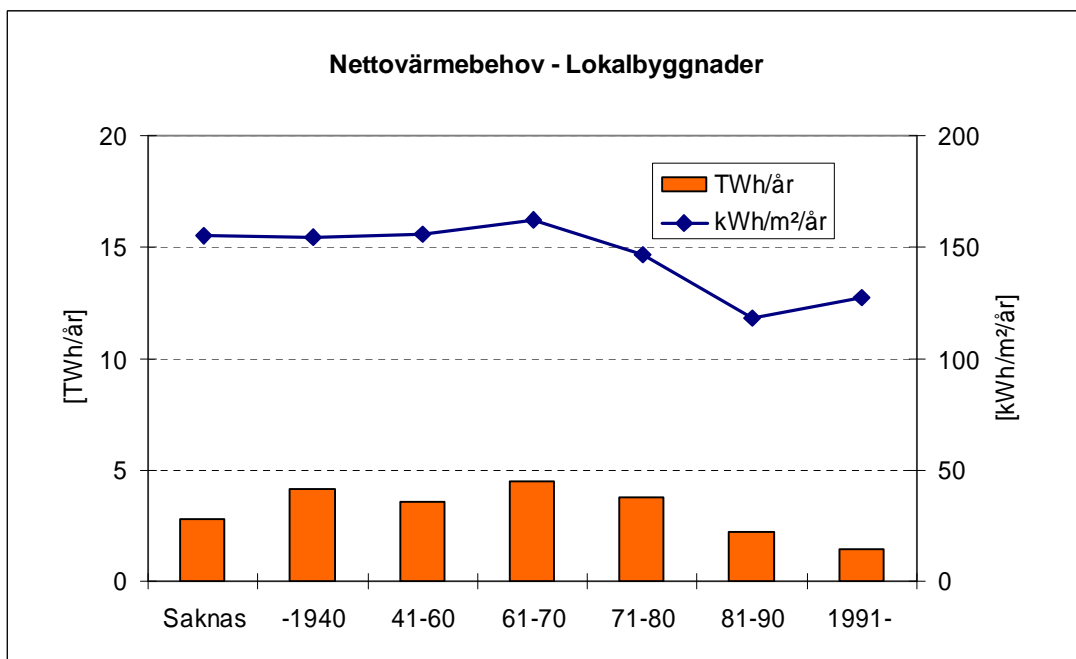
**Figur 2.7** Uppvärmningsystem i flerbostadshus 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)



**Figur 2.8** Totalt och specifikt nettovärmebehov i flerbostadshus 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)



**Figur 2.9** Uppvärmningsätt i lokalbyggnader 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)

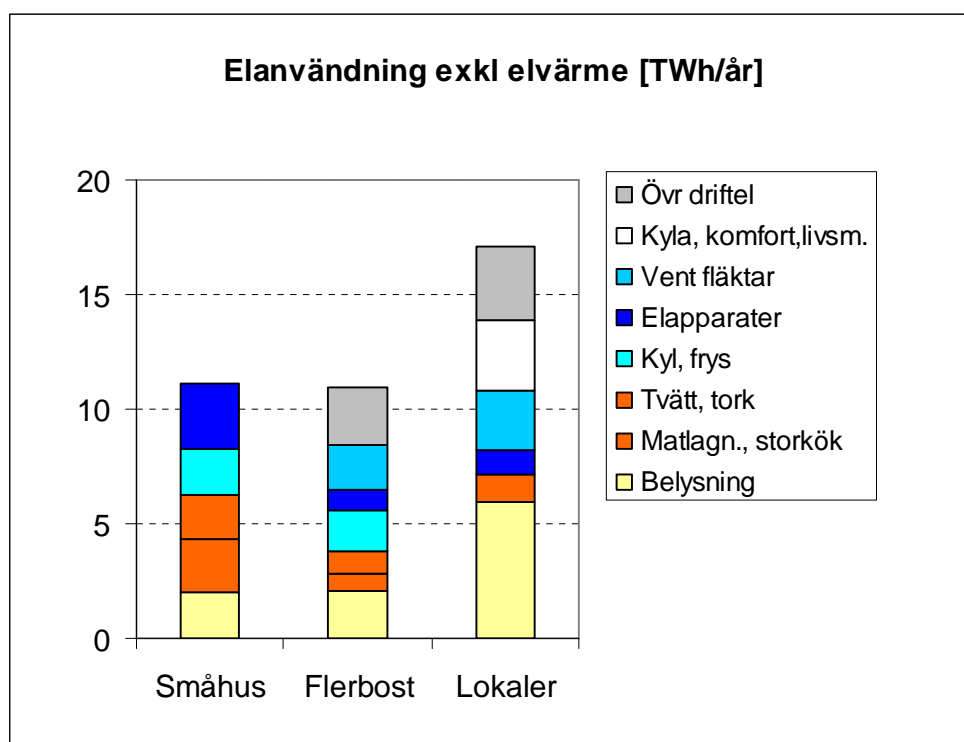


**Figur 2.10** Totalt och specifikt nettovärmebehov i lokalbyggnader 2003 fördelat på byggår. (Saknas = Byggår saknas)

## 2.3 Elanvändning

Här görs en kort beskrivning av hur i Figur 2.3 redovisad hushållsel, fastighetsel och driftel, tillsammans cirka 39 TWh, antas fördela sig på olika användningsområden (undantaget elenergi för uppvärmning). Se Figur 2.11.

Elanvändningen fördelar sig som 43% i lokalbyggnader och 28% vardera i flerbostadshus och småhus. Det förhållande att det används ungefär lika mycket el i småhus och flerbostadshus trots att den uppvärmda arean är större i småhus har sin främsta förklaring i att det finns en del lokaler i flerbostadshusen. Figur 2.10 visar vidare att det används väsentligt mer elenergi för belysning i lokalbyggnader än i bostadshus.



**Figur 2.11** Elanvändning i bebyggelsen 2003 (exkl. el till uppvärmning).

Totalt svarar belysning för cirka 25% och matlagning och –förvaring tillsammans med tvätt och tork i bostadshus svarar för cirka 20% av elanvändningen, medan cirka 15% hamnar under övrig driftel i flerbostadshus och lokalbyggnader.

Uppdelningen mellan olika användningsområden är ganska osäker och inte helt identisk. Till exempel ingår el till ventilationsfläktar i småhus i el till apparater medan den särredovisas för flerbostadshus och lokalbyggnader, men det förändrar inte den övergripande bilden av elanvändningen. Uppdelningen på slutanvändning bygger för lokaler på STIL-undersökningen 1992 [52] och för bostadshus på material från Energikommissionen, i båda fallen med bedömda justeringar för troliga förskjutningar i användningen, så som ökad komfortkyla i lokalbyggnader.





### 3 ENERGIANVÄNDNING 1993-2010

Enligt Energikommisionens slutbetänkande ”Omställning av energisystemet” (SOU 1995:139) förväntades såväl nettovärmebehov som elbehov minska något från 1993 till och med 2010 utan större statliga insatser. Nettovärmebehovet förväntades minska med 6% från 99 till 93 TWh 2010. Hushålls-, fastighets- och driftel förväntades minska med drygt 5% från 36 till 34 TWh 2010 samtidigt som de uppvärmda areorna skulle öka med 10%.

En förhållandevis detaljerad analys av utvecklingen visar att det inte skett någon minskning av den specifika energianvändningen från 1993 till 2003 trots något bättre ekonomiska förutsättningar än vad man antog i Energikommisionens betänkande. Sammantaget beror det på att krav och förutsättningar med avseende på energianvändningen varit i stort sett oförändrade och att det generellt sett finns en låg acceptans för energieffektivisering hos fastighetsägare (brist på incitament att minska energianvändningen).

Denna rapportens bedömningar av energieffektivisering bygger till stor del på 1995 års energikommissionens utredning (Byggeforskningsrådets underlagsrapport A1:1996 ”Energieffektivisering. Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler” [19]). Där gjordes potentialbedömningar och prognoser för perioden från 1993 till 2010 och 2020. De gällde bland annat energieffektiviseringsåtgärder i byggnader och konverteringar mellan uppvärmningsformer, särskilt för att bedöma möjligheterna till minskad el för uppvärmning.

För att underbygga våra bedömningar av effektiviseringsmöjligheterna är det viktigt att söka besvara frågan: Vad har i verkligheten skett från år 1993 till idag, jämfört med prognosen? I det följande jämförs den prognostiserade utvecklingen från 1993 till 2010 med den verkliga utvecklingen från 1993 till 2003. Det måste betonas att en sådan jämförelse är vansklig, och att den egentligen förtjänar en mycket grundligare behandling.

I det följande avsnitten analyseras den verkliga utvecklingen 1993 till 2003 i förhållande till den i A1:1996-rapporten [19] antagna utvecklingen först övergripande och sedan mer i detalj.

### 3.1 Prognos från 1993 till 2010 och 2020

#### 3.1.1 Definitioner

Beräkningarna A1:1996-rapporten omfattade all användning av el och värme i småhus, flerbostadshus och lokalbyggnader exkl. industri, det vill säga både energi till uppvärmning och till alla typer av elutrustning och apparater. Man utgick från 1993 års bebyggelse och energianvändning och bedömde utvecklingen till åren 2010 och 2020. Man beräknade den framtida energianvändningen genom att behandla:

- Minskningen av energianvändning i 1993 års kvarvarande bestånd, det vill säga i de byggnader som inte rivits till 2010 respektive 2020. För uppvärmning ingick effektivisering tack vare klimatskrämsåtgärder, etc. För elapparater ingick antaganden om en minskning tack vare allt bättre apparater men också en ökning på grund av ett ökat antal apparater.
- Ökningen av energianvändning hänförlig till all nybebyggelse efter 1993 utgående från antaganden om den nya bebyggelsen.

Beräkningarna gjordes för fyra olika beräkningsfall som benämndes 1a, 1b, 2a och 2b.

- **1** omfattade "Dagens teknik", det vill säga att den i utgångsläget bästa tillgängliga tekniken med dåvarande relationer mellan åtgärds kostnad och energibesparing gällde under hela beräkningsperioden.
- **2** omfattade "Morgondagens teknik", det vill säga att bättre och billigare teknik kommer fram och kan användas, en förväntad utveckling som dels beror på statens åtgärder, dels på utveckling utan statens åtgärder.

För vardera av dessa fall beräknades dels en teknisk-ekonomisk potential med samhällsekonomiska kriterier (**a**), dels gjordes en bedömning av hur mycket av dessa åtgärder som i verkligheten får acceptans och genomslag så att de blir genomförda i verkligheten (**b**).

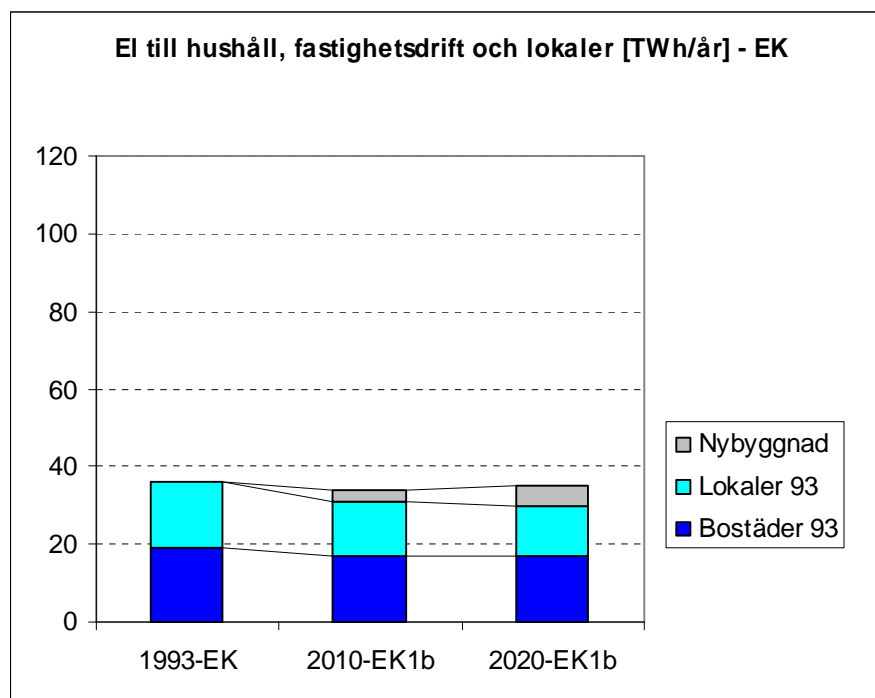
Fall 1b bedömdes då ange en referensnivå, som skulle återspegla ett "medelbeteende" av vad aktörerna i verkligheten troligen gör, samt att den teknik de köper eller använder är densamma som genomsnittet på marknaden i utgångsläget (1993). Fall 2b bedömdes beskriva ett fall där samhällets åtgärder får inverka, dock ingår också den produktutveckling som sker utan statligt ingripande.

Beräkningarna genomfördes vidare för fyra olika energiprisutvecklingsscenarioer, där **scenario 3** beskrev den lägsta prisutvecklingen och är det som ligger närmast den aktuella prisutvecklingen från 1993 till 2003 (Se avsnitt 3.4.3).

Då det inte skett några väsentliga statliga insatser för att öka energieffektivisering under perioden 1995 och framåt är det rimligt att anta att en jämförelse mellan beräkningsfall 1b och prisscenario 3 och den verkliga utvecklingen är relevant.

### 3.1.2 Hushålls-, fastighets- och driftel

Fig. 4.1 visar beräknad utveckling för hushålls-, fastighets- och driftel från 1993 till och med 2020 enligt beräkningsfall 1b. Beräkningar visade att elanvändningen skulle minska från cirka 36 TWh 1993 till 34 TWh 2010 (5%) för att sedan öka lite mot 2020.

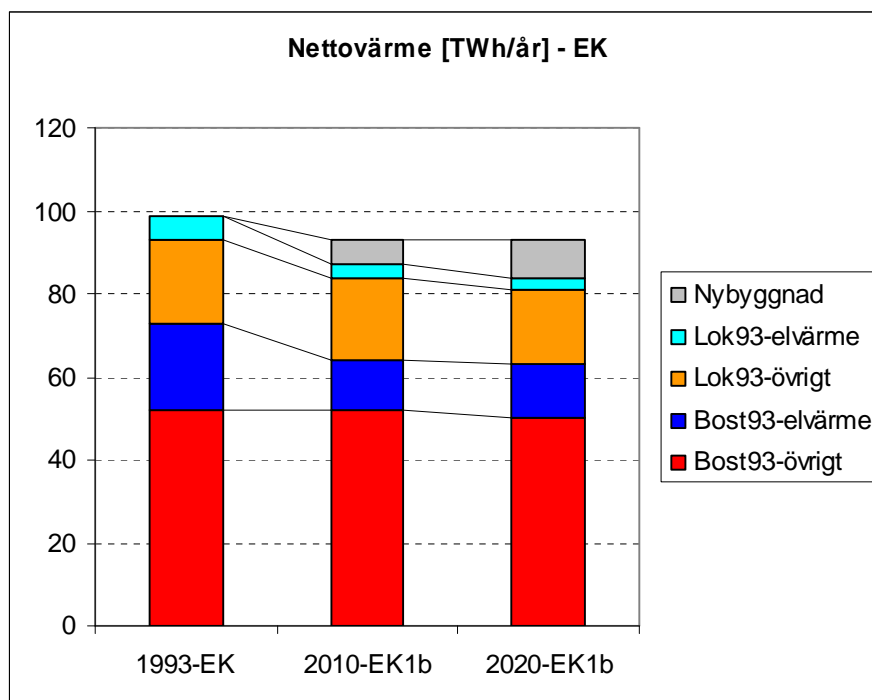


**Figur 3.1** Beräknad utveckling för hushålls-, fastighets- och driftel från 1993 till och med 2020 enligt fall 1b i rapport A1:1996.

För perioden till och med 2010 förväntades elanvändningen i befintliga byggnader (exkl. el för uppvärmning) minska med 5 TWh samtidigt som tillkommande nya byggnader skulle bidra med en ökning av elanvändningen med 3 TWh. Beräkningarna visade samtidigt att elanvändningen skulle minska lika mycket i bostadshus och lokalbyggnader.

### 3.1.3 Nettovärme

Figur 3.2 visar beräknad utveckling för nettovärmebehovet från 1993 till och med 2020 enligt beräkningsfall 1b. Beräkningarna visade att nettovärmebehovet skulle minska från cirka 99 TWh 1993 till cirka 93 TWh 2010 (6%) för att sedan plana ut mot 2020.



**Figur 3.2** Nettovärmeutveckling från 1993 till och med 2020 enligt fall 1b i rapport A1:1996.

För perioden till och med 2010 förväntades att nettovärmebehovet i befintliga byggnader skulle minska med 12 TWh samtidigt som tillkommande nya byggnader skulle bidra med en ökning av nettovärmebehovet med 6 TWh. Beräkningarna visade samtidigt att den del av nettovärmebehovet som är relaterad till el förväntades minska från 21 till 15 TWh.

### 3.2 Verklig utveckling 1993 - 2003

I det följande redovisas den verkliga utvecklingen 1993 till 2003 på motsvarande sätt som den i A1:1996-rapporten beräknade utvecklingen från 1993 till 2010 för beräkningsfall 1b.

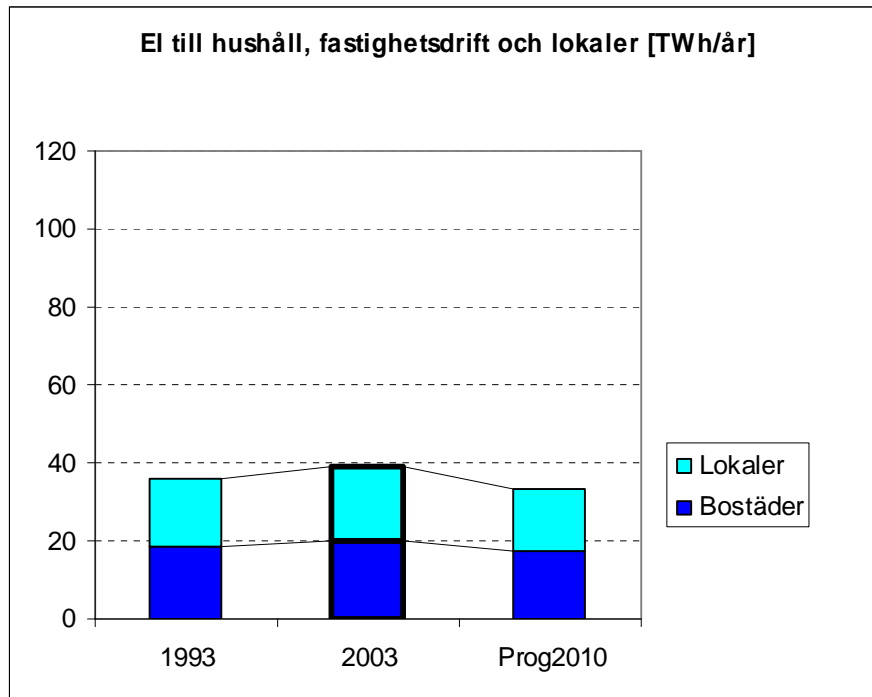
Några ord om hur jämförelsen är gjord, och om dess osäkerheter:

- Energikommisionens definitioner av area och hustyper var *inte* desamma som denna utredning använder. (Ett exempel: Energikommisionens "lokaler" är alla lokalareor oavsett om de finns i lokalbyggnader eller i flerbostadshus – i denna rapport beskrivs "lokalbyggnader", som är hela byggnader med övervägande lokalarea). Alla areauppgifter och energiuppgifter från Energikommisionens rapporter och underlagsmaterial har därför *räknats om för att motsvara denna rapports definitioner*. Observera, att det alltså inte går att avläsa en viss enskild siffra från Energikommisionens material och finna exakt densamma här.
- Energikommisionen gjorde en prognos från år 1993 till år 2010, inte till år 2003. Vi har antagit att prognosen avser en rätlinjig utveckling, alltså att 10/17 av prognosen skulle uppfyllas år 2003.
- Energikommisionens prognoser byggde på uppvärmningsenergin uttryckt som *nettovärme*. Det är den energi som avges från radiatorer eller motsvarande för byggnadens uppvärmning, det vill säga *efter* panna, värmepump, etc. Måttet är bra på så sätt, att det beskriver byggnadens grundläggande energiegenskaper (klimatskärm, luftomsättning etc) oavsett om huset värms med olja, el, etc. eller kombinationer av dessa. Men det som mäts och finns i statistiken är inte nettovärme utan *levererad* energi till byggnaden – antalet m<sup>3</sup> olja, antalet m<sup>3</sup> biobränslen eller antalet kWh el. För att komma till nettovärme måste man räkna om med antagna årsmedelverkningsgrader i pannor etc, och med antagna värmefaktorer över hela året för värmepumpar. Sådana antaganden blir osäkra.
- Energikommisionen redovisade alla bostäder i småhus och flerbostadshus summerade, utan uppdelning på hustyp. I denna redovisning (Se avsnitt 3.5) har vi, baserat på återfunnet underlag från Energikommisionen, slagit isär småhus och flerbostadshus för att få en bättre förståelse av utvecklingen. Denna uppdelning kan ibland saknas eller vara osäker.

Med alla reservationer om att denna jämförelse är grov, så ger den ändå en fingervisning om vad som hänt i förhållande till vad Energikommisionen prognoserade. Ett mer detaljerat underlag redovisas i **Bilaga 2 - Bebyggelsens energianvändning 1993-2003** och analyseras i avsnitt 3.5.

### 3.2.1 Hushålls-, fastighets- och driftel

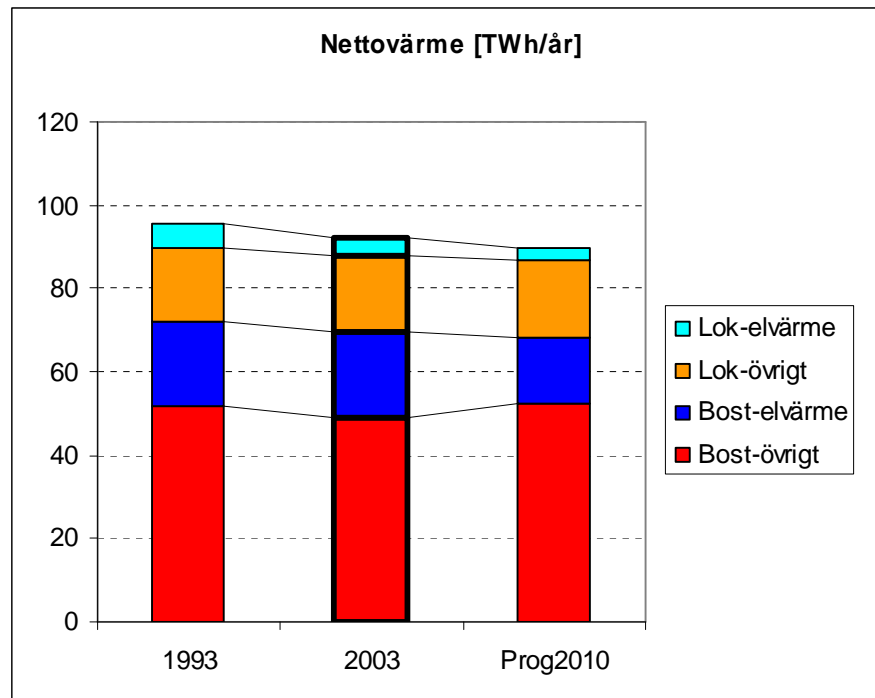
För perioden från 1993 till 2003 har elanvändningen (exkl. el för uppvärmning) ökat med 3 TWh. Med andra ord ligger man ganska långt ifrån prognosen där man förutsåg motsvarande minskning. Ökningen är lika stor för bostadshus som för lokalbyggnader.



**Figur 3.3** Verklig elanvändning 2003 (exkl. el för uppvärmning) jämfört med förväntad utveckling från 1993 till 2010.

### 3.2.2 Nettovärme

För perioden från 1993 till 2003 har nettovärmebehovet minskat med 3,5 TWh.



**Figur 3.4** Beräknat nettovärmebehov för 2003 jämfört med förväntad utveckling från 1993 till 2010.

Andelen nettovärmebehov som tillgodoses med el är dock lika stor 2003 som 1993. Däremot har levererad el per m<sup>2</sup> minskat främst genom nya värmepumpar. Minskningen är dock inte så stor som förväntades i Energikommissionens prognos.

Minskningen i nettovärmebehov är procentuellt sett ungefär lika stor för bostadshus som lokalbyggnader, men då uppvärmd area minskat för småhus och ökat för lokalbyggnader har det areaspecifika nettovärmebehovet ökat för småhus (från 133 till 138 kWh/m<sup>2</sup>/år) och minskat för lokalbyggnader (från 170 till 149 kWh/m<sup>2</sup>/år).

### 3.3 Styrmedel 1993 - 2003

De statliga styrmedlen har sedan 1995 inte ändrats på ett sådant sätt att det haft en avgörande inverkan på energieffektiviseringen i bebyggelsen.

Det finns en mängd olika styrmedel som riktar sig mer eller mindre mot fastighetsägare och energieffektivisering i bebyggelsen. Detta behandlades till exempel nyligen i *"Effektiva energi i bostäder"*, en gemensam antologi sammanställd av Boverket, Energimyndigheten och Naturvårdsverket [26]. Redan 1984 redovisades en omfattande utvärdering av styrmedelseffekter av Statens Energiverk i *"Energihushållningsprogrammets effekter - En analys av de statliga styrmedlens effekter på energihushållningen"* [23].

Här diskuteras översiktligt de styrmedel som införts eller ändrats under perioden 1993-2003 och som därmed påverkat i A1:1996 antagna förutsättningar.

#### **Byggnormer**

Historiskt sett var SBN 75 en av de tidigaste och med tiden en av de mest krävande nationella byggnormerna. Bortsett från att man i princip undantagit krav på värmeåtervinning i nya byggnader fjärrvärmeområden i mitten av 90-talet har dagens byggnormer inte ändrats på något väsentligt sätt med avseende på energieffektivisering under den senaste 10-årsperioden.

#### **Skatter**

Det finns koldioxid-, energi- och mervärdesskatt i varierande grad på de olika energislagen. Dessa påverkar främst val av uppvärmningssystem som i vissa avseenden leder till energieffektivisering beroende på var man sätter systemgränserna. Här har elskatten ökat ganska väsentligt under den senaste 10-årsperioden [27].

Upprustning av byggnader och uppvärmningssystem leder ofta till höjda taxeringsvärden och därmed höjd fastighetsskatt vilket ses av många som en bromsande faktor med avseende på energieffektivisering.

#### **Forskning och utveckling**

Tidigare fanns ett sammanhållet och förhållandevis omfattande energiforskningsprogram relaterat till byggnader hos Byggnadsrådet. Sedan slutet av 90-talet ligger ansvaret för forskning och utveckling i anslutning till energianvändning hos Energimyndigheten samtidigt som anslagen reducerats.

#### **Teknikupphandling**

Teknikupphandling har använts för att stimulera utveckling och spridning av produkter, till exempel tvättmaskiner, fönster, värmepumpar, osv., med bättre prestanda än de som redan finns på marknaden. Genomförda upphandlingar har gett olika genomslag.



## **Lån och bidrag**

Det har i olika omgångar och med lite olika villkor funnits lån och investerings- och räntebidrag för olika energirelaterade åtgärder i byggnader sedan 1977. När det generella statliga stödet till bostadsfinansiering försvann i början av 1990-talet försvann också så gott som alla statliga energirelaterade investerings- och räntebidrag. Det har dock funnits investeringsstöd (skatteavdrag) bland annat för arbete i anslutning till byte av fönster i olika omgångar.

Det har funnits (1997-2002) och planeras återigen (2005-2010) investeringsstöd för att konvertera från direktelvärmesystem. Det har funnits (1992-96) och det finns ett investeringsstöd för solvärme i bostäder (2000-2007). Det har nyligen införts ett investeringsstöd för energieffektivisering och konvertering till förnybar energi i offentliga lokaler som gäller till och med 2006.

De av regeringen anslagna bidragsmedlen för miljö- och klimatinvesteringar (LIP, KLIMP) har i många fall använts för energirelaterade åtgärder i bebyggelsen.

Styrmedel i form av lån, skatteavdrag, investerings- och räntebidrag för olika åtgärder är ofta relativt kortsiktiga och har ofta också ett arbetsmarknadspolitiskt inslag.

## **Information och utbildning**

Det har inte genomförts några omfattande nationella informationsinsatser med avseende på energieffektivisering under den senaste 10-årsperioden.

Däremot har en del energikontor och energirådgivare arrangerat olika informationsinsatser med varierande innehåll och omfattning. Därutöver har märkning av kyl, frys, tvättmaskiner, torktumlare och diskmaskiner lett till ett förhållandevis stort genomslag under den senaste 10-årsperioden.

### 3.4 Ekonomiska faktorer 1993 - 2003

Entreprenadkostnaderna har ökat mer än man antog i A1:1996-rapporten, vilket sannolikt minskat acceptansen för energieffektiviseringsåtgärder. Å andra sidan har energipriserna ökat mer och räntan blivit lägre än man antog i A1:1996-rapporten, vilket borde ökat acceptansen för energieffektiviseringsåtgärder. De största elprisökningar har dock skett så sent under perioden att en eventuell inverkan inte slagit igenom till 2003.

I detta avsnitt beskrivs översiktligt vad som hänt med prisutvecklingen för åtgärdsinvesteringar samt för el- och värmeenergi. Den antagna utvecklingen för investeringskostnader och energipriser A1:1996-rapporten i jämförs med faktiskt utfall och ett resonemang förs kring hur det kan ha påverkat utvecklingen.

#### 3.4.1 Real kalkylränta

I A1:1996 användes en real kalkylränta på 6 % under hela den ekonomiska livstiden för olika energieffektiviseringsåtgärder. I dagsläget är den reala kalkylräntan mycket lägre, men frågan är hur länge detta läge kommer att gälla. För många åtgärder är den ekonomiska livslängden 20 till 50 år och det är i praktiken ogörligt att bedöma räntenivån under en så lång tid.

I betänkandet av utredningen om byggnaders energideklarationer [28] användes en real kalkylränta på 2 % vid den samhällsekonomiska bedömningen av nyttan av energideklarationer medan den privatekonomiska marginella realräntan bedömdes ligga på ca 4,5% eller högre.

#### 3.4.2 Investeringskostnader

Investeringskostnaderna i A1:1996 avsåg 1993 års prisläge exkl. moms. För att indexuppräknas dessa till att motsvara förhållandena år 2003 kan olika entreprenadindex användas, här främst för VVS och Bygg.

**Tabell 3.1** Ändring i konsumentprisindex samt entreprenadindex VVS och Bygg mellan åren 1993 och 2003.

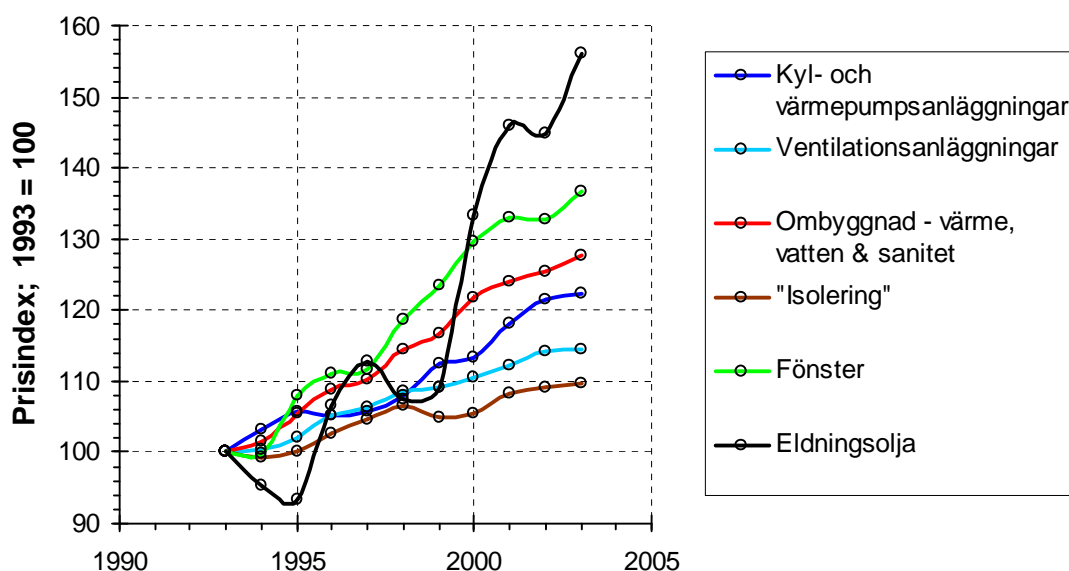
Prisindex	Ökning från 1993 till 2003	Årlig real prisökning
Konsumentprisindex	~14 %	-
Entreprenadindex – VVS	~42 %	2,8 %/år
Rör	~50 %	3,6 %/år
Ventilation	~29 %	1,5 %/år
Styr- och regler	~47 %	3,3 %/år
Entreprenadindex – Bygg	~25 %	1,1 %/år
Fönsteråtgärder	~27 %	1,3 %/år
Isoleringsåtgärder	~23 %	0,9 %/år

Dessa entreprenadindex kan sedan jämföras med konsumentprisindex (KPI) för att bedöma om investeringskostnaderna har ökat mer än den allmänna prisökning som

återspeglas i KPI. I Tabell 3.1 redovisas den procentuella ökningen i KPI och olika entreprenadindex mellan åren 1993 och 2003.

Av Tabell 3.1 framgår att samtliga investeringskostnader ökat mer än konsumentprisindex, särskilt slående är den kraftiga ökningen på VVS-sidan.

### Reala prisindex 1993 - 2003



**Figur 3.5** Real prisindexutveckling mellan åren 1993 och 2003 för några olika grupper inom Entreprenadindex E84. Den allmänna prisökningen antas motsvara konsumentprisindex..

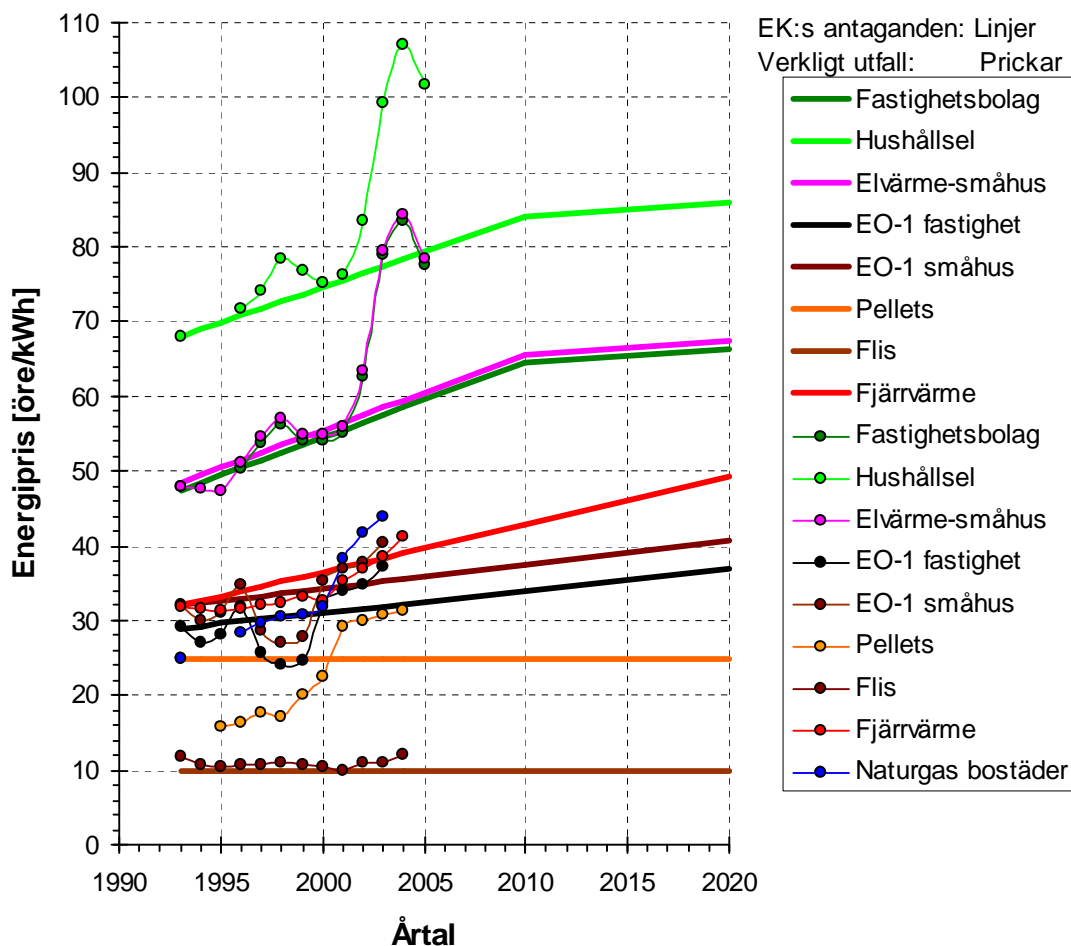
För att visa hur priserna varierat år från år kan Entreprenadindex E84 studeras. Figur 3.5 redovisar hur några olika grupper, ingående i Entreprenadindex E84, har utvecklats reellt (ref. <http://www.byggindex.scb.se>). Den allmänna inflationen antas motsvara konsumentprisindex. Index har justerats så att år 1993 motsvarar 100.

Ur Figur 3.5 kan utläsas att alla de aktuella grupperna i E84 har ökat mycket mer än KPI. Särskilt har fönster ökat nästan 40% mer än KPI medan isolering istället bara ökat knappt 10%.

#### 3.4.3 Enerprisutveckling

A1:1996 gjorde antaganden för priser på olika energislag i 1993 års priser och med varierande real årlig energiprisökning. Alla energipriser angavs utan moms, men inklusive alla övriga skatter. I Figur 3.6 redovisas de antaganden man gjorde i A1:1996 för prisscenario 3 tillsammans med verkliga utfallet (som räknats tillbaka till 1993 års nivå med hjälp av konsumentprisindex från SCB). Källan för verkligt utfall är främst *Energiläget 2004* [51] samt data för elpriser från Svensk Energi (bearbetade SCB-data) och småskalig pelletseldning från Svebio.

### Energipriser, exkl moms men inkl. övriga skatter Realt 1993års prisnivå



**Figur 3.6** Energipriser enligt prisscenario 3 i A1:1996 - heldragna linjer - jämfört med verkligt utfall 1993 till dags 2003 (i några fall t.o.m. 2004/2005) - prickar.

Några kategorier av energipriser som användes i A1:1996 är svåra att följa upp: elpris och eldningsolja 1 (EO-1) för fastighetsbolag och småhus. Kategorin fastighetsbolag är svårdefinierad. Den passar inte in på de typkunder elbolagen använder. Lämpliga SNI-koder är också svåra att finna och går därför inte att använda på SCB:s elprisstatistik.

EO-1 för fastighetsbolag har antagits vara 1 öre/kWh billigare än i Energiläget angivna oljepris, omräknat till 1993 års nivå, medan på motsvarande sätt har EO-1 för småhus antagits vara 2 öre/kWh dyrare än oljepriset i Energiläget, allt i 1993 års prisnivå.

Elpriset för fastighetsbolag har antagits följa det för elvärme. När det gäller eldningsolja 1 (EO-1) var år 1993 priset 30,1 öre/kWh enligt STEM:s Energiläget 2004, men A1:1996 antog 29 öre/kWh för fastighetsbolag och 32 öre/kWh för småhus.

Det enda energipris där A1:1996:s antagande verkligen stämt är för flis. Flispriset har reellt hållit sig strax över 10 öre/kWh under hela tioårsperioden. Priset för pellets vid småskalig eldning är minst dubbelt så högt som pelletspriset för värmeverk som finns i STEM:s bränsleprisstatistik. Svebio har redovisat priser för åren 1995 till 1999 samt att priset steg rätt kraftigt under 2001 p.g.a. råvarubrist. Pelletpriset har sedan legat kvar på den höga nivån. Vid årsskiftet 2004/2005 varierade pelletpriset mellan 32 och 36 öre/kWh, exkl. moms i 1993 års prisnivå, beroende på leveransform (säck eller bulk) samt mängd. A1:1996:s antagande om pelletpriset år 1993 var i högsta laget, men då existerade knappast den småskaliga pelletmarknaden.

För eldningsolja 1 (EO-1) sjönk oljepriserna reellt under sista halvan av 1990-talet, men ökade reellt under 2000-talet till en nivå som motsvarar ungefär 2 % årlig real prisökning mellan år 1993 och år 2003. Fjärrvärmeprisets verkliga utveckling (medelvärde för landet) var under större delen av tiden cirka 1 % årlig real prisökning. Men även här steg priset under 2000-talet till att sammanfalla med den antagna prisökningstakten 2 % real årlig prisökning år 2003 och överstiga denna för år 2004.

Naturgaspriset har sedan år 2000 reellt ökat kraftigare än oljepriset. Naturgaspriset föll inte heller reellt under den sista delen av 1990-talet på samma sätt som oljepriset. En orsak kan vara att alternativet till naturgaseldning i många småhus är vattenburen elvärme.

Elvärmepriiset följde fram till år 2001 ungefär den antagna prishöjningen, med undantag av år 1998. På grund av torråren 2002-2003 steg elvärmepriiset med ungefär 50% reellt mellan 2001 och 2004. Samma utveckling gäller för hushållselen fast här är ökningen ungefär 40% reellt mellan 2001 och 2004. I början av år 2005 föll elvärmepriiset tillbaka, men det verkar troligt att elvärmens fram till 2010 kommer att ligga kvar på en högre prisnivå än antaget 1995. På grund av avregleringen år 1996 har elvärmepriiset blivit mer svåröversiktligt och de senaste torråren har medvetandegjort elvärmeanvändarna om detta.

**Tabell 3.2** Medelpris för uppvärmning utan moms i 1993 års priser [öre/kWh]. Medelpriset är en funktion av hur nettovärmen tillgodosågs för varje sektor respektive år.

	År 1993	År 2003	Real prisökning [%/år]
Småhus	36,2	53,6	4,8
Flerbostadshus	31,9	40,5	2,7
Lokaler	34,5	44,3	2,8

I Tabell 3.2 visas medelpriset för uppvärmning för de olika byggnadskategorierna år 1993 och år 2003. Medelpriset är en funktion av vilka energislag som används i varje sektor respektive år för uppvärmning. Eftersom nästan 40 % av småhussektorns värmebehov tillgodosågs med olika typer av elvärme har medelvärmepriiset för små-

hussektorn stigit med knappt 5 %/år realt under tiden 1993 till 2003. För de andra två sektorerna har medelpriset för uppvärmning stigit drygt 2,5 %/år under tioårsperioden. Samtliga dessa prisstegringar överstiger antagandena i A1:1996.

Jämförs de reala ökningarna i entreprenadindex i Tabell 3.1 med värmeprisökningarna i Tabell 3.2 framgår att entreprenadindex – VVS har haft ungefär samma årliga reala prisökning som värmepriset för flerbostadshus och lokaler. För småhus har den reala värmeprisökningen kraftigt överstigit de reala ökningarna i investeringskostnaderna.

### 3.5 Energieffektivisering 1993 till 2003

I detta avsnitt redogörs för och analyseras faktisk ändring av el- och värmeanvändning från 1993 till 2003, jämfört med prognoserad ändring av el- och värmeanvändning till 2003 utgående från en interpolation mellan 1993 och 2010. Som tidigare nämnts redovisas ett detaljerat underlag i **Bilaga 2 - Bebyggelsens energianvändning 1993-2003**.

#### 3.5.1 Bostadshus

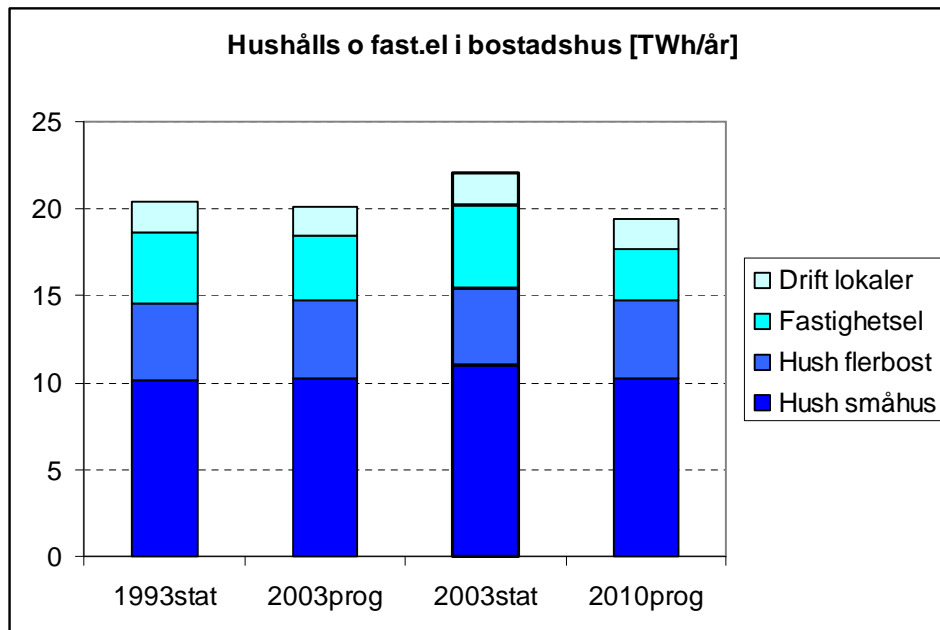
Hushållsel och fastighetsel har ökat såväl totalt som specifikt (per m<sup>2</sup>) medan man antog att den skulle minska. Däremot har nettovärmebehovet totalt sett minskat som förväntat från 1993 till 2003. Det specifika nettovärmebehovet har dock ökat från 133 till 138 kWh/m<sup>2</sup>/år i småhus. Till byggnaderna levererad energi för uppvärmning har totalt sett minskat tack vare installation av värmepumpar och konvertering till fjärrvärme.

Antalet permanentbebodda småhus är enligt SCBs energistatistik i stort sett oförändrat under tioårsperioden. Den totala uppvärmda bostadsarean har dock minskat med 6,7% (till 270 miljoner m<sup>2</sup>) medan Energikommisionen räknade med drygt 6% areaökning (till 306 miljoner m<sup>2</sup>). En huvudorsak är det låga nybyggandet, endast cirka 60.000 nybyggda småhus mot antagna 150.000 och cirka 8 milj. m<sup>2</sup> ny area i flerbostadshus mot antagna 12. Minskningen beror till exempel på rivning av outhyrda hus eller funktionsomvandling. I övrigt bedöms den minskade arean förklaras av att permanentbebodda småhus övergår till att bli fritidshus, eller på annat sätt lämnas utan att någon är folkbokförd där<sup>3</sup>. Därmed torde de inte heller värmas upp året runt.

Figur 3.7 visar att den faktiska användningen av hushålls-, fastighets- och driftel (i lokaler i flerbostadshus) har ökat år 2003 istället för att vara oförändrad jämfört med år 1993 som prognosen förutspådde. Använd elmängd år 1993 var drygt 20 TWh/år och år 2003 var användningen drygt 22 TWh/år. Prognostiserad användning år 2003 var drygt 20 TWh/år. Faktisk elanvändning 2003 blev alltså 2 TWh/år högre än prognostiserat.

<sup>3</sup> Kriteriet på att ett småhus räknas som "permanentbebovt" är enligt SCBs energistatistik, att där finns någon person folkbokförd. Tidigare gjorde skattemyndigheten vid taxeringen en klassning på permanentbebovt respektive fritidshus som kunde användas för uppdelning. Sedan flera år upprätthålls inte denna klassning, eftersom den numera inte påverkar fastighetsskatten. – Den kanske förvånande minskningen av permanentbebovt småhusarea kan i och för sig bero på osäkerheter eller ändrad metodik i SCBs energistatistik, men vi har ihop med SCB analyserat detta utan att kunna finna någon metodmässig orsak som "bortförklarar" minskningen.

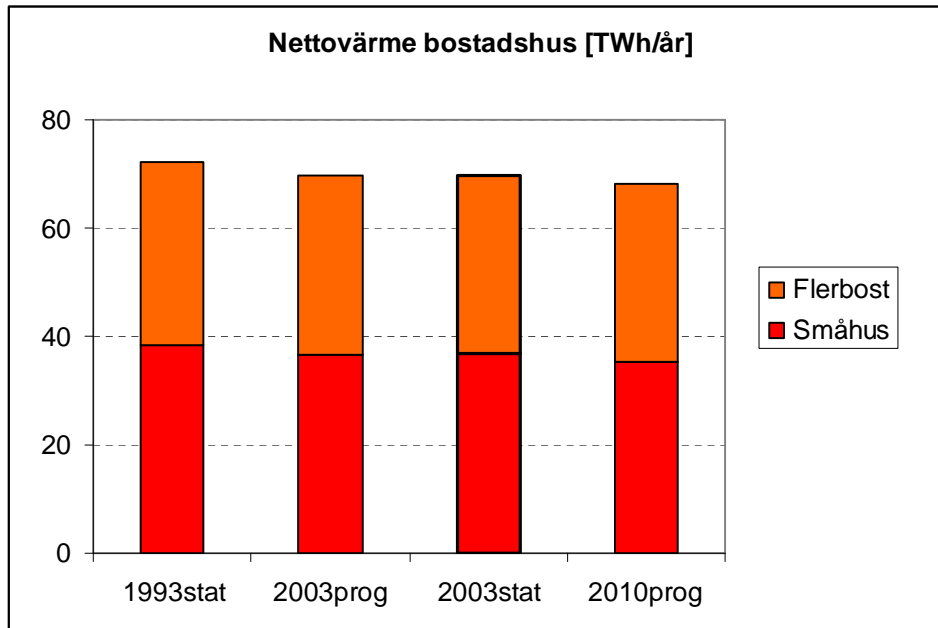
Då den största ökningen skett för hushållsel i småhus samtidigt som den uppvärmda arean minskat har den areaspecifika hushållselanvändningen ökat från drygt 35 till 41 kWh/m<sup>2</sup>/år. Den areaspecifika fastighetselanvändningen i flerbostadshus har på nära motsvarande sätt ökat från 25 till 29 kWh/m<sup>2</sup>/år. Denna beräkning är osäker, men det verkar ändå tydligt att prognosens förhoppningar om en minskning inte alls infriats.



**Figur 3.7** Verklig elanvändning i bostäder 2003 jämfört med förväntad utveckling från 1993 till 2010.

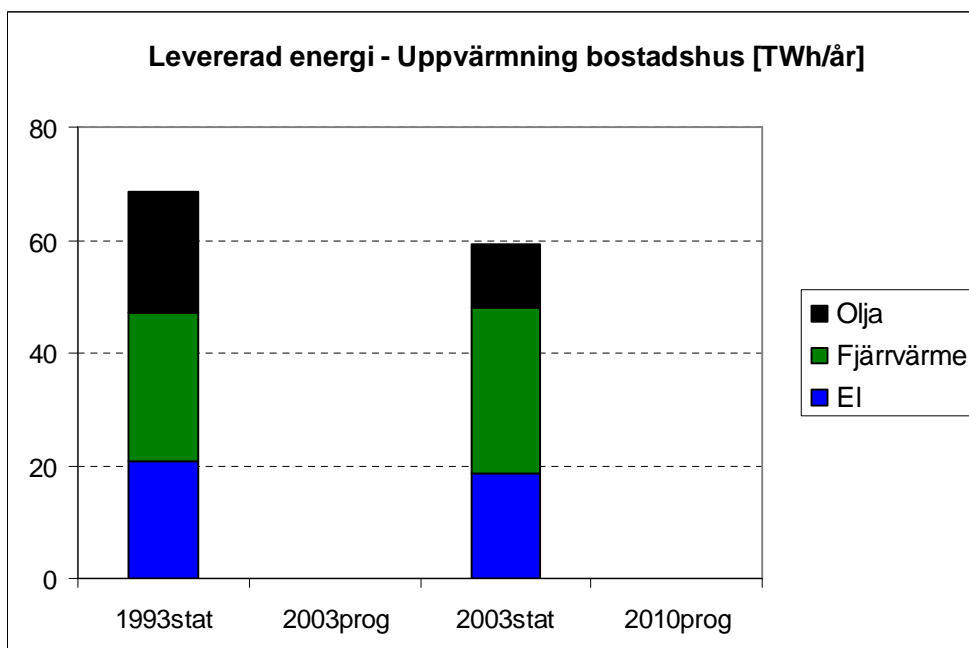
Då den under perioden tillkomna bostadsarean är begränsad måste den ökade elanvändningen främst hänföras till en ökad elanvändning i befintliga bostadshus. Det finns många spekulationer om orsaker till hushållselens ökning i småhus. Energimyndigheten har startat ett större mätprojekt om detta. Några orsaker till att hushållselen ökat istället för minskat kan gissningsvis vara: Hushållen köper inte bästa tillgängliga teknik i den utsträckning Energikommisionen antog; större standbyförluster; fler apparater än prognoserat (hemelektronik, datorer, skrivare etc); elektriska handdukstorkar; golvvärme.

Figur 3.8 visar att nettovärmebehovet har minskat som prognostiserat men då den uppvärmda arean samtidigt minskat innebär det till exempel att det areaspecifika nettovärmebehovet för småhus ökat från 133 till 138 kWh/m<sup>2</sup>/år. Energikommisionen förutsåg en minskning med cirka 10% till 120 kWh/m<sup>2</sup>/år. En del av skillnaden beror på att det inte blivit så många nybyggda (energisnåla) småhus. Skillnaden kan också bero på ökad komfort (högre rumstemperatur), men troligen främst på att inte effektiviseringsåtgärder blivit av såsom prognoserades. Det bör dock påpekas att nettovärmebehovet är en omräkning utgående från energi levererad för uppvärmning med antaganden om olika verkningsgrader och är därför något osäker i fallet med småhus.



**Figur 3.8** Beräknat nettovärmebehov för 2003 jämfört med förväntad utveckling från 1993 till 2010.

Figur 3.9 visar att energi levererad för uppvärmning (exkl. övr. bränslen) minskat från knappt 70 TWh 1993 till knappt 60 TWh 2003 främst tack vare en minskad oljeanvändning. Den minskade oljeanvändningen kan främst hänföras till ett ökat antal värmepumpar i småhus och ökad fjärrvärmekonvertering i flerbostadshus.



**Figur 3.9** Typ av energi (exkl. övriga bränslen) som levererats för uppvärmning av bostäder 1993 och 2003 (där olja omräknats till TWh/år).

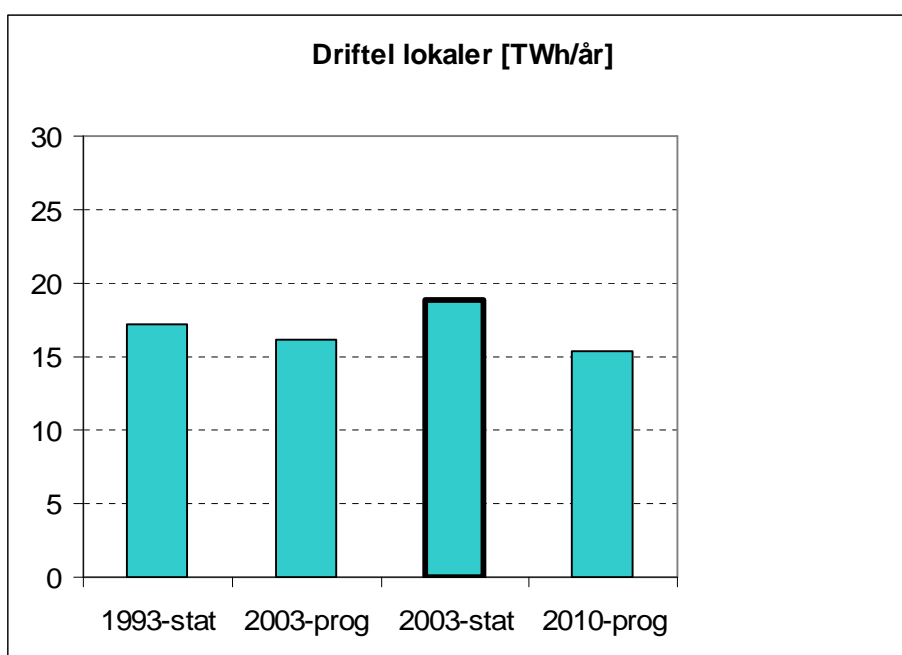


### 3.5.2 Lokalbyggnader

Driftel i lokaler har inte minskat som förväntat utan istället ökat i motsvarande grad, medan nettvärmebehovet minskat som förväntat från 1993 till 2003. Driftelen har ökat motsvarande tillkommande lokalarea varför det i princip inte skett någon el-effektivisering i de 1993 befintliga byggnaderna. Fjärrvärmens andel av levererad energi för uppvärmning har ökat.

Notabelt är att prognostiserad lokalarea 2003 stämmer mycket väl överens med det faktiska utfallet. Prognosen sa 149 miljoner m<sup>2</sup> uppvärmd area, det verkliga utfallet blev 150 miljoner m<sup>2</sup>. Vidare kan konstateras att prognosen för nettvärme stämmer bättre än prognosen för driftel.

Figur 3.10 visar att den faktiska användningen av **driftel** i lokaler har ökat istället för att minska jämfört med år 1993 som prognosen förutspådde. Använd mängd driftel år 1993 var 17,2 TWh/år och år 2003 var användningen 18,9 TWh/år. Prognostiserad användning år 2003 var 16,1 TWh/år. Faktisk elanvändning 2003 blev alltså 2,8 TWh/år högre än prognostiserat.



**Figur 3.10** Verklig elanvändning i lokalbyggnader 2003 jämfört med förväntad utveckling från 1993 till 2010. .

Den specifika elanvändningen för lokalbyggnadernas verksamheter och fastighetsdrift är svår att få bra uppgifter om. Vi har gjort en särskild bearbetning av en lång tidsserie av SCBs statistik över alla elleveranser till olika användarkategorier, och försökt särskilja det som går till just lokalbyggnader. Den tyder på att en lång tids stadiga ökning av den specifika elanvändningen i lokaler (exkl. elvärme) kan ha

planat ut. Från 1993 till 2003 ligger den kvar på ungefär samma nivå, 110 à 115 kWh/m<sup>2</sup>/år. A1:1996:s prognos för år 2003 var att den areaspecifika driftelanvändningen skulle ha minskat till 97 kWh/m<sup>2</sup>/år.

Generellt brukar man säga att denna elanvändning dels är resultatet av en fortgående ökning av apparatstandarden (fler apparater, längre driftstider, fler funktioner som skall tillgodoses), dels en samtidig och ofta dramatisk minskning av elförbrukningen per apparat eller funktion. Förklaringen till att elanvändningen inte minskat kan sökas i att denna balans blivit mindre gynnsam än man trodde.

I A1:1996 antogs att de stora besparingspotentialerna för driftel i lokaler fram till 2010 skulle innefatta åtgärder rörande belysning och kontorsutrustning (ca 83 % respektive ca 13 %). Den resterande delen utgörs av livsmedelskyla vilken inte berörs nedan.

När det gäller belysningen är det sannolikt att prognosen som gjordes 1995 överskattade acceptansen. Den tekniska energisparpotentialen i A1:1996 är antagligen ungefär densamma idag som år 1995, men åtgärderna har inte genomförts i den utsträckning som antogs. Således kan man konstatera att acceptansen för energibesparingsåtgärder varit lägre än förväntat. För belysningsåtgärder antogs år 1995 följande acceptans för att genomföra de tekniskt ekonomiskt lönsamma åtgärderna (enligt Bilaga 2 i BFR A1:1996):

Byte av glödlampor till kompaktlysrör	40 %
Byte till effektivare lysrör eller installation av HF-don	73 %
Övriga belysningsåtgärder inomhus	70 %
Utomhusbelysning	100 %

Kontorsutrustningen är idag förvisso mer energieffektiv än 1995, men antagligen har antalet apparater ökat mer än vad som förutspåddes i A1:1996. Den mättnadsgräns som skulle uppnås för kontorsutrustning har troligen ännu inte nåtts. Istället har antalet apparater fortsatt öka. Idag är kontorsrummen fulla med batterieliminators vilka har en tomgångseffekt på 5-10 W dygnet runt. På årsbasis använder därmed en batterieliminators minst 50-100 kWh. För ett normalstort kontorsrum på 15 m<sup>2</sup> motsvarar detta 3-7 kWh/m<sup>2</sup>/år.

I A1:1996 diskuteras framtida trender när det gäller kontorsutrustning. Utnyttjande av självsläckande skärmar och datorer samt nedkoppling av övrig kontorsutrustning till viloläge bedömdes öka kraftigt. Likaså bedömdes viloeffekten minska i ny kontorsutrustning och slutligen fanns en långsiktigt trend mot nya eleffektivare skärmtyper (platta skärmar).

När det gäller det sista så har antagligen prognosen stämt rätt väl. Vad gäller införande av självsläckande och nedkopplande apparater beror genomslaget mycket på om användarna verkligen initierat funktionerna. Vad gäller själva datorerna motverkas införande av självnedkoppling av att många företag centralt uppdaterar virus-skydd och andra program nattetid, vilket medför att datorn måste vara igång nattetid.

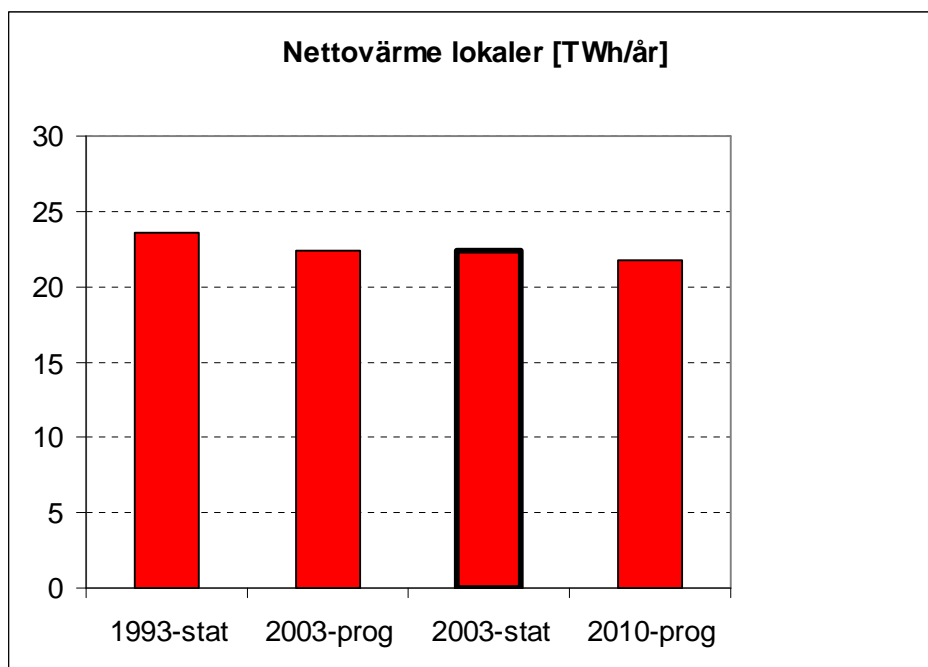
Eftersom den areaspecifika elanvändningen ungefär varit konstant kan konstateras att man troligen har betydligt färre belysningsåtgärder genomförts än man räknade med i

A1:1996. Därutöver har troligen den areaspecifika elanvändningen för kontorsapparater ökat vilket då motverkar de besparingar som troligen har gjorts. Resultatet har då blivit att den areaspecifika driftelanvändning förblivit i stort sett konstant.

Den faktiska användningen av **nettovärme** minskade under perioden 1993 – 2003. Figur 3.11 visar att prognosen som gjordes 1995 hitintills stämmer väl med det verkliga utfallet. Använd nettovärme år 1993 var 23,5 TWh/år och år 2003 var användningen 22,4 TWh/år. Prognostiserad användning år 2003 var densamma, dvs. 22,4 TWh/år. Då prognosen för den uppvärmda golvarean också stämmer mycket väl innebär detta att den areaspecifika nettovärmeanvändningen också prognostiserades rätt: prognosen sa 151 kWh/m<sup>2</sup>/år det verkliga utfallet år 2003 blev 149 kWh/m<sup>2</sup>/år.

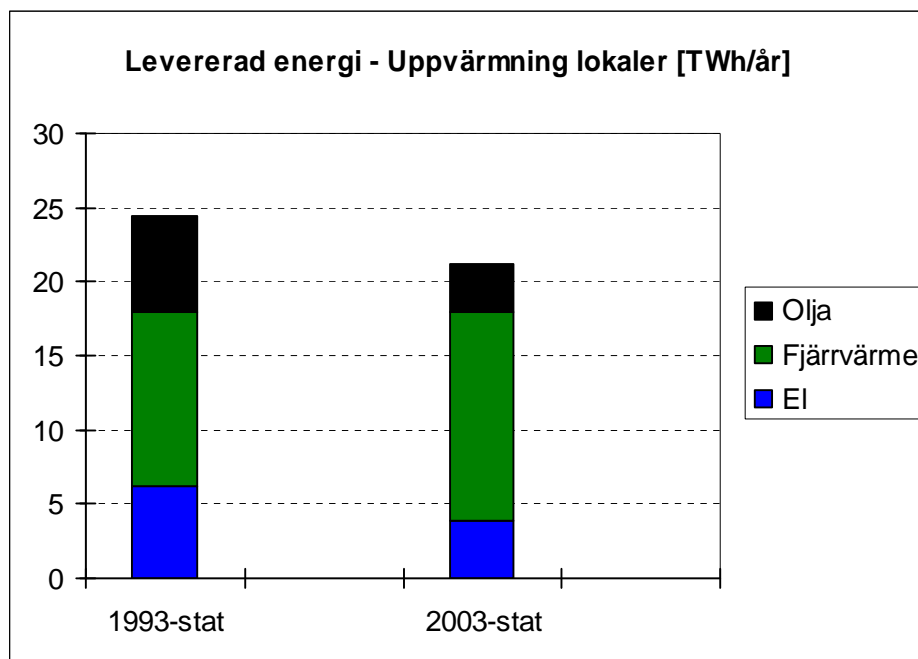
De stora besparingspotentialerna för värme fram till 2010 bedömds i A1:1996 vara genom installation av värmeåtervinning och tidsstyrning av ventilation (ca 47 % av besparingspotentialen), fönsteråtgärder (ca 31 % av besparingspotentialen), tätning och isolering (ca 28 % av besparingspotentialen). Åtgärderna antogs bli genomförda i samband med renovering, byte av ventilationssystem, byte av fasad etc.

När det gäller värmeåtervinning är det vår bedömning att i stort sett samtliga lokaler med balanserade ventilation idag är utrustade med någon form av värmeåtervinning och att denna potential därmed är i stort sett fullt ut in-tecknad. Med god värmeåtervinning minskar potentialen för värmeenergibesparing med tidsstyrning. Tidstyrning är en generell åtgärd vid driftoptimering (tillsammans med justerade börvärden) och har förmodligen inte slagit igenom fullt tekniskt.



**Figur 3.11** Nettovärme i lokaler, prognostiserat respektive verkligt utfall 2003.

I A1:1996 antogs att nettovärmeanvändningen skulle öka på grund av minskad internvärme via energihushållningsåtgärder på belysning och kontorsapparater. Efter som dessa poster troligen är i stort oförändrade mellan 1993 och 2003 har energibesparingspotentialen för nettovärme antagligen inte utnyttjas fullt så mycket som siffrorna kan ge sken av i en första anblick. Troligen har fasadåtgärder (fönster, tätning, isolering, etc.) genomförts i mindre utsträckning än prognostiserats.



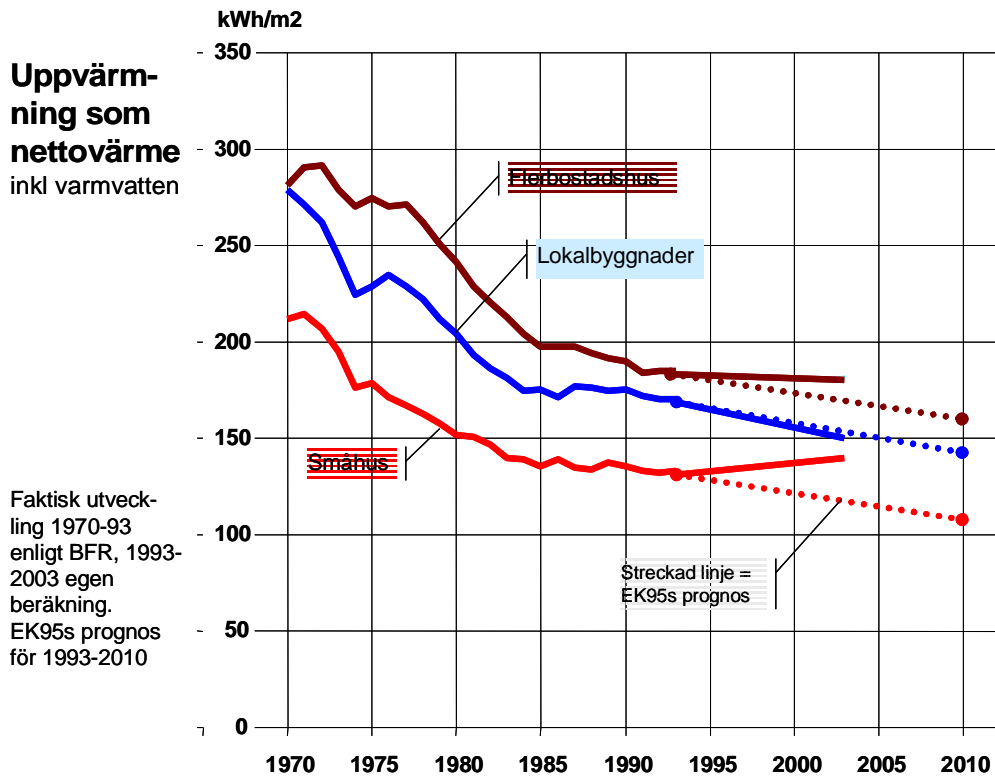
**Figur 3.12** Typ av energi (exkl. övriga bränslen) som levererats för uppvärmning av bostäder 1993 och 2003 (olja har omräknats till TWh/år).

Levererad energi för uppvärmning (exkl. övr. bränslen) fördelar sig mellan de olika energislagen enligt Figur 3.12 där det framgår att fjärrvärme ökat och att olja och el har minskat.

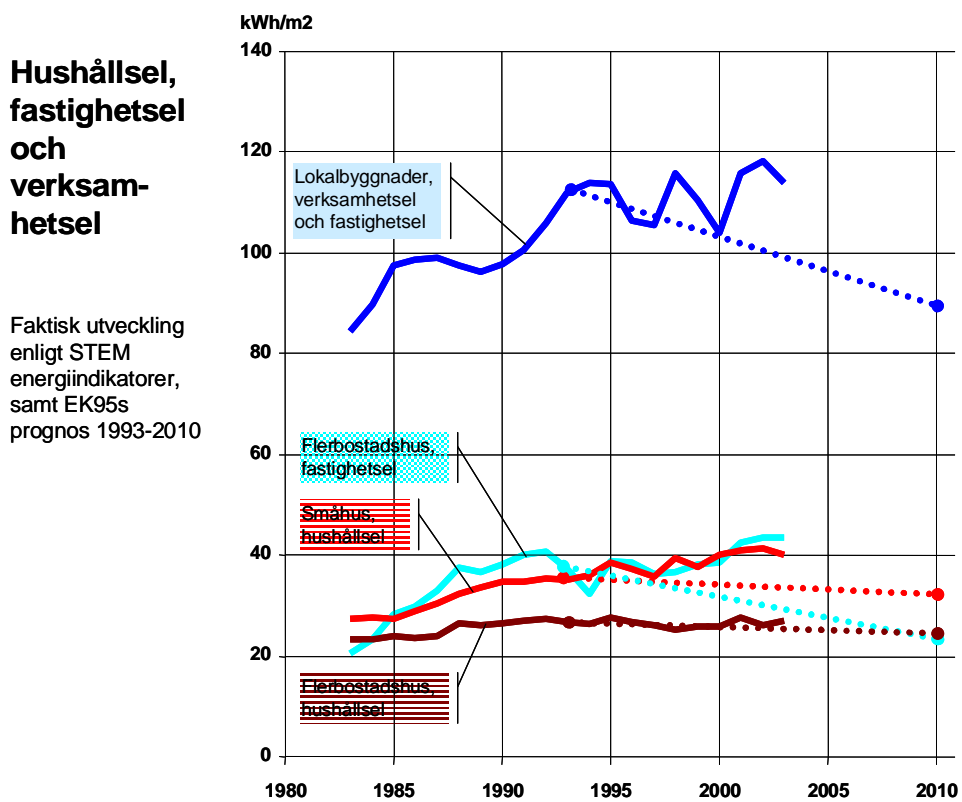
### 3.6 Specifik energianvändning

Huruvida det sker en effektivisering eller inte beskrivs bäst genom att studera den specifika energianvändningen. Figur 3.11 och 3.12 visar utvecklingen från 1993 till 2003 tillsammans med såväl den historiska utvecklingen som den av Energikommisionen prognoserade utvecklingen.

Vi kan då sammanfatta utvecklingen så att den energieffektivisering som Energikommisionen antog inte har uppnåtts trots förhållandevis goda ekonomiska förutsättningar. Förväntad effektivisering med avseende på nettovärme har avstannat för bostadshus medan den fortsätter för lokalbyggnader. På motsvarande sätt kan vi konstatera att hushålls- och fastighetsel fortsätter att öka i bostadshus medan ökningen för driftel i lokalbyggnader verkar ha planat ut.



Figur 3.12 Specifikt nettovärmebehov 1970 till 2003.



Figur 3.12 Specifik elanvändning 1983 till 2003.

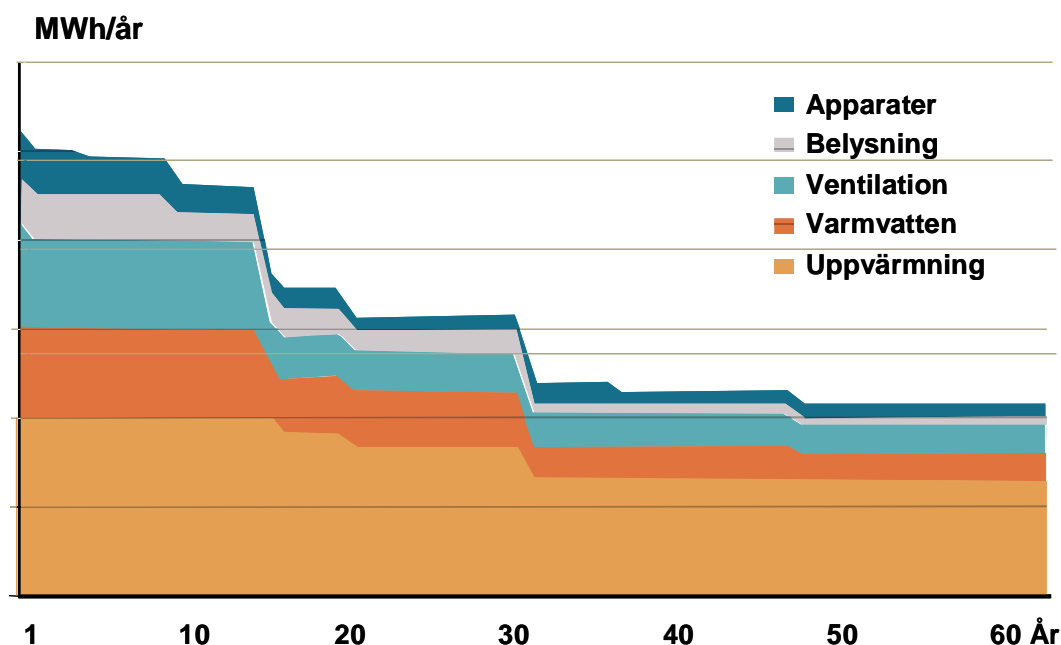


## 4 TEKNISKA ÅTGÄRDER

Det finns inga enskilda tekniska energieffektiviseringsåtgärder som är väsentlig mer lönsamma och har en väsentligt större potential än andra förutom i enskilda fall. Energieffektiviseringsåtgärder är erfarenhetsmässigt mest lönsamma om de genomförs i anslutning till underhålls- och ombyggnadsåtgärder. I småhus och flerbostadshus erhålls energieffektivisering främst genom förbättringar med avseende på klimatskärm och ventilation tillsammans med ett förändrat brukarbete främst med avseende på elanvändning. I lokalbyggnader erhålls energieffektivisering främst genom åtgärder som leder till minskade värmeöverskott, dvs. ökad solskydd, energieffektiv belysning, osv.

Med avseende på brukarbete blir det allt vanligare med individuell mätning i flerbostadshus och lokalbyggnader. Ny energiteknik som solvärme kan också bidra till en energieffektivisering med rätt förutsättningar. Diskuterade åtgärder exemplifieras med en beskrivning av en nyligen genomförd renovering av flerbostadshus från 70-talet.

Syftet med föreliggande kapitel är att beskriva möjliga energieffektiviseringsåtgärder i byggnader. Beskrivningen bygger på de åtgärder som ingick i beräkningarna som genomfördes i anslutning till Energikommissionens arbete (A1:1996) kompletterat med en del åtgärder som tillkommit eller utvecklats under den senaste 10-årsperioden. Det bör dock påpekas att det inte skett några tekniska genombrott under perioden.



Energieffektivisering sker främst i anslutning till byggnadstekniska åtgärder och byte av och komplettering med olika apparater. De olika åtgärderna har olika tekniska livslängder och kräver olika avbetalningstider och genomförs därför i normalfallet med olika intervall. Bilden ovan är hämtad från Figur 12 i IVA-rapporten

”Energianvändning i bebyggelsen” [29] och visar möjlig minskning av energianvändningen i ett befintligt småhus om bästa tillgängliga teknik systematiskt används vid varje renoverings- och utbytestillfälle.

Genom åren har olika tekniska åtgärder varit föremål för investeringsbidrag men det finns inga aktuella uppföljningar med avseende på vilka åtgärder som genomförts under det senaste decenniet. Det följande beskriver därför de möjliga tekniska åtgärder som bör beaktas vid en planerad energieffektivisering oavsett byggnadens ålder och status.

#### 4.1 Samordnade åtgärdspaket

För att erhålla en väsentlig energieffektivisering i en specifik byggnad bör åtgärderna baseras på en analys av byggnadens aktuella status. En sådan analys leder endast undantagsvis till en enskild åtgärd.

Ekonomiskt finns stora fördelar att samordna energisparande och underhåll och även att genomföra åtgärder i form av samordnade åtgärdspaket [7]. Därför sammanfattas här det förfaringsätt som användes i anslutning till bostadshus i underlagsrapport A1:1996 [19]. till Energikommissions rapport om omställning av energisystemet. Det synsätt som introducerades redan i anslutning till Sveriges första energisparplan och i slutet av 70-talet och användes i A1:1996 är av strategisk karaktär för energieffektiviseringsarbetet överhuvudtaget, såväl i bostadshus som lokalbyggnader, och gäller i högsta grad än idag.

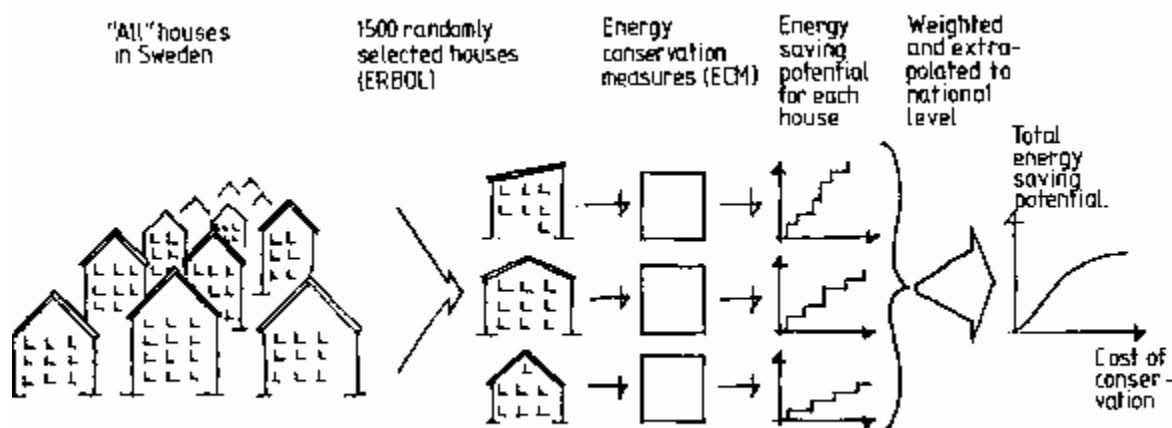
Bestämningen av energihushållningspotentialen för bostadsbeståndet i A1:1996 utgick från beräkningar på enskild husnivå med hjälp av omfattande statistiska undersökningar av bostadsbeståndet ERBOL [16, 17] respektive ELIB [6, 15], samt STIL-undersökningen [52] vad gäller lokalbyggnader. Beräkningarna för bostäder genomfördes med den av Bengt Dahlgren AB utvecklade och i dessa sammanhang sedan början av 1980-talet använda MSA-modellen (MiniSystemAlysis). Potentialbedömningarna på nationell nivå har erhållits genom uppskalning. MSA-modellen beskrivs närmare i ”Energi i byggd miljö” [3] samt i ”Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse” [10]. För lokalbyggnader användes beräkningsmodellen ERÅD [52].

Beskrivning av befintliga teknikområden görs bland annat i ”*Energisparteknik i befintlig bebyggelse*” [8]. De åtgärdsgrupper som behandlas är de vilka leder till att energin utnyttjas effektivare i det befintliga energisystemet inom byggnaden. De åtgärder som behandlas kan sammanfattas i fyra olika åtgärdsgrupper, vinds- (A), fasad- (B), fönster- (C) och installationstekniska åtgärder (D). För en mer detaljerad redovisning inklusive villkor för genomförande, etc. hänvisas till ”Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse” [10].

De åtgärdspaket som studerades inom ramen för A1:1996 redovisas i **Bilaga 3 – ÅTGÄRDSKATALOG** – Underlag för potentialbedömningar av det svenska byggnadsbeståndet med MSA-metoden.

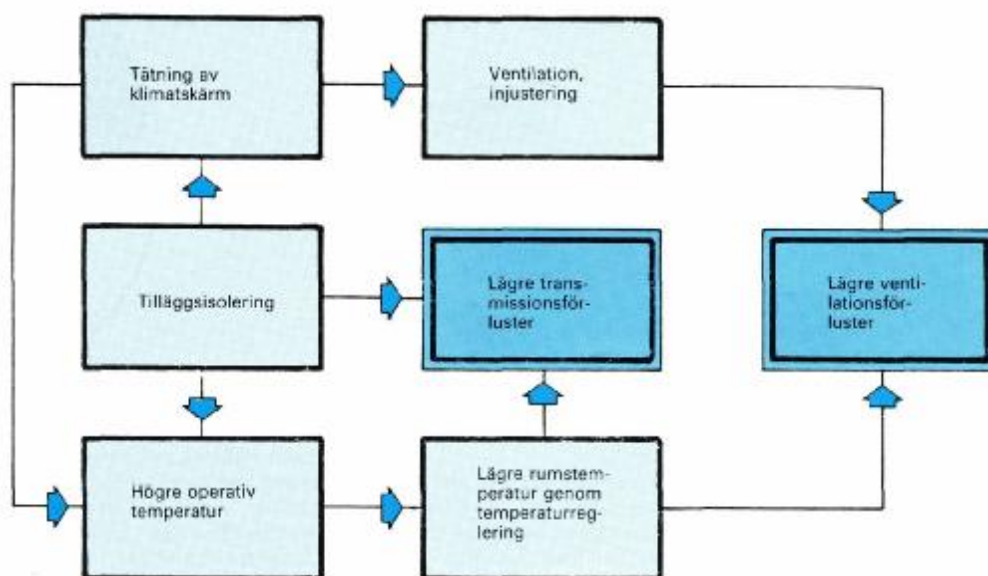
Förfaringsättet kan illustreras med följande figur som avser användningen i samband med ERBOL-undersökningen.





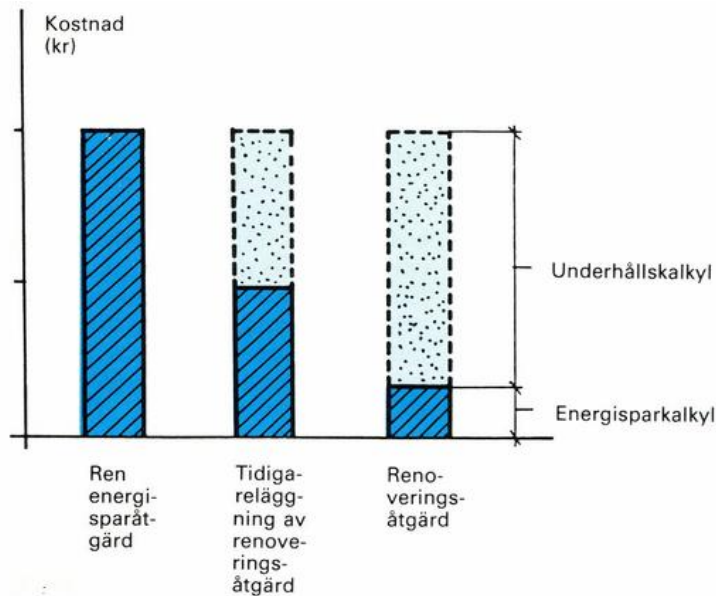
**Figur 4.1** Beräkningsstrategi med användning av statistiska data för det svenska bostadsbeståndet representerat av ERBOL-undersökningen.

Hänsyn till underhålls- och reparationsbehov för olika byggnads- och anläggningsdelar i beståndet har tagits genom att energisparkalkylen i sådana fall endast belastats med marginalkostnaden för själva energisparåtgärden. Renoveringsbehovet för byggnadsbeståndet finns redovisat i de bägge statistiska undersökningarna ERBOL och ELIB.

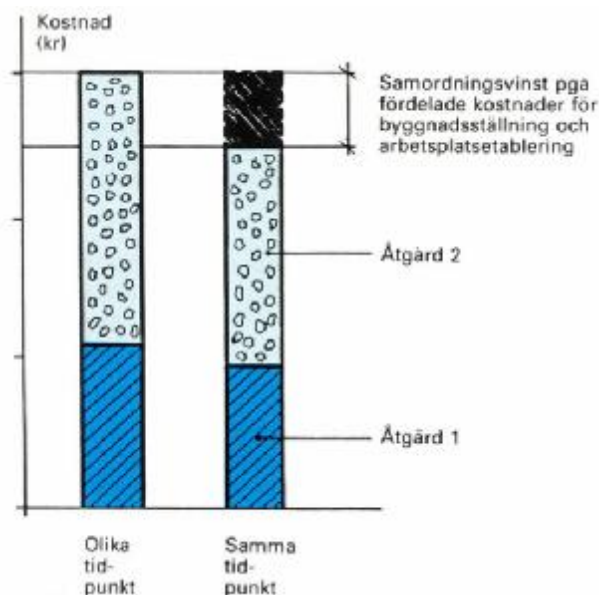


**Figur 4.2** Exempel på åtgärden "Tilläggsisolering av yttervägg" påverkan på olika poster [7]

Grundläggande för allt energieffektiviseringsarbete är att olika åtgärder påverkar varandra och därmed byggnadens energibalans. En åtgärd kan påverka flera poster i energibalansen, vilket beräkningsmetodiken måste ta hänsyn till. Detta exemplifieras med figurerna 4.2 – 4.5, som lånats från en tidig artikel om fördelarna att samordna energisparande och underhåll [7]. I lokalbyggnader finns motsvarande påverkan mellan olika åtgärder och motsvarande möjligheter till samordningsvinster.



**Figur 4.3** Kostnads kalkylering vid samordning mellan energisparande och underhåll [7]

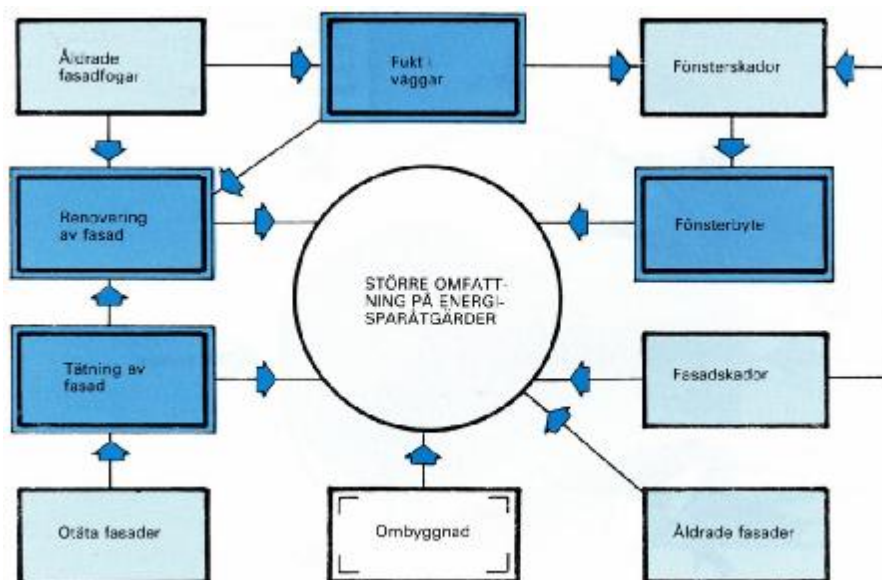


**Figur 4.4** Samordningsvinster vid genomförande av flera åtgärder vid samma tidpunkt [7]

Figur 4.2 visar de kombinationseffekter som uppstår då man som exempel utgår från att tilläggsisolering av en fasad.

Figur 4.3 kostnaden för en energisparåtgärd, till exempel tilläggsisolering av en fasad, vid olika genomförande. Genomförs den som en fristående energisparåtgärd måste hela kostnaden återbetalas av energibesparingen medan endast marginalkostnaden behöver återbetalas av energibesparingen om den genomförs i samband med en underhållsåtgärd. Som exempel kan man tänka sig tilläggsisolering av en fasad som genomförs enskilt eller i samband med fasadrenovering. Figuren 4.3 visar också att det kan vara intressant att tidigarelägga en underhållsåtgärd trots att en mindre del av kostnaden kan hänföras som underhållsåtgärd.

Figur 4.4 visar samordningsvinster då man genomför olika åtgärder, till exempel fasadrenovering och fönsterbyte, vid olika tidpunkter eller vid samma tidpunkt. Då åtgärderna genomförs vid samma tidpunkt görs samordningsvinster i form av byggnadsställning och byggplatsetablering.



**Figur 4.5** Exempel på situationer där **samordnade** åtgärdspaket lämpligen kan genomföras [7]

Figur 4.5 visar till sist olika ingångspunkter, som ombyggnad, åldrade fasadfogar, otäta fasader, fönsterskador, till en större samordnad renovering.

## 4.2 Bostadshus

De åtgärdsförslag som beskrivs i A1:1996 redovisas här sammanfattade och kompletterade med åtgärdsförslag av idag. De åtgärdsförslaget avseende klimatskärm och installationstekniska åtgärder som studerades inom ramen för A1:1996 redovisas i **Bilaga 3 – ÅTGÄRDSKATALOG** – Underlag för potentialbedömningar av det svenska byggnadsbeståndet med MSA-metoden.

**Tabell 4.1** Sammanfattning av aktuella åtgärder vid energieffektivisering i bostadshus.

Typ	Kort beskrivning
<b>Klimatskärm (Värme)</b>	
Vindsåtgärder	Tilläggsisolering av vindsbjälklag både invändigt och utvändigt samt tilläggsisolering av uppvärmd vind.
Fasadåtgärder	Utvändig tilläggsisolering av yttervägg inklusive källaryttervägg ovan och under mark.
Fönsteråtgärder	Tätning kring dörrar, fönster samt tak- vägg och golvvinklar. Renovering av befintliga fönster med låg-emissionsglas, reducera fönsterarea, byte till fönster med bättre värmeisoleringsförmåga.
<b>Installationstekniska åtgärder (Värme och el)</b>	
Värmesystem (Värme)	Brännarbyte och installation av regulatorer. Installation av termostatventiler, central temperaturreglering (småhus) och injustering.
Ventilation (Värme och el)	Se över ventilationsbehov, utrustning och drifttider, byt till direkt-drivna fläktar. Injustering, drifttidsstyrning, varvtalsstyrning, värmeåtervinning med värmeväxlare alt. frånluftsvärmepump för varmvattenberedning. Anpassa tilluftstemperaturer.
Varmvatten (Värme)	Temperatur- och flödesbegränsning (snålspolande armaturer).
Styr- och övervakningssystem (Värme och el)	Installera centralt styr- och övervakningssystem, individuell el-, varmvatten och värmemätning (flerbostadshus).
<b>Elutrustning, elapparater (EI)</b>	Välj A-märkta vitvaror. Installera tvättmaskiner och torkrumsutrustning som ansluts till varmvattensystemet. Se över behov av belysningsintensitet, närvarostyrning alt. installera tidur i gemensamma utrymmen, utomhus, byt till effektivare armaturer. Se över och minimera "standby-funktioner" och motorvärmearruttag.

Sammanfattningsvis kan man säga att här beskrivna åtgärder i stort är desamma som studerades i A1:1996.

### 4.3 Lokalbyggnader

De åtgärdsförslag som beskrivs i A1:1996 redovisas här sammanfattade och kompletterade med åtgärdsförslag av idag. Med åtgärdsförslag av idag åsyftas här de åtgärdsförslag som anges i underlagsrapporten till slutbetänkande av utredningen om byggnaders energiprestanda [42]. En mer detaljerad lista på aktuell åtgärdsförslag redovisas i **Bilaga 4 – Åtgärdslista för lokalbyggnader**.

**Tabell 4.2** Sammanfattning av åtgärdsförslag för energieffektivisering i lokaler.

Typ	Kort beskrivning
<b>Klimatskärm (Värme)</b>	I princip samma som för bostadshus.
<b>Installationstekniska åtgärder (Värme och el)</b>	
Belysning (El, ev. ökad värme)	Byt till effektivare armaturer. Bättre ljusplanering, förbättrade rutiner för släckning, installera tidur samt att se över behov av belysningsintensitet
Komfortkyla (El)	Se över kylbehovet. Installera solavskärmning (fast utvändiga markiser, utvändiga persienner, solfilm), vid fönsterbyte väljs solskyddsglas. Installera återvinning av kondensorvärme från komfortkylmaskiner till tappvarmvatten. Bedöm utbyte av kylmaskin till effektivare alternativ. Justera börvärdeskurvor (kalla sidan). Förbättra rörisolering.
Livsmedelskyla (El)	Se över kylbehov. Sänk rumstemperatur och täck kyl- och frysmöbler under ickeöppettid. Sätt in tätninglistor i kyl- och frysrumsdörrar, kondensorvärmeåtervinning. Isolering av kanaler, rör, behållare och kylrum.
Ventilation (Värme och el)	Se över ventilationsbehov och drifttider. Installera behovsstyrd ventilation. Installera värmeåtervinning. Undersök om det går att använda återluft, exempelvis då byggnaden inte används. Bedöm kylåtervinning (från kylrum, etc.). Anpassa tilluftstemperaturer.
Värmesystem (Värme)	Se över värmebehov. Anslut till fjärrvärme. Justera börvärdeskurvor. Sektionera rörsystem.
Styr- och övervakningssystem (Värme och el)	Separerad mätning av värme, el och kyla samt separerad mätning för olika byggnader, detta för att tydliggöra genomslag av genomförda energieffektiviseringsåtgärder. Integration av och samordning mellan olika delsystem
<b>Elutrustning, elapparater (El, ev. ökad värme)</b>	Välj datorer, skrivare, kopiatorer, faxar, etc. med automatisk "stand-by-funktioner". Byt till platta skärmar. Byt till ny energieffektivare elutrustning.

Sammanfattningsvis kan man säga att de åtgärder som tillkommit i förhållande till A1:1996 i huvudsak rör klimatkyla samt styr- och övervakning.

## 4.4 Individuell mätning

Individuell mätning är främst en rättvisefråga, det vill säga att var och en ska själv betala för det man använder. Hypotesen att installation av individuell mätning och debitering leder till minskad energiåtgång i befintliga byggnader med lägenheter och lokaler förutsätter att hyresgästkollektivet som helhet minskar sin energianvändning. All individuell mätning innebär att man på gott och ont överför ett större ansvar för energibesparing på de individuella hyresgästerna.

Såväl elanvändningen som vattenanvändningen i en viss byggnad kan i princip variera från nära noll i vissa lägenheter till extremvärden i andra lägenheter (storförbrukare). Jämfört med el- och vattenanvändningen kan värmeanvändningen (som i huvudsak bestäms av byggnadens utformning) i en viss byggnad i princip endast variera från ett basvärde som motsvarar erforderlig värmeförsörjning för att erhålla cirka 21°C i medeltemperatur i en byggnad till något högre medeltemperaturer (varje °C motsvarar 5-6 % större värmebehov).

Generellt verkar sparincitamenten vara bättre i bostadsrättsföreningar än i hyresfastigheter, eftersom avgifterna till bostadsrättsföreningen påverkas på ett mer direkt sätt av energi- och vattenkostnaderna. [33].

### 4.4.1 Electricitet

Alla småhus och flertalet bostadsrätter, hyreslägenheter och lokaler har separata elabonnemang. Ett mindre antal bostadsrätts- och hyreslägenheter har kollektiv elmätning (el ingår i avgiften resp. hyran). Från den 1 juli 2006 gäller krav på timvis avläsning på abonnemang med en huvudsäkring  $\geq 63$  A (nu 200 A eller 135 kW) och från den 1 juli 2009 gäller krav på minst månadsvis avläsning av alla elabonnemang. Dessa krav innebär att nätföretagen i princip kommer att byta ut alla befintliga elmätare i bostäder och mindre lokaler till nya för fjärravläsning (främst timvis avläsning) före sommaren 2009.

När det gäller nya byggnader är det rimligt att ställa krav på individuell elmätning och debitering av elkostnaden alt. enskilda elabonnemang då utvecklingen sannolikt kommer att gå i den riktningen.

Kollektiv elmätning (el ingår i avgiften resp. hyran) medför ofta ett sämre energimedvetande eller rent av ett oönskat beteende hos hyresgäster resp. bostadsrättsinnehavare. För de befintliga byggnader där man fortfarande tillämpar kollektiv elmätning bör man överväga att föreskriva att det införs individuell mätning (fördelningsmätare) och debitering av elkostnaden alt. enskilda elabonnemang till exempel före den 1 juli 2009.

Då flertalet småhusägare, bostadsrättsinnehavare och hyresgäster i flerbostadshus redan har individuell elmätning alt. enskilda abonnemang kommer den framtida elanvändningen i hushåll att kunna minska om fastighetsförvaltare väljer energisnåla vitvaror vid lägenhetsrenovering och om hyresgästerna får ett ökat energimedvetande. Här kommer den framtida elprisutveckling sannolikt att påverka utvecklingen och i det här sammanhanget är en mer allmän övergång till en större andel rörligt elpriset positivt ur energibesparingssynvinkel.

Då den totala elanvändningen i svenska hushåll uppgår till drygt 15 TWh ger 10% mindre hushållsel främst tack vare ett ökat energimedvetande cirka 1,5 TWh lägre elanvändning.

#### 4.4.2 Varmvatten

Alla småhus och en del bostads- och hyresrätter har separata vattenabonnemang, i övrigt tillämpas schablondebitering. Vattenkostnaden är förhållandevis låg i flertalet kommuner. Varmvatten utgör 30-40% av den totala vattenanvändningen och medför en väsentlig värmekostnad. Endast ett fåtal småhus och hyresrätter har separat mätning av varmvatten.

I såväl nya som befintliga bostads- och hyresrätter kan man överväga att föreskriva individuell varmvattenmätning och debitering, alternativt individuell vattenmätning och en schablondebitering, av varmvattenkostnaden.

Individuell varmvattenmätning i nya bostadshus (eller vid omfattande ombyggnad) rekommenderades redan 1983 av Värmemätningensutredningen i *"Mätning och debitering av varmvatten"* [30] och nyligen också av Edman [49]. Aktuella förutsättningar att spara värmebehov för varmvatten beskrivs bland annat i *"Hushållning med kallt och varmt vatten"* från Boverket [32] och rapporten *"Tappvarmvatten i flerbostadshus"* inom EFFEKTIV [31].

Med antagandet att uppvärmning av varmvatten i flerbostadshus svarar för 15% av det totala nettovärmebehovet i flerbostadshus skulle 20% lägre varmvattenanvändning tack vare individuell varmvattenmätning innebära 1,0 TWh lägre nettovärmebehov. En motsvarande minskning av nettovärmebehovet kan i enskilda fall erhållas genom en konsekvent installation av snålspolande armaturer.

#### 4.4.3 Värme

Alla småhus, en del bostadsrätter och ett sakta ökande antal hyreslägenheter har individuell värmemätning. Det finns två principiellt olika metoder, dels mätning av tillförd värmeenergi som till exempel används i andra länder, dels mätning av rumstemperatur som är en förhållandevis ny metod som utvecklats i Sverige. Båda metoderna har för- och nackdelar, vilket har diskuterats i ett flertal rapporter under de senaste åren [33, 61].

Tillförd värme kan dels mätas med värmemängdsmätare om lägenheterna eller lokalerna har separata värmesystem (i princip endast nya byggnader), dels mätas genom att man mäter temperaturen på (och beräknar värmeavgivningen från) radiatorerna. Mätt tillförd värme är dock inte direkt relaterad till värmebehovet i en specifik lägenhet eller lokal då värme transporteras mellan intilliggande lägenheter eller lokaler med olika temperatur. Därför kan man endast fördela tillförd värme på respektive lägenhet eller lokal med individuell värmemätning. En del nya flerbostadshus har uppförts med isolerade lägenhetsavskiljande väggar för öka kopplingen mellan värmebehov och tillförd värme.

Rumstemperaturen är inte heller den direkt relaterad till värmebehovet i en specifik lägenhet av samma anledning som beskrevs ovan. Värmedebitering baserad på mätning av rumstemperatur har sitt ursprung i en önskan att kunna välja inomhustemperatur i en lägenhet som man gör i ett småhus.

Enligt Berndtsson visar en sammanställning av cirka 150 projekt att man kan spara 10-20% av tillförd värme vid övergång till individuell mätning och debitering av värme och varmvatten [33]. Oavsett hur värmeanvändningen mäts krävs en sänkning av byggnadens medeltemperatur för att erhålla en minskning av tillförd värme. Eller omvänt, om man erhåller en minskning av tillförd värme med individuell värmemätning och debitering har medeltemperaturen i byggnaden i princip varit för hög före installation av den individuella mätningen. I det flesta fall beror det på att värmesystemet är dåligt injusterat och att fastighetsförvaltaren höjt framledningstemperaturen för att hyresgäster som klagat på att det är för kallt ska bli nöjda. Då höjs också byggnadens medeltemperatur.

För att behålla en jämn och låg rumstemperatur i ett flerbostadshus bör injustering av värmesystem ske med återkommande intervall. Vid installation av individuell mätning behöver man normalt göra en ny injustering vilket i normalfallet leder till att man kan sänka framledningstemperaturen och därmed byggnadens medeltemperatur.

I det här avseendet har mätning av rumstemperatur en fördel jämfört med värmemätning då det ger fastighetsförvaltaren ökad kunskap, såväl om temperaturen i en enskild lägenhet som om den framtida utvecklingen av byggnadens medeltemperatur och behov av ytterligare injustering. Debitering utgående från rumstemperatur är dessutom förhållandevis lätt att förklara för hyresgästerna.

I sammanhanget kan en lägre operativ inomhustemperatur än 18°C bedömas som sanitär olägenhet (liksom över 24°C operativ temperatur). Vid enkel mätning av lufttemperatur gäller 18-28°C. Enligt en ELIB-utredning från 1993 [62] hade man i medeltal 20,9°C i småhus men 22,2°C i flerbostadshus, vilket båda var cirka 0,5°C högre än vad man hade i början på 80-talet.

Med nya mer energieffektiva flerbostadshus minskar utrymmet för hyresgästerna att påverka sin värmekostnad med individuell värmemätning om inte lägenhetsavskiljande väggar isoleras. I äldre flerbostadshus kan man överväga att föreskriva individuell värmemätning och debitering av värmekostnaden eller regelbundet återkommande injustering av värmesystemet.

Med antagandet att medeltemperaturen i alla flerbostadshus kan sänkas med 1°C tack vare individuell värmemätning (och/eller injustering) skulle nettovärmebehovet minska med 1,5-2,0 TWh.

#### 4.5 Solvärme

Installation av solfångare är sedan länge en realistisk teknisk åtgärd för att minska behovet av köpt energi i en fastighet. Av olika anledningar är dock marknadsutvecklingen förhållandevis blygsam. Den främsta orsaken är sannolikt att det inte finns något klart uttalat svenskt intresse att använda solvärme, varken från myndighetshåll eller från fastighetsägare. Tidigare bidrag har saknat kontinuitet och nuvarande bi-



drag marknadsförs inte och har för liten omfattning för att kunna åstadkomma en väsentlig efterfrågan. Detta i kombination med ett generellt sett lågt energiintresse och förhållandevis tuff konkurrens från mer etablerade uppvärmningsformer (värmepumpar, biobränsle, fjärrvärme) gör att det idag inte finns några etablerade företag som satsar på att introducera solvärme.

Den aktuella svenska marknadsutvecklingen insatt i ett internationellt perspektiv finns beskriven i rapporten ”Delredovisning av erfarenheter från det statliga bidraget till investeringar i solvärme (SFS 2000:287), verksamheten 2004.” [36] som sammanställts inom ramen för nuvarande investeringsbidrag.

EG-direktivet om byggnaders energiprestanda (Se Kapitel 6) föreskriver att man ska kunna ta hänsyn till möjligheterna att utnyttja solvärme vid beräkning av byggnaders energiprestanda. Regeringen föreslår vidare bidrag till solvärme i anslutning till biobränsle vid konvertering av direktelvärmda bostadshus [37]. Båda dessa insatser bör, i kombination med en bättre marknadsföring såväl från myndighetshåll som från mer etablerade företag, leda till en mer positiv utveckling.

För att introducera solvärme i det svenska energisystemet på ett märkbart sätt krävs en målinriktad långsiktig insats. I det följande beskrivs ett praktikfall där man bland annat använt solvärme vid renovering av ett 70-talsområde.

## 4.6 Praktikfallet Gårdsten

Det finns genom åren ett förhållandevis stort antal projekt där man genomfört energi-effektiviseringsåtgärder. Här sammanfattas som exempel ett projekt som nyligen genomförts i Gårdsten, Göteborg, där man kombinerat traditionella och nya energiåtgärder med krav på fem års garantitid. Resultatet är att värmebehovet har minskat med 40 procent och vattenanvändningen med 30 procent, till en merkostnad av 20 miljoner kronor. Sammantaget har driftkostnaderna minskat med drygt 1 miljon kronor per år. Potentialen för den här typen av projekt är stor rent tekniskt, men genomförandet bygger på att det finns intresse (incitament) och kunskap hos bostadsbolagen.

### 4.6.1 Stort underhållsbehov och tomma lägenheter

Gårdsten är ett miljonprogramsområde från tidigt 1970-tal. I mitten av 1990-talet fanns det ett stort behov av tekniskt underhåll i merparten av byggnaderna, samtidigt som vakansgraden var hög. Det tekniska underhållet var mest eftersatt och vakansgraden var högst i den norra delen av Västra Gårdsten som omfattar cirka tusen lägenheter. Här sammanfattas det så kallade ”Solhusprojektet” som omfattade 255 lägenheter (18 720 m<sup>2</sup> BOA) i tre gårdar i norra delen av Västra Gårdsten [38,39].

De aktuella byggnaderna är uppförda med betongelement och har platta tak. Det finns dels loftgångshus med tre eller fem våningsplan ovan mark och med utvändigt trapphus till entréer från loftgångar, dels lamellhus med entréer i markplan och invändiga trapphus till tre våningsplan inklusive markplan. Loftgångshuset har balkonger mot söder längs hela byggnaden, medan lamellhusen har indragna balkonger mot öster och väster.

Byggnaderna värmeförsörjdes med fjärrvärme och var försedda med både från- och tilluftssystem för ventilation (FT-system). Hyresgästerna betalade en varmhyra som också inkluderade elanvändning, varför det fanns det små incitament att spara energi. Eftersom vakansgraden var hög blev det möjligt att flytta hyresgästerna till ersättningslägenheter inom området och genomföra en samtidig en inre och en yttre renovering vilket förväntades ge samordningsvinster.

#### 4.6.2 Genomtänkt åtgärds paket

Det fanns ursprungligen en mindre utredning som beskrev yttre underhållsbehov och ett övergripande åtgärdsförslag inom en ansökan om EU-bidrag. Åtgärdsförslaget kompletterades och utvecklades under projektets utrednings- och systemskede. Som underlag för systemhandlingar jämfördes i de flesta fall ett grundalternativ, som främst omfattade nödvändigt underhåll, med ett dyrare alternativ som innebar en energibesparing inom en mer eller mindre given budget för merinvesteringar. Solhusprojektet kom till slut att omfatta en väl genomtänkt renovering där merparten av merkostnaderna för energiåtgärder täcks av minskade driftkostnader. De energirelaterade åtgärderna kan sammanfattas i följande punkter:

- Ombyggnad från FT- till F- respektive FTX-system i anslutning till OVK-åtgärder
- Inglasning av balkonger i anslutning till balkongrenovering
- Byte av den inre rutan till lågemissionsglas i befintliga tvåglasfönster
- Takintegrerade solfångare i anslutning till yttertaksrenovering
- Tilläggsisolering av tak i anslutning till yttertaksrenovering
- Tilläggsisolering av gavlar i anslutning till fasadrenovering
- Isolering av socklar i anslutning till upprustning av dräneringsledning
- Nya tvättmaskiner och torkrumsutrustningar anslutna till varmvatten
- Nya energimärkta vitvaror i anslutning till lägenhetsrenovering
- Byte/upprustning av armaturer i anslutning till badrumsrenovering
- Installation av närvarostyrd belysning i gemensamhetsutrymmen
- Installation av ett centralt styr- och övervakningssystem
- Installation av individuell mätning av el, värme och vatten

Utöver detta uppfördes nya tvättstugor, gemensamhetsutrymmen och växthus i markplan på loftgångshuset och nya utrymmen för ventilationsaggregaten på taken på alla byggnaderna. Dessutom renoverades entréer och trapphus, och hela området fick helt ny färgsättning och ytterbelysning. Helt ny sophantering infördes, med källsortering (ny anläggning i anslutning till parkering) och kompostering (i anslutning till växthus). Befintliga sopnedkast och soprum kunde omdisponeras.

Man räknade med att få driftkostnadsbesparingar främst genom minskning av byggnadernas värmebehov för uppvärmning, ventilation och tappvarmvatten med cirka 40 procent, från cirka 5 000 MWh/år till 3 000 MWh/år. Eftersom hyran delades upp i en fast kostnad och delvis rörliga kostnader för vatten-, värme- och elanvändning hoppades man också kunna minska driftkostnaderna den vägen.

#### 4.6.3 Värmebehovet minskade nästan 40 procent

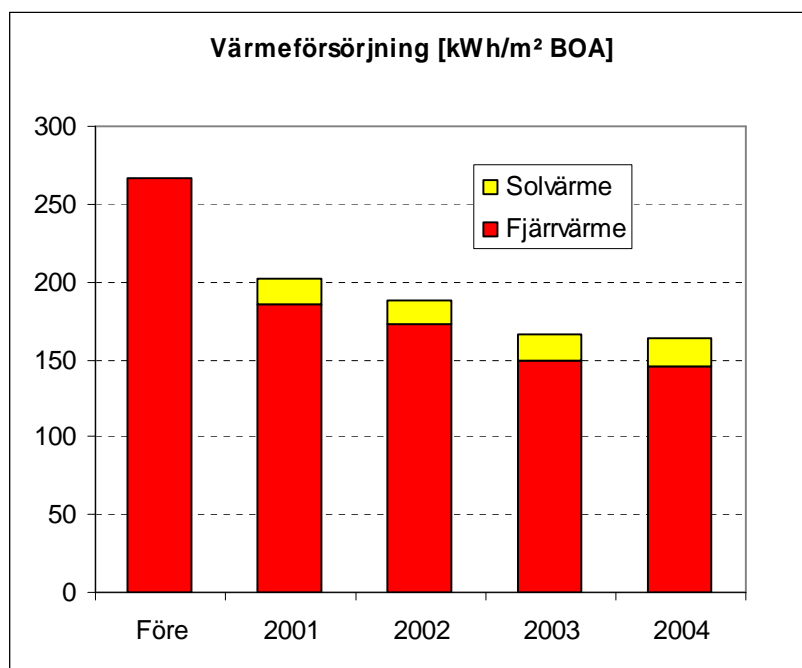
Projektet genomfördes som en totalentreprenad under cirka 20 månader, ungefär 12 månader per gård med 3–6 månaders överlappning. Inflyttning i de renoverade lä-

genheterna kunde börja i april 2000, renoveringen av hela området var avslutad sent hösten 2000 och alla lägenheter var uthyrda sommaren 2001. Projektet fick förhållandevis stor uppmärksamhet och blev nominerat till Årets ombyggnadsprojekt 2000. Färgsättningen fick dessutom första pris av de nordiska målarmästarna samma år.

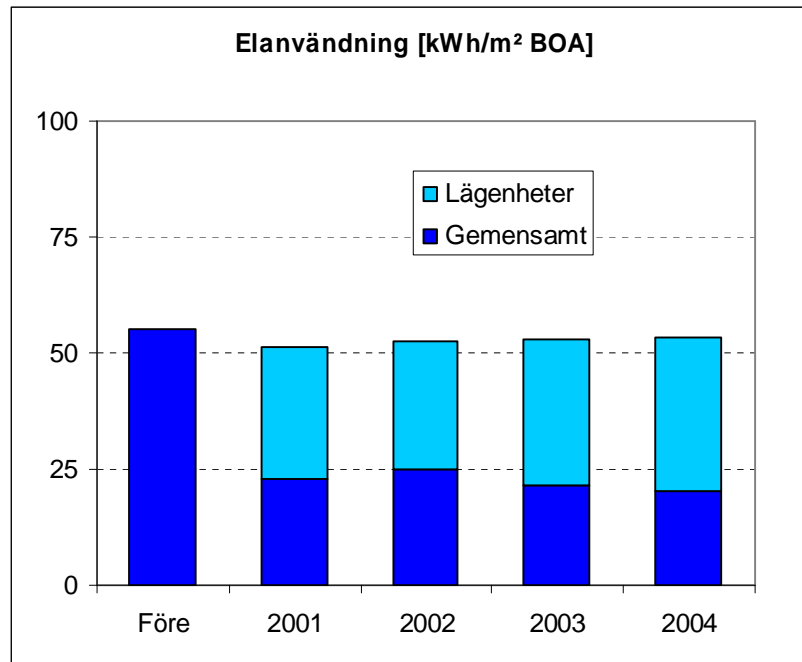
En uppföljning under 2001 och 2002 visade att värmebehovet (normalsårskorrigerat) har minskat från drygt 270 till cirka 170 kWh/m<sup>2</sup> BOA (37 procent) och att vattenanvändningen har minskat från 2,4 till 1,7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> BOA (30 procent). Elanvändningen (inklusive lägenhetsel) är oförändrad (cirka 50 kWh/m<sup>2</sup> BOA) samtidigt som uthyrningen har ökat från cirka 65 till 100 procent. Resultat från uppföljning av fjärrvärme, kallvatten och elanvändning efter renovering redovisas i figurerna 4.6–4.8.

Värmebehovet 2004 uppgår till 160 kWh/m<sup>2</sup> BOA varav solvärme svarar för drygt 15 kWh/m<sup>2</sup>. Värmebehovet har sänkts kontinuerligt sedan inflyttning 2001 tack vare injustering av värme- och ventilationssystem. I det sammanhanget har mätning av rumstemperatur i alla lägenheter varit till stor hjälp. Då merparten av hyresgästerna är nyinflyttade har individuell mätning och debitering inte lett till en kontinuerlig sänkning av el- och vattenanvändningen, men likväl en omfördelning av el- och vattenkostnader beroende på användning och ett ökat medvetande såväl hos fastighetsägare som hyresgäster [40].

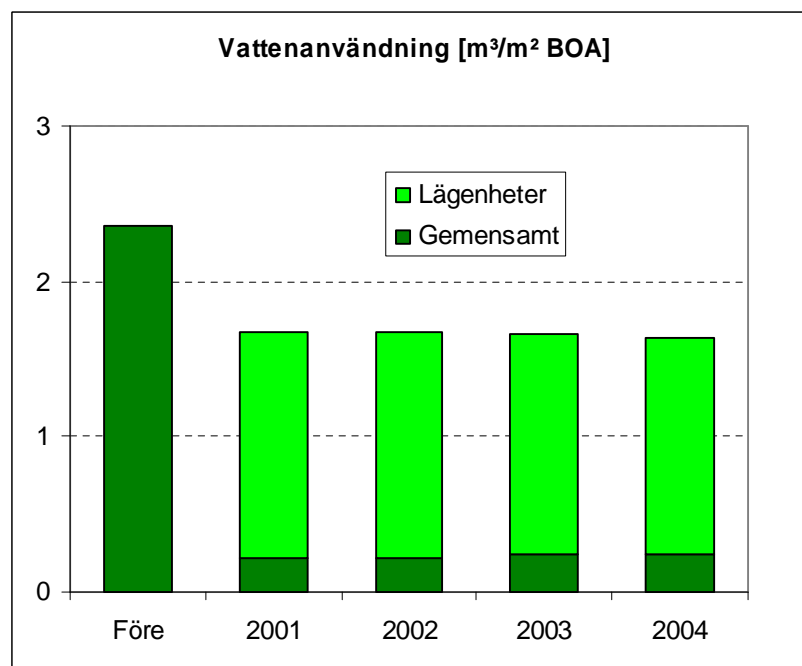
Sammantaget uppgår driftkostnadsbesparingarna till drygt 1 miljon kronor per år. Merkostnaderna för energibesparingsåtgärderna uppgick till i storleksordningen 20 miljoner kronor, varav knappt 30 procent erhöles i bidrag från EU och Energimyndigheten.



**Figur 4.6** Värmeförsörjning före renovering (63 procent uthyrt) och fyra år efter renovering (100 procent uthyrt).



**Figur 4.7** Total elanvändning före renovering (63 procent uthyrt) och fyra år efter renovering (100 procent uthyrt).



**Figur 4.8** Vattenanvändning före renovering (63 procent uthyrt) och fyra år efter renovering (100 procent uthyrt).

#### 4.6.4 Genomförande

Solhusprojektet genomfördes som en totalentreprenad, dels på grund av sin omfattning och att man inte hade egen kapacitet för ett annat genomförande, dels för att anbudsnivån var låg. Med tanke på att entreprenaden skulle komma att innehålla en del nya tekniska lösningar innehöll anbudsunderlaget i flera avseenden mer detaljerade beskrivningar. I projektledningen fanns det redan inledningsvis en ambition att sänka byggkostnaderna genom att minska antalet led i byggprocessen, till exempel genom att köpa in komponenter direkt från tillverkare utan omvägen via entreprenören, vilket också skedde i några fall.

Denna ambition utvecklades ytterligare inom Solhus 2-projektet som genomfördes i flera mindre skraddarsydda entreprenader under 2002–2003. Detta förfarande finns dokumenterat i rapporten ”*Från två till 120 anbud*” från Boverket [41].

### 4.7 Inomhusmiljöaspekter

Med energieffektivisering menas här minskad energianvändning med bibehållen nytta (termiskt komfort, luftkvalitet, bekvämlighet, osv.) till skillnad från energisparande, och i vissa avseenden energihushållning, där nyttan kan tillåtas minska.

De energieffektiviseringsåtgärder eller -åtgärdspaket som föreslås för en viss byggnad ska ha som utgångspunkt att minst bibehålla den inomhusmiljön som finns i den befintliga byggnaden före åtgärder. I flera fall borde inomhusmiljön kunna förbättras när byggnaden ändå åtgärdas energitekniskt.

#### 4.7.1 Kravspecifikation

För att kunna säkra att en energieffektiviseringsåtgärd, eller ett åtgärdspaket, verkligen bibehåller, eller förbättrar, inomhusmiljön - kanske främst inomhusklimatet - bör kraven dels ställs explicit, dels vara mätbara. Här är myndighetskrav endast minimi-krav och inomhusmiljökraven måste formuleras av beställaren. Enligt PBL är det alltid beställaren (byggherren) som är ytterst ansvarig för byggprocessen.

De olika krav som ställs på en byggnad kan delas upp i tre grupper [58]:

#### **Myndighetskrav**

Dessa avser vanligen säkerhet, exempelvis säkerhet mot ras, brandsäkerhet, ett viss lägsta inomhusklimat, exempelvis lägsta rumstemperaturer eller minsta luftkvalitet. Det kan även vara krav avseende tillgänglighet, på den yttre miljön, etc. Det är beställarens och dennes konsulter skyldighet att ha kunskap om myndighetskraven.

#### **Verksamhetsspecifika krav**

Dessa krav måste uppfyllas för att byggnaden överhuvudtaget skall kunna användas för den avsedda verksamheten. Hit hör exempelvis krav på rumssamband, inomhusklimat, ljud- och ljusförhållanden, säkerhets- och renhetsbarriärer, möjlighet att installera verksamhetsspecifika utrustningar, etc. Dessa krav formuleras vanligen i

samarbete mellan beställaren och brukaren (hyresgästen) vilken ansvarar för verksamheten.

### **Byggnadsspecifika krav**

Dessa krav måste uppfyllas för att byggnaden skall vara en bra byggnad. Exempel på krav är estetisk utformning, effektiva planlösningar, tillgänglighet, krav på optimala lösningar ur ett förvaltningsperspektiv, energieffektivitet och teknisk livslängd. De senare kraven sammanställs vanligen till tekniska förvaltningsmål. De byggnadsspecifika kraven formuleras vanligen av beställaren, ibland i samarbete med en drift- och underhållsorganisation.

Krav på energieffektivitet är alltså ett byggnadsspecifikt krav och denna typ av krav får aldrig inkräkta på de verksamhetsspecifika kraven, exempelvis kraven på inomhusmiljön.

Det är mycket tidigt i projekteringsprocessen, vanligen i programskedet, som kraven på inomhusmiljön måste formuleras. Om dessa är utformade på rätt sätt kan de sedan styra hela den följande projekterings- och byggprocessen. Vid mindre renoveringar och ombyggnader är byggprocessen ofta mindre formell och det kan då vara lätt att hoppa över den helt nödvändiga, explicita formuleringen av kraven på inomhusmiljön.

Det är mycket viktigt att kraven utformas så de är mätbara och kan följas upp efter att energieffektiviseringsåtgärderna genomförts. I detta sammanhang får man inte blanda ihop att ställa krav med att förskriva tekniska lösningar. Ett typiskt exempel är föreskrivande av en viss typ av ventilationssystem, exempelvis att frånluftssystem eller från/tilluftssystem skall användas i byggnaden. Detta är inget krav! Krav på ett visst minsta uteluftsflöde är egentligen också ett föreskrivande av en teknisk lösning. Kraven bör istället avse luftkvalitet, det vill säga inomhusluftens innehåll av gaser och partiklar. Här är det dock ett problem att man inte är helt ense om vad som skall mätas eller med vilken metod. Dessutom råder det inte koncensus rörande gränsvärden för olika gaser och partiklar.

För alla typer av större byggnader är det, som sagts ovan, alltid byggherren/beställaren som har ansvaret för att energieffektiviseringsåtgärderna genomförs på rätt sätt. Alltså måste beställaren redan i programskedet formulera de krav som byggnaden skall uppfylla efter en ändring. Beställaren får då inte ta för givet att inomhusmiljön inte påverkas vid energieffektivisering utan måste formulera krav i byggnadsprogrammet. Redan 1990 skrevs i en kunskapsöversikt från BFR: ”krav som inte ställs, riskerar att bli bortglömda” [45].

För att säkerställa att energihushållningsåtgärderna dels skall ge den önskade energibesparingen, dels inte skall riskera att försämra inomhusmiljön, utan snarare förbättra den, måste beställaren:

- Dokumentera inomhusmiljön före åtgärder
- Ställa explicita, mätbara krav på inomhusmiljön efter åtgärder
- Kontrollera att ställda krav uppfyllts efter åtgärder

- Kvalitetssäkra byggprocessen, exempelvis följa upp konsulternas projektering, entreprenörers egenkontroller, m.m.

Som nämns nedan innebär dessa krav vanligen att beställarens kompetens måste höjas. Detta medför utbildning av beställare, åtminstone så långt att de inser att de måste ta hjälp av kunniga konsulter om de inte besitter tillräcklig egen kompetens. Det innebär också att konsulterna verkligen måste våga agera som de rådgivare de är. Även olika typer av konsulter kan behöva utbildas. Det har nu gått så lång tid sedan energieffektivisering var ett "hett område" inom bygg- och fastighetsbranschen att viss kunskap kan saknas också i konsultledet.

För att säkerställa att byggnadens inomhusmiljö inte försämras vid genomförande av åtgärder måste situationen före dokumenteras. I slutbetänkandet från utredningen om byggnaders energiprestanda [42] föreslås att i den energibesiktning, som genomförs av en energiexpert och som är en del av energideklarationen, skall en "kvalificerad och oberoende bedömning av byggnadens inomhusmiljö" (sid.81) genomföras. Dock skall energiexperten inte "beskriva symptom på dålig inomhusmiljö (fukt, mögel, dålig lukt, etc.)," detta eftersom "byggnadsägaren kan förledas att tro att en kompetent miljöbesiktning därmed har genomförts". Utredningen förordar att det i energideklarationen "skall finnas möjlighet att notera eventuella miljöanmärkningar, kompletterat med en tydlig text att en fullständig miljöanalys inte har genomförts" (sid. 80).

De kommande energideklarationerna ger alltså en första grund för att bedöma den befintliga byggnadens inomhusmiljö. Kvalificerade och kompetenta beställare låter sedan som en del i utrednings- och programskedet genomföra erforderliga inomhusmiljöundersökningar för att, om så behövs, komplettera underlaget för kravställandet på inomhusmiljön i anslutning till energieffektiviseringsåtgärder.

Ett problem är att beställarnas kompetens är ytterst varierande. Inte ens för stora, kvalificerade byggherrar är det alltid lätt att ställa transparenta, tydliga och mätbara krav på inomhusmiljön. När det gäller lokaler och de flesta flerbostadshus förvaltas de vanligen, mer eller mindre professionellt, av större fastighetsbolag. Vid större renoveringar och ombyggnader, där energieffektiviseringsåtgärder ingår, använder dessa beställare nästan alltid olika konsulter. Om beställaren själv har begränsad kunskap måste han ta hjälp av konsulter med dokumenterad kunskap. Det gäller också att beställaren avsätter resurser för att beakta krav på inomhusmiljön vid projekteringen.

Bygga-bo-dialogen [43] är i det här avseendet ett viktigt instrument för att öka hela byggbranschens, och kanske speciellt beställarnas, kunskaper om energieffektiviseringsåtgärder och koppling mellan väl ställda krav på inomhusmiljön och minskad energianvändning i byggnader.

Många mindre fastighetsägare är så kallade "sällanbyggare", det vill säga att de mycket sällan bygger ett nytt hus. Å andra sidan har de nästan alltid någon form av drift- och underhållsorganisation vilken vanligen är mer eller mindre inblandad i renoveringar och ombyggnader. Detta medför att de troligen har större kunskaper om renovering och ombyggnad än ren nybyggnad, vilket underlättar genomförandet av energieffektiviseringsåtgärder i befintliga byggnader.

Det kan vara problem med att överföra kunskaper från drift- och underhållsorganisation till den projektorganisation som ansvarar för renoveringar och ombyggnader hos ett större fastighetsföretag. Om drift- och underhållsorganisationen blir mer direkt inblandad i projekteringsprocessen kan många av kraven på inomhusmiljö ställas tydligare och man kan direkt ta hänsyn till en befintlig byggnads många egenheter. Hos många större fastighetsbolag med kvalitetssystem finns sådana rutiner för kunskapsöverföring och hos mindre fastighetsägare är det sällan många personer inblandade, varför kunskapsöverföringen ofta löser sig av sig själv.

För mindre fastighetsägare, vilka kan vara allt från småhusägare till privatpersoner som äger några enstaka flerbostads- eller lokalbyggnader, blir ofta de enda krav på inomhusmiljön som används myndighetskrav, förutsatt att beställaren känner till dessa. Här krävs att energirådgivare och andra som kan tänkas bli inblandade i byggprocessen (entreprenörer, etc.) har kunskaper om inomhusmiljön och hur olika energihushållningsåtgärder kan påverka denna.

När det gäller mindre byggnader krävs alltså information till, och utbildning av, alla inblandade parter, i stort sett hela byggbranschen:

- husägare, vanligen småhusägare
- entreprenörer, vanligen mycket små företag
- byggvaruhus m.fl. som främst riktar sig till småhusägarna själva
- energirådgivare som också vänder sig till småhusägare
- m.fl.

Information och utbildning måste innefatta både vilka energieffektiviseringsåtgärder som kan komma ifråga för den aktuella byggnadskategorin, och hur de skall genomföras för att ge såväl avsett energibesparingseffekt som inte påverka inomhusmiljön negativt.

När det gäller enskilda tekniska åtgärder är kunskapen om hur dessa skall genomföras på ett riktigt sätt tyvärr inte särskilt väl spridd i hela bygg- och fastighetsbranschen, trots att kunskaperna funnits hos forskare och byggexperter sedan 15-20 år.

Oavsett vad som motiverar en åtgärd på byggnad så resulterar den ofta i problem, på mer eller mindre lång sikt, om den görs på fel sätt. Här finns tyvärr många exempel från 1970- och 80-talen. En bidragande orsak var att då utgick statliga bidrag för enskilda åtgärder vilket medförde att åtgärderna ofta genomfördes okritiskt. Åtgärderna måste ju vara bra eftersom staten stödde dem!

Misslyckandena kan beskrivas som att energihushållningen drevs längre än vad förmodligen tillät [45]. Med andra ord hade kompetens och kvalitetsmedvetande i byggande och förvaltning inte utvecklats i den takt som energieffektiviseringen krävde. Praktiska erfarenheter visar att problem ofta uppstår i skärningen mellan energihushållning och förändringar i teknik och material. Praktiken visar emellertid också att goda byggnadstekniska och installationstekniska lösningar i flertalet fall ger positiva effekter på såväl energianvändning som inomhusmiljö.



#### 4.7.2 Risker

Några exempel på de risker, för främst inomhusmiljön, som föreligger om olika enskilda energihushållningsåtgärder genomförs på fel sätt exemplifieras nedan.

**Vindsisolering av främst småhus:** Här måste man försäkra sig om att vinden är tillräckligt ventilerad, annars kan fuktproblem uppstå.

**Tilläggsisolering av kryppgrund främst i småhus:** Här måste man försäkra sig om att kryppgrunden är tillräckligt ventilerad för att undvika fuktproblem. Inte heller får fukt tränga upp från marken. Kalla ytor i en kryppgrund medför också att uteluftens fuktinnehåll utfälls sommartid, varför konstruktionen måste klara sådana förhållanden. Här finns i dagsläget en del meningskiljaktigheter när det gäller utförandet.

**Tätning och tilläggsisolering av fasader:** För byggnader med självdrags- och frånluftsventilation måste tillräckliga uteluftsflöden säkras, exempelvis genom installation av uteluftsventiler i fasaden eller spaltventiler i fönstren. Tyvärr har vanligt förekommande spaltventiler ofta en bristfällig utformning och ger lätt upphov till drag, vilket medför att brukaren stänger dem. En dyrare lösning som vanligen fungerar bättre är uteluftsventiler integrerade med radiatorn, som gör att uteluften blir förvärmad vintertid.

**Byte och tätning av fönster:** Här föreligger samma ventilationsproblematik som vid tätning av fasader. Dessutom medför ofta byte till moderna fönster att glasarean minskar, vilket ger minskat dagsljusinsläpp. Detta förstärks ytterligare av flera glas med olika beläggningar och att bågarnas utformning gör dessa till ”mörka ytor” i fönstret.

**Fastbränsleeldning av biobränslen främst i småhus:** Här krävs att pannor och kaminer installeras sakkunnigt och att de sköts rätt. Här har det skett en hel del utveckling det senaste decenniet och pelleteldning är idag nästan lika enkel som oljeeldning. Däremot är rökgasutsläppen från biobränsleeldning fortfarande omdebatterade.

**Värmepumpinstallation främst i småhus:** I det fall huset har värmts med en panna och har en varm murstock som fungerar som ”ventilationssystem” måste man försäkra sig om att erhålla erforderlig ventilation på ett annat sätt.

**Installation av värmeåtervinning i balanserade ventilationssystem:** Här måste man försäkra sig om att uteluftsflödena inte sjunker under de avsedda, vilket innebär att ventilationssystemet måste justeras efter genomförda åtgärder. Likaså bör man försäkra sig om att risken för läckage av frånluft till tilluft är så liten som möjligt. Om frånluften innehåller obehagliga (typ matos) eller farliga ämnen måste risken för läckage minimeras. Risken beror på typen av värmeåtervinnare. För den, i många lokalbyggnader, vanliga lösningen med roterande värmeåtervinnare krävs rätt tryckbalanser kring värmeåtervinnaren. Därför kan vanligen inte ”tryckande frånluftsfläkt” användas. Dessutom finns nästan alltid en renblåsningssektor som säkrar att frånluft inte kommer över till tilluften via värmeåtervinnarens celler. Vattenlösliga ämnen (typ matos) kan dock överföras genom att de vintertid kondenseras ut i värmeåtervinnaren. Därför används normalt inte roterande värmeåtervinnare i bostads-

hus. Med vätskekopplad värmeåtervinnare föreligger ingen som helst risk för läckage av frånluft till tilluft medan plattvärmeväxlare kan ge visst läckage vid felaktiga tryckbalanser.

**Belysning i främst i lokalbyggnader:** Idag är moderna armaturer, ljuskällor och högfrekvensdrift av sådan kvalitet att rätt utnyttjade kan belysningsmiljön förbättras, ibland avsevärt, samtidigt som elenergianvändningen minskar. Genom minskade interna värmelaster minskar värmeöverskottet i lokalerna. Beroende på hur lokalerna utnyttjas, och på byggnadsskärmens utformning, kan detta antingen leda till minskade kylbehov eller ökade värmebehov. I moderna välisolerade byggnader minskar så gott som alltid kylbehovet. På motsvarande sätt som ett värmesystem måste injusteras när värmebehovet reducerats måste kylsystemet injusteras när kylbehovet ändras för att få ut full effekt av åtgärden. Högfrekvensbelysning ger flimmerfritt ljus, vilket ökar brukarnas tillfredsställelse enligt flera studier. Ett problem är dock att utnyttja de möjligheter till närvarostyrning och dagsljusreglering den moderna tekniken medger. Här återstår en del utveckling, speciellt vid interaktionen med brukarna. Ett annat problem är kanske arkitekter som tycker att energitekniskt sämre ljuskällor och armaturer ger större möjligheter till en karaktärsfylld rumsgestaltning.

När det gäller byggnader där inomhusmiljöproblem är kända före energieffektiviseringsåtgärder måste givetvis inomhusmiljön åtgärdas, gärna tillsammans med ett energieffektiviseringspaket. Detta kan innebära att en del av energianvändningen ökar, exempelvis på grund av högre uteluftsflöden i radonhus och högre frånluftsflöden där källan finns inne i huset. För en lyckad energieffektivisering och samtidig förbättring av inomhusmiljön krävs ett stort systemkunnande och vetskap om hur olika åtgärder samverkar eller motverkar varandra.

Sammanfattningsvis krävs ett stort informations- och utbildningsprogram för hela fastighets- och byggsektorn för att säkra att tidigare misstag inte upprepas vid implementering av kommande energihushållningsåtgärder i bebyggelsen. Här bör man kunna erhålla samordningseffekter om ett sådant program kopplas till utbildningsinsatser i anslutning till införandet av energideklarationerna.

## 5 ENERGIEFFEKTIVISERINGSPOTENTIAL

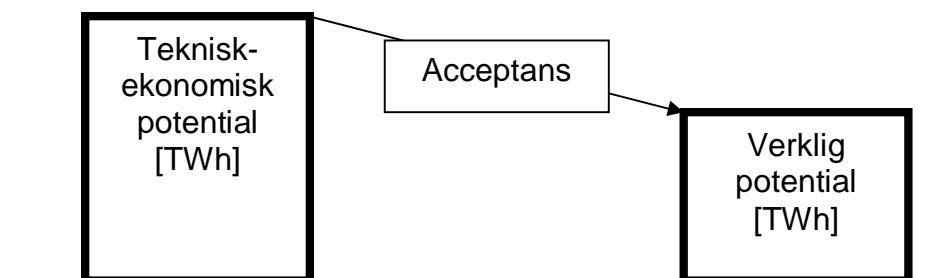
Den teknisk-ekonomiska energisparpotentialen i bostadshus och lokalbyggnader uppskattas till drygt 30 TWh nettovärme och drygt 15 TWh el. Hur stor del som i verkligheten kommer att uppnås beror på en rad faktorer. Med ett antagande om en hög energiprisutveckling, ett bra genomslag för energideklarationer och skärpta krav på byggnaders energiprestanda bedömer vi det som realistiskt att den realiserbara potentialen uppgår till i storleksordningen 10 TWh nettovärme och 5 TWh el inom 10-20 år.

I detta avsnitt beskrivs möjligheterna till energieffektivisering inom de närmaste 10-20 åren utgående från en uppdatering av potentialberäkningarna i Energikommissionens betänkande från 1995.

Potentialbedömningarna är baserade på en beräkning av en **teknisk-ekonomisk potential** utgående från vissa givna förutsättningar (6% realränta, dagens teknik och kostnader, mm.) och avses beskriva vad som är samhällsekonomiskt lönsamt.

Hur stor del av denna teknisk-ekonomiska potential bedömer vi då bli genomförd i realiteten? Detta beror i högsta grad på vilka styrmedel som staten utnyttjar, vilket energipris som kommer att gälla, vilka tekniska, organisatoriska respektive administrativa hinder som finns, den enskilde fastighetsägarens rationalitet eller snarare brist på rationalitet när det gäller beslutsfattande, etc. samt inte minst på hur marknadskrafterna styr. I arbetet för Energikommissionen gjordes bedömningar av dessa faktorer i form av en ”**acceptans**” för att genomföra aktuella åtgärder.

Denna acceptans för genomslag varierar i princip mellan 0 och 100% beroende på åtgärd och typ av fastighet. En åtgärd som har en teknisk-ekonomisk potential uppgående till 10 TWh kan då i princip ges en verklig potential mellan 0 och 10 TWh. Se figur 5.1 som illustration.



**Figur 5.1** Illustration av verklig potential i förhållande till teknisk-ekonomisk potential.

Som framgår i vår utredning har vi kunnat konstatera att vi under den senaste 10-årsperioden inte nådde dit Energikommissionen bedömde att vi skulle nå även med de relativa låga acceptansfaktorer som då bedömdes som realistiska.

I det följande presenteras den teknisk-ekonomiska potentialen varefter det förs en diskussion om acceptansgraden.

I våra potentialbedömningar har vi använt begreppet **besparingskostnad** (BK), som första gången kom till användning i samband med utformningen av Sveriges första energisparplan i regeringspropositionen 1977/78:76. Sedan dess har begreppet använts i samtliga de nationella utvärderingar som har avsett möjligheterna till energieffektivisering. Det var även fallet i samband med Energikommissionens arbete, som ju vi delvis bygger vidare på.

I något fall under årens lopp har en ren nuvärdesmetod använts som komplement, vilket dock inte har påverkat resultaten och slutsatserna. Det bör också påpekas att Byggnadsstyrelsen på sin tid hade krav på att just besparingskostnaden skulle användas i samband med analys av åtgärder för energieffektivisering. Det har också tidigare gällt Luftfartsverket. Numera har livscykelkostnadsbegreppet (LCC) kommit att ersätta och/eller komplettera andra ekonomiska värderingsgrunder.

En tungt vägande orsak till detta är att den också har ansetts vara pedagogisk till sin natur, då man ställer de olika åtgärdernas lönsamhet uttryckt som en besparingskostnad i en direkt relation till dagens energipris.

Besparingskostnaden definieras enligt följande:

$$BK = \frac{\text{Investering} + \text{Nuvärde av ändrad årlig underhållskostnad}}{\text{Nuvärde av årlig energibesparing}} =$$

$$= \frac{\text{Investering} + P_1 \cdot \text{Ändrad årlig underhållskostnad}}{P_2 \cdot \text{Årlig energibesparing}} \quad \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{kWh}} \right]$$

där:

$$P_1 = \frac{1 - \left( \frac{1}{1+r} \right)^T}{r} \quad \text{och} \quad P_2 = \frac{1 - \left( \frac{1+q}{1+r} \right)^T}{r - q}$$

där:

$r$  = real kalkylränta [%]

$q$  = årlig real ökning av energipriset [%/år]

$T$  = brukstid (ekonomisk livslängd) [år]

Besparingskostnaden kan även uttryckas i ord enligt:

*”Det pris på energi som skulle göra att nuvärdet av besparingarna blir lika med summan av investeringarna och nuvärdet av underhållskostnaderna benämnes besparingskostnad.”*

*(Prop 77/78:76)*

**Tabell 5.1** Medelpris för uppvärmning samt elpriser utan moms i **2003 års priser** [öre/kWh]. Medelpriset för uppvärmning är en funktion av hur nettovärmen tillgodosågs för varje sektor respektive år.

	År 1993	År 2003
<b>Uppvärmning</b>		
Bostäder	39,3	54,5
Lokaler	39,5	50,6
<b>Elpris</b>		
Hushållsel	77,8	113,5
Fastig/driftel	54,9	90,2

I potentialbedömningarna utgår man från medelvärmepreis = besparingskostnad. Aktuella medelvärmepreis för uppvärmning redovisas i ovanstående tabell.

Nässén har nyligen presenterat en forskningsrapport [50] där han konstaterar att det finns ett tydligt samband mellan energipris och specifik energianvändning i bebyggelsen. Å andra sidan krävs ett tre gånger högre energipris för att minska energianvändningen med 30% då den så kallade priselasticiteten är förhållandevis låg.

## 5.1 Värme i byggnader

I det följande redovisas potentialen för energisparpotentialen med avseende på uppvärmning i byggnader. För bostadshus redovisas potentialen i form av levererad energi då byte av panna ingår som en energieffektiviseringsåtgärd. För lokalbyggnader redovisas potentialen dock i form av nettovärme.

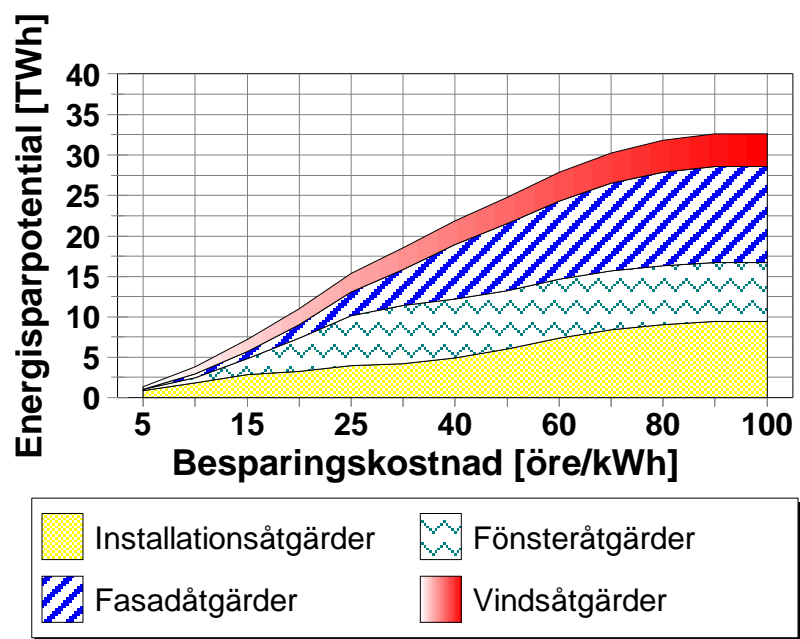
### 5.1.1 Bostadshus

Med utgångspunkt från den beskrivning av det svenska byggnadsbeståndet som ganska detaljerat redovisas i undersökningen ERBOL [16, 17], har de teoretiska energieffektiviseringsmöjligheterna beräknats med MSA-modellen.

Hänsyn har beräkningsmässigt tagits till förekommande **renoveringsbehov** när det gäller såväl klimatskärm som installationstekniska system. Om besiktningssmannen dessutom har redovisat förekomst av olika grad av **tekniska hinder** för att genomföra en viss åtgärd, har hänsyn även tagits till sådana omständigheter genom kostnadstillägg ("hindertillägg").

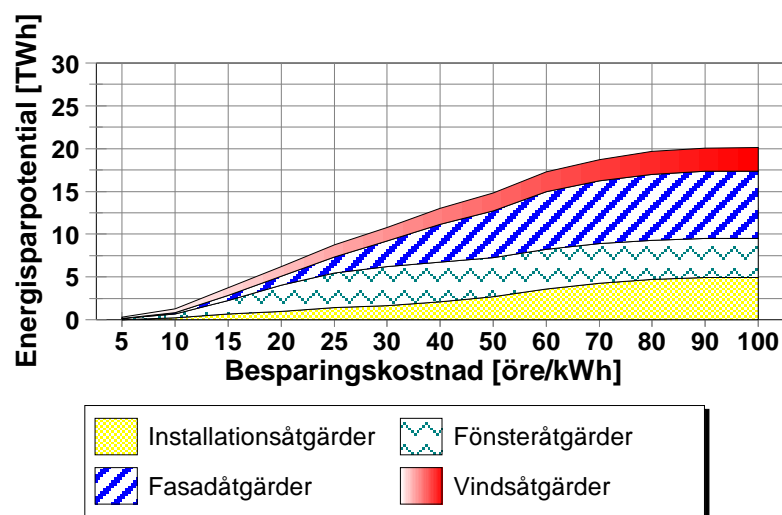
Utgångspunkten för här presenterade potentialkurvor är det underlag som redovisades för Energikommisionen [19] där kostnaderna har indexuppräknats till 2003 års priser. Med dessa kurvor som bas kan man sedan analysera vilken teknisk-ekonomisk potential som finns i beståndet, under förutsättning att genomförandet skulle ske helt rationellt.

**Sparpotential och besparingskostnad**  
Alla bostäder



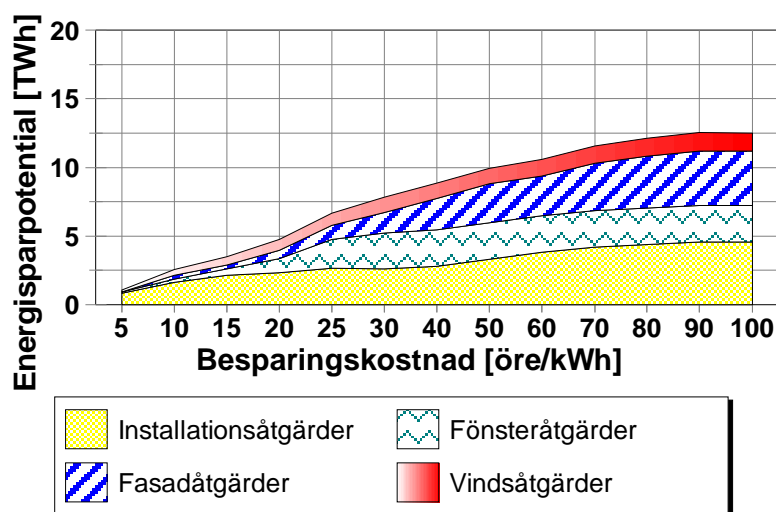
**Figur 5.2** Energisparpotential för **hela bostadsbeståndet** vid olika besparingskostnad.

**Sparpotential och besparingskostnad**  
Småhus



**Figur 5.3** Energisparpotential för **småhus** vid olika besparingskostnad.

## Sparpotential och besparingskostnad Flerbostadshus



**Figur 5.4** Energisparpotential för **flerbostadshus** vid olika besparingskostnad.

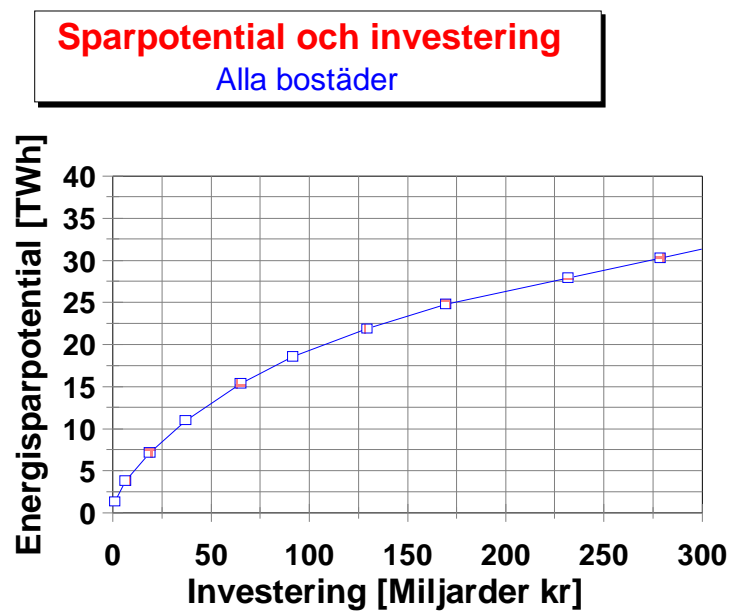
Vid vilken besparingskostnad man skall gå in på kurvorna, beror på det medelenergipris (värme) som gäller för aktuell del av beståndet. Som framgår av tabell 5.1 är medelenergipriserna idag mycket högre än vad som var fallet 1993, vilket innebär att vi förflyttar oss till höger i diagrammen. Detta innebär att flera dyrbara åtgärder kommer in i åtgärds paketerna, vilkas sammansättning i enskilda fall kan ändras när det gäller fördelningen mellan exempelvis installationstekniska respektive byggnadstekniska åtgärder.

Den **tekniskt-ekonomiska energisparpotentialen** för 1993 års bostadsbestånd vid olika lönsamhetsnivåer (besparingskostnader) framgår av ovanstående diagram. Respektive diagram gäller för alla byggnader tillsammans. För en enskild byggnad kan fördelningen av besparingspotentialen vara väsentligt annorlunda.

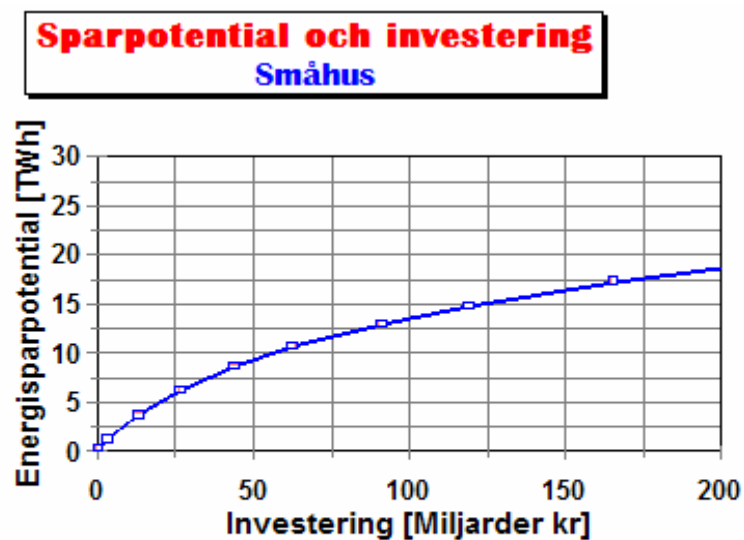
Vid ett medelpris för uppvärmning för hela bostadsbeståndet på cirka 54 öre/kWh enligt tabell 5.1, är den tekniskt-ekonomiska potentialen cirka 26 TWh. Om vi här skulle använda samma bedömning som i Energikommissionen (40 % acceptans), skulle den realistiska potentialen för hela bostadsbeståndet, snarare ligga på i storleksordningen 10 TWh. Vår analys av vad som hänt under den senaste 10-årsperioden, visar dock att vi inte alls har nått denna storleksordning i besparingar.

Utöver de ovan redovisade tekniskt-ekonomiska potentialerna, tillkommer en inte oväsentlig potential som kan hänföras till det som har med ofullständigheter i drift och underhåll av tekniska system att göra. De åtgärder som här kommer in brukar benämnas driftoptimeringsåtgärder och är sådana som avser inställda börvärden, läckande reglerventiler, felaktiga drifttider, etc. Åtgärderna avser ofta att man rättar till rena felfunktioner i systemen. Denna typ av åtgärder är svårkalkylerbara, då de är

helt avhängiga hur varje enskild byggnad sköts när det gäller den dagliga driften och det löpande underhållet.



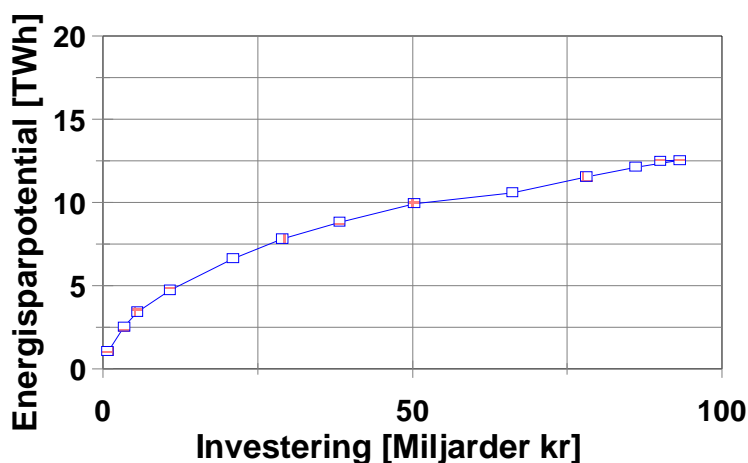
Figur 5.5 Energisparpotential och investeringsbehov för **hela beståndet**.



Figur 5.6 Energisparpotential och investeringsbehov för **småhus**.



## Sparpotential och investering Flerbostadshus



**Figur 5.7** Energisparpotential och investeringsbehov för **flerbostadshus**.

Om vi återgår till de tekniskt-ekonomiska potentialerna ovan, redovisas nedan motsvarande **investeringskostnadsdiagram**. Här framgår storleksordningen på vilka investeringskostnader som skulle erfordras för att uppnå en viss teknisk-ekonomisk potential, som ges av olika besparingskostnader (energipriser) i tidigare redovisade diagram.

För att kunna uppnå den tidigare redovisade tekniskt-ekonomiska potentialen på 26 TWh för hela bostadsbeståndet, skulle det krävas ett investeringsbehov på i storleksordningen 185 miljarder kr exkl moms. Investeringskostnadsbehovet kommer naturligtvis också det att reduceras på grund av bristande acceptans för energieffektivisering av det svenska byggnadsbeståndet.

Inte sällan har dessa investeringskostnadsdiagram använts så att man, med utgångspunkt från hur mycket medel man kan avsätta för energieffektivisering, kan få en uppskattning av hur långt man då skulle kunna nå ur effektiviseringssynpunkt!

Analyserar man redovisade diagram över teknisk-ekonomisk potential, finner man några väsentliga skillnader mellan besparingspotentialens sammansättning och struktur i småhus- respektive flerbostadshusbeståndet. Då flerbostadshus i flertalet fall är mer installationstäta än småhus, finner man i flerbostadshus fler möjligheter att effektivisera energianvändningen med hjälp av **installationstekniska åtgärder**. Dessa åtgärder blir av samma skäl tidigare lönsamma i flerbostadshus än i småhus (vid lägre energipriser).

När det gäller **fönsteråtgärder**, ser man att en ganska stor del av den tekniskt-ekonomiska potentialen för denna grupp av åtgärder tycks tas i anspråk redan vid ganska måttliga besparingskostnader (energipriser). Analyserar man beräkningarna i detalj

finner man att det i huvudsak är åtgärden ”fönsterkonvertering” (ofta av typ ”3:e rutan” på fönstrets ut- eller insida). Ett traditionellt fönsterbyte tycks bli aktuellt först vid höga energipriser (besparingskostnader) och/eller vid renoveringsbehov.

Att fönsterkonverteringar beräkningsmässigt kommer in i så hög grad redan vid ganska måttliga energipriser, beror på att åtgärden i förhållande till den sammansatta effekten av ett förbättrat U-värde (lägre) och den antagna kombinationseffekten av en minskad rumstemperatur på maximalt 0,5 °C och relativt låga investeringskostnad blir kostnadseffektiv.

**Fasadåtgärder** blir i huvudsak aktuella när den ursprungliga ytterväggen har dåliga U-värden (höga) och/eller är i behov av renovering. Övriga parametrar såsom ställningskostnader, hindertillägg etc. finns med i den datorbaserade beslutsmodellen enligt tidigare.

Slutligen finner man att **vindsåtgärder** kommer in tidigt i flerbostadshus (relativt låga besparingskostnader/energipriser). Åtgärderna är kostnadseffektiva och då särskilt i flerbostadshus. I småhusbeståndet är de tekniska hindren ofta större med åtföljande högre investeringskostnader. Idag används oftast lösullsisolering i sådana fall. Sannolikt har potentialen för vindsåtgärder i beståndet av flerbostadshus till stor del hämtats hem, inte minst i beståndet som ägs av större fastighetsägare (SABO, HSB och Riksbyggen).

Denna typ av åtgärd var väldigt vanlig i slutet av 1970- talet och under 1980-talet, då bland annat energisparbidrag med lång varaktighet (!) utgick för detta. Åtgärden kunde också genomföras utan större tekniska hinder, även om sådana naturligtvis finns i flerbostadshus med inredda vindar och i många småhus. Den vanliga åtgärds-kombinationen var då vindsisolering tillsammans med en nödvändig injustering av värmesystemet. Denna typ av åtgärder kombinerades ofta med vattenbesparande åtgärder av typen flödesbegränsning av tappvatten. Detta skulle man kunna se som någon form av grundåtgärdspaket.

Det är av största vikt att man utöver isoleringsåtgärderna också genomför en nödvändig injustering eller förnyad injustering av värmesystem, så att hela effekten av isoleringen kan hämtas hem. Sådana åtgärdskopplingar finns i beslutsmodellen för MSA-systemet och har även FoU-mässigt och praktiskt genomförts och utvärderats i ett flertal demonstrationsprojekt finansierade av bl a Byggeforskningsrådet.

Att åtgärderna måste genomföras på rätt sätt för att få avsedd effekt och för att inte ge några negativa konsekvenser för inomhusklimat och dylikt, är en självklarhet och kan inte nog påpekas!

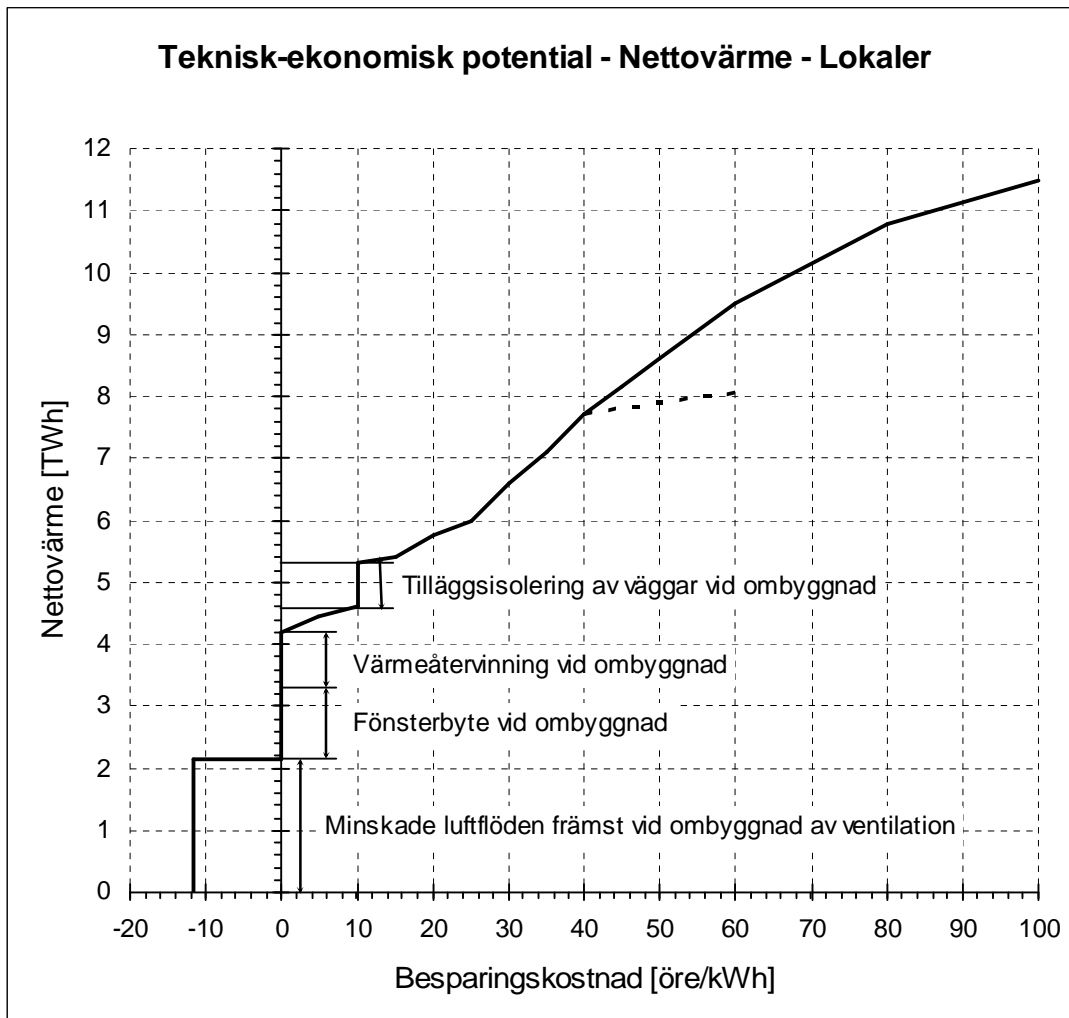
En viktig frågeställning i alla sådana här beräkningsmässiga bedömningar av effektiviseringsåtgärder, studier rörande marknadspenetration av nya produkter etc. är att man genomför känslighetsanalyser av väsentliga faktorer. Några nya sådana har inte hunnits med i vår utredning. Däremot har sådana känslighetsanalyser genomförts många gånger i samband med den här typen av systemstudier på nationell nivå för bl. a. Byggeforskningsrådet och dåvarande Statens Energiverk i samband med Nyckeltalsutredningen [13]. Frågeställningarna handlar ju om robustheten för olika antaganden om priser, kalkylräntor, energiprisbanor, taxor mm.

För att öka förståelsen för hur energisparpotentialen och investeringsbehovet påverkas av antaganden av reala kalkylräntor och energiprisökningar liksom för betydelsen av hänsynstagande till kombinationseffekter, redovisas några sådana analyser, som har hämtas från en av expertrapporterna [10] i samband med Byggeforskningsrådets utvärdering "ENERGI 85" i **Bilaga 5 – Känslighetsanalyser**.

De erhållna procentuella besparingsnivåerna överensstämmer bra med resultat erhållna i ett flertal experimentbyggnadsprojekt. Där är flerbostadshusen i "Energispar kvarter i Göteborg" [11] och småhusen i "Eleffektiva småhus i Göteborgsregionen" [9] respektive "Solhusen i Gårdsten" [38, 39] tre mycket relevanta projekt genomförda i det befintliga beståndet och utvärderade för att bedöma realismen i vår redovisade bedömning av energisparpotentialer.

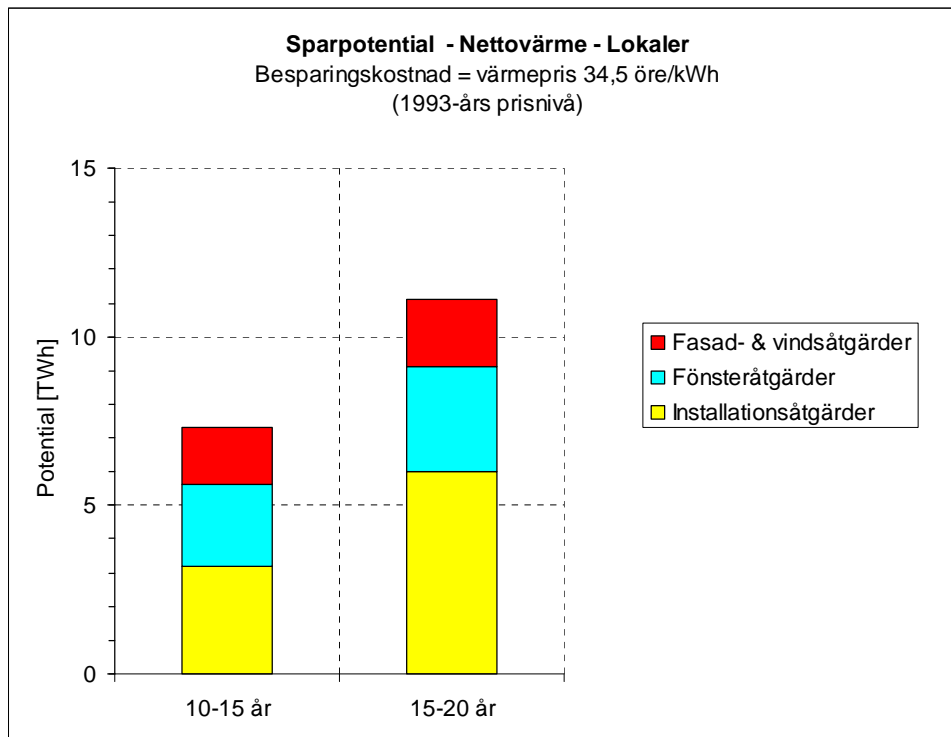
### 5.1.2 Lokalbyggnader

Figur 5.8 redovisar teknisk-ekonomisk sparpotential för nettvärme som funktion av besparingskostnad baserade på A1:1996 [19]. Åtgärderna är rangordnade efter stigande besparingskostnad. Den trappstegsformade kurvan förklaras med att ombyggnadsåtgärderna är representerade som ”klumpåtgärder” för hela lokalbeståndet. Den negativa besparingskostnaden för minskade luftflöden beror på att man får en minskad elkostnad.



**Figur 5.8** Teknisk-ekonomisk sparpotential som funktion av besparingskostnad för nettvärme i lokalbyggnader.

Medelvärmepris för lokaler 1993 var cirka 35 öre/kWh vilket gav cirka 7 TWh teknisk-ekonomisk potential. Med medelvärmepris cirka 50 öre/kWh för 2003 ökar potentialen till cirka 8 TWh.

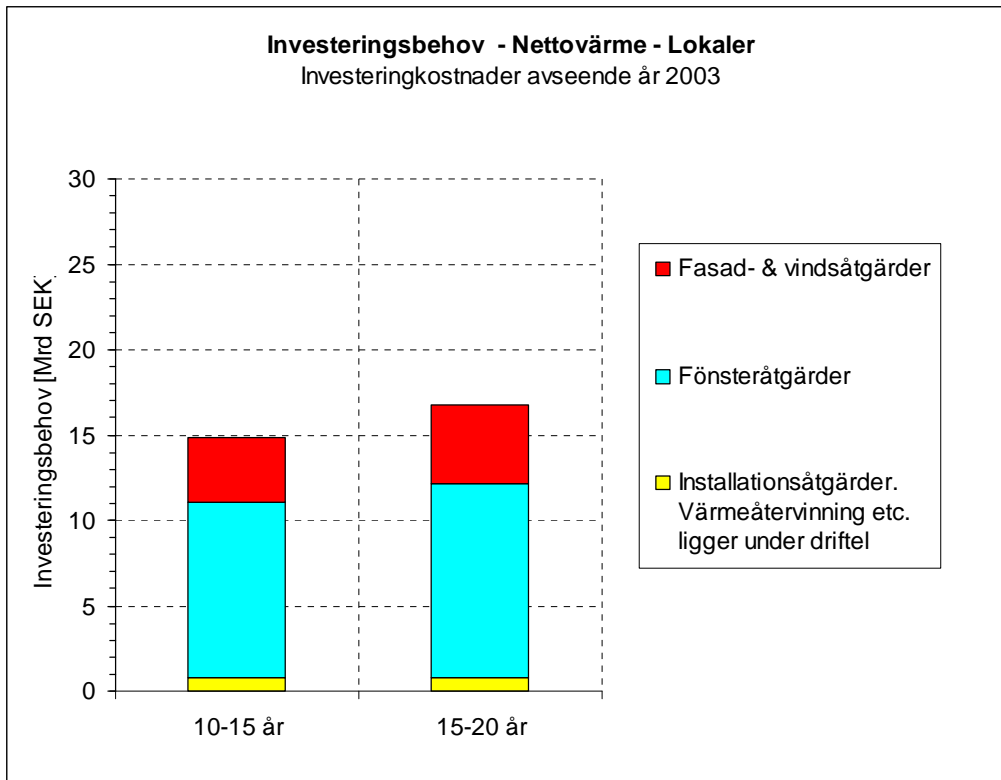


**Figur 5.9** Sparpotential (teknisk-ekonomisk) för olika åtgärder avseende nettovärme i lokalbyggnader.

Potentialberäkningarna för nettovärme i lokalbyggnader avser värmeeffektiviseringsåtgärder, vid eleffektiviseringsåtgärder ökar nettovärmebehovet på grund av minskad internvärme. Denna effekt uppgår till i storleksordningen 1-1,5 TWh.

Figur 5.9 visar att de energieffektiviseringsåtgärder som dominerar i lokalbyggnader är installationstekniska. Den nästa största är byte av fönster, vilket främst sker vid ombyggnad. Idag är investeringen för ett tvåglasfönster högre än för ett treglasfönster eftersom tvåglasfönster inte längre är standard. Detta medför att man vid byte från befintliga tvåglasfönster till nya treglasfönster (eller bättre) får en nettovärmebesparing utan att detta egentligen är avsikten med fönsterbytet.

Figur 5.9 visar den teknisk-ekonomiska potentialen. Med hänsyn till acceptans kan den verkliga potentialen uppskattas till i storleksordningen 1-3 TWh på grund av att ombyggnadstakten är låg och att man inte gör installationsåtgärder i den utsträckning man borde. Notera att potentialen med driftoptimering uppskattas till i storleksordningen 2 TWh.



**Figur 5.10** Investeringsbehov för (teknisk-ekonomisk) sparpotential avseende nettovärme i lokalbyggnader.

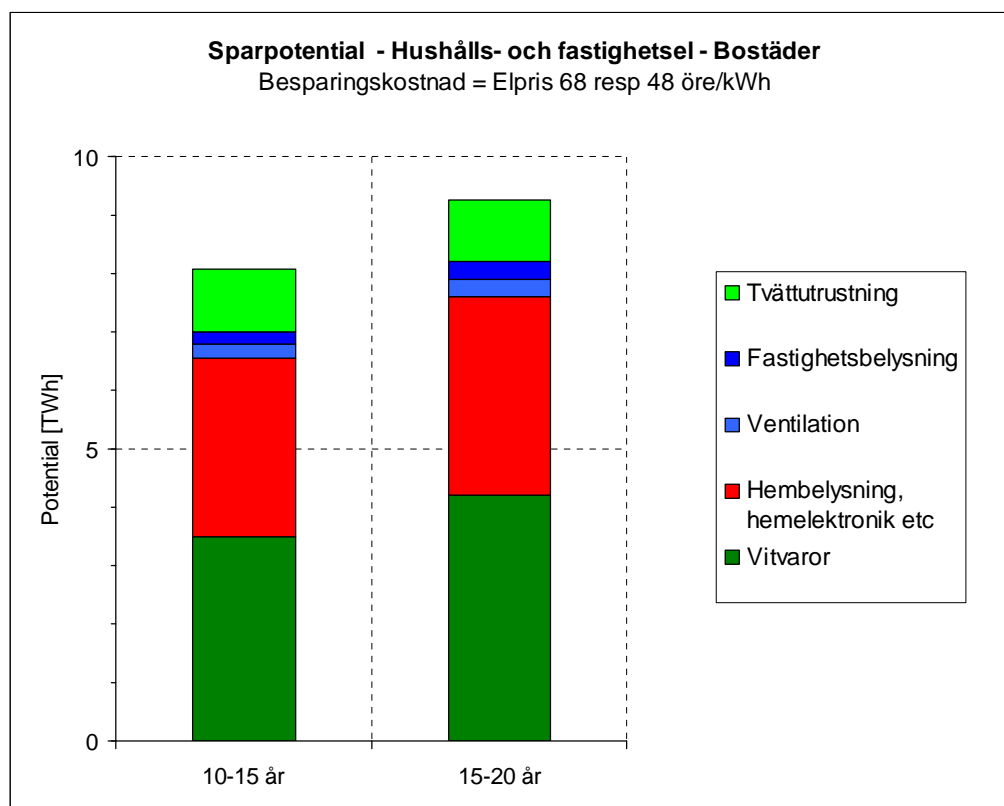
Figur 5.10 redovisar antagen investeringskostnad för den teknisk-ekonomisk potentialen i figur 5.9. Större delen av investeringskostnaderna för installationsåtgärder (värmeåtervinning) redovisas under driftel i nästa avsnitt.

## 5.2 Elanvändning i byggnader

När det gäller potential för elbesparingar finns det inget underlag att visa potentialen som en funktion av besparingskostnad. Vi kan bara visa hur den teknisk-ekonomiska potentialen fördelar sig mellan olika typer av åtgärder genom en enkel uppdatering av de potentialer som redovisades i Energikommisionens. De redovisade potentialerna är baserade på det elpris som var aktuellt 1993. Då elpriset sedan dess ökat minst lika mycket som erforderliga investeringskostnader bör 1995 angivna potentialer vara en rimlig uppskattning av dagens potentialer.

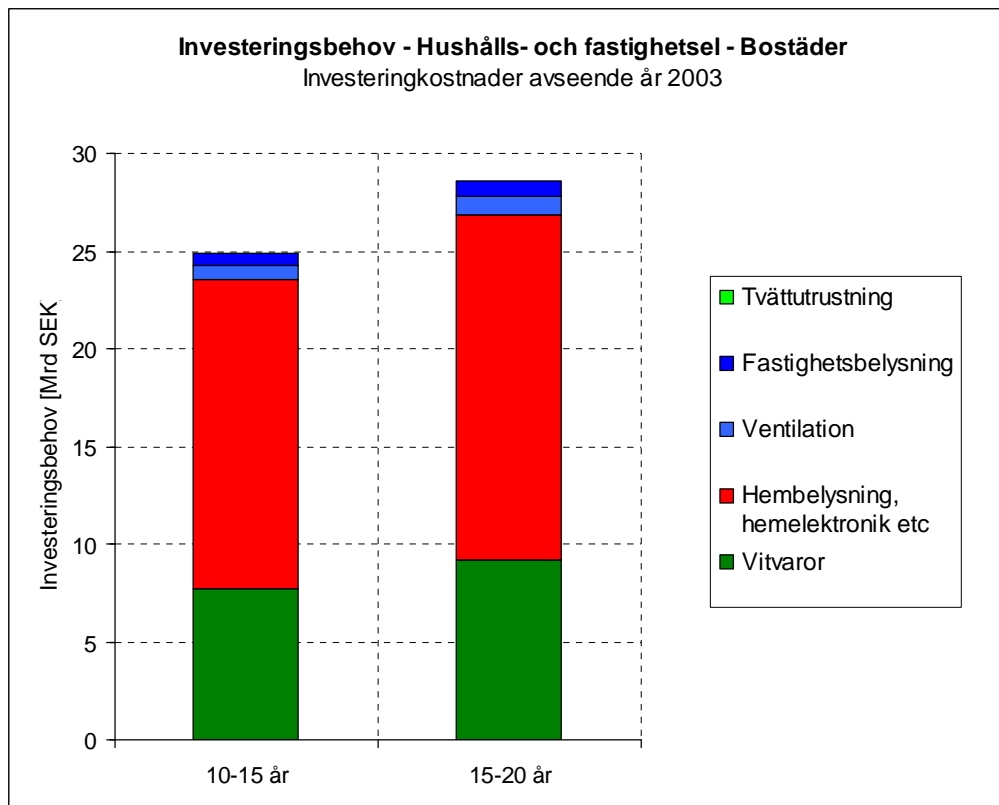
### 5.2.1 Bostadshus

Sparpotentialen är baserad på en hushållselpris 68 öre/kWh och fastighetselpris 48 öre/kWh.



**Figur 5.11** Sparpotential (teknisk-ekonomisk) för olika åtgärder avseende elanvändning i bostadshus.

Figur 5.1 redovisar teknisk-ekonomisk potential. Med i Energikommisionen antagen acceptans uppskattades den verkliga potentialen till drygt 2 TWh. Den största anledningen till detta är att man antagit en mycket låg acceptans för att spara på belysning och hemelektronik. För tvättutrustning i flerbostadshus antogs acceptansen till 90% och för vitvaror antogs acceptansen till cirka 75%. Vår uppföljning av utvecklingen 1993 till 2003 visar att elanvändningen ökat i bostäder.



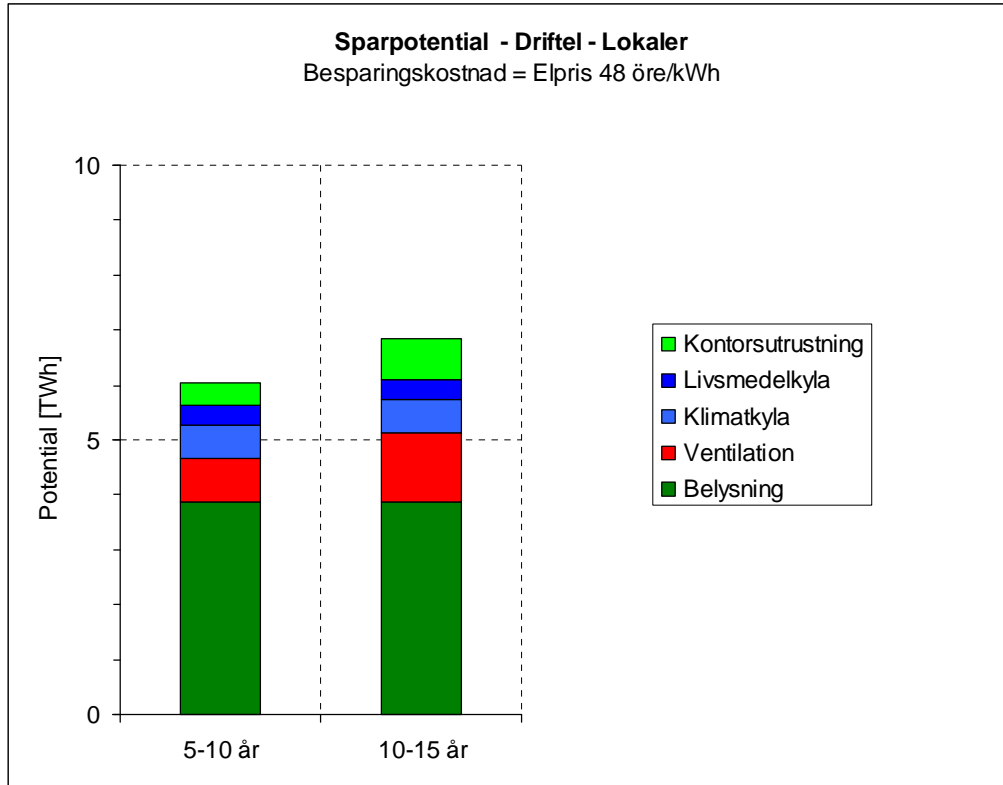
**Figur 5.12** Investeringsbehov för (teknisk-ekonomisk) sparpotential avseende elanvändning i bostadshus.

Figur 5.12 redovisar uppskattad investeringskostnad för den teknisk-ekonomisk potentialen i figur 5.11 i 2003 års prisnivå.



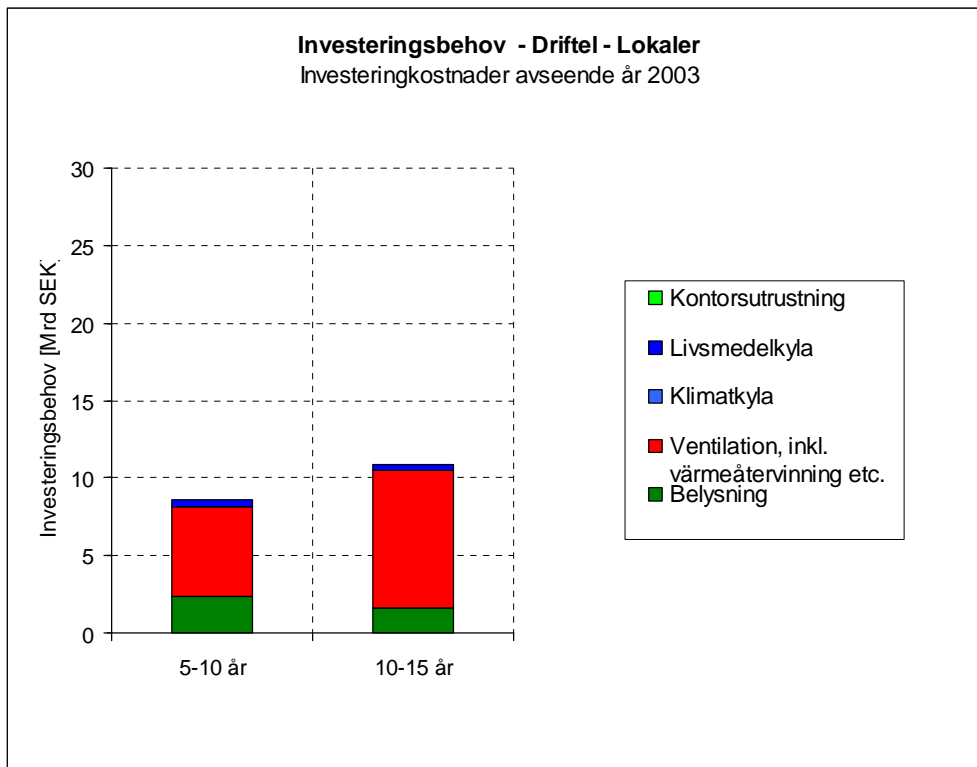
## 5.2.2 Lokalbyggnader

Figur 5.13 redovisar teknisk-ekonomisk sparpotential för driftel utgående från medelpris (fastighetsel) = 48 öre/kWh.



**Figur 5.13** Sparpotential (teknisk-ekonomisk) för olika åtgärder avseende elanvändning i lokalbyggnader.

Med i Energikommisionen antagen acceptans uppskattades den verkliga potentialen till drygt 3 TWh. Den största anledningen till detta är att man antagit en mycket hög acceptans, 64%, för att spara på belysning. Vår uppföljning av utvecklingen 1993 till 2003 visar att den areaspecifika elanvändningen inte har förändrats, varför man kan anta att den uppskattade sparpotentialen kvarstår.



**Figur 5.14** Insteringsbehov för (teknisk-ekonomisk) sparpotential avseende elanvändning i lokalbyggnader.

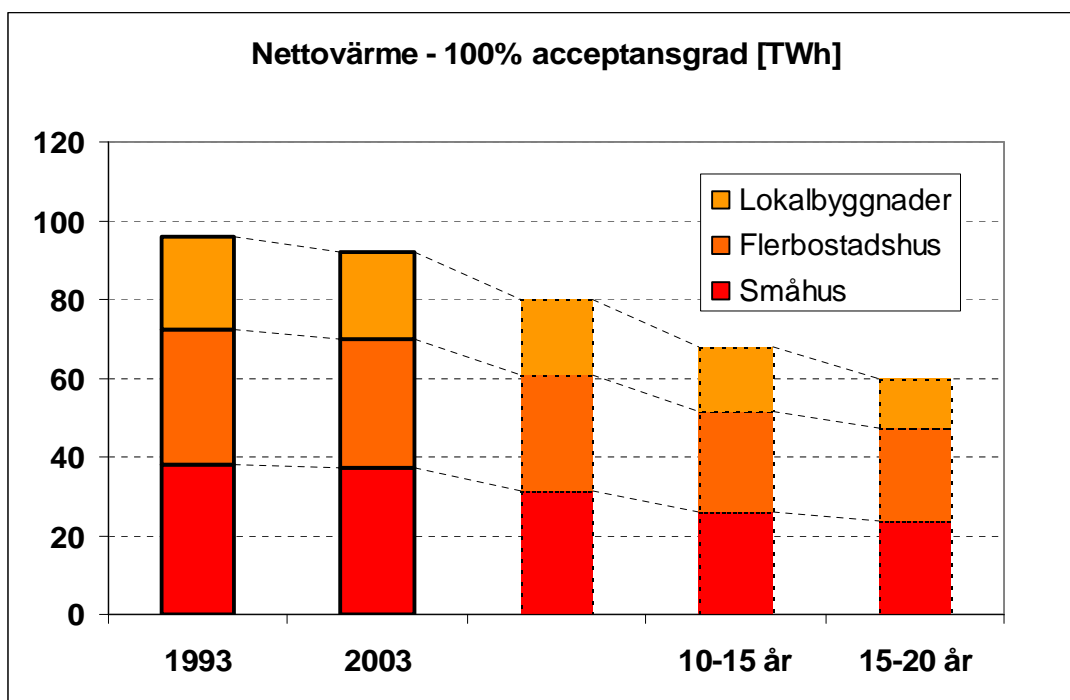
Figur 5.14 redovisar antagen investeringskostnad för den teknisk-ekonomisk potentialen i figur 5.13 i 2003 års prisnivå. Större delen av investeringskostnaderna avser som tidigare nämnts kostnader för installationsåtgärder (värmeåtervinning).

### 5.3 Teknisk-ekonomisk potential

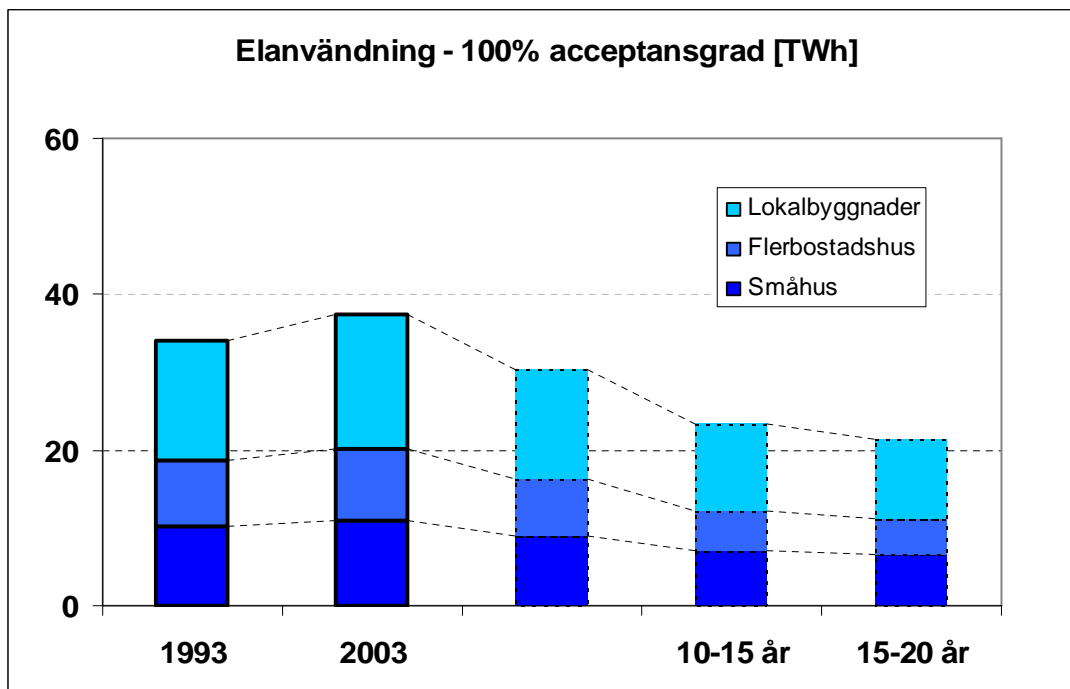
I det följande ställs uppskattade energisparpotentialer i förhållande till nuvarande nettovärmebehov och elanvändning i bebyggelsen. Figur 5.15 visar möjlig utveckling för nettovärme i bebyggelsen på 15-20 års sikt med antagandet att den tekniskt-ekonomiska potentialen kan utnyttjas fullt ut (100% acceptans). Figur 5.16 visar möjlig utveckling för elanvändningen i bebyggelsen på 15-20 års sikt med antagandet att den tekniskt-ekonomiska potentialen kan utnyttjas fullt ut (100% acceptans).

När det gäller nettovärmebehovet beräknas den sammanlagda tekniskt-ekonomiska energisparpotentialen i bostadshus och lokalbyggnader uppgå till drygt 30 TWh eller nära 35% medan den tekniskt-ekonomiska energisparpotentialen med avseende på elanvändningen i bostadshus och lokalbyggnader beräknas uppgå till drygt 15 TWh eller drygt 40%.

Detta kan då ställas i relation till att man i Miljövårdsberedningen med hänvisning till IVA's faktarapport *Energianvändning i bebyggelsen* [29] anger att man på cirka 50 år kan halvera energianvändningen i bebyggelsen. Det bör i det här sammanhanget påpekas att det är en väsentlig skillnad mellan att minska energianvändningen med 40% i ett enskilt objekt (nybyggnad eller befintligt) och att minska energianvändningen med 40% i hela bebyggelsen.



Figur 5.15 Möjlig utveckling för nettovärme i bebyggelsen på 10-20 års sikt.



Figur 5.16 Möjlig utveckling för elanvändningen i bebyggelsen på 10-20 års sikt.

Med utgångspunkt från tidigare resonemang om acceptans för att genomföra möjliga åtgärder kommer endast en del av den uppskattade tekniskt-ekonomiska potentialen

att kunna infrias. Hur stor del beror på en rad faktorer som verklig energiprisutveckling, ekonomiska styrmedel, genomslag för energideklarationer, krav på byggnaders energiprestanda, osv.

Vår utvärdering av utvecklingen 1993 till 2003 visar på en lägre acceptans än vad antogs av Energikommisionen trots att de ekonomiska förutsättningar varit något bättre än vad Energikommisionen antog.

Med antagande om låg energiprisutveckling, ett dåligt genomslag för energideklarationer, avsaknad av styrmedel och krav på byggnaders energiprestanda kan man anta att acceptansen för energieffektivisering blir fortsatt låg, säg 0-10%. Med antagande om hög energiprisutveckling, ett bra genomslag för energideklarationer och skärpta krav på byggnaders energiprestanda bedömer vi det som realistiskt att acceptansen kan höjas till 20-30% på 10-20 års sikt.

Med antagandet om 30% acceptans uppgår energisparpotentialerna till knappt 15% eller drygt 10 TWh nettovärme respektive drygt 10% eller 5 TWh el, vilket kan vara en mer realistisk uppskattning på 10-20 års sikt.

## 6 BYGGNADERS ENERGIPRESTANDA

EU har infört ett direktiv om byggnaders energiprestanda som omfattar energikrav såväl för nya som befintliga byggnader tillsammans med ett krav att byggnadernas energiprestanda ska dokumenteras i en energideklaration. Slutbetänkandet från utredningen föreslår att svenska byggnaders energiprestanda ska anges som (viktad) levererad energi.

Införande av i det följande beskrivna EG-direktiv innebär en väsentlig uppdatering och komplettering av regelverket för merparten av våra byggnader. Då direktivet innehåller en del frihetsgrader med avseende på krav och omfattning bör det vara mest kostnadseffektivt att utnyttja införandet av direktivet för att genomföra sådana ändringar som bör leda till en ökad energieffektivisering med svenska förhållanden.

De i kapitel 7 föreslagna åtgärder tar fasta på en konsekvent användning av direktivet med föreskrivna energideklarationer för byggnader för en ökad energieffektivisering i den svenska bebyggelsen.

### 6.1 Inledning

Det finns nu ett gällande EG-direktiv omfattande byggnaders energiprestanda. Syftet med direktivet är att främja en förbättring av energiprestanda i byggnader inom EU samtidigt som hänsyn tas till utomhusklimat och lokala förhållanden liksom krav på inomhusklimat och kostnadseffektivitet. Direktivet är ett ramdirektiv och innehåller krav på fem punkter som alla medlemsländer måste införa:

1. En metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda.
2. Minimikrav på energiprestanda för nya byggnader.
3. Minimikrav på energiprestanda för stora byggnader som genomgår omfattande renovering.
4. Energicertifiering av byggnader.
5. Regelbundna kontroller av värmepannor och luftkonditioneringssystem i byggnader samt en bedömning av värmeanläggningen om värmepannorna är äldre än 15 år.

Direktivet skall införlivas i befintliga regelverk och kommer därför att finnas inarbetat i den lagstiftning som passar bäst, exempelvis plan- och bygglagen, byggnadsverkslagen eller jordabalken, vilket utreds för närvarande.

Byggnadens energiprestanda vid nybyggnad regleras idag i Sverige genom tillämpningsföreskrifter till byggnadsverkslagen, BVL, i Boverkets byggregler, BBR samt Boverkets ändringsregler, BÄR. När det gäller metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda finns ingen lagstiftning idag i Sverige. Det finns dock en metodik i byggreglerna, BBR, men den behöver kompletteras för att uppfylla direktivet.

Punkterna 1-4 beskrivs kortfattat i följande avsnitt.

## 6.2 Minimikrav på energiprestanda

Punkt två och tre avser fastställande av minimikrav på energiprestanda för nya samt befintliga större byggnader. Kraven skall ta hänsyn till bland annat inomhusklimat, lokala förhållanden, avsedd verksamhet samt ålder. Kraven skall ses över med jämna mellanrum, minst vart femte år. Vid behov skall de uppdateras för att återspegla den tekniska utvecklingen inom byggnadssektorn.

### 6.2.1 Nya byggnader

Medlemsländerna skall tillse att nya byggnader motsvarar minimikraven på energiprestanda. För nya byggnader större än 1000 m<sup>2</sup> skall det innan byggandet inleds göras en bedömning av om alternativa system för energiförsörjning är genomförbara tekniskt, miljömässigt och ekonomiskt. Exempel på alternativa system är

- § Decentraliserade energiförsörjningssystem, som baseras på förnybar energi.
- § Kombinerad värme- och elproduktion.
- § Fjärr/närvärme eller fjärr/närkyla, om sådan finns tillgänglig.
- § Värmepumpar, under vissa förutsättningar.

### 6.2.2 Befintliga byggnader

För befintliga byggnader större än 1000 m<sup>2</sup> skall medlemsländerna tillse att deras energiprestanda förbättras så att de uppfyller minimikraven när de genomgår omfattande renovering, i den mån det är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart. Kraven får fastställas antingen för den renoverade byggnaden i dess helhet eller för de renoverade systemen eller komponenterna när de ingår som en del i en renovering som skall genomföras inom en begränsad tidsperiod, med syftet att förbättra byggnadens totala energiprestanda.

En omfattande renovering kan till exempel definieras som en ombyggnad som uppgår till minst 25% av byggnadsvärdet eller berör minst 25% av byggnadens klimatskärm.

### 6.2.3 Undantag

Undantag från fastställande och tillämpning av minimikraven får ske för:

- § Byggnader och monument med officiellt skydd som del av en utvald miljö, eller på grund av deras särskilda arkitektoniska eller historiska värde, om överensstämmelse med kraven skulle medföra oacceptabla förändringar av deras särdrag eller utseende.
- § Byggnader som används för andakt eller religiös verksamhet.
- § Tillfälliga byggnader som är avsedda att användas två år eller mindre, industri- anläggningar, verkstäder och jordbruksbyggnader med lågt energibehov som inte är avsedda som bostäder samt jordbruksbyggnader som inte är avsedda som bostäder och som används inom en sektor som omfattas av nationellt sektorsavtal om energiprestanda.
- § Bostadshus som är avsedda för användning mindre än fyra månader per år.
- § Fristående byggnader med en total användbar golvarea på mindre än 50 m<sup>2</sup>.

### 6.3 Metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda

Enligt direktivet måste det finnas en beräkningsmetodik för att beräkna byggnaders energiprestanda. Enligt den första punkten i direktivet, skall medlemsstaterna tillämpa metoder för beräkning av byggnaders energiprestanda på grundval av den allmänna ramen i direktivet. De standarder och normer som tillämpas i medlemslandet skall tas i beaktande. Beräkningsmetodiken skall fastställas på nationell eller regional nivå.

Enligt bilagan till direktivet ska beräkningsmetodiken minst omfatta följande faktorer.

- § Termiska egenskaper hos byggnaden (klimatskärm och mellanväggar osv.). Dessa egenskaper kan också inbegripa lufttäthet.
- § Värmeanläggningar och varmvattenförsörjning, inbegripet deras isoleringsegenskaper.
- § Luftkonditioneringsanläggningar.
- § Ventilation.
- § Inbyggda belysningsinstallationer (huvudsakligen den sektor som inte är avsedd för bostadsändamål).
- § Placering och orientering av byggnaderna, inklusive utomhusklimat.
- § Passiva solvärmesystem och solskydd.
- § Naturlig ventilation.
- § Förhållanden avseende inomhusklimatet, inklusive planerat inomhusklimat.

Positiv påverkan av följande aspekter tas med i beräkningen i tillämpliga fall:

- § Aktiva solvärmesystem och andra värme- eller elsystem som baseras på förnybara energikällor.
- § El från kombinerad värme- och elproduktion.
- § Fjärr-/närvarmesystem och fjärr-/närkylsystem.
- § Naturligt ljus.

Byggnaderna bör vidare delas in i kategorier, såsom följande:

- § Enfamiljhus av olika typer.
- § Flerfamiljhus.
- § Kontor.
- § Utbildningsanstalter.
- § Sjukhus.
- § Hotell och restauranger.
- § Idrottsanläggningar.
- § Byggnader för parti- och detaljhandel.
- § Andra typer av energianvändande byggnader.

## 6.4 Energicertifiering av byggnader

Den fjärde punkten i direktivet berör energicertifiering av byggnader. Med energicertifiering avses fastställande av en byggnads energianvändning och dokumentering av energiprestandan i ett energicertifikat/deklaration.

Enligt direktivet skall det vid försäljning och uthyrning finnas tillgängligt ett energicertifikat som inte får vara äldre än 10 år. I byggnader med en golvarea större än 1000 m<sup>2</sup> och som inhyser offentliga myndigheter och institutioner som tillhandahåller offentliga tjänster för ett stort antal personer och därför ofta besöks av dessa personer, skall dessutom certifikatet anslås. Anslaget skall placeras på en plats som är framträdande och klart synlig för allmänheten och det får då inte vara äldre än 10 år.

Certifikat för lägenheter eller enheter för individuellt bruk i byggnadskomplex får grunda sig på:

- § en gemensam certifiering för hela byggnaden för byggnadskomplex med ett gemensamt värmesystem eller
- § en genomförd bedömningen av en annan, representativ lägenhet i samma byggnadskomplex.

Undantag från tillämpningen får göras enligt de undantag som gäller vid fastställande och tillämpning av minimikrav, se avsnitt 5.2.

Utöver byggnadens energiprestanda skall energicertifikatet innehålla referensvärden på energianvändningen, vilka kan vara baserade på aktuella rättsliga normer och riktmärken.

Certifikatet ska vidare åtföljas av förslag till kostnadseffektiva åtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda.

## 6.5 Energideklarationer i Sverige

Två offentliga utredningar har framtagits för energideklarering av byggnader, delbetänkandet SOU 2004:109 [28] samt slutbetänkandet SOU 2005:67 [42]. Utredningsarbetet pågick under perioden november 2003 då Bengt Nyman tillsattes som utredare, fram till augusti 2005 då utredningen överlämnades till statsrådet Mona Sahlin.

Den engelska benämningen ”energy certification” till trots kommer förfarandet i Sverige alltså att kallas för energideklarering. Som nämnts ovan kommer de flesta byggnader att energideklareras i samband med försäljning och uthyrning, även nybyggnation kommer att energideklareras. I Sverige underlättas klassificeringen av olika byggnadskategorier genom fastighetstaxeringens indelning. Fastighetstaxeringen avgör därmed om en byggnad ska energideklareras eller ej, (se undantagna byggnadskategorier i avsnitt 6.2).

Energideklareringen gäller från och med 4:e januari 2006. Sverige som saknar energiexperter kommer dock sannolikt att få skjuta fram tillämpning av reglerna en tid, dock längst till 4:e januari 2009.



I flerbostadshus och byggnader med lokaler för offentlig verksamhet överstigande 1000 m<sup>2</sup> ska upprättad energideklaration anslås. Tillsynsansvaret för detta föreslås läggas på kommunen.

### 6.5.1 Byggnaders energiprestanda

I slutbetänkandet beskrivs mer i detalj vad man anser ska ingå i begreppet **energi-prestanda**.

Energiprestanda för småhus ska omfatta energi för:

- § uppvärmning,
- § komfortkyla,
- § tappvarmvatten och
- § hushållsenergi (inklusive fastighetsel)

Energiprestanda för flerbostadshus ska omfatta energi för:

- § uppvärmning,
- § tappvarmvatten,
- § komfortkyla och
- § fastighetsel

Energiprestandavärdet för lokaler omfattar energi för:

- § uppvärmning,
- § tappvarmvatten,
- § komfortkyla,
- § fastighetsel och
- § verksamhetsknuten energi

Föreslaget innebär därmed att energiprestandabegreppet föreslås innehålla byggnadens totala energianvändning vilket är en insiktsfull utveckling av det något begränsade kravet i EG-direktivet.

Vidare föreslås att byggnaders energiprestanda ska bestämmas med ”viktad levererad energi” i kWh/m<sup>2</sup>/år. Det innebär att det kan komma att finnas en möjlighet att värdera olika energislag med nationella mått.

Förutsatt att förslaget med avseende på energiprestandabegreppet går igenom betyder det att Boverkets förslag till nya byggregler (BBR) bör revideras med avseende på byggnaders energiprestanda.

Dessutom diskuteras areaegreppet relativt ingående i utredningen, anledningen därtill är att det på området finns så många olika definitioner, praxis och viljor. Utredningen föreslår att det invändiga måttet innanför klimatskärmen ska användas, denna definition är alltså något större area än det vedertagna begreppet bruksarea (BRA). Arealen mäts för klimathållna zoner i byggnaden, här definierat som utrymmen avsedda att värmas till mer än 10 °C. Varm- eller kallgarage ingår inte i arean.

## 6.5.2 Metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda

I slutbetänkandet konstateras att Boverket omgående bör ange de krav som ska ställas på programvaror för teoretisk beräkning av byggnaders energiprestanda samt överväga vilken strategi som bör gälla för att ta fram dessa programvaror. Vidare konstateras att den metod för beräkning av energiprestanda som anges i förslaget till nya BBR inte använder samma energier som anges i direktivet, metoden i BBR bör således omarbetas.

## 6.5.3 Energideklarering av nya byggnader

Nybyggnation energideklareras i samband med bygganmälan. Giltighetstiden är olika för bostadshus respektive lokaler. För bostadshus gäller energideklarationen i 2 år, för lokaler i 5 år. Anledningen till den begränsade giltighetstiden är att byggnaden ska ges en ny energideklarering som bättre återspeglar verkligheten, vilket kan göras då byggnaden tagits i bruk och då byggnadens installationer hunnit injusteras.

Energideklarationen kommer att utgöra ett dokument som visar att nybyggnadsreglerna i BBR är uppfyllda.

## 6.5.4 Energideklarering av befintliga byggnader

När det gäller energideklarering av befintliga byggnader föreslås sammanfattningsvis att energiprestandan för småhus ska beräknas medan energiprestandan för flerbostadshus och lokaler ska baseras på uppmätt energianvändning (levererad energi).

Småhus (Förslag): Energiprestanda för småhus utgörs av levererad energi som tas fram genom beräkning vid normal användning av en byggnad.”

Flerbostadshus (Förslag): Energiprestanda för befintliga flerbostadshus baseras på uppmätta värden. Om inte tillförlitliga mätdata är tillgängliga, bestäms energiprestanda genom beräkning.

Bedömning: Normalisering bör begränsas till normalårskorrigerings av energianvändning för uppvärmning.”

Lokaler (Förslag): Energiprestanda för befintliga byggnader med lokaler baseras på uppmätta värden. Om inte verksamhetsknuten energi kan uppges, får den anges som schablon. Om inte tillförlitliga mätdata är tillgängliga, bestäms energiprestanda genom beräkning.

Bedömning: Normalisering bör begränsas till normalårskorrigerings av energibehovet för uppvärmning. Ett frivilligt system bör införas för att differentiera resursåtgången vid besiktning. Boverket bör i samråd med Energimyndigheten ta fram schabloner för verksamhetsenergi.”

Byggnader med bostäder och lokaler (Förslag): Energiprestanda för befintliga byggnader med både bostäder och lokaler baseras på uppmätta värden. Om inte tillförlitliga mätdata är tillgängliga, bestäms energiprestanda genom beräkning.

Bedömning: Normalisering begränsas till normalårskorrigerad av energianvändning för uppvärmning. Lokaler i byggnader med både bostäder och lokaler bör besiktigas av en energiexpert certifierad för detta, om lokalarean (LOA) överstiger 100 m<sup>2</sup> och utgör mer än 20 % av byggnadens bruksarea (BRA) eller om kylaggregat för komfortkyla överstigande 12 kW är installerat.”

För flerbostadshus och lokalbyggnader med offentlig verksamhet överstigande 1000 m<sup>2</sup> föreslås ett förenklat förfarande under övergångsperioden 2006 - 2008. Ett förenklat förfarande skulle innebära att dessa byggnader energideklarerar med en giltighetstid < 10 år. En temporär deklARATION bygger på indata som lämnas av fastighetsägaren själv. Utredningen bedömer att Boverket bör besluta om giltighetstiden för temporära deklARATIONER.

Utöver energiprestanda med flera uppgifter om byggnaden och dess system ska energideklARATIONEN åtföljas av **förslag till energieffektiviseringsåtgärder** för att förbättra byggnadens energiprestanda.



## 7 FÖRSLAG TILL STYRMEDEL

En ökad energieffektivisering i bebyggelsen bör stimuleras genom långsiktiga och generella krav på, såväl nya som befintliga, byggnader i kombination med åtgärder som ökar intresset för energieffektivisering. Detta bör kunna åstadkommas genom en uppdatering av BBR i linje med EG's direktiv om byggnaders energiprestanda i kombination med en konsekvent användning och utveckling av kommande energideklarationer av byggnader för uppföljning och klassning av byggnaders energiprestanda. Därutöver förslås tvingande åtgärder i anslutning till de sämsta byggnaderna.

För att kunna åstadkomma en väsentlig energieffektivisering i bebyggelsen krävs det ett ökat intresse för energieffektivisering samtidigt som det krävs en väsentlig höjning av kunskapsnivån hos flertalet aktörer. Här är ökad information om och ökad synliggörande av möjligheterna och konsekvenserna viktiga hjälpmedel. I det här sammanhanget kan förestående energideklarering av byggnader vara till stor hjälp om den genomförs på ett genomtänkt sätt. Vidare krävs riktade åtgärder mot småhusägare, såväl med avseende på lämpliga åtgärder, som former för genomförandet. Fjärrvärme- och elleverantör bör också kunna engageras i informationsinsatser.

I de följande beskrivs hur krav bör utformas och hur en skärpt uppföljning av desamma bör ske genom en samordning av energirelaterade krav vid ny- och ombyggnad och energideklarationer i anslutning till införandet av EG-direktivet om byggnaders energiprestanda.

Vidare förslås att energieffektivisering stimuleras med riktade informationsinsatser till småhusägare respektive större fastighetsförvaltare tillsammans med införande av ett system för klassning av byggnader bland annat baserat på energiprestanda.

### 7.1 Byggnaders energiprestanda

#### 7.1.1 Bakgrund

Det konstateras i en mängd olika sammanhang att det finns stora möjligheter till energieffektivisering i byggnader, men det finns förhållandevis svaga drivkrafter att genomföra energieffektiviseringsåtgärder. Energikommissionens bedömning 1995 att såväl elbehov som nettvärmebehov i byggnader skulle kunna minska till 2010 är relevant men i realiteten har varken det specifika nettvärmebehovet eller den specifika elanvändningen minskat som förväntat. Därmed finns det idag i princip samma potential att minska energianvändningen i byggnader som 1995. Energikommissionens bedömning utgår från vad som bör vara lönsamt och att endast en del av åtgärderna genomförs i realiteten. Den verkliga acceptansen för att genomföra effektiviseringsåtgärder har dock varit ännu lägre än den Energikommissionen antog.

Det är en förhållandevis omfattande och relativt långsam process att ändra energianvändningen i byggnader i landet som helhet då antalet byggnader är stort och det är förhållandevis lång tid mellan större åtgärder i en byggnad. I det följande beskrivs rekommenderade åtgärder för att erhålla en långsiktig energieffektivisering i bebyggelsen baserat på projektgruppens samlade erfarenhet. Med energieffektivisering menas här minskad energianvändning med bibehållen nytta (termiskt komfort,

luftkvalitet, bekvämlighet, osv.) till skillnad från energisparande, och i vissa avseenden energihushållning, där nyttan kan tillåtas minska.

Nya byggnader och ombyggnad av befintliga byggnader bör utformas med krav på minskad energianvändning med livscykelperspektiv [20, 57]. Energieffektivisering i befintliga byggnader bör stimuleras med en helhetssyn för att ge bästa resultat. Flera energieffektiviseringsåtgärder kan bli (mer) lönsamma i anslutning till ombyggnad. För att erhålla en eleffektivisering i lokalbyggnader måste man ta ett helhetsgrepp på verksamhetsel och fastighetsel. I det här sammanhanget är det svårt att, bortsett från driftoptimeringsåtgärder, se att det finns några enskilda tekniska energieffektiviseringsåtgärder som generellt sett är väsentligt mer lönsamma och har en väsentligt större potential andra.

En ökad energieffektivisering bör stimuleras genom att införa:

- **långsiktiga krav med helhetsperspektiv,**
- **incitament som leder till utveckling**

Helhetsperspektiv och långsiktighet uppfylls bäst med generella krav på systemnivå (byggnad inkl. energislag) i linje med intentionerna i direktivet om byggnaders energiprestanda. Kompletterande krav på byggnadsnivå säkerställer en relevant nivå med avseende på energibehov. Väl kända, rimliga och långsiktiga krav ger de olika aktörerna mer likvärdiga förutsättningar än enskilda och temporära stödåtgärder. Det skapar möjligheter att utveckla byggprocessen på marknadsmässiga villkor och eventuella merkostnader vid uppförandet förs över till fastighets- och småhusägare i utbyte mot lägre framtida driftkostnader.

Det är vidare önskvärt att erforderliga krav utgår från nuvarande och kommande föreskrifter så långt möjligt (PBL, BBR, energideklarationer) för att underlätta ett genomförande. BBR har inte skärpts sedan 1990 (snarare motsatsen med tanke på undantag för värmeåtervinning under vissa förutsättningar) medan det nu krävs en utveckling och anpassning i samband med direktivet om byggnaders energiprestanda och krav på energideklaration av byggnader. Pågående revidering av PBL kommer sannolikt också att påverkas av krav på energideklarationer. Med en relevant och genomtänkt ambitionsnivå skapar det möjligheter till ökad energieffektivisering.

Energieffektivisering i bebyggelsen sker främst tack vare ombyggnad/renovering av och utbyte av uppvärmningssystem och elektrisk utrustning i befintliga byggnader, ersättning av (äldre) befintliga byggnader och tillkommande nya byggnader med lägre energibehov. BBR ställer krav på värmebehov i nya byggnader men vi har i princip inga krav på befintliga byggnader (jämför SBN som i flera avseenden också gällde vid ombyggnad).

För att **initiera en ökad energieffektivisering** föreslås en konsekvent användning av nybyggnads- och ombyggnadskrav tillsammans med energideklarationer, det vill säga en utveckling och komplettering av befintliga och kommande regelverk med gällande inriktning hos energidirektivet.

Från ett övergripande energieffektiviseringsperspektiv bör all energi som levereras till och används i en byggnad beaktas och krav bör ställas på såväl de som bygger

och förvaltar som de som använder byggnaderna. På grund av olika särintressen är detta sannolikt inte realistiskt i praktiken, men i vilket fall bör en genomtänkt kombination av krav och deklaration av byggnaders energiprestanda leda till ett ökat energimedvetande (och därmed ökade förutsättningar för energieffektivisering).

För att **stimulera till utveckling** bör sedan kraven skärpas med lämpliga intervall (vart 5:e år enligt energidirektivet) samtidigt som man inför/stimulerar (ekonomiska, marknadsmässiga) fördelar med att gå ett steg längre än vad som krävs i föreskrifterna.

Genom att utgå från relevanta kravnivåer (t.ex. i nivå med de BBR föreskriver idag) och följa upp och skärpa dem med ett långsiktigt perspektiv bör det vara möjligt att åstadkomma såväl en fastighets- som samhällsekonomiskt positiv utveckling med stigande energipriser. Som en parentes kan nämnas att man i Danmark redan aviserat en skärpning av kraven med i storleksordningen 25-30% (jämfört nuvarande krav som gällt sedan 1985).

I det här sammanhanget är det dock viktigt att ha en konsekvent långsiktig politik och bevaka så att andra styrmedel, t.ex. olika former av energiskatter, har önskad inverkan.

#### 7.1.2 Krav på befintliga byggnader

Värmeåtervinning och förbättrade klimatskärm tillsammans med utbyte av värmeförsörjning och äldre utrustning i befintliga byggnader svarar historiskt för cirka två tredjedelar av hittillsvarande energieffektivisering i bebyggelsen.

För att erhålla en ”ökad energieffektivisering” ställs krav på maximala energiprestanda beroende på kategori av byggnad och dess status baserat på energideklaration och referensvärden (se nedan).

Därutöver bör det ställas kompletterande underkrav på byggnadsnivå, t.ex. klimatskärm, värme-, varmvatten-, kyl-, ventilations- och luftbehandlingssystem, byggnadstypisk elutrustning, mätning, osv.

Nuvarande BBR bör kompletteras med avseende på befintliga byggnader så att byggnaders energiprestanda definieras på samma sätt i BBR och i framtida energideklARATIONER.

Krav på maximala energiprestanda på befintliga byggnader ska anges i två nivåer, en som gäller vid en större ”ombyggnad” och en som ska leda till ”tvingande åtgärder”.

Begreppet ”ombyggnad” behöver därför definieras på ett i det här sammanhanget relevant sätt (t.ex. enligt förslag i direktivet om byggnaders energiprestanda - att investeringskostnaden uppgår till 25% av byggnadens värde eller att åtgärderna omfattar 25% av klimatskärmen).

Kravnivån avseende energiprestanda som ska leda till ”tvingande åtgärder” bör motsvara 10-percentilvärdet för den aktuella byggnadskategorin.

Rutiner för en relevant och ändamålsenlig uppföljning av energianvändningen (mot krav och referensvärden, ev. inom ramen för PBL) behöver utvecklas.

Rutiner för en framtida skärpning av kraven behöver utvecklas.

Nuvarande innebörd av begreppen *tillbyggnad*, *annan ändring* och *underhåll* (i BBR och BÄR) samt uppföljning av åtgärder (PBL), bör ändras i syfte att stimulera en ökad energieffektivisering i anslutning till "ombyggnad".

Enligt EG-direktivet behöver man endast ställa krav på maximala energiprestanda vid ombyggnad av större befintliga byggnader (>1000 m<sup>2</sup>). För en väsentlig energieffektivisering bör man utreda möjligheterna att också ställa krav på maximala energiprestanda vid ombyggnad av mindre byggnader. Byggnader kan undantas från ovanstående krav enligt anvisningarna i EG-direktivet.

### 7.1.3 Krav på nya byggnader

Den lägre energianvändningen i tillkommande nya byggnader har historiskt svarat för cirka en tredjedel av hittillsvarande energieffektivisering i bebyggelsen.

För att erhålla "energieffektiva" nya byggnader ställs krav på maximala energiprestanda beroende på kategori av byggnad.

Därutöver bör det ställas kompletterande underkrav på byggnadsnivå, t.ex. klimatskärm, värme-, varmvatten-, kyl-, ventilations- och luftbehandlingssystem, byggnadstypisk elutrustning, mätning, osv.

Nuvarande BBR bör kompletteras så att byggnaders energiprestanda definieras på samma sätt i BBR och i energideklarationer.

Rutiner för en relevant och ändamålsenlig uppföljning av energianvändningen (mot krav och referensvärden, ev. inom ramen för PBL) behöver utvecklas.

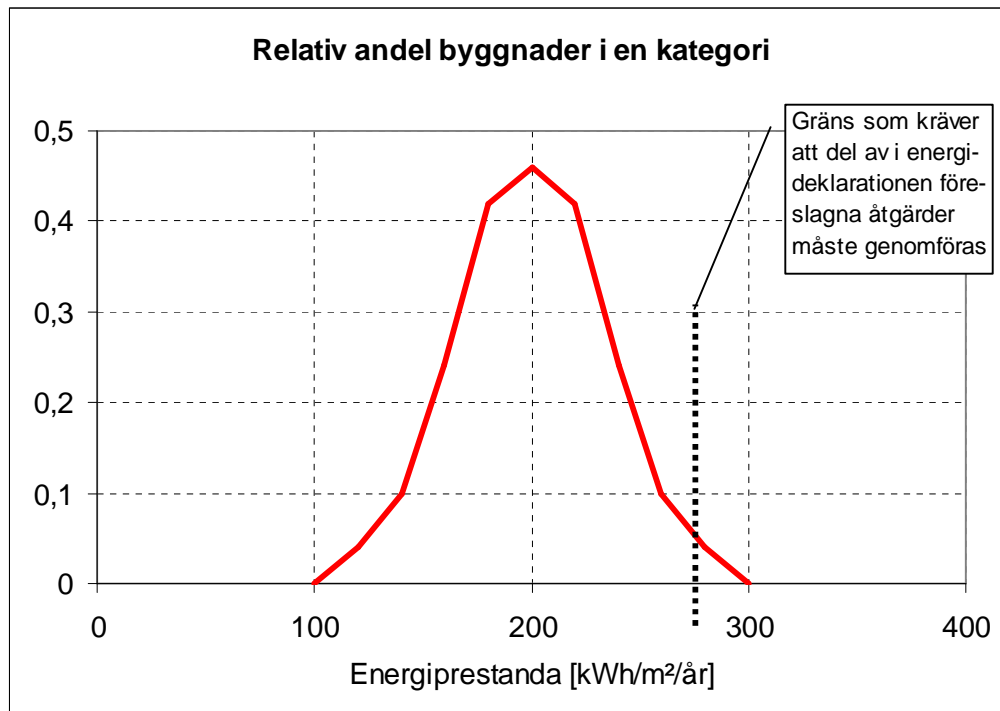
Rutiner för en framtida skärpning av kraven behöver utvecklas.

### 7.1.4 Referensvärden

Det erfordras någon form av referensvärden / nyckeltal i anslutning till energideklarationen av byggnader. Dessa skulle inledningsvis i huvudsak kunna baseras på de data om byggnadernas energianvändning för olika kategorier som kan tas ur SCB's statistik. I ett senare skede kan dessa baseras på statistisk behandling av energideklarationsdatabasen.

Då skulle till exempel 10-percentilvärdet för de med störst energianvändning utgöra underlag för tvingande åtgärder, dvs. om en byggnad tillhör de 10% som har störst / högst energianvändning måste i energideklarationen angivna åtgärder genomföras så att man underskrider 10-percentilvärdet. Dessa åtgärder är högst sannolikt lönsamma, om inte skulle de t.ex. kunna finansieras med stöd av statliga bidrag eller lån.





**Figur 7.1** Illustration som beskriver gränsvärden för energiprestanda inom en viss byggnadskategori.

Vid ombyggnad skulle man t.ex. kunna kräva att byggnadens energianvändning efter ombyggnad som högst motsvarar medelvärdet för motsvarande kategori. I detta fall ska det ske utan direkt ekonomiskt stöd.

De initialt framtagna (och sedan aktuella) referensvärdena / nyckeltalen skulle också kunna tjäna som underlag för klassning av byggnader med koppling till ekonomiska incitament. En sådan klassning skulle också kunna underlätta för beställare att definiera krav på energianvändning i anbudsunderlag.

Referensvärdena bör uppdateras i takt med att föreskrifter (BBR) och energideklarationsdatabasen uppdateras (t.ex. vart 5:e år) så att man erhåller ett dynamiskt system.

#### 7.1.5 Framtida utveckling

Den framtida utvecklingen bör för det första stimuleras genom en uppföljning av uppställda krav med hjälp av energideklarationerna tillsammans med en utveckling av energideklarationerna. I de fall energideklarationerna inte kommer att baseras på uppmätt energianvändning behöver man utveckla speciella rutiner för att säkerställa en uppföljning.

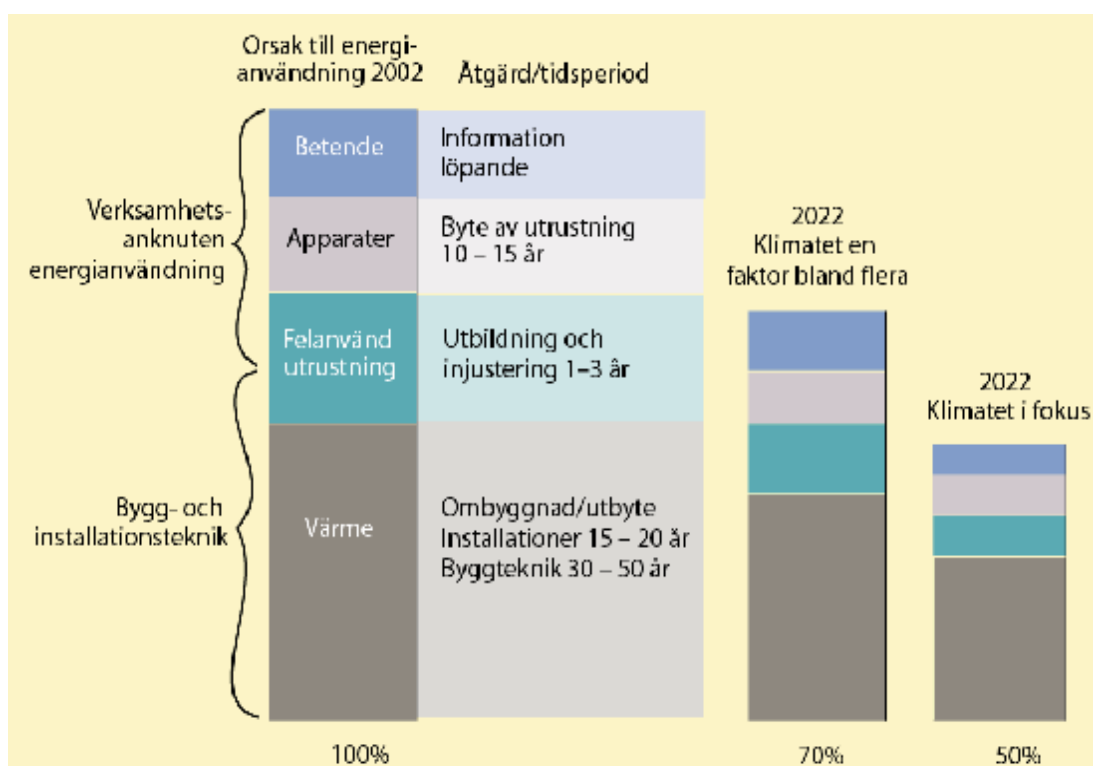
Utöver energiprestanda med flera uppgifter om byggnaden och dess system ska energideklarationen åtföljas av förslag till energieffektiviseringsåtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda. Huruvida dessa åtgärdsförslag kommer att beaktas eller inte kommer att bero på dess kvalitet och om det kommer att finnas några incitament att genomföra desamma.

Utvecklingen bör vidare stimuleras genom en kontinuerlig och ändamålsenlig skärpning av ovan beskrivna krav i linje med den tekniska utvecklingen (jämför tidigare uppdatering av SBN). Enligt energidirektivet ska detta ske vart 5:e år. I det här sammanhanget är det viktigt att planerade skärpningar annonseras i god tid så att aktörerna har möjlighet till anpassning.

För att fastighetsägare ska gå ett eller flera steg längre än vad som krävs i föreskrifterna krävs sannolikt flera stimulerande åtgärder som utvecklas i samarbete med fastighetsägare, m.fl. Här skulle också någon form av referensvärden / nyckeltal kunna fungera som underlag för en klassning av byggnader. En sådan klassning, kompletterad med andra parametrar som inomhusmiljö mm skulle i sin tur kunna kopplas till fastighetsskatt, finansieringsvillkor, mm, till exempel i linje med de intentioner som har utvecklats inom Bygga-bo-dialogen [43]. Här kan man utgå från pågående FoU-projekt i samverkan mellan Formas och flertalet av aktörerna inom Bygga-bo-dialogen.

## 7.2 Information och utbildning

Bilden nedan är hämtad från IVA-rapporten ”*Energianvändning i bebyggelsen*” [29] och visar kopplingen mellan byggnads- och verksamhetsknutna aktiviteter och aktuella åtgärder för att minska energianvändningen i ett bostadshus. Det finns då två olika huvudåtgärder som kan leda till en minskad energianvändning, dels ombyggnad och byte till mer energieffektiv utrustning, dels användning av byggnad och utrustning beroende på kunskap och beteende.



Bilden visar också hur man kan förvänta sig att energianvändningen kan påverkas på 20 års sikt om klimatet är en faktor bland flera eller om klimatet är i fokus, det vill säga om man har höga eller låga ambitioner att minska energianvändningen i byggnader.

För att information och utbildning ska vara kostnadseffektiv bör den utformas på ett ändamålsenligt sätt för respektive målgrupp. I småhus är det främst de enskilda fastighetsägarna och i viss mån lokala entreprenörer som behöver få information och utbildning. När det gäller flerbostadshus och lokalbyggnader är det främst fastighetsägare och fastighetsförvaltare som bör få relevant information och utbildning.

### 7.2.1 Inledning

Det finns en mängd aspekter som minskar möjligheterna till energieffektivisering i bebyggelsen. Detta diskuteras till exempel i Miljövårdsberedningens promemoria [20].

Genomgående saknas det ofta tillräckligt starka incitament att genomföra energieffektiviseringsåtgärder. Det finns vidare ekonomiska aspekter som att investeringsbeslut ofta är mer kortsiktiga än vad som krävs för energieffektivisering och att begränsade ekonomiska medel i en beslutssituation är till nackdel för energieffektivisering. När det gäller val av produkter är det inte bara priset och energiaspekter som bestämmer valet. Energi är bara en av flera aspekter för fastighetsägare varför det ofta saknas resurser att analysera och genomföra väsentliga åtgärder, speciellt om det är tidskrävande och kräver speciell kunskap att erhålla relevant information om energieffektivisering.

Utgångspunkten bör dock vara att människor, organisationer och verksamheter i grunden handlar ekonomiskt rationellt om de ges möjligheten. Då det otvivelaktigt finns stora möjligheter till energieffektivisering i bebyggelsen krävs ökad information om och synliggörande av möjligheterna för att erhålla en väsentlig energieffektivisering. Det gäller information såväl om tekniska alternativ, finansieringsmöjligheter och återbetalningstider som synliggörande av energianvändningen på ett sätt som kan ställas i relation till något riktmärke.

När det gäller information krävs en övergripande insats från ansvariga myndigheter för att ge energieffektivisering en högre prioritet på dagordningen samtidigt som man ställer tydliga och ändamålsenliga krav. Det finns vidare möjligheter att utveckla energirådgivningen och att utnyttja fjärrvärme- och elleverantörer för att sprida relevant information. När det gäller synliggörande av energianvändningen kan förestående energideklarering av byggnader vara till stor hjälp om den genomförs på ett genomtänkt sätt.

### 7.2.2 Ändrat beteende

När det gäller energihushållning är människornas beteende helt avgörande. Detta gäller såväl att motivera människor att effektivisera energianvändningen, som att uppmärksamma det alldagliga brukarbeteendet [59].

En del i den avstannade energieffektivisering kan vara att brukarna satsat på ökat boendevälfärd, exempelvis högre inomhustemperaturer. Erfarenheter från länder där byggnaderna har betydligt lägre värmetekniskt standard än i Sverige (Storbritannien), visar att exempelvis tätning och tilläggsisolering av byggnadsskalet givit mycket liten minskning av energianvändningen. Detta beror på att åtgärden låter brukarna få vad som i Sverige skulle kallas normal värmekomfort till samma, eller något lägre, energikostnad som tidigare.

Generellt måste motiveras bättre till energieffektivisering och entydiga politiska signaler måste ges. Energieffektivisering måste på nytt bli ett viktigt område. Idag är motivering annorlunda än vad den var på 1970-talet då det högre oljepriset var drivkraften. Numera är miljömedvetenheten är högre, kanske speciellt inriktad mot klimatförändringarna, men tyvärr är energiintresset lågt eller har åtminstone varit lågt.

Informationsinsatser av olika slag är viktiga för att åstadkomma den attitydförändring till energianvändning i bebyggelsen som krävs. Erfarenheterna visar att informations- och reklamkampanjer har gett kortsiktiga resultat. Uthållighet och långsiktig stabila förhållanden (exempelvis av olika statliga stöd) krävs för energieffektiviseringen verkligen skall äga rum.

När det gäller informations- och utbildningsinsatser måste man beakta att det typiska när det gäller bebyggelsen energianvändning inte är det gemensamma, utan variationerna mellan enskilda byggnader. Detta gäller även mellan till synes lika byggnader. Ett antal forskningsprojekt har visat att variationerna i energianvändningen är mycket stora mellan tekniskt mer eller mindre identiska hus beroende på hushållets sammansättning och vanor. Detta gäller alla typer av slutenergianvändningar i bostäder: uppvärmning, tappvarmvatten och hushållsel.

En studie av energianvändning (uppvärmning och hushållsel) i 64 stycken teknisk sett lika 1,5 plans 70-talsvillor (169 m<sup>2</sup>) utanför Lund visar till exempel på en faktor 3 mellan den högsta och lägsta energianvändningen (cirka 200 resp. 70 kWh/m<sup>2</sup>/år) [60]. Därför bör tekniska åtgärder i själva byggnaden kompletteras med mätningar och återföring till husägaren för att påverka beteenden, drifttider, apparatmängder, etc. [60].

Vid energieffektivisering måste också beaktats att individen ingår i ett socio-tekniskt system. Detta gäller såväl på den övergripande nivån som för tekniska system i, eller delar av, hus. Brukaranpassningen av många tekniska system i byggnader är dålig och ofta mer anpassad för de tekniker som utvecklat systemet än vanliga brukare. Exempel är belysningsreglering/ styrning, värme- och ventilationssystem och inte minst många hushållsapparater. Utveckling behöver alltså ske på båda nivåerna.

### 7.2.3 Energirådgivning till småhusägare

I kapitel 2 kunde vi konstatera att av den totala byggnadsarean finns 45% i småhus, 30% i flerbostadshus (inkl. vissa lokaler) och 25% i lokalbyggnader. Vi kunde också konstatera att 38% av energin levererades till småhus, 33% till flerbostadshus (inkl. vissa lokaler) och 29% till lokalbyggnader.

Majoriteten av flerbostadshus och lokalbyggnader förvaltas av ett förhållandevis begränsat antal fastighetsägare som i större eller mindre utsträckning har utbildad personal för att förvalta byggnaderna. Projektering och genomförande av tekniska åtgärder i majoriteten av flerbostadshus och lokalbyggnader genomförs vidare med hjälp av mer eller mindre etablerade konsulter och entreprenörer. Därmed bör det vara förhållandevis enkelt att initiera åtgärder (BBR, information, mm.) som riktar sig mot 55% av byggnadsarean och 62% av energin som levereras till bebyggelsen.

De återstående 45% av byggnadsarean och 38% av till bebyggelsen levererad energi förvaltas av ett stort antal privata småhusägare (i cirka 1,8 miljoner hus). Då privata småhusägare normalt sett inte är energiexperter och aktuella tekniska åtgärder normalt sett genomförs av mindre lokala entreprenörer och installatörer, ofta utan föregående projektering, innebär det att aktuella energieffektiviseringsåtgärder måste initieras och genomföras på ett helt annat sätt för småhus än vad som är fallet med majoriteten av flerbostadshusen och lokalbyggnaderna.

Detta tillsammans med erfarenheten att energieffektiviseringsåtgärder speciellt med avseende på byggnadernas klimatskärm bäst genomförs i samband med andra åtgärder innebär att betydande energieffektivisering i småhus är avhängigt ett väl genomtänkt åtgärds paket omfattande information och rådgivning, såväl med avseende på lämpliga åtgärder, som former för genomförandet.

Här kan en genomtänkt utformning av kommande energideklarationer (Se kapitel 6) tillsammans med en lämplig utveckling av befintlig energirådgivning vara en framkomlig väg. Här synes Miljövårdsberedningens förslag att ändra direktiven för energirådgivning så att de medger hembesök hos småhusägare, eventuellt kopplat till någon form av certifiering, vara relevant i sammanhanget.

#### 7.2.4 Fjärrvärme- och elleverantörer

För att information och utbildning ska vara kostnadseffektiv bör den spridas genom lämpliga kanaler som har möjlighet att föreslå och följa upp eventuella åtgärder hos respektive målgrupp.

Vi kan då konstatera att elleverantörerna har kontakt med i princip alla fastighetsägare och skulle därför kunna åläggas att tillhandahålla (tim)data som kan användas i energiutredningar och forskningsprojekt. De skulle också kunna åläggas att informera om normal elanvändning och energieffektiv elutrustning såväl till privata hushåll som kommunala och kommersiella fastighetsägare. Förestående krav på minst månadsvis avläsning av alla elabonnemang från den 1 juli 2009 bör underlätta ett sådant förfarande.

Samtidigt har fjärrvärmeleverantörerna i princip kontakt med majoriteten av ägarna till flerbostadshus och lokalbyggnader och skulle därför kunna åläggas tillhandahålla data som kan användas i energiutredningar och forskningsprojekt. De skulle också kunna åläggas att informera om energieffektiviseringsåtgärder i större byggnader. Det bör dock inte tillåtas konkurrera med traditionell konsultverksamhet.

Detta gör man till exempel i Danmark genom att energileverantörerna (el- gas- och fjärrvärme) tar ut en extra energiavgift som öronmärks för informationsinsatser [46,

47]. En annan modell är att använda en extra energiavgift för att avsätta medel till en fond, t.ex. den Energieffektiviseringsfond som nämns i Miljövårdsberedningens promemoria, på liknande sätt som man gör i Norge. ([www.enova.no](http://www.enova.no)).

### 7.2.5 Övriga aktörer

När det gäller större fastigheter faller det ett tungt ansvar på större fastighetsägare då de bestämmer huruvida de vill satsa resurser på energieffektivisering eller inte, förutsatt att de uppfyller samhällets minimikrav. Förestående energideklarationer bör ge flertalet större fastighetsägare ökad kunskap om energianvändningen och därmed ökade möjligheter att ta ställning till energieffektiviseringsåtgärder. I det här sammanhanget bör en genomtänkt klassning av byggnader vara till stor hjälp.

Det kommer då att bli mer intressant att höja kompetensen med avseende på energi i förvaltningsorganisationer och förutsatt att det finns tillräckliga incitament (normer alt. ekonomiska) för energieffektivisering kommer det att bli mer vanligt att ställa energikrav på arkitekter, konsulter och entreprenörer. Detta bör på sikt leda till ett egenintresse att höja kompetensen hos flertalet aktörer i anslutning till större fastigheter, men kommer inledningsvis att kräva insatser från samhället, speciellt i anslutning till implementering av byggnaders energideklarationer.

Tidigare beskrivna potentialer för energieffektivisering behandlar främst energieffektivisering som är relaterad till tekniska åtgärder som tilläggsisolering, byte till energieffektivare belysning, osv. Utöver de ovan redovisade tekniskt-ekonomiska potentialerna, tillkommer en inte oväsentlig potential som kan hänföras till det som har med ofullständigheter i drift och underhåll av tekniska system att göra.

De åtgärder som avses brukar benämnas driftoptimeringsåtgärder och är sådana som avser inställda börvärden, läckande reglerventiler, felaktiga drifttider, etc. Åtgärderna avser ofta att man rättar till rena felfunktioner i systemen.

De senaste årens fjärrvärmekonvertering av flerbostadshus har också lett till att flertalet fastighetsägare prioriterat ner antalet drifttekniker i den egna organisationen. En ökad fokusering och kunskapshöjning med avseende på energianvändningen bör leda till väsentligt ökade möjligheter till driftoptimering och därmed lägre energianvändning.

De senaste åren har uppvisat flera exempel på byggprojekt, till exempel Bo01 [48], där den verkliga energianvändningen vida överstiger den som beskrivs i anslutning till ansökan om bygglov. Tillsammans med här föreslagna krav på befintliga byggnader vid ombyggnad krävs en väsentlig uppdatering av rutiner och en kompetensförstärkning för uppföljning och kontroll inom ramen för PBL.

### 7.3 Klassning av byggnader

Åtgärder utöver de minimikrav som anges i BBR kan stimuleras genom att klassa byggnader och koppla ekonomiska incitament till klassningen. Då ges möjlighet till fastighetsbranschen att använda klassningen i såväl upphandling av nya som försäljning och köp av befintliga byggnader. På sikt bör ett sådant system göra att byggnadernas marknadsvärde kommer att påverkas av klassningen och därmed leda till ökad energieffektivisering.

Bygga-bo-dialogen [43] är ett unikt samarbete mellan företag, kommuner och regeringen för en effektiv energianvändning. Deltagarna i dialogen har formulerat visioner, mål och strategier för en hållbar bygg- och fastighetssektor i framtiden. Utgångspunkt har tagits i ökade miljökrav och människors behov av en god miljö och ett långsiktigt fungerande samhälle. Sammanlagt består Bygga-bo-dialogen idag av 37 aktörer (företag, kommuner, verk samt regeringen), som har undertecknat en överenskommelse om åtaganden för att nå de uppsatta Bygga-bo- målen. Dialogen lyfter fram strategiska åtaganden inom tre prioriterade områden, nämligen: *god inomhusmiljö, effektiv energianvändning och effektiv resursanvändning*.

Bygga-bo-dialogen föreslår att man bör ge skattelättnader för miljöförbättrande investeringar i byggnader - bl.a. för energi- och miljöförbättrande åtgärder - som anses angelägna för samhället med hänsyn till fastställda miljö kvalitetsmål och för en hållbar utveckling inom bygg- och fastighetssektorn. Rätten till reduktion av skatter, avgifter, premier, mm kan kopplas till klassning (energi, inomhusmiljö och resursanvändning) av byggnader och avser småhus, flerbostadshus och lokaler.

Dialogens mål innebär bl.a. att miljöbelastningen från energianvändningen i bostäder och lokaler minskar och att senast år 2025 ska uppvärmning och varmvattenberedning ske med endast begränsade inslag av fossila bränslen. Senast år 2015 ska mer än hälften av energibehovet över året erhållas från förnyelsebara energikällor. Vidare ska användningen av köpt energi i sektorn minska med minst 30 % till år 2025 jämfört med år 2000. Senast år 2009 är alla nybyggda hus och 30 % av det befintliga beståndet deklarerade och klassificerade vad gäller byggnadsrelaterad hälsa och miljöpåverkan.

Sedan våren 2004 har Boverket regeringens uppdrag att i samråd med styrgruppen för Bygga-bo-dialogen samordna och utveckla dialogen. Inom Bygga-bo-dialogen pågår nu utveckling och genomförande av konkreta insatser i linje med överenskommelsen. Incitament för ökade miljöinvesteringar i den byggda miljön – bl.a. skattelättnader för energi- och miljöförbättrande åtgärder – har behandlats inom dialogprojektet.

Utvecklingsprojekt om förslag till miljö- och energiklassning av byggnader pågår. Dialogen föreslår att en sådan klassning kopplas till skattereduktion och förmåner när det gäller fastighetsskatt, försäkrings-villkor, kreditvillkor, avgifter och investeringar för miljö- och energiförbättrande åtgärder. Klassningen har nära kopplingar till förslaget om byggnadsdeklarationer och EG-direktivet om byggnaders energiprestanda.

Vidare kan nämnas genomförandet av ett nationellt kompetensutvecklingsprogram avseende bl.a. miljö- och energiförbättrande åtgärder i bebyggelsen, som har startat

och planeras pågå under hösten 2005 och fortsätter sedan under 2006. Mer information om Bygga-bo-dialogen finns att läsa på dialogens hemsida, [www.byggabodialogen.se](http://www.byggabodialogen.se), där bl.a. aktörernas insatser redovisas.

#### 7.4 Kostnader

Utöver redan pågående revidering av PBL och BBR och föreslagen utveckling av energideklarationer i anslutning till EG's direktiv om byggnaders energiprestanda och relaterade informations- och utbildningsinsatser, föreslår denna utredning i princip endast en åtgärd som kan innebära att man behöver skjuta till ytterligare statliga medel.

Utredningen föreslår att för de byggnader inom en viss kategori som har störst energianvändning (över det övre 10-percentilvärdet) ska utgöra underlag för tvingande åtgärder, dvs. om en byggnad tillhör de 10% som har störst / högst energianvändning måste i energideklarationen angivna åtgärder genomföras så att man underskrider 10-percentilvärdet. Dessa åtgärder är sannolikt lönsamma ur fastighetsägarens perspektiv, om inte skulle de t.ex. kunna finansieras med stöd av statliga bidrag eller lån.

En uppskattning av eventuella kostnader för en sådan subvention kan baseras på de data om byggnadernas energianvändning för olika kategorier som kan tas ur SCB's statistik. Någon sådan uppskattning har dock inte gjorts inom ramen för utredningen, men med tanke på att man i så fall riktar in sig mot de sämsta byggnaderna där åtgärder rimligtvis bör ha en kort återbetalningstid bör man finna att en eventuell subvention är intressanta ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.



## REFERENSER

- [ 1 ] Carlsson L-G. (1992). **Energianvändning i bostäder och servicelokaler 1970-1990. En jämförelse av verklig utveckling, energiprognos och energisparmål under 1980-talet.** Rapport R30:1992, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [ 2 ] **Energi 85 - Energianvändning i bebyggelse.** G26:1984, Byggeforskningsrådet.
- [ 3 ] **Energi i byggd miljö - 90-talets möjligheter.** G16:1987, Byggeforskningsrådet.
- [ 4 ] **Energirapport 1994.** B 1994:9. Närings- och teknikutvecklingsverket.
- [ 5 ] **Framtida elanvändning - effektiviseringspotential, del 1 och 2.** Mars 1995. NUTEK Effektivare Energianvändning. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm. Ej publicerat material.
- [ 6 ] Engebeck L et al. (1994). **Energisparpotentialer i bostadsbeståndet. Vad bestämmer sparpotentialens lönsamhet?** ELIB-rapport nr 9 (delar av råmanus).
- [ 7 ] Nilson A. (1981). **God ekonomi att samordna energisparande och underhåll.** Byggindustrin nr 31, 1981. Stockholm
- [ 8 ] Hansson T, A Nilson och C-G Stadler. (1984). **Energisparteknik i befintlig bebyggelse.** Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R139:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [ 9 ] Nilson A, R Uppström och U Bergh. (1992). **Eleffektiva småhus i Göteborgsregionen. Mätning och analys av genomförda åtgärder.** 1992-02-15. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm. Tillgänglig via BYGGDOK.
- [10] Nilson A, L Bäck, M Fischer och C-G Stadler. (1984). **Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse.** Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R143:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [11] Nilson A, M Fischer, M Norberg och A Walter. (1987). **Energisparkvarter i Göteborg. Energiombyggnad i ett 50-talsområde** Rapport R36:1987, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [12] Nilson A och A Walter. (1987). **Åtgärds katalog för Vattenfalls Uppdrag 2000 omfattande såväl energihushållning- som produktionsåtgärder.** Rapport 1987-10-13, utgåva 4. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- [13] Nilson A och M. Jonasson. (1986). **Underlag för energiprognos - Nyckeltalsutredningen. Energisparmöjligheter och nyckeltal för befintlig bebyggelse.** Statens energiverk augusti 1986, Stockholm.

- [14] Nilson A et al. **Energisparmöjligheter i elvärmda småhus**. Slutrapport 1987-12-17. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- [15] Tolstoy N, M. Borgström och J. Nilsson (1993). **Bostadsbeståndets tekniska egenskaper**. ELIB-rapport nr 6. Forskningsrapport TN:29, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1993.
- [16] Tolstoy N, C. Sjöström och T Waller. (1984). **Bostäder och lokaler från energisynpunkt. ERBOL**. Meddelande M84:8, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.
- [17] Tolstoy, N och B Svennerstedt. (1984). **Reparationsbehov i bostäder och lokaler. ERBOL**. Meddelande M84:10, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.
- [18] Alfredsson, H. (1984). **Kunskap om energisparåtgärder**. En intervjuundersökning om energisparåtgärder utförd för byggforskningsrådet bland fastighetsägare och olika expertgrupper våren 1984. BFR-rapport R142:1984.
- [19] Nilson A, A Göransson, E Sandberg et al. (1996). **Energieffektivisering. Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler**. Anslagsrapport A1:1996, Byggforskningsrådet och Energi-kommissionen, Stockholm 1996.
- [20] **Strategi för energieffektiv bebyggelse**. Miljövårdsberedningens promemoria 2004:2
- [21] **Uppdrag beträffande energieffektivisering i byggnader**. Miljödepartementet Regeringsbeslut. 2004-12-16. M2004/4246/Kb
- [22] Essunger, G. och H. Andersson (1984). **Förutsättningar för genomförande av energisparåtgärder i befintlig bebyggelse. En studie rörande möjligheter och hinder**. BFR-rapport R141:1984.
- [23] **Energihushållningsprogrammets effekter. En analys av de statliga styrmedlens effekter på energihushållningen**. Energimyndigheten, Rapport 1984:2.
- [24] **Omställning av energisystemet**. Slutbetänkande av Energikommissionen. SOU 1995:139.
- [25] **Omställning av energisystemet**. Underlagsbilagor, del 2. SOU 1995:140.
- [26] **Effektivare energi i bostäder. En antologi om framtidens styrmedel**. 2002. Energimyndighetens förlag, ISBN: 91-89184-29-7.
- [27] **Energiindikatorer 2004. Uppföljning av Sveriges energitekniska mål**. ET28:2004. Energimyndigheten.

- [28] **Energideklarering av byggnader. För effektivare energianvändning.** Betänkande av Utredningen om byggnaders energiprestanda. SOU 2004:109.
- [29] **Energianvändning i bebyggelsen.** En faktarapport inom IVA-projektet Energiframsyn Sverige i Europa. Energimyndigheten. 2002.
- [30] **Mätning och debitering av varmvatten** Principbetänkande från Värmemätningens utredningen. Bostadsdepartementet. Ds Bo 1983:4 ISBN 91-38-07961-5 (inkl. Bilagedel ISBN 91-38-07962-3).
- [31] Olsson, D. (2003). **Tappvarmvatten i flerbostadshus.** Temarapport nr 2003:04 inom EFFEKTIV-programmet.
- [32] **Hushållning med kallt och varmt tappvarmvatten. Individuell mätning och temperaturstyrning.** 7147-585-0, 2002, Boverket.
- [33] Berndtsson, L. (2003). **Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport.** Projekt P11835-2. Statens Energimyndighet.
- [34] Ruud, S och L. Lundin (2004). **Bostadshus utan traditionellt uppvärmningssystem - Resultat från två års mätningar.** Rapport 2004:31. SP.
- [35] Femenias, P. (2004). **Demonstration Projects for Sustainable Building: Knowledge Building and Learning in a Swedish and Dutch Perspective.** Arkitektur, Chalmers tekniska högskola.
- [36] **Delredovisning av erfarenheter från det statliga bidraget till investeringar i solvärme (SFS 2000:287), verksamheten 2004.** Energimyndigheten 2005.
- [37] **Promemoria med förslag till investeringsstöd för konvertering från direktverkande elvärme i bostadshus.** Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet 2005-07-04. M2005/4020/E..
- [38] Lindh, R. et al (2005). **Solhusen i Gårdsten. Tillkomsten av Solhusen i Gårdsten är en historia med flera dimensioner.** Broschyr, Gårdstensbostäder.
- [39] Dalenbäck, J-O. (2005). **Renovering av flerbostadshus – Exemplet Gårdsten i Göteborg.** Underlag till Formas Energibok.
- [40] Pavlovas, V. and J-O. Dalenbäck (2005). **Solar Renovation Project Gårdsten, Göteborg – Operational Experiences 2001-2004.** Proceedings Northsun 2005, Vilnius. Litauen.
- [41] Lindh, R. et al (2004). **Från två till 120 anbud.** Boverket.
- [42] **Energideklarationer. Metoder, utformning, register och expertkompetens.** Slutbetänkande av utredningen om byggnaders energiprestanda. SOU 2005:67

- [43] **Klassning av bostäder och lokaler – energi, miljö och hälsa.** ISBN 91-974580-4-x
- [44] **Inneklimat och Energihushållning – Regeringsuppdrag.** BFR G5:1990
- [45] **Hus & Hälsa. Inneklimat och Energihushållning.** BFR T4:1990.
- [46] **Handlingsplan for fornyet indsats – Energibesparelser og marked.** Udkast. Faglig baggrundsrapport. December 2004. Energistyrelsen. Danmark.
- [47] **Forudsætninger for distributionsselskabernes planlægning af energispareaktiviteter (DSM).** Notat 18 oktober 2002. Energistyrelsen.
- [48] Persson, B. Ed. (2005). **SUSTAINABLE CITY OF TOMORROW Bo01 – Experiences of a Swedish Housing Exposition.** Formas.
- [49] **BILEN, BIFFEN, BOSTADEN Hållbara laster – smartare konsumtion.** Slutbetänkande av Utredningen om en handlingsplan för hållbar konsumtion – för hushållen. SOU 2005:51
- [50] Nässén, J. (2005). **Energy efficiency and the climate change – Studies of the Swedish building sector.** Licentiatuppsats, Fysisk resursteori, Institutionen för energi och miljö, Chalmers tekniska högskola.
- [51] **Energiläget 2004.** Energimyndigheten.
- [52] Göransson, A., U. Lindahl, G. Forsman, C. Hedenström (1992) **Lokalerna och energihushållningen - Rapport från STIL-studien inom Uppdrag 2000.** FUD-rapport U 1991/70 Vattenfall Utveckling AB, Älvkarleby.
- [53] **Energiboken. Kunskapsläge och forskningsfront.** T21:1995, Byggeforskningsrådet.
- [54] Nilson A et al (1996a). **Energieffektivisering i kontorsbyggnader - En vinst inte bara för miljön!** T10:1996, Byggeforskningsrådet
- [55] Nilson A et al. (1996b). **Energianvändning och inomhusklimat i kontorsbyggnader. Uppföljning av fyra byggnader genom mätningar och enkäter.** Anslagsrapport A14:1996, Byggeforskningsrådet.
- [56] Nilson A et al. (1997). **Energy Efficiency in Office Buildings. Lessons from Swedish Projects.** T10:1997, Byggeforskningsrådet
- [57] Nilson A (1999). **Energieffektivisering i byggnadsbeståndet utgör basen för en bärkraftig utveckling!** Tidskriften Byggeforskning, Byggeforskningsrådet
- [58] **Riktlinjer för projektering.** Rapport 00-06. Akademiska Hus AB, Göteborg. ISBN 91-88826-02-03
- [59] **Energianvändning – Vägval för framtiden.** BFR T17:1996

- [60] Nylander, A. [www.nylan.se](http://www.nylan.se) Personlig kommunikation.
- [61] Jagemar, L. och B. Bergsten (2003). **Individuell värmemätning i flerbo-  
stadshus. Några energitekniska aspekter på mätning av tillförd värme-  
energi respektive rumstemperatur.** Projektrapport 2003:05 inom  
EFFEKTIV-programmet.
- [62] Andersson, K och U. Norlén. (1993). **Bostadsbeståndets inomhusklimat.**  
ELIB-rapport nr 7, TN:30, SIB, Gävle.

Utredningar, mm

- [49] **BILEN, BIFFEN, BOSTADEN Hållbara laster – smartare konsumtion.**  
Slutbetänkande av Utredningen om en handlingsplan för hållbar konsumtion –  
för hushållen. SOU 2005:51
- [36] **Delredovisning av erfarenheter från det statliga bidraget till investeringar  
i solvärme (SFS 2000:287), verksamheten 2004.** Energimyndigheten 2005.
- [26] **Effektivare energi i bostäder. En antologi om framtidens styrmedel.** 2002.  
Energimyndighetens förlag, ISBN: 91-89184-29-7.
- [29] **Energianvändning i bebyggelsen.** En faktarapport inom IVA-projektet  
Energiframsyn Sverige i Europa. Energimyndigheten. 2002.
- [59] **Energianvändning – Vägval för framtiden.** BFR T17:1996
- [53] **Energiboken. Kunskapsläge och forskningsfront.** T21:1995,  
Byggeforskningsrådet.
- [28] **Energideklarering av byggnader. För effektivare energianvändning.**  
Betänkande av Utredningen om byggnaders energiprestanda. SOU 2004:109.
- [42] **Energideklarationer. Metoder, utformning, register och expertkompetens.**  
Slutbetänkande av utredningen om byggnaders energiprestanda. SOU 2005:67
- [23] **Energihushållningsprogrammets effekter. En analys av de statliga styr-  
medlens effekter på energihushållningen.** Energimyndigheten, Rapport  
1984:2.
- [ 2] **Energi 85 - Energianvändning i bebyggelse.** G26:1984, Byggeforsknings-  
rådet.
- [ 3] **Energi i byggd miljö - 90-talets möjligheter.** G16:1987, Byggeforsknings-  
rådet.
- [27] **Energiindikatorer 2004. Uppföljning av Sveriges energitekniska mål.**  
ET28:2004. Energimyndigheten.

- [51] **Energiläget 2004.** Energimyndigheten.
- [ 4] **Energirapport 1994.** B 1994:9. Närings- och teknikutvecklingsverket.
- [47] **Forudsætninger for distributionselskabernes planlægning af energispareaktiviteter (DSM).** Notat 18 oktober 2002. Energistyrelsen.
- [ 5] **Framtida elanvändning - effektiviseringspotential, del 1 och 2.** Mars 1995. NUTEK Effektivare Energi användning. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm. Ej publicerat material.
- [46] **Handlingsplan for fornyet indsats – Energibesparelser og marked.** Udkast. Faglig baggrundsrapport. December 2004. Energistyrelsen. Danmark.
- [32] **Hushållning med kallt och varmt tappvarmvatten. Individuell mätning och temperaturstyrning.** 7147-585-0, 2002, Boverket.
- [45] **Hus & Hälsa. Inneklimat och Energihushållning.** BFR T4:1990.
- [44] **Inneklimat och Energihushållning – Regeringsuppdrag.** BFR G5:1990
- [43] **Klassning av bostäder och lokaler – energi, miljö och hälsa.** ISBN 91-974580-4-x
- [30] **Mätning och debitering av varmvatten** Principbetänkande från Värmemätningens utredningen. Bostadsdepartementet. Ds Bo 1983:4 ISBN 91-38-07961-5 (inkl. Bilagedel ISBN 91-38-07962-3).
- [24] **Omställning av energisystemet.** Slutbetänkande av Energikommissionen. SOU 1995:139.
- [25] **Omställning av energisystemet.** Underlagsbilagor, del 2. SOU 1995:140.
- [37] **Promemoria med förslag till investeringsstöd för konvertering från direktverkande elvärme i bostadshus.** Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet 2005-07-04. M2005/4020/E..
- [58] **Riktlinjer för projektering.** Rapport 00-06. Akademiska Hus AB, Göteborg. ISBN 91-88826-02-03
- [20] **Strategi för energieffektiv bebyggelse.** Miljövårdsberedningens promemoria 2004:2
- [21] **Uppdrag beträffande energieffektivisering i byggnader.** Miljödepartementet Regeringsbeslut. 2004-12-16. M2004/4246/Kb

Rapporter, mm.

- [18] Alfredsson, H. (1984). **Kunskap om energisparåtgärder**. En intervjuundersökning om energisparåtgärder utförd för byggforskningsrådet bland fastighetsägare och olika expertgrupper våren 1984. BFR-rapport R142:1984.
- [62] Andersson, K och U. Norlén. (1993). **Bostadsbeståndets inomhusklimat**. ELIB-rapport nr 7, TN:30, SIB, Gävle.
- [33] Berndtsson, L. (2003). **Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport**. Projekt P11835-2. Statens Energimyndighet.
- [ 1] Carlsson L-G. (1992). **Energianvändning i bostäder och servicelokaler 1970-1990. En jämförelse av verklig utveckling, energiprognos och energisparmål under 1980-talet**. Rapport R30:1992, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [39] Dalenbäck, J-O. (2005). **Renovering av flerbostadshus – Exemplet Gårdsten i Göteborg**. Underlag till Formas Energibok.
- [ 6] Engebeck L et al. (1994). **Energisparpotentialer i bostadsbeståndet. Vad bestämmer sparpotentialens lönsamhet?** ELIB-rapport nr 9 (delar av råmanus).
- [22] Essunger, G. och H. Andersson (1984). **Förutsättningar för genomförande av energisparåtgärder i befintlig bebyggelse. En studie rörande möjligheter och hinder**. BFR-rapport R141:1984.
- [35] Femenias, P. (2004). **Demonstration Projects for Sustainable Building: Knowledge Building and Learning in a Swedish and Dutch Perspective**. Arkitektur, Chalmers tekniska högskola.
- [52] Göransson, A., U. Lindahl, G. Forsman, C. Hedenström (1992) **Lokalerna och energihushållningen - Rapport från STIL-studien inom Uppdrag 2000**. FUD-rapport U 1991/70 Vattenfall Utveckling AB, Älvkarleby.
- [ 8] Hansson T, A Nilson och C-G Stadler. (1984). **Energisparteknik i befintlig bebyggelse**. Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R139:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [61] Jagemar, L. och B. Bergsten (2003). **Individuell värmemätning i flerbostadshus. Några energitekniska aspekter på mätning av tillförd värmeenergi respektive rumstemperatur**. Projektrapport 2003:05 inom EFFEKTIV-programmet.
- [41] Lindh, R. et al (2004). **Från två till 120 anbud**. Boverket.
- [38] Lindh, R. et al (2005). **Solhusen i Gårdsten. Tillkomsten av Solhusen i Gårdsten är en historia med flera dimensioner**. Broschyr, Gårdstensbostäder.

- [54] Nilson A et al (1996a). **Energieffektivisering i kontorsbyggnader - En vinst inte bara för miljön!** T10:1996, Byggeforskningsrådet
- [55] Nilson A et al. (1996b). **Energianvändning och inomhusklimat i kontorsbyggnader. Uppföljning av fyra byggnader genom mätningar och enkäter.** Anslagsrapport A14:1996, Byggeforskningsrådet.
- [56] Nilson A et al. (1997). **Energy Efficiency in Office Buildings. Lessons from Swedish Projects.** T10:1997, Byggeforskningsrådet
- [57] Nilson A (1999). **Energieffektivisering i byggnadsbeståndet utgör basen för en bärkraftig utveckling!** Tidskriften Byggeforskning, Byggeforskningsrådet
- [ 7] Nilson A. (1981). **God ekonomi att samordna energisparande och underhåll.** Byggingustrin nr 31, 1981. Stockholm
- [ 9] Nilson A, R Uppström och U Bergh. (1992). **Eleffektiva småhus i Göteborgsregionen. Mätning och analys av genomförda åtgärder.** 1992-02-15. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm. Tillgänglig via BYGGDOK.
- [10] Nilson A, L Bäck, M Fischer och C-G Stadler. (1984). **Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse.** Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R143:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [11] Nilson A, M Fischer, M Norberg och A Walter. (1987). **Energisparkvarter i Göteborg. Energiombyggnad i ett 50-talsområde** Rapport R36:1987, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- [12] Nilson A och A Walter. (1987). **Åtgärds katalog för Vattenfalls Uppdrag 2000 omfattande såväl energihushållning- som produktionsåtgärder.** Rapport 1987-10-13, utgåva 4. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- [13] Nilson A och M. Jonasson. (1986). **Underlag för energiprognoser – Nyckeltalsutredningen. Energisparmöjligheter och nyckeltal för befintlig bebyggelse.** Statens energiverk augusti 1986, Stockholm.
- [14] Nilson A et al. **Energisparmöjligheter i elvärmda småhus.** Slutrapport 1987-12-17. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- [19] Nilson A, A Göransson, E Sandberg et al. (1996). **Energieffektivisering. Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler.** Anslagsrapport A1:1996, Byggeforskningsrådet och Energi-kommissionen, Stockholm 1996.
- [60] Nylander, A. [www.nylan.se](http://www.nylan.se) Personlig kommunikation.
- [50] Nässén, J. (2005). **Energy efficiency and the climate change – Studies of the Swedish building sector.** Licentiatuppsats, Fysisk resursteori, Institutionen för energi och miljö, Chalmers tekniska högskola.



- [31] Olsson, D. (2003). **Tappvarmvatten i flerbostadshus**. Temarapport nr 2003:04 inom EFFEKTIV-programmet.
- [40] Pavlovas, V. and J-O. Dalenbäck (2005). **Solar Renovation Project Gårdsten, Göteborg – Operational Experiences 2001-2004**. Proceedings Northsun 2005, Vilnius. Litauen.
- [48] Persson, B. Ed. (2005). **SUSTAINABLE CITY OF TOMORROW Bo01 – Experiences of a Swedish Housing Exposition**. Formas.
- [34] Ruud, S och L. Lundin (2004). **Bostadshus utan traditionellt uppvärmningssystem - Resultat från två års mätningar**. Rapport 2004:31. SP.
- [15] Tolstoy N, M. Borgström och J. Nilsson (1993). **Bostadsbeståndets tekniska egenskaper**. ELIB-rapport nr 6. Forskningsrapport TN:29, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1993.
- [16] Tolstoy N, C. Sjöström och T Waller. (1984). **Bostäder och lokaler från energisynpunkt. ERBOL**. Meddelande M84:8, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.
- [17] Tolstoy, N och B Svennerstedt. (1984). **Reparationsbehov i bostäder och lokaler. ERBOL**. Meddelande M84:10, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.



## **BILAGOR**

- 1 Energianvändning och bebyggelse 2003 (15 sidor)**
- 2 Bebyggelsens energianvändning 1993-2003 (7 sidor)**
- 3 ÅTGÄRDSKATALOG – Underlag för potentialbedömningar av det svenska byggnadsbeståndet med MSA-metoden. (25 sidor)**
- 4 Åtgärdslista för lokalbyggnader (6 sidor)**
- 5 KÄNSLIGHETSANALYSER – Underlag till Kapitel 5 (6 SIDOR)**

(Blank)