

## Varför svårt att spara energi i småhus trots att det går?

Beprövad lättskött teknik ger lägst energianvändning och bäst inomhusmiljö

av

Professor Christer Harrysson  
Örebro universitet

Med Dr Glenn Welander  
Karolinska Institutet

Det går att bygga bättre, och billigare hus. I stället byggs det allt dyrare och mer komplicerat. Efter 70-talets energikris satsades det miljarder på att sänka energianvändningen. Men det lyckades inte särskilt bra. I stället blev det mer komplicerade och svårskötta hus. Någon kraftigt sänkt energianvändning blev det inte. Och bättre komfort uteblev också i stort sett.

Det går dock att uppnå målen. Genom att använda beprövade material, konstruktioner och installationer som är lättskötta. Det vill säga med fakta, säkra metoder samt sunt förnuft. Det är vad undersökningar visar. Det är inga hemligheter. Och det skulle löna sig.

### Fukt, mögel och mer energi

Ändå fortsätter det dåliga byggandet. Varför? Jo för att tillverkare av oprövade material, konstruktioner och installationer får fortsätta att med hård reklam marknadsföra det de inte kan stå för. Snabba och väderberoende byggmetoder som inte resulterar i kvalitet är också alltför vanliga.

Forskning vid svenska universitet visar att resultatet av detta ofta blir dyra energislukande och ogenomtänkta bygglösningar. Enstegstätade fasader, med fukt, mögel och röta som resultat, luftvärme, passivhus och golvvärme och perspektivfönster är bara några exempel. Detta ger bland annat sämre komfort och betydligt högre energianvändning.

### De boende kommer i kläm

Att använda nya material och installationer som inte är tillräckligt testade och utvärderade ger stora och dyra problem för husägarna och samhället. Någon efterkontroll av hur detta fungerar i bebodda hus sker sällan. Därför får eländet fortsätta, trots alla kostnader det innebär. Fantasin är stor men verklighetens dom blir hård när husen inte fungerar som utlovats. I kläm kommer de boende och husägarna.

Ett stort problem är att enkla snabba bygglösningar och fagra löften, som inte kan infrias, ofta får ersätta erfarenhet och kunskap. Detta är lönsamt för byggare och leverantörer men katastrofalt för samhället och de som ska bo i husen. Kunskaper om hur man bygger bättre och billigare finns men används inte i tillräcklig utsträckning.

### Statistiken visar liten energibesparing

Ska man tro media får man ofta intrycket att energianvändningen i bostäder kraftigt har minskat. Men det är inte sant. Offentlig statistik, Energimyndigheten (2012), SCB (2012), ger sorgliga besked om motsatsen. Trots att oljekrisen 1973 ledde till skärpta byggregler och stora satsningar på minskad energianvändning. Den verkliga energibesparingen blev dock mycket mindre än den utlovade. Ofta har den helt uteblivit. Dessutom har många byggsador och inomhusmiljöproblem tillkommit.

### Men det går att spara 30 procent

Golvvärme ökar energiförlusterna genom golvet. Temperaturen på golvet är högre och golvvärmen är svår och trög att reglera. Och det kräver extra kilowattimmar. Har man klinkerplattor på golvet känns det ofta kallt även sommardag. I många hus har man golvvärmen igång även under sommarhalvåret. Där går dyrbara kilowattimmar förlorade. Att

bygga rätt och använda beprövad säker teknik kan sänka kostnaderna med 30 procent och ge en lika stor energibesparing.

### **Skyltfönster slukar energi**

Stora perspektivfönster av skyltfönsterstorlek ger inte samma isolering som dagens väggar med upp mot 35 cm tjock mineralullsisolering. Trots att det är isolerrutor. Det ger högre byggkostnad, kostar extra kilowattimmar och ger dålig komfort. Det är den bittra dyrbara sanningen.

Varför har det då blivit så här? Jo på grund av en ohämmad och överdriven satsning på komplicerade och svårskötta tekniska lösningar. Liksom i hög grad av bristen på helhetsgrepp och systemtänkande. Detta är en förutsättning för att lyckas.

### **Nordiskt byggande i nordiskt klimat**

Det verkar fint att slippa ha synliga element/radiatorer och lika fint att ha ett skyltfönster ut mot naturen eller grannarna. Men, vi lever i ett nordiskt klimat med andra krav på uppvärmning och komfort än i Sydeuropa. Det är det vi måste bygga efter. Annars rusar bygg- och energikostnaderna i höjden.

Detta gör att delsystem som var och ett kan verka bra inte alltid fungerar tillsammans. Det är därför arkitektur, byggteknik, värme- och ventilationssystem som helhet inte fungerar som det är tänkt. Det är omöjligt att utgå från att om var del fungerar för sig så fungerar de också tillsammans. Därför kanske ventilationssystemet inte suger och blåser som man ville. Det problemet hade inte uppstått om man sett till helheten.

### **Elvärme energislåst - fjärrvärme slösaktig**

På småhusens "systemnivå" har faktiskt de elvärmda småhusen lägst energianvändning medan de fjärrvärmda har högst. Och det är inte underligt. Elvärmesystemet är enkelt och billigt att installera och har i stort sett 100-procentig verkningsgrad. En kilowattimme el blir en kilowattimme värme i husen. Det klarar inte fjärrvärmesystemet alls. Där dyra ledningar i marken från småhus till fjärrvärmeverk faktiskt läcker i genomsnitt 25-40 procent på vägen ut till slutanvändaren. Det läckaget får de boende/husägarna/värmekunderna indirekt betala för. Via fasta avgifter eller taxor. Eller så kommer det på kommunalskatten.

Att forskning dessutom visar att de fjärrvärmda husen ofta är energimässigt sämre byggda gör det inte bättre. Kraven på värmehushållning måste skärpas även för denna uppvärmningsform.

Användningen av hushållsel har ända sedan 1970-talet ökat kraftigt. Inte så konstigt med tanke på att våra hem numera är fyllda av energikrävande apparater. Frågan är om vi verkligen behöver alla dessa påstått energi- arbetsbesparande apparater? De är dyra och det kostar arbetade timmar och pengar att betala vad de och den ökade elanvändningen kostar.

### **Offentlig statistik** Energimyndigheten (2012), SCB (2012)

#### Samtliga småhus

Tabell 1 visar genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och varmvatten minus hushållsel under 2011 fördelad på husens byggår. Undersökningen omfattar cirka 7 000 småhus. Uppgifterna har ej temperaturkorrigerats till normalår. Det vill säga medelvärde för åren 1961-1990. Året 2009, 2010 och 2011 var varmare år än normalt.

Inte oväntat använder hus byggda före 1960 mer energi än hus byggda efter 1960. Isolering och tätning, liksom vissa installationstekniska åtgärder har gjort en del nytta. Medan den energislösande golvvärmen, luftvärmen och stora glasytor med mera har ökat energianvändningen. Tvärtom vad som var syftet med satsningen på energisparande.

År 2011 var den genomsnittliga energianvändningen, summan för byggnadsuppvärmning och varmvatten, för samtliga småhus till 17 300 kWh/år, den horisontella linjen i figur 1. Dessa hus var genomsnittligt cirka 148 m<sup>2</sup> stora. Mest energi gick inte oväntat åt i småhus byggda 1940 eller tidigare. De drog i genomsnitt 21 000 kWh per småhus. Medan ett genomsnittligt småhus byggt 1981-1990 endast använde 2/3 av detta, cirka 14 000 kWh.

Småhus byggda efter 2000 använder i genomsnitt cirka 15 000 kWh per år, summan för byggnadsuppvärmning och varmvatten. Det är faktiskt mer energi än i hus byggda under 1980- och 1990-talen. Visserligen är bland annat antalet kvadratmeter boarea större i de nyare husen och deras energiprestanda något bättre. Men bara marginellt.

Energianvändning för byggnadsuppvärmning beror bland annat på husets storlek och form, medan varmvattenanvändningen i första hand beror på boendevanor och antalet personer. Figur 2 visar den genomsnittliga energianvändningen för, summan för byggnadsuppvärmning och varmvatten, fördelad efter byggår. I genomsnitt används 117 kWh/m<sup>2</sup> vilket den horisontella linjen visar. Hus byggda 1940 eller tidigare använder i genomsnitt 140 kWh/m<sup>2</sup> år. Småhus byggda 2001 eller senare använder cirka 96 kWh/m<sup>2</sup> år, medan hus byggda 1981-1990 genomsnittligen använder cirka 100 kWh/m<sup>2</sup> år.

### Hushållsel

Figur 3 visar hushållsel i småhus som inte värms med el. I hushållsel kan ingå el som egentligen inte borde definieras som hushållsel utan snarare som elvärme eller driftel. Sådant som el till golvvärme, ventilation och drift av cirkulationspumpar. Statistikfelet kan ha blivit större med tiden eftersom golvvärme, cirkulationspumpar, styrd ventilation med mera på senare år har blivit allt vanligare. Tar man hänsyn till det blir energivinsterna för uppvärmning ännu mindre.

Energimyndigheten säger i sitt projekt "Förbättrad energistatistik i bebyggelsen" att hushåll i småhus stadigt ökar sin elanvändning, från 3 800 kWh/år 1970 till drygt 6 000 kWh/år för perioden 1994 till 2011. Det är en ökning med 58 %. Myndigheten påpekar att det dock kan vara så att cirka 2 000 kWh/år av dessa drygt 6 000 kWh/år egentligen borde definieras om till elvärme eller driftel. Det sänker också de påstådda energibesparingarna.

### Elvärmda småhus

Statistik från Energimyndigheten och SCB visar på att hus byggda efter oljekrisen 1973 har en något minskad energianvändning jämfört med äldre. Enligt tabellerna 2 och 3 ligger den genomsnittliga totala energianvändningen, summan för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel, för elvärmda småhus byggda före 1970 inom intervallet 140 till 160 kWh/m<sup>2</sup> år. Husen är genomsnittligt lika stora, cirka 130 -140 m<sup>2</sup>.

Den totala energianvändningen inklusive hushållsel för hus byggda på 1960-talet uppgår till 18 400 kWh/år och för hus byggda på 2000-talet till 16 800 kWh/år- Det blir 132 respektive 116 kWh/m<sup>2</sup> år. Minskningen är således 10 - 25 %.

Offentlig statistik från Energimyndigheten och SCB visar även att småhus byggda mellan 1970 och 2000, trots skärpta byggregler m m, har en genomsnittlig total energianvändning inom intervallet 120-130 kWh/m<sup>2</sup> år. För småhus byggda under 2000-talet är siffran cirka 120 kWh/m<sup>2</sup> år. Väl att märka fanns redan i slutet på 1980-talet goda lösningar som skulle innebära en total energianvändning på 90 - 100 kWh/m<sup>2</sup> år, Harrysson (1994). Det är ett misslyckande att dessa erfarenheter inte fått det genomslag i byggandet, som skulle gynna både husägarna och samhället.

### **Fjärrvärmda småhus använder 25 % mer energi**

Resultaten för fjärrvärmda småhus är likartade. Energibesparingen är liten jämfört med vad man väntat sig. Tabell 4 visar genomsnittlig fjärrvärmeanvändning per m<sup>2</sup> uppvärmd area inklusive biarea. Från 1971 och framåt har de studerade fjärrvärmda småhusen ytan 120-136 m<sup>2</sup>. Läger man till hushållsel på 6 000 kWh/år blir summan för energianvändningen cirka 25 - 35 % högre i fjärrvärmda än i elvärmda hus. De fjärrvärmda husen är mindre från 1981 och framåt, cirka 120 - 130 m<sup>2</sup> jämfört med de elvärmda 130 - 145 m<sup>2</sup>. Därtill ska läggas att de fjärrvärmda husen har lägre myndighetskrav och delvis värms med förnybar energi.

Energistatistiken visar tydligt att de fjärrvärmda husen genomsnittligen har cirka 35 % högre total energianvändning, inklusive hushållsel 6 000 kWh/år, än de elvärmda.

### **Sammanfattande slutsatser**

Energimyndighetens statistik visar tydligt på energisparandet i praktiken. Resultaten är nedslående. Väntade besparingar har bara delvis eller inte alls uppstått. Jämförelser mellan hus byggda under olika perioder är dock ofta problematiska. Tolkning av resultaten måste därför ske med beaktande av ett antal osäkerheter till exempel:

- Vissa hus har blivit ombyggda och förbättrade.
- Äldre hus har oftare lägre ventilation än nyare.
- Äldre hus har troligen färre boende än nyare.
- Äldre personer har troligen ett sparsammare boendebeteende än yngre.

Beaktas ska att energianvändningen för byggnadsuppvärmning och varmvatten i småhus till stor del beror på boendevanor, hur väl huset är byggt samt husets energiprestanda. Det vill säga den tekniska lösningen i form av isolering, täthet, fönster, ventilation, eventuell återvinning m m.

Husens energiprestanda påverkas delvis också av när husen är byggda. Olika byggregler, skillnader i materialval och byggnadstekniska lösningar under olika epoker kan förklara vissa skillnader i energianvändningen mellan husen.

### **En grad högre temperatur ger 5 procent högre energianvändning**

Orsaker till att väntad energibesparing helt eller delvis uteblivit kan också vara högre innetemperatur. Så lite som en grad högre temperatur ökar energianvändningen med 5 procent.

Mycket spring ut och in genom dörrarna – speciellt då i barnfamiljer – ventilerar raskt ut värmen och slår på värmesystemet för fullt. Det kostar pengar! Det räcker alltså inte med bra isolering i tak, väggar, fönster, dörrar och golv. Speciellt inte eftersom dagens småhus ofta har öppna planlösningar. Vilket i hög grad skulle motivera en luftsluss, en slags ytterfarstu på kanske 5-6 kvadratmeter. Där man öppnar dörren, går in, stänger för att sedan öppna dörren in i bostaden. Alla förstår vilka stora energivinster och komfortförbättringar det blir jämfört med att tömma hela huset på värme!

### **Luftvärme, golvvärme och stora fönster ökar energikostnaderna**

Fyra energislösande tekniska lösningar som ökar i småhus är luftvärme, golvvärme, stora glasytor och fjärrvärme. Detta ger väsentligt högre energikostnader. Ofta innebär det också sämre innemiljö. Den länge framhållna luftvärmen med återluft förbjöds 1994. Men förbudet luckrades senare upp till att tilluften efter rening ska ha samma kvalitet som uteluften. Det är dock en utopi, som endast ventilationssystemen klarar när de är nya. Det är ett välkänt problem att luftkanaler samlar damm, smuts, sporer och andra föroreningar. De är också svåra för att inte säga omöjliga, i vart fall dyrbara, att rengöra.

### **Värmepumpar bra men räcker inte**

I nyare hus är det numera vanligt med värmepumpar. Tar man hänsyn till det blir resultaten av ansträngningarna för att minska energianvändningen ännu mer nedslående. Trots att värmepumpar nu kan leverera upp till 4-5 gånger den elmängd som driver dem uteblir en stor del av de totala energibesparingarna för hus och installationer som helhet. Något som bland annat måste förklaras med bristfälliga produktionsmetoder, olämpliga systemlösningar, material och konstruktioner.

### **Bara 10-25 procent**

Den genomsnittliga totala energianvändningen, summan för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel, i elvärmda småhus byggda efter oljekrisen 1973 har faktiskt endast minskat med mellan 10 och 25 %, dvs. från 140 - 160 kWh/m<sup>2</sup> till 120 - 130 kWh/m<sup>2</sup> per år. Det är oerhört lite med tanke på de resurser som satsats på att minska mycket mera.

Resultaten är likartade för fjärrvärmda småhus. Energibesparingen är även där betydligt mindre än man väntat sig. Till detta ska läggas att fjärrvärmda jämfört med elvärmda hus genomsnittligt har cirka 35 % högre total energianvändning, inklusive hushållsel på 6 000 kWh/år.

### **Dyra oprövade satsningar**

Totalt sett, inklusive hushållsel, är energianvändningen i stort sett oförändrad eller kan till och med vara högre i nyare småhus än i äldre. Det ett dåligt resultat av 40 års energisatsningar. Som verkar ha varit nästan förgäves. Det är ett kraftigt underbetyg för byggbranschen, energiexperterna, politikerna och myndigheterna. De har helt enkelt inte tillräckligt effektivt samverkat och tagit vara på erfarenheter och kända fakta. I alltför hög grad har man i stället släppt fram storstilade men oprövade och inte alls eller dåligt utvärderade byggnads- och energilösningar. Förlorare är de ekonomiskt plågade småhusägarna och samhället som satsat så mycket pengar, men fått så lite ut av det hela.

Hur ska man denna negativa utveckling brytas? Jo genom starkare samhällsstöd och styrning mot goda lösningar. Det kan göras genom att främja enkla, beprövade, lättskötta och väldokumenterade tekniska lösningar. Här måste man också se till att i ökande grad stå fria från påverkan av lobbyister, marknadsförare, konstruktörer och utförare av nya oprövade lösningar. Forskning inom byggområdet måste i högre grad se till att inte hamna i beroendeförhållanden till dessa marknadskrafter. Det har inte alltid varit fallet. Först då kan vi i verklig mening hushålla och spara energi och samtidigt behålla komforten. Och sänka i stället för att öka kostnaderna. Det vinner såväl människorna som miljön och samhället på.

### **Lägre energianvändning i serieproducerade än i många experimenthus!**

Media översvämmas av och till av positivt vinklade men illa underbyggda reportage om boutställningar, provhus och experimentbyggen. Vilket inte är underligt i det rådande medielandskapet där man inte har tid och resurser och intresse att sätta sig in i komplicerade byggfrågor. Viktiga frågor blir helt enkelt inte ställda. Det gynnar starkt lycköskare med dåliga tekniska lösningar.

Mest häpnadsväckande är oftast det som berättas om energianvändning och innemiljö. I många av dessa projekt kan man med fog tala om att "uppfinna hjulet" på nytt. Där man via media luras att tro att bostadssektorn har lyckats med betydande energibesparingar. Överdrifter och förhoppningar blir presenterade som sanningar. Och godtas alltför ofta. Verkligheten säger ofta något helt annat. Den visar högre energianvändning, sämre innemiljö och kraftigt ökade produktionskostnader i experimenthus än i serieproducerade hus med beprövade och lättskötta tekniska lösningar. Självklart, eftersom man i serieproduktionen övat upp sig i att bygga hållbart och energisnålt.

Misslyckade men som framtidens energisnåla hus uppskrivna projekt är områden som Bo92, Bo01, Gåshaga brygga, Understenshöjden samt flera passivhusområden, som i Glumslöv, se Ahnland (1996), Bengtsson 2000, Cajdert (2000), och Harrysson (2006). Dessa områden har kostat stora pengar att bygga om för att bli beboeliga. Tvärtemot vad som utlovades var de fyllda av inomhusmiljöproblem. Där har också uppmätts väsentligt högre total energianvändning än samma år serieproducerade hus. Idéer och förhoppningar istället för fakta och beprövad erfarenhet har där skapat kostnader och problem. Resultaten visar att det krävs betydligt bättre kontroll av hur verklighetens byggande ser ut. Och varför.

Uppföljning av energianvändningen i bebodda hus visar att det finns serieproducerade hus med lägre energianvändning än hus i boställningar, provhus och experimentbyggnader. Tyvärr är dock intresset litet för att följa upp egenskaperna hos såväl "experimenthus" som serieproducerade hus med vanliga lösningar. Det borde vara tvärtom. Då skulle man få fram intressanta kunskaper som skulle bidra till att eliminera framtida misstag.

### **Helhetsgrepp på byggandet saknas ofta**

Att energibesparingar helt eller delvis uteblivit kan bland annat också förklaras med att intressenterna i olika projekt känner till problemen men att var och en genomför sin del utan att diskutera helheten med de övriga. Så ska inte hus byggas. Man måste se till helheten och väga samman olika dellösningar för att uppnå avsedda resultat. Det vill säga minskad energianvändning och bättre inomhusmiljö till oförändrade eller lägre produktionskostnader.

### **Lär av historien!**

Vilken nytta har då alla dessa projekt och forskning inom energiområdet åstadkommit? Och vilka lärdomar har vi fått för framtiden? Erfarenheter från undersökningar ute i verkligheten, Harrysson (1994, 2006, 2013), pekar på problem som:

- Att luftvärme med från- och tilluftsventilation kräver mycket underhåll och sprider föroreningar samt har hög energianvändning. Till det ökade risker för skador i klimatskärmen (väggar, tak och golv) på grund av fuktkonvektion dvs att fukt på grund av övertyck inne tränger in i tak och väggar.
- Att många av dessa hus därför har tvingats byggas om till frånluftsventilation och elradiatorer. Resultatet av det har blivit bättre inomhusmiljö och lägre energianvändning! Luftvärmens gav helt enkelt inte alls den komfort som utlovats.
- Att golvvärme ger högre produktionskostnad, är energislösande och värmetrög med de lösningar som brukar användas. Värmetrögheten innebär här att det tar lång tid, timmar, innan värmen i värmeslingorna först värmer golvbjälklaget, för att sedan ta sig upp genom golvet och värma rummet. I väntan på det är det för kallt inne.
- Att extremt tjock isolering har högre livscykelkostnad. Merkostnaden för den tjockare isoleringen betalar sig inte ens efter många år. Extrem isolering innebär också ökade risker för fukt- och mögelskador i klimatskärmens väggar och tak. Ju mer isolering desto mindre värme läcker ut genom klimatskärmen (golv, väggar och tak) som blir kallare och fuktigare. Med större risker för fukt- och mögelskador.
- Stora glasytor medför ökat energi- och effektbehov samt fler komfortstörningar.
- Passivhus ( också benämnda "Hus utan värmesystem/Kroppsvärmehus/Självärmda hus"). Har ofta hög energianvändning och låg termisk komfort. Vilket innebär besvärande stora temperaturskillnader och luftrörelser. Generellt måste värmeenergi för byggnadsuppvärmning tillföras vid lägre utetemperatur än några plusgrader för att upprätthålla normala innetemperaturer. Detta på grund av att värmeförlusterna då är större än värmetillskotten. Komplettering med elradiatorer för att uppnå tillräcklig termisk komfort är - ja i de flesta områden - ofta nödvändigt.

- Fjärrvärme i villaområden. Stora kulvert- och reglerförluster på ordinära villatomter kring 1000 m<sup>2</sup> motsvarar 25-40% från fjärrvärmeverket till slutanvändaren, Persson (2005) och Harrysson (2006).

### **Rätt teknisk lösning kan spara 30 % energi**

Erfarenheter från praktiska undersökningar visar att det med beprövad och lättskött teknik är fullt möjligt att kraftigt minska energianvändningen i såväl befintliga som nya bostäder. Starkare samhällsstöd och styrning krävs dock för att främja goda lösningar.

Småhus byggs på många olika sätt. Vissa sätt är tydligt bättre än andra. Energianvändningen visar stora variationer både mellan olika hus och mellan likadana hus, Harrysson (1988). Mest beror detta i tur och ordning på: boendevanor, utförande (hur noggrant och med rätt produktionsmetoder det är byggt) och valet av teknisk lösning.

Av boendevanorna betyder innetemperatur, vattenanvändningen och utomhusel för belysning och motorvärmare mest för energianvändningen. Därtill ska läggas "dåliga" sidobyggnader. Sådant kan göra att det skiljer 10 000 kWh/år mellan låg- och högförbrukare i nominellt likadana hus. Noggrant gjord isolering, tätningar samt injustering av värme- och ventilationssystemen kan betyda 5 000 kWh lägre energianvändning per år.

Halverad energianvändning är ofta möjlig både i nya och äldre bostäder. Enbart genom att välja en bra teknisk lösning kan den totala energianvändningen minskas med 30 %. Då med bibehållen eller förbättrad innemiljö och oförändrad produktionskostnad. För att lyckas är det viktigt att rangordna och klassificera olika lösningar. Men också att kvantifiera vad det betyder för bland annat energianvändningen och innemiljön.

### **En god teknisk lösning**

En god lösning för småhus karakteriseras, figur 4, utöver produktionsvänliga konstruktioner, av noggrant utförd isolering och tätning samt injustering av värme- och ventilationssystem. Plus kvalificerad fastighetsförvaltning. Men också av måttlig isolering (300 mm isolering typ mineralull i väggar, 500 mm i tak och 300 mm i golv). Liksom av begränsade fönsterytor med U-värden runt 1,0 W/m<sup>2</sup> (inte de populära stora skyltfönstren), frånluftsventilation, vattenburen värme i radiatorer samt frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten.

Radiatorer (element) med termostater håller en betydligt jämnare innetemperatur än golvvärme och luftvärme. Radiatorer medger också snabbare rumsreglering av uppvärmningen. Det är energibesparande. Med denna lösning hamnar man på en nivå för total energianvändning (summa för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel) på cirka 80 kWh/m<sup>2</sup> år. Det är i nivå med de bästa byggda och dokumenterade passivhusen. Som dock har betydande problem med uppvärmningen och komforten. En vintersemester och nedsläckt tomt hus tillför ingen värme, samtidigt som ändå värme läcker ur huset. Passivhusen är också betydligt dyrare att producera. Det höjer boendekostnaderna. Luftvärme, inklusive frånlufts-/tilluftsventilation styrs centralt, varför man inte kan få rumsvis behovsstyrning av luft- och värmeförseln. Detta innebär dessutom ett sämre utnyttjande av gratisvärmes från sol, personer, hushållsel m m.

### **Framgångsfaktorer för bättre byggande**

I framtiden måste man generellt dra mer lärdom av gjorda erfarenheter än hittills. Kunskapen finns men måste tas till vara och samordnas. Radikalt minskad energianvändning fordrar helhetsgrepp och systemtänkande som bygger på kunskap och erfarenheter. Nya erfarenheter

måste då också systematiskt tas till vara i det nya byggandet. Det kräver kunskaper inom arkitektur, bygg- och energiteknik, värme, ventilation, styr- och reglersystem, distributions- och kulvertförluster. Men också om produktionsprocessen, förvaltning och boendevanor.

Ett måste är att byggnaden ska ses som ett system, med byggteknik och installationer i samverkan. För projektören, byggaren, förvaltaren och de boende är beprövade, lättskötta och enkla tekniska lösningar att föredra. Nya material, konstruktioner och installationer måste testas innan de införs i serieproduktion. Sätten att bygga är många. Olika lösningar måste därför rangordnas och följas upp i bebodda hus innan de förs in i serieproduktionen.

Utgångspunkt i allt byggande bör vara goda dokumenterade lösningar som fungerar i serieproducerade hus. Dessa ska sedan förbättras med det rimliga målet att halvera dagens genomsnittliga energianvändning. Det är bättre att vidareutveckla goda lösningar än att uppfinna helt nya, med alla risker detta kan medföra. Exempelen från boutställningar, provhus och experimentbyggnader visar de allvarliga problem som kan uppstå. Bristen på granskning och uppföljning av provhus- och demonstrationsbyggande har lett till det självklara att serieproducerade hus oftast är bättre samt dessutom har lägre energianvändning och bättre innemiljö. Vi har kunskaper om hur man åstadkommer bättre byggande, men de används inte i tillräcklig utsträckning.

### Referenser

Ahnland, R (1996). Luftvärme. Är argumenten för luftvärme ett önsketänkande? Praktiken visar på både ohälsa, dåligt inneklimat och höga driftskostnader. Eget förlag, Västerås.

Bengtsson, U (2000). Ekoby blev energislösare. Byggindustrin 16/2000, Stockholm.

Blomsterberg, Å & Stadler, C-G (1985). Välisolerade småhus med luftburen värme. Utvärdering av två småhus i Skultorp.SP, Rapport 1985:42, Borås.

Boström, T m fl (2003). Tvärvetenskaplig analys av lågenergihusen i Lindås Park, Göteborg. Linköpings universitet, Program Energisystem, Arbetsnotat Nr 25, Februari 2003, Linköping. ISSN 1403-8307.

Boverket (2008). Regelsamling för byggande, BBR. Boverket, Publikationsservice, Karlskrona.

Cajdert, A (1999). "Bo92 - ett slag i luften"? Bok om luftvärme får debattör att minnas bostadsmässan i Örebro. VVS-Forum, nr 2 - 1999. Stockholm (Uppsatsen är även publicerad i boken "Byggande med kunskap och moral").

Cajdert, A red (2000). Byggande med kunskap och moral. En debattskrift om sjuka hus, miljögifter och forskningsetik. Örebro universitet, nr 1, Örebro. ISBN 91-7668-246-3.

Ekström, L (2014). Personlig kommunikation, Göteborg.

Energimyndigheten (2012). Energistatistik för småhus 2011. Statens energimyndighet, ES 2012:04, Eskilstuna.

Gervind, P (2012). Resultat från mätningar i lågenergihuset Hamnhuset under ett år. Samhällsbyggaren, nr 2, 2012, Stockholm.



Gundersen, P (1992). Miljövennlige rimelige lavenergiboliger. NBI, Prosjektrapport 105-1992, Oslo.

Gundersen, P (2001). Nyanser i gulvvarmedebatten. Bygg&teknik 2/01, Stockholm.

Harrysson, C (1988). Småhusets energiomsättning. Analys med särskild hänsyn till ingående delposters variationer. CTH, Avd för byggnadskonstruktion, Doktorsavhandling, Publ 88:2, Göteborg.

Harrysson, C (1994). Innemiljö och energianvändning i småhus med elvärme. Enkätundersökning och mätningar i 330 gruppbyggda småhus med olika systemlösningar. Boverket, Publikationsservice, Rapport 1994:8, Karlskrona. ISBN 1104-5671.

Harrysson, C (1997). Golvvärme eller radiatorsystem i småhus? Registrering av el-, gas- och vattenanvändning. Värdering genom praktiska mätningar enligt förlustfaktormetoden. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg.

Harrysson, C (2006). Husdoktor går rondan. En bok om sjuka hus och drabbade människor. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg. ISBN-10 91-631-9272-1, ISBN-13 978-91-631-9272-2

Harrysson, C (2009). Variationer i energianvändning och innemiljö kvalitet. Erfarenheter och rekommendationer. Örebro universitet, Studies from School of Science and Technology, Nr 5, June 2009, Örebro. Rapporten kan laddas ner som pdf-fil på [www.oru.se/nt](http://www.oru.se/nt).

Harrysson, C (2010). Erfarenheter och rekommendationer: Variationer i energianvändning och innemiljö kvalitet hos flerbostadshus med olika tekniska lösningar. Bygg & teknik 2/10, Stockholm.

Harrysson, C (2013). Myter och sanningar. Lärdomar från några "energiprojekt" under 40 år. Bygg & teknik 5/13, Stockholm.

Harrysson, C (2014). Varför så svårt att spara energi i småhus? Beprövad och lättskött teknik ger lägst energianvändning. Bygg & teknik 2/14, Stockholm.

Klittervall, T (2014). Personlig kommunikation, Södra Sandby.

Olesen, B & Zöllner, G (1987). Experimentelle Untersuchung zum Energieverbrauch unterschiedlicher Heizsysteme bei untereinander vergleichbarer thermischer Behaglichkeit. 9th Internationaler Velta Kongress. Velta, Nordestedt, Deutschland.

Olesen, B (1994). Comparative Experimental Study of Performance of Radiant Floor-Heating Systems and a Wall Panel Heating under Dynamic Conditions. ASHRAE Transactions Symposia 1994, Vol 100, Part 1, No 94-13-2.

Persson, T (2000). Lågtemperatursystem - en kunskapsöversikt. Högskolan i Dalarna, Centrum för solenergiforskning, EKOS, Borlänge. ISSN 1401-7555, ISRN DU-SERC--67--SE.

Persson, T (2005). District Heating for Residential Areas with Single Family Housing - with Special Emphasis on Domestic Hot Water Comfort. Lund Institute of Technology, Division of Energy Economics and Planning, Department of Heat and Power Engineering, Doctoral Thesis, Lund. ISBN 91-628-6504-8.

Rockwool (1986). Hur långt kan uppvärmningsbehovet isoleras bort? Redovisning av erfarenheter från två väl isolerade experimenthus med luftburen värme. Rockwool AB, Byggprodukter, Skövde.

Ruud, S & Lundin, L (2004). Bostadshus utan traditionellt uppvärmningssystem - resultat från två års mätningar. SP, RAPPORT 2004:31, Borås. ISBN 91-85303-07-0, ISSN 0284-5172.

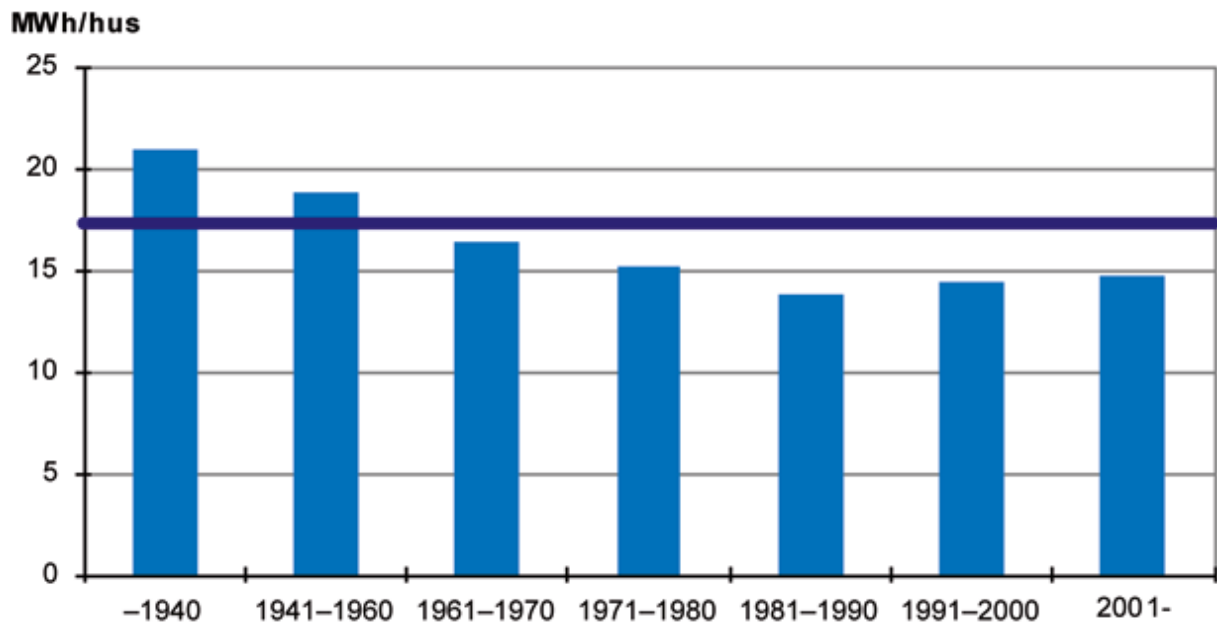
SCB (2012). Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2012. Statistiska Centralbyrån, Örebro. ISBN 978-91-618-1560-9.

Sörensen, S E (1981). Energibesparing ved etterisolering av småhus. NBI, særtrykk 267, Oslo.

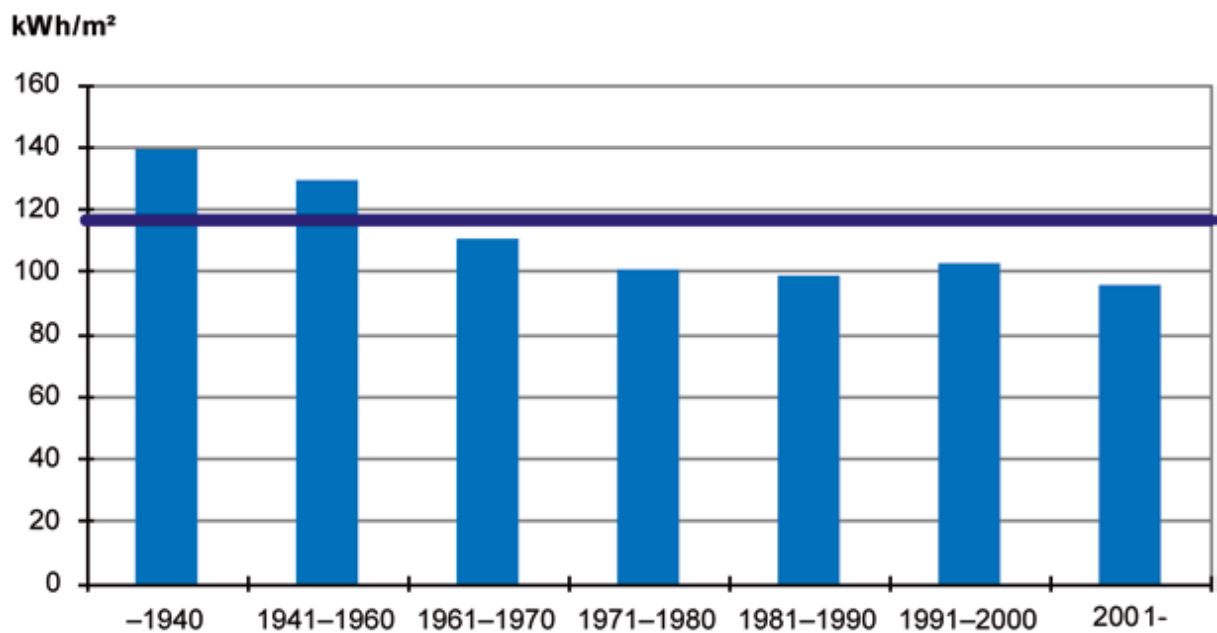
Hemsidor: [byggochenergiteknik.se](http://byggochenergiteknik.se)

Tabell 1. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2011, fördelad efter byggår, MWh/hus respektive kWh/m<sup>2</sup>. Källa: Energimyndigheten (2012).

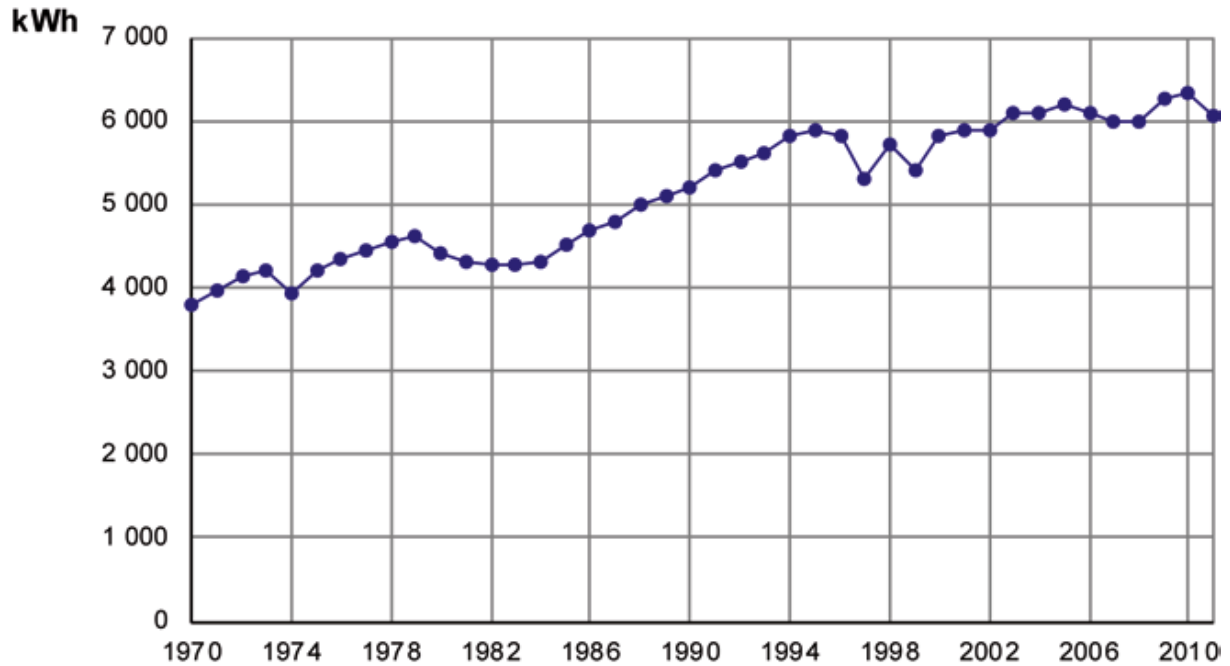
	MWh/hus	kWh/m <sup>2</sup>
<b>SAMTLIGA</b>	17,3 ± 0,4	116,9 ± 2,8
Byggår –1940 <sup>2</sup>	20,8 ± 0,9	139,0 ± 6,6
1941–1960	18,7 ± 1,4	128,9 ± 8,2
1961–1970	16,4 ± 1,0	110,2 ± 6,8
1971–1980	15,1 ± 0,7	100,5 ± 4,9
1981–1990	13,7 ± 0,7	99,1 ± 4,6
1991–2000	14,4 ± 1,3	102,4 ± 7,6
2001–	14,7 ± 1,4	95,6 ± 8,9



Figur 1. Genomsnittlig energianvändning per småhus (för uppvärmning och varmvatten, exkl. hushållsel) under år 2011, fördelad efter husets byggår, MWh/hus. Källa: Energimyndigheten (2012).



Figur 2. Genomsnittlig energianvändning per kvadratmeter (för uppvärmning och varmvatten, exkl. hushållsel) i småhus under år 2011, fördelad efter byggår, kWh/m<sup>2</sup>. Källa: Energimyndigheten (2012).



Figur 3. Användning av hushållsel i småhus, år 1970 – 2011, kWh. Källa: Energimyndigheten (2012).

Tabell 2. Genomsnittlig användning av olja respektive el per m<sup>2</sup> sammanlagd uppvärmd yta. Småhus uppvärmda med enbart olja respektive enbart el. Källa: SCB (2012).

	Alla småhus	Byggår										Okänt
		-1940	1941-1960	1961-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-2000	2001-		
<b>Småhus<sup>1</sup></b>												
<b>Enbart oljeuppvärmning (l/m<sup>2</sup>)</b>												
1995	21	23	22	19	15	18	-	-	-	-	-	
1996	20	23	22	18	16	15	-	-	-	-	-	
1997	18	19	20	18	15	15	-	-	-	-	-	
1998	22	24	23	21	19	16	-	-	-	-	-	
1999	21	23	23	20	18	17	-	-	-	-	-	
2000	20	21	22	22	18	17	17	-	-	-	-	
2001	20	22	21	20	17	-	-	-	19	-	-	
2002	20	21	22	18	17	22	-	-	15	-	-	
2003	19	21	20	17	15	16	-	-	14	22	-	
2004	20	21	22	18	20	16	-	-	25	-	-	
2005	19	19	21	18	17	17	-	-	-	-	-	
2006	20	20	22	19	14	-	-	-	-	-	-	
2007	20	21	21	17	19	-	-	-	-	-	-	
2008	19	20	21	18	15	-	-	-	-	-	-	
2009	19	21	17	12	-	-	-	-	-	-	-	
2010	20	21	21	18	17	23	-	-	-	-	-	
<b>Enbart eluppvärmning (kWh/m<sup>2</sup>)<sup>1</sup></b>												
1995	144	165	173	151	134	133	141	123	-	-	-	
1996	159	185	177	160	151	147	155	140	-	-	-	
1997	160	196	186	170	147	148	147	137	-	-	-	
1998	158	187	202	169	153	140	148	133	125	-	-	
1999	156	185	194	161	142	141	154	133	133	-	-	
2000	154	178	183	164	144	141	148	134	123	-	-	
2001	156	187	180	164	142	-	142	-	144	-	-	
2002	157	183	190	164	147	-	143	-	130	-	-	
2003 direktverkande vattenburen	147	175	179	151	140	-	139	-	147	178	-	
2004	160	190	184	165	146	-	144	-	128	186	-	
	154	184	194	154	143	-	140	-	135	-	-	
2005	150	178	185	149	139	-	142	-	135	120	-	
2006	139	173	160	137	130	-	133	-	134	116	-	
2007	132	155	159	141	121	-	128	-	121	102	-	
2008	130	153	157	136	122	-	122	-	115	104	-	
2009 <sup>2</sup>	140	184	176	138	130	-	128	-	134	107	-	
2010	140	168	165	144	131	-	134	-	129	121	-	

Sveriges officiella statistik

1) Exkl. småhus på lantbruksfastighet t.o.m. 2004. Inkl. småhus på lantbruksfastighet fr.o.m. 2005.

2) Fr.o.m. 2009 inkl. hushållsel.

Anmärkning: Ny byggårsindelning från 2001.

Källa: SCB t.o.m. 2008, fr.o.m. 2009 Energimyndigheten, energistatistik för småhus (urvalsundersökning).

Tabell 3. Genomsnittlig elanvändning (inkl hushållsel) per m<sup>2</sup> uppvärmd area (inkl biarea) för småhus år 2011, uppvärmda med enbart el, fördelad efter byggår, MWh/hus och kWh/m<sup>2</sup>.  
Källa: Energimyndigheten (2012).

	MWh/hus	kWh/m <sup>2</sup>
<b>SAMTLIGA</b>	17,4 ± 0,5	128 ± 4
Byggår -1940 <sup>1</sup>	18,8 ± 1,6	149 ± 15
1941-1960	17,8 ± 2,0	138 ± 14
1961-1970	18,4 ± 1,6	132 ± 11
1971-1980	17,4 ± 0,9	120 ± 6
1981-1990	15,9 ± 0,8	121 ± 5
1991-2000	16,0 ± 1,2	125 ± 8
2001-	16,8 ± 1,5	116 ± 10

Anm. Den redovisade skattningen ± tillhörande felmarginal utgör ett 95% konfidensintervall under antagandet att undersökningsvariabeln är normalfördelad.  
<sup>1</sup> Värdet i den första kolumnen på denna rad, 18,8±1,6, skall tolkas som att med 95 procents sannolikhet så användes år 2011 i genomsnitt mellan motsvarande 17,2 och 20,4 MWh el per småhus, byggt år 1940 eller tidigare, som endast **kan värmas** med elvärme (direktverkande eller vattenburen).

Tabell 4. Genomsnittlig fjärrvärmeanvändning per m<sup>2</sup> uppvärmd area (inkl biarea) för småhus år 2011, uppvärmda med enbart fjärrvärme, fördelad efter byggår, MWh/hus och kWh/m<sup>2</sup>.  
Källa: Energimyndigheten (2012).

	MWh/hus	kWh/m <sup>2</sup>
<b>SAMTLIGA</b>	18,5 ± 1,3	131 ± 7
Byggår -1940 <sup>1</sup>	24,5 ± 3,0	140 ± 19
1941-1960	23,3 ± 5,7	151 ± 20
1961-1970	19,7 ± 1,9	131 ± 13
1971-1980	16,0 ± 1,2	129 ± 11
1981-1990	14,5 ± 1,8	118 ± 12
1991-2000	14,8 ± 5,4	109 ± 14
2001-	13,1 ± 1,8	100 ± 15



Figur 4 Småhus med en god teknisk lösning. Foto: Christer Harrysson.