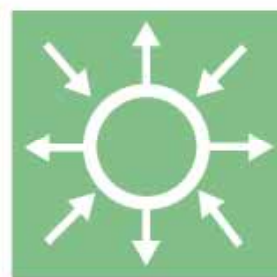
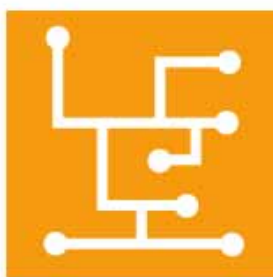




Uppvärmning av bostäder och lokaler

Elvärme och värmepumpar i byggnader

Elforsk rapport 07:23



Gunnar Larsson

Mars 2007

ELFORSK

Uppvärmning av bostäder och lokaler år 2003

Elvärme och värmepumpar i byggnader

Elforsk rapport 2007:23

Förord

Både EU och medlemsstaterna ställer krav på minskade utsläpp av miljö- och hälsopåverkande ämnen och inte minst av växthusgaser. Detta manifesteras i direktiv, mål och styrmedel. Exempelvis skall CO₂-utsläppen begränsas genom åtgärder på både användnings- och tillförselsidan. Sverige har satt upp mål för en förbättrad miljö som omfattar ett stort antal punkter som berör luft, vatten, marker och artrikhet förutom minskade utsläpp av växthusgaser.

Elvärme och värmepumpar har varit föremål för diskussion i den energipolitiska debatten. Många kritiska eller ifrågasättande synpunkter/åsikter –kanske inte alltid välunderbyggda - har framförts om elvärme och värmepumpar. Elforsk har därför initierat denna studie i syfte att ta fram ett väl genomarbetat och väl förankrat material där utgångspunkten har varit att utnyttja vetenskapligt förankrade metoder och analysverktyg. Inriktningen har främst varit att studera vilka miljökonsekvenser olika typer av elvärme har jämfört med andra alternativ. Arbetet har i huvudsak koncentrerats på småhusens uppvärmning eftersom den största användningen av elvärme finns där samtidigt som man diskuterar möjligheterna att ersätta elvärmen med andra alternativ.

Arbetet har skett i två etapper. I den första etappen fokuserades främst på att ta fram ett material som snabbt kunde ge en belysning åt frågeställningarna på basis av huvudsakligen sammanställningar av befintligt underlag. Kundperspektivet, d.v.s. kundernas valsituation och strategier var här en av huvudpunkterna vid sidan av en översiktlig beskrivning av miljöaspekterna. Projektet levererade underlag till skriften "Hur värmer vi svenska småhus idag och i framtiden" som togs fram av en arbetsgrupp med Svensk Energi som utgivare.

I den andra etappen har frågeställningarna gått igenom mer detaljerat och kompletterande studier har genomförts för att bredda kunskapsbasen.

De delstudier som har genomförts har behandlat ämnena:

- Vad har elvärme och värmepumpar betytt för miljö och ekonomi i ett historiskt perspektiv?
- Hur har elvärmen utvecklats i relation till energihushållning och byggnormer?
- Hur värms våra bostäder och lokaler i nuläget?
- Konsekvenser av val mellan energieffektivisering och konvertering.
- Elvärme och värmepumpar i framtiden. Inverkan av teknikutveckling och byggnormer.
- Hälsa och närmiljö vid uppvärmning av småhus.
- Jämförande analyser av emissioner från olika värmesystem och olika typhus i nuläget och framtiden.
- Värmepumparnas inverkan på miljö och energibehov.
- Elvärme och värmepumpars inverkan på eleffektbalansen
- CO₂-utsläpp från olika uppvärmningsalternativ. Ansvar vid olika systemgränser och tidsperspektiv.

Resultaten har redovisats på olika nivåer. Mest kompakt i form av sammanfattande OH-bilder för hela projektet samt en motsvarande kort skriven executive sammanfattning. Underlaget redovisas i 9 delrapporter som även sammanfattats i OH-rapporter. Dessutom har en mindre rapport om elvärmens inverkan på elnätssdistributionen tagits fram.

Projektet har letts av Vattenfall Research and Development. Arbetet har genomförts i samverkan med olika experter. För modellsimuleringar har EME Analys samt Carl Bro (numera en del av Grontmij) anlitas. Material från andra Elforskprojekt har utnyttjats som underlag för simuleringar och strukturering, bl.a. "Elförbrukningens karaktär vid kallt väder", "Marginalel och miljövärdering av el" och EFFem-modellen.

En referensgrupp med representanter från finansiärerna har varit kopplad till projektet. Referensgruppen har bidragit med expertkunskap inom sitt område samt har granskat analyser och slutsatser. Det är dock författarna som slutgiltigt står för rapporternas innehåll. I etapp ett har även Svensk Energi bidragit med underlag.

Projektet har finansierats av: Borlänge Energi AB, Göteborg Energi, Landskrona kommun Tekniska Verken, Oskarshamn Energi AB, Ringsjö Energi AB, Skellefteå Kraft AB, Sydkraft AB, Vattenfall AB och Öresundskraft AB.

Sammanfattning

Denna delrapport i projektet Elvärme och värmepumpar ger en översiktlig beskrivning av uppvärmningen av bostäder och lokaler år 2003 baserat på bearbetning av officiell statistik. Detta har utgjort en del av basmaterialet för etapp 1 i projektet och är i vissa detaljer något omodernt. Speciellt har utnyttjandet av värmepumpar ökat kraftigt de senare åren. Följande tabell ger en översikt den köpta energin för av bostads- och lokaluppvärmning år 2003. Det bör observeras att tillgodogjord energi från värmepumpar, hushållsel och personvärme inte ingår.

Sektor	Yta Milj. m ²	Total energi ¹ TWh	därav el TWh
Småhus (inkl jordbruk och permanenta fritidshus)	271	38,4	15,8 ²
Flerbostadshus	166	28,5	2,1
Lokaler	161	23,2	3,9
Industrifastigheter	88	12,1	1,1
Fritidshus (ej inkl i summorna)	..	3,4	.. ³
Summa	686	102,2	21,8

1/ För uppvärmning och tappvarmvatten summerat på användningsnivå

2/ Exkl. jordbruk 14,7 TWh el resp 33,0 TWh totalt

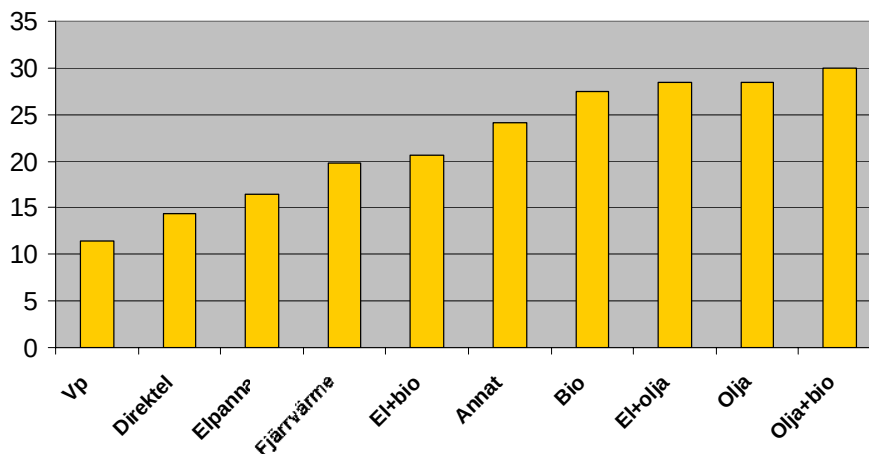
3/ Total elanvändning 2,6 TWh. SCB anger att största delen inte avser uppvärmning.

Elvärmen motsvarar med denna definition ca 21 % av totala uppvärmningen och ca 41 av småhusens uppvärmning.

Eftersom elvärmen främst återfinns inom småhussektorn har analysen främst inriktats på småhusens uppvärmning. Statistiken visar att de elvärmda småhusen i genomsnitt har avsevärt lägre energianvändning för uppvärmning än hus med andra uppvärmningssätt.

Uppvärmningsenergi per småhus exkl hushållsel

MWh/hus



Källa : SCB, EN 16 SM 0403

Skillnaderna beror på många faktorer. Husen med direktel och elpanna är i allmänhet byggda senare och med bättre energiprestanda (bättre isolering, värmeåtervinning). För hus med direktel gällde nog tidigare att dessa byggdes mera energisnåla. Värmepumphusen hämtar in en stor del "fri energi" från

omgivningen varför den egentliga värmeförseln är av storleksordningen 2,5 a 3 ggr el-inköpen. Husen som eldas med olja eller ved får ett högre förbrukningstal pga. förluster vid eldningen som minskar verkningsgraden/den tillgodogjorda energin. Sannolikt är det även skillnader i genomsnittliga husstorlekar samt huslokalisering mellan grupperna som också kan medföra olika förbrukningsnivåer.

Summary

This sub-report within the Elforsk project “Electrical Heating and Heat Pumps” provides a general description of heating of homes and commercial properties in 2003 based on official statistics. The report has comprised part of the basic data for Stage 1 of the project and is somewhat out-of-date in certain respects. In particular, the use of heat pumps has increased dramatically in recent years. The following table shows an overview of purchased energy for heating of homes and commercial properties in 2003. It should be noted that the energy contribution from household appliances, body heat and captured heat with heat pumps is not included.

Sector	Area Million m ²	Total energy ¹ TWh	Of which, electricity TWh
Single-family homes (incl. agriculture and permanent holiday homes)	271	38.4	15.8 ²
Multi-dwelling units	166	28.5	2.1
Commercial properties	161	23.2	3.9
Industrial properties	88	12.1	1.1
Holiday homes (not included in totals)	..	3.4	.. ³
Total	686	102.2	21.8

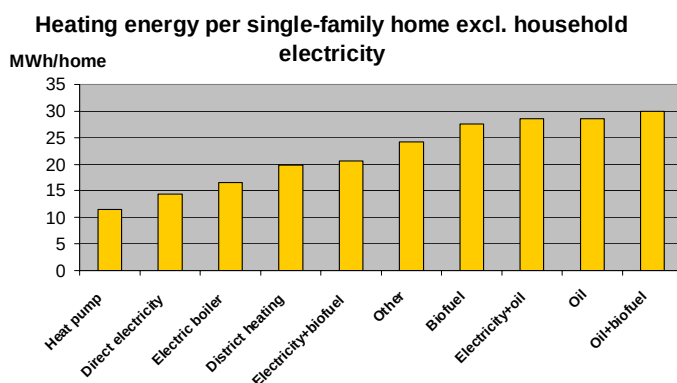
1) For heating and hot water, totalled at the consumption level.

2) Excluding agriculture, 14.7 TWh of electricity and 33.0 TWh of total energy.

3) Total electricity usage of 2.6 TWh. Statistics Sweden states that the bulk of this does not refer to heating.

By this definition, electric heating accounts for around 21% of total heating and around 41% of heating in single-family homes.

Since electric heating is found mainly in the residential sector, the analysis has focused primarily on heating of single-family homes. Statistics show that electrically heated single-family homes have significantly lower average energy consumption for heating than homes with other heating types.



Källa : SCB, EN 16 SM 0403

The differences are due to multiple factors. As a rule, buildings with direct electric heating and electric boilers are of more recent origin and have higher energy performance (better insulation and heat recovery). Earlier, it was probably true that buildings with direct electric heating were built in a more energy-efficient manner. Heat pump buildings gather a large share of “free energy” from the ambient air, for which reason the actual supply of heat is

somewhere between 2.5 and 3 times the volume of purchased electricity. Homes with oil- or wood-fired heating have higher energy consumption at consumer level depending on that their combustion losses are included contrary to district heating and electricity. It is also likely that differences in the average house size and location between the groups can result in different consumption levels.

Innehåll

1	Allmänt	1
1.1	Allmänt om statistiken	1
2	Fördelningen av uppvärmningen på olika energisystem / energislag	3
3	Småhusuppvärmning 2003	7
4	Referenser	13

Bilaga 1:

Hur värmer vi svenska småhus idag och i framtiden; Rapport från en arbetsgrupp inom Svensk Energi i samarbete med Elforsk och Villaägarnas Riksförbund; december 2005

1 Allmänt

I etapp 1 levererades diverse underlag till en arbetsgrupp om "Elens roll" som Svensk Energi drev tillsammans med representanter för Villaägarnas Riksförbund, Elforsk och olika energiföretag. Resultatet från arbetet i denna grupp presenterades i skriften "Hur värmer vi svenska småhus idag och i framtiden?" som återfinns som en bilaga till föreliggande rapport.

Följande är en sammanställning av en del av underlagsmaterialet för "Elens roll". Materialet togs fram under 2005 och har baserats på statistik för basåret 2003 eftersom det var det senaste år för vilket det fanns någorlunda heltäckande statistik. När det gäller energianvändningen har vi valt att inte temperaturkorrigera denna utan har använt oss av energistatistiken som den är. Enligt Energimyndigheten var det ca 4 % varmare än normalt år 2003 vilket betyder att energianvändningen för uppvärmning uppskattas vara ca 1,5 % högre vid normala förhållanden. Detta fel är dock sannolikt mindre än övriga osäkerheter i SCB:s urvalsundersökningar. Tyvärr var inte 2003 speciellt normalt ur elproduktionssynvinkel eftersom det var ett ganska så extremt torrår – vattenkraftproduktionen uppgick bara till ca 81 % av normalårsproduktionen. Speciellt med hänsyn till beräkningarna av CO₂-utsläppen har vi därför valt att justera elproduktionsprofilen så att den motsvarar ett normalt vattenår.

Följande redovisning baseras i hög grad på de bilder som togs fram i samband med etapp 1 som underlag för "Elens roll". SCB:s energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler för år 2003 utgör grunden för sammanställningen av energianvändningen. Denna statistik har dock i vissa fall bearbetats om omstrukturerats något jämfört med SCB:s egen redovisning. På tillförselsidan har vi använt oss av SCB:s el- och fjärrvärmestatistik kompletterat med statistik från de nordiska grannländerna. Av motsvarande skäl som ovan har vi normalårsjusterat den nordiska vattenkraften. Vi har schablonmässigt konsekvensjusterat den nordiska värmekraft som sannolikt utgjort ersättning för den lägre vattenkraftproduktionen. Kalkylerna redovisas i delrapporten "CO₂-utsläpp från uppvärmning av småhus".

1.1 Allmänt om statistiken

Uppgifterna om antalet hus och lägenheter i Sverige skiljer relativt mycket mellan olika statistikgrenar. Enligt SCB:s energistatistik för **flerbostadshus** fanns det 2 404 000 lägenheter i flerbostadshus år 2003. Enligt SCB:s bostadsstatistik var antalet 2 366 000. (Obs att SCB har angett fel summavärde i tabell 1.1.1 i den årliga bostadsstatistiken). Enligt elstatistiken kan antalet abonnemang skattas till ca 2 364 000. Antalet kollektivabonnemang har då omräknats till individuella med hjälp av specifika åtgångstal.

De största differenserna mellan de olika statistikgrenarna finns för **småhusen**. Enligt SCB:s energistatistik för småhus fanns 1 584 000 småhus

för permanentboende exkl. jordbruk och fritidsbostäder. Enligt SCB:s bostadsstatistik fanns det 1 986 000 småhus vilket dock inkluderar ca 190 000 jordbruksfastigheter. Exkluderar man jordbruken får man ca 1 786 000 småhus. Skillnaden är hela 202 000 hus. Enligt SCB:s el-statistik fanns det 1 887 000 el-abonnemang för småhus exkl. jordbruk och fritidshus. Antalet el-abonnemang kan dock tänkas vara större än antalet hus eftersom det kan förekomma att man i vissa fall kan ha dubbla abonnemang (t ex två familjer med separata mätare i ett hus). Man kan ev. också tänka sig en viss överlappning i register över el-abonnemang i samband med husbyten mm.

Skillnaderna beror sannolikt bl.a. på olika definitioner och avgränsningar. Enligt SCB är det möjligt att en del av småhusen i energistatistiken klassats som flerbostadshus. Ovanstående sammanställning tyder på att detta kan utgöra en del av förklaringen eftersom antalet flerbostadshuslägenheter enligt energistatistiken är större än enligt bostads- och elstatistikgrenarna. Skillnaden utgör 40 000 - 60 000 lägenheter men förklarar inte skillnaderna på 200 000 – 300 000 småhus som inte finns med i energistatistiken för småhus. Vissa av dessa kanske finns inom grupperna flerbostadshus resp. fritidsbostäder.

För **lokalsektorn** finns det sämre möjligheter till jämförelser men uppgifterna för denna beror också på avgränsningarna mot småhus och flerbostadshus liksom mot industrilokaler.

Vi har trots osäkerheten i antalsuppgifterna i fortsättningen baserat våra uppgifter på SCB:s energistatistik eftersom detta ger den bästa basen för en mer detaljerad beskrivning av energianvändningen för olika typer av uppvärmningssystem. Enligt ovanstående finns dock en osäkerhet om fördelningen av energianvändningen mellan de olika huvudgrupperna.

Vi har lagt mest tyngd på redovisningen av småhusen eftersom dessa dominerar elvärmen.

2 Fördelningen av uppvärmningen på olika energisystem /energislager

Nedanstående bild visar energianvändningen för uppvärmning av bostäder och lokaler inkl. industrifastigheter enligt SCB:s energistatistik för år 2003 mätt på nivån inköpt energi. Detta innebär att förluster i tidigare led inte är inkluderade. Inte heller tillförd fri energi från omgivningen (t ex via värmepumpar) eller återvunnen energi från ventilationsluft inkluderas. Det bör även noteras att det använda elvärmebegreppet i princip inte omfattar speciella elvärmeapplikationer som elvärmda badrumsgolv, handdukstorkar, motor- och kupévärmare eller infravärme på uteplatsen. Dessa användningsområden ingår enl. SCB:s definition i hushållsel. I praktiken ger även förlustvärmen från elapparater och elbelysning som ingår i hushållselen ett tillskott till uppvärmningen som dock inte ingår i den använda definitionen. (En översiktlig analys som tar hänsyn till tillskottet från uppvärmning finns i delstudien "Nytan av elvärme för Sverige och elkunderna från 1970 till 2004").

Som syns dominerar annan uppvärmningsenergi än el totalt sett. Ca 21 % av den tillförda energin för uppvärmning täcks med elvärme. Elvärmeanvändningen är störst inom småhussektorn där den svarar för ca 41 % med använda definitioner.

Uppvärmda ytor och energianvändning enligt energistatistiken

Sektor	Yta Milj. m ²	Total energi ¹ TWh	därav el TWh
Småhus (inkl jordbruk och permanenta fritidshus)	271	38,4	15,8 ²
Flerbostadshus	166	28,5	2,1
Lokaler	161	23,2	3,9
Industrifastigheter	88	12,1	1,1
Fritidshus (ej inkl i summorna)	..	3,4	.. ³
Summa	686	102,2	21,8

1/ För uppvärmning och tappvarmvatten summerat på användningsnivå

2/ Exkl. jordbruk 14,7 TWh el resp 33,0 TWh totalt

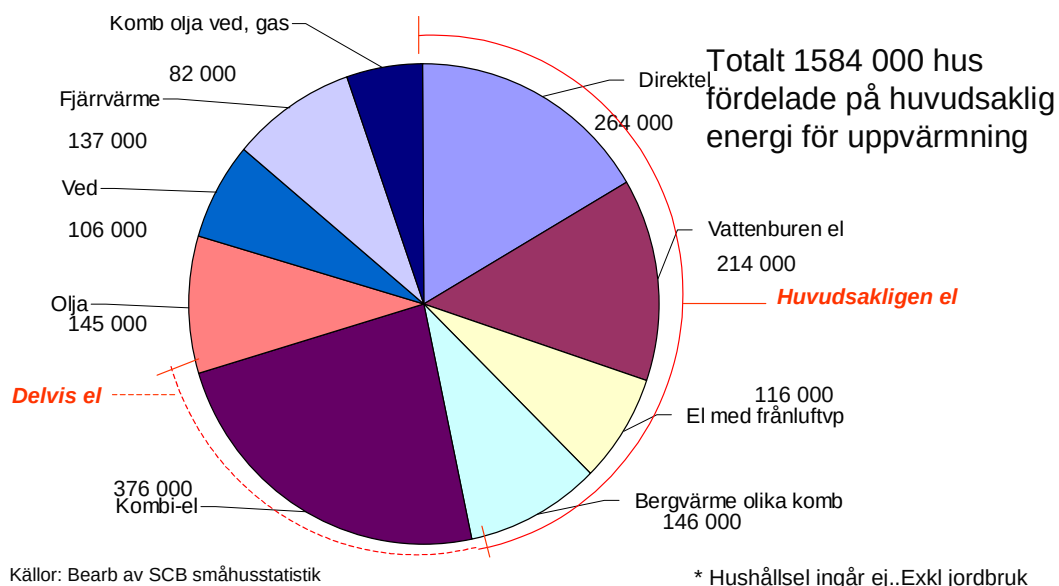
3/ Total elanvändning 2,6 TWh. SCB anger att största delen inte avser uppvärmning.

Nedanstående bild visar vilka uppvärmningssystem som användes inom småhusbeståndet år 2003. Observera att jordbruken inte finns med i denna sammanställning. Skälet till att vi inte har tagit med jordbruken är att dessa normalt inte ingår i energistatistiken för småhus varje år samt att särskiljningen energianvändningen relaterat till jordbruksdriften från hushållsel och elvärme utgör en extra felkälla.

Ca 740 000 småhus utnyttjade enbart el för uppvärmningen medan ca 1 100 000 småhus utnyttjade el helt eller delvis. Ca 145 000 småhus utnyttjade enbart olja.

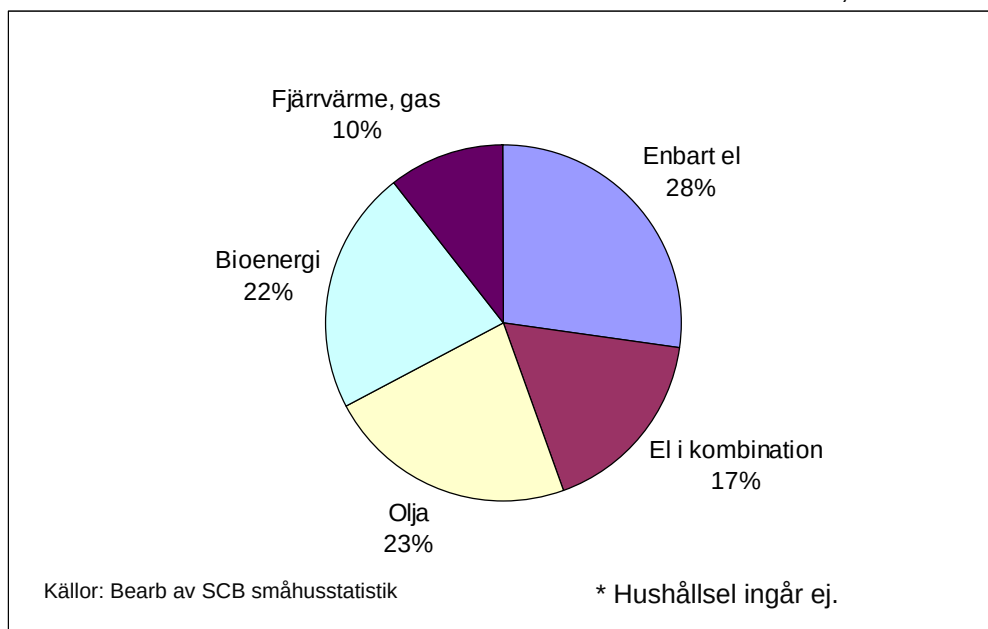
Därpå följande bild visar den av SCB uppskattade mängden inköpt energi för uppvärmning. SCB har räknat bort hushållselen på basis av uppskattningar av hushållselen i småhus utan elvärme. Den genomsnittliga hushållselanvändningen uppgick till 6 100 kWh/år och hushåll. Eftersom inte jordbruken ingår är energiförbrukningen lägre än i den inledande tabellen. Totalt svarar elvärmen för ca 45 % av uppvärmningsbehovet. Eftersom man har verkningsgradsförluster i huset vid olje- och vedeldning tenderar bilden att överskatta bidrag från dessa energislag om man ser till andelen av det energibehov som behövs för att täcka husets värmeförluster via väggar, tak, ventilation och utgående vatten.

Småhus fördelade på använda uppvärmningssystem och energislag år 2003

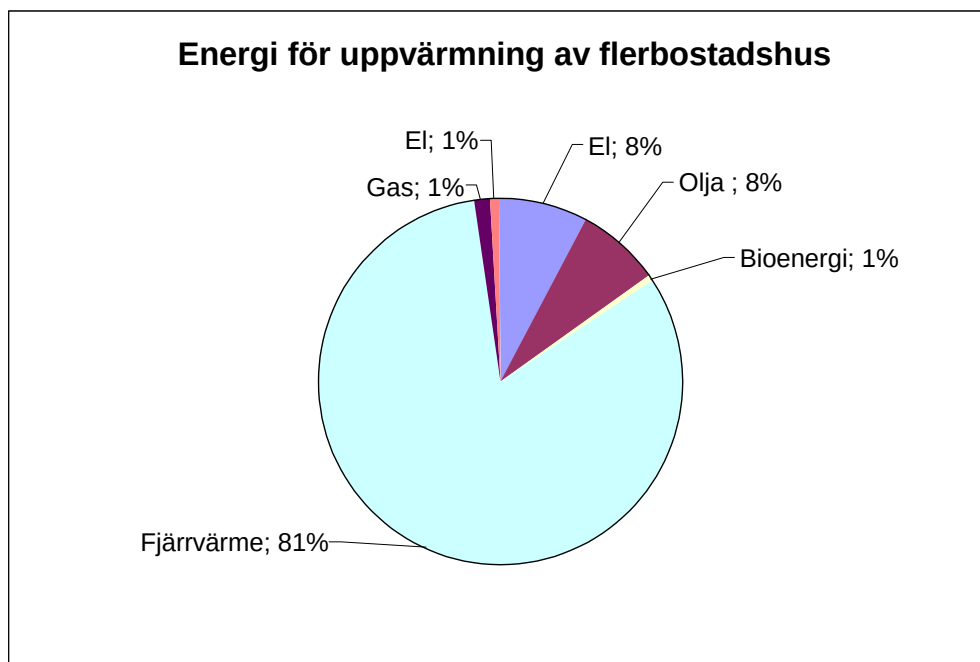


**Inköpt energi för uppvärmning* av småhus
(exkl jordbruk) år 2003**

Totalt 31,5 TWh

**Energi för uppvärmning av flerbostadshus 2003**

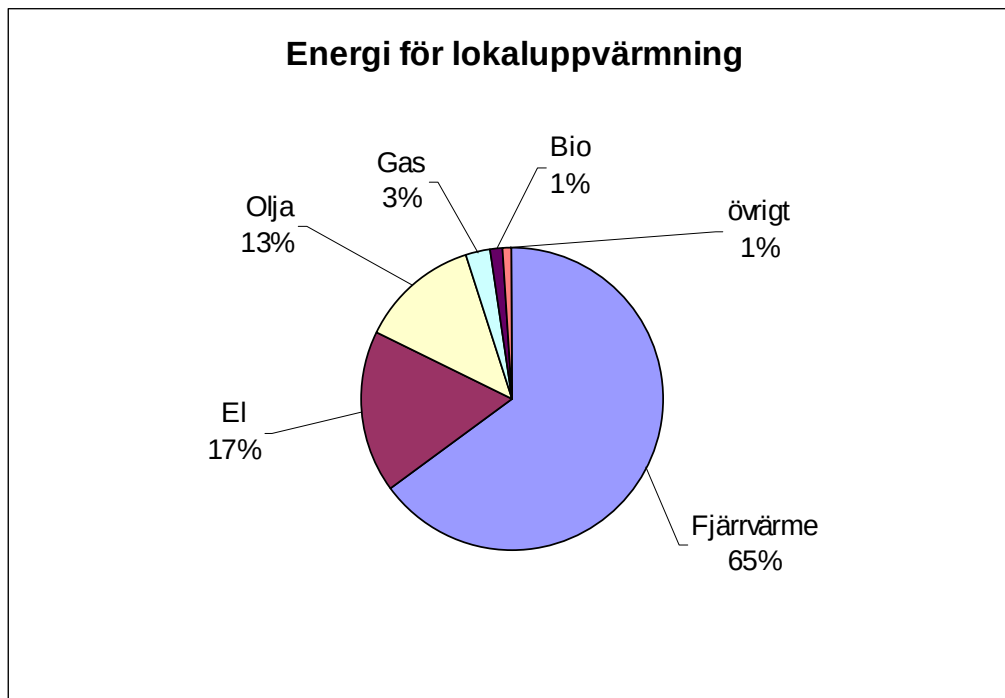
Totalt 30,5 TWh



Inom flerbostadshusen resp lokalsektorn svarar elvärme för ca 8 % resp 17% av den inköpta energin. Fjärrvärmen svarar för 81 resp 65%.

Energi för lokaluppvärmning 2003

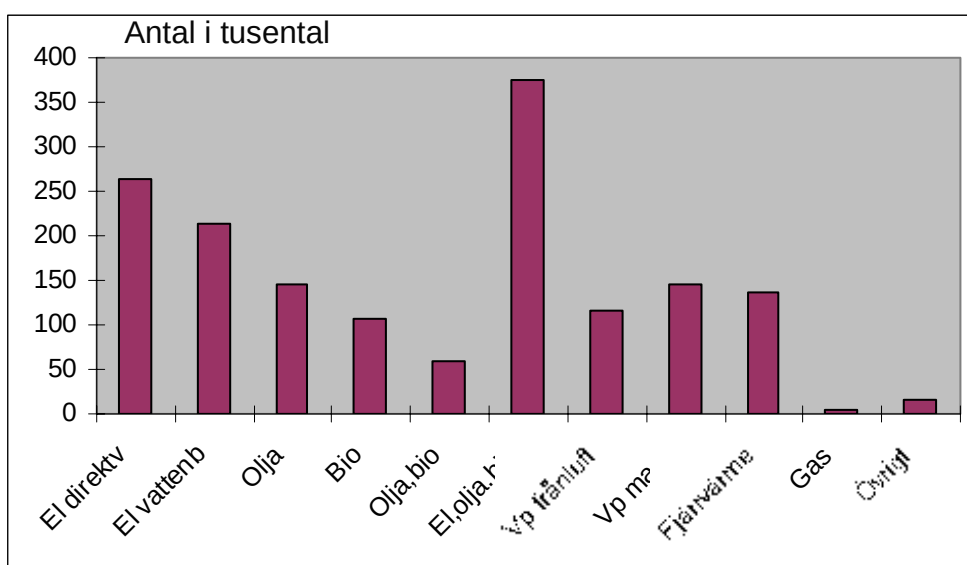
Totalt 20 TWh



3 Småhusuppvärmning 2003

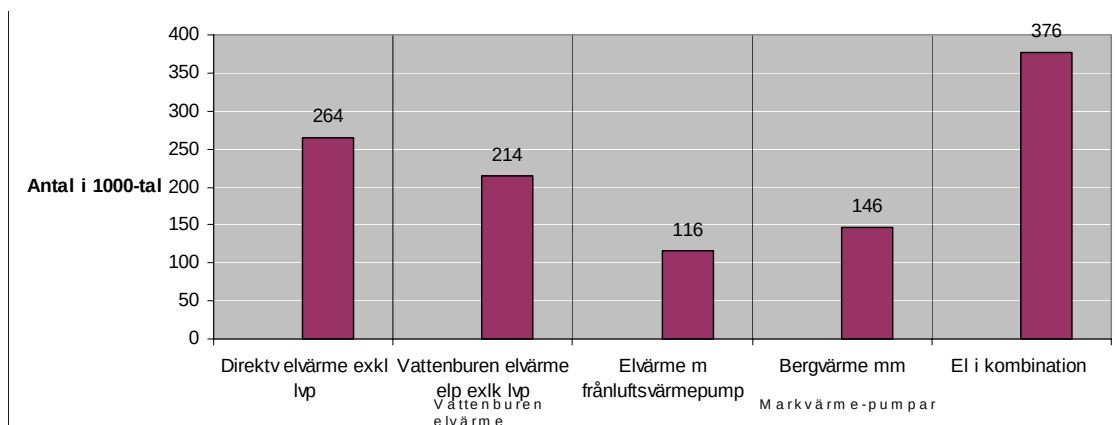
Nedan redovisas kompletterande uppgifter om uppvärmningen av småhusen år 2003. Den största gruppen el-användare för uppvärmning återfinns i gruppen som använder el i kombination med andra energikällor som främst ved och olja. Därefter följer direktelväme och elpannor.

Uppvärmning av småhus efter värmesystem



Källa : SCB, EN 16 SM 0403

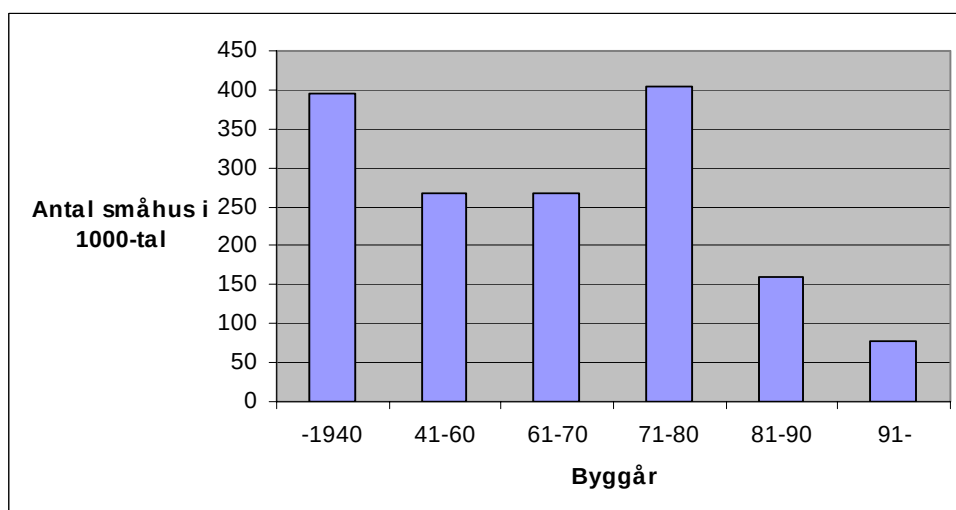
Elvärmda småhus



Källa : SCB, EN 16 SM 0403

Följande bild visar det totala småhusbeståndet uppdelat efter byggår. De dominerande årgångarna är dels 70-talshusen dels de byggda före 1940. Hus med direktelvärm och elpanna har främst tillkommit från 1970-talet och framåt. De senaste decennierna har elvärme dominerat vid nybyggnation. Därav följer att de hus som konverterats till elvärme eller kompletterats med elvärme i allmänhet är äldre.

Antal småhus uppdelade efter byggår



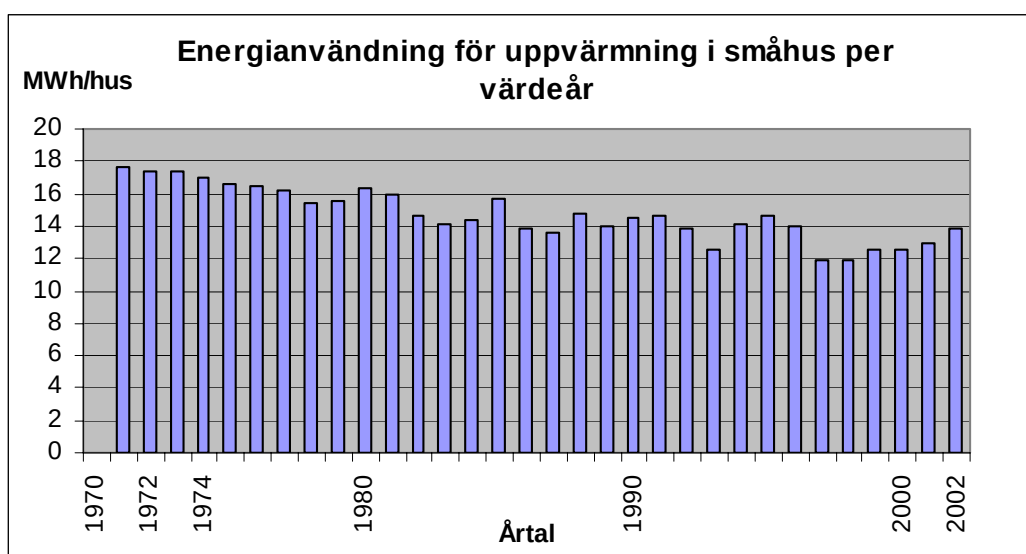
Källa : SCB, EN 16 SM 0403

Därpå följande bild som visar storleken av den använda energin per hus är för hus byggda från 1970-talets början och framåt direkt hämtad från SCB:s statistik. Den bör dock tolkas med stor försiktighet eftersom den speciellt i början av perioden avspeglar skillnader i verkningsgrad mellan olika

energislut. Mot slutet av perioden då man främst har olika former av elvärme ger den en något mer tolkningsbar bild av utvecklingen.

Om man bara ser till de redovisade siffrorna utan ovanstående hänsynstaganden ser man en tydlig trendmässig minskning av köpt energi för uppvärmningen fram till slutet av 1990-talet vilket indikerar att man byggt allt energieffektivare småhus. Detta är också att förvänta med hänsyn till de etappvis skärpta kraven på högre energiprestanda enligt byggnormerna. Uppgången de senaste åren kan kanske förklaras med att normerna inte har skärpts, att husen blivit större och att marknaden har varit inriktad på andra aspekter på boendet än energiåtgången.

Energianvändning för uppvärmning i småhus per värdeår

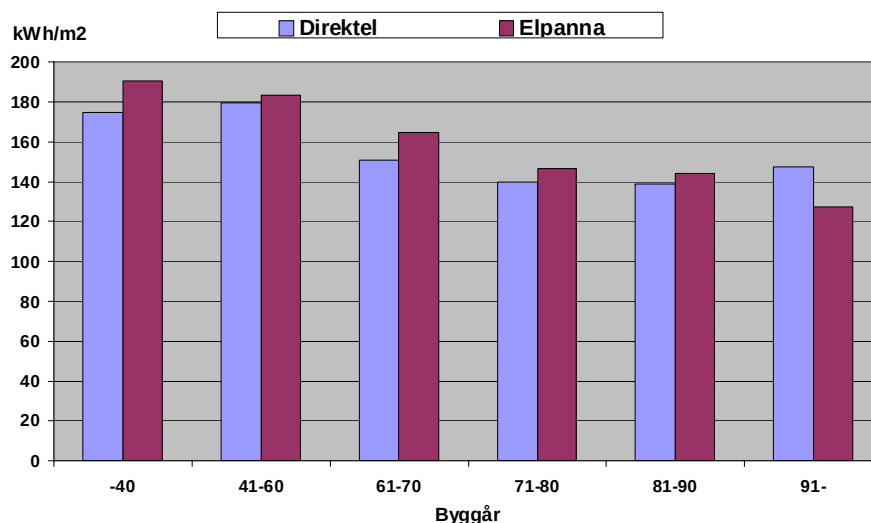


Källa : SCB, EN 16 SM 0403

Nästa bild visar den specifika elanvändningen per ytenhet för småhus med olika byggår.

För hus med elpanna finns en stadigvarande trend. Jämfört med de äldsta husen har el-åtgången per m² för den senaste gruppen 1990- minskat med ca 33 %. För husen med direktel skedde en tidig nedgång som sedan stannat av.

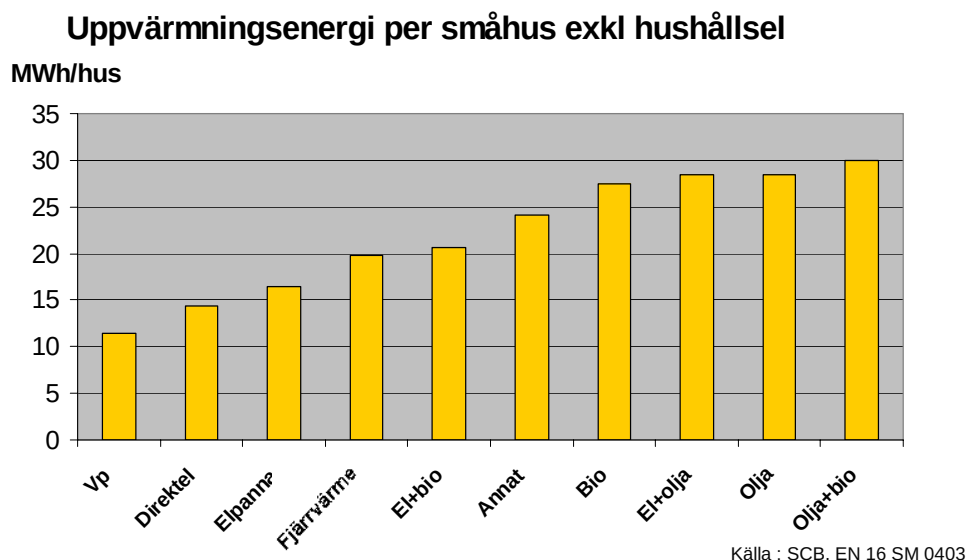
Elanvändning / m² för olika byggnader



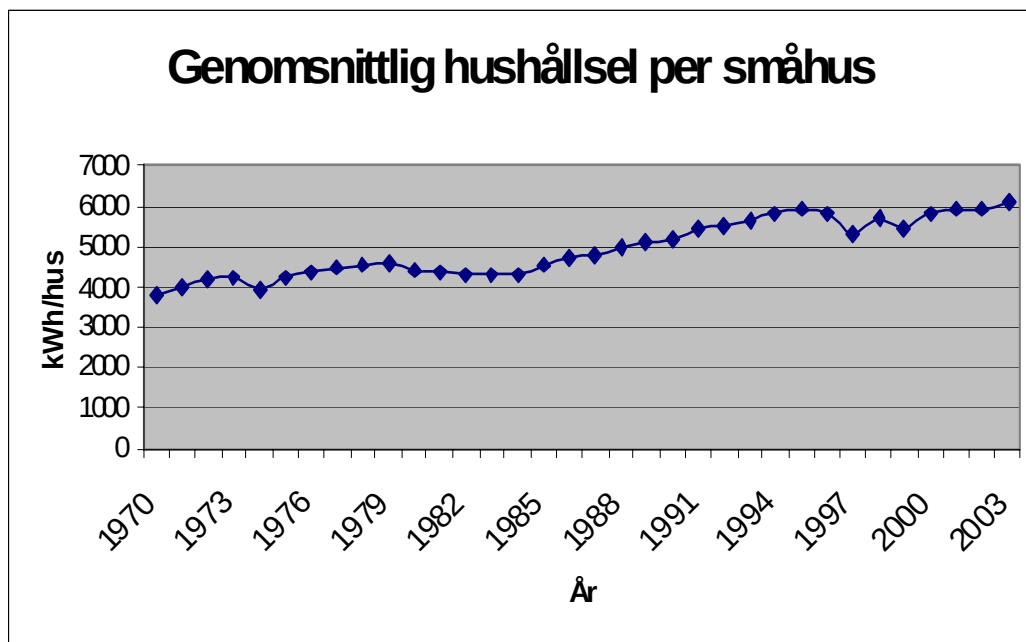
Källa : SCB, EN 16 SM 0403

Följande bild visar uppvärmningsenergin per hus fördelat på olika uppvärmningssätt. Skillnaderna beror på många faktorer. Husen med direktel och elpanna är i allmänhet byggda senare och med bättre energiprestanda (bättre isolering, värmeåtervinning). För hus med direktel gällde nog tidigare att dessa byggdes mera energisnåla. Värmepumphusen hämtar in en stor del "fri energi" från omgivningen varför den egentliga värmetillförseln är av storleksordningen 2 a 3 ggr el-inköpen. Husen som eldas med olja eller ved får ett högre förbrukningstal pga. förluster vid eldningen som minskar verkningsgraden/den tillgodogjorda energin. Sannolikt är det även skillnader i genomsnittliga husstorlekar samt huslokalisering mellan grupperna som också kan medföra olika förbrukningsnivåer.

Energianvändning för uppvärmning av småhus för 2003



Förutom energin som tillförs för uppvärmning av huset och varmvattnet tillförs även hushållsel. I och med att modernare hus i allt högre grad utrustas med bättre system för styrning av värmesystemet samt med värmeåtervinning kommer en allt större del av hushållselen att även tillgodogöras för uppvärmning. Det kan därför vara av visst intresse att konstatera att hushållselanvändningen per hus har ökat trendmässigt enl. nedanstående diagram. Totalt under perioden från 1970 till nu har ökningen varit ca 2000 kWh/hus. Om man grovt skulle anta att ca 20 % av hushållselen tillgodogjordes för uppvärmning 1970 mot ca 50 % i nuläget för de elvärmda husen betyder detta ett ökat tillskott till värmen med ca 2 200 kWh/ hus och år. Jämfört med uppvärmningsenergin som ligger mellan ca 14 500 och 16 500 kWh/hus och år för hus med direktel och elpannor betyder detta ett tillskott av nyttiggjord energi om ca 13-15 %.

Hushållsel per småhus från 1970 till 2003

Källa : SCB, EN 16 SM 0403

4 Referenser

- [1] Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2003, SCB, EN 16 SM 0404
- [2] Energistatistik för lokaler 2003, SCB, EN 16 SM 0402
- [3] Energistatistik för småhus 2003, SCB, EN 16 SM 0403
- [4] Energistatistik för flerbostadshus 2003, SCB, EN 16 SM 0401
- [5] El, gas och fjärrvärmeförsörjningen år 2003, SCB, EN 11 SM 0501
- [6] Bostads-, och byggnadsstatistisk årsbok 2005; SCB