

Mycket energi att spara i miljonprogrammet!

Mycket energi bara väntar på att sparas i miljonprogrammets hus. Husen är lätta att renovera. De är energitekniskt lika eftersom de byggdes snabbt, rationellt och i långa serier av förtillverkade byggnadselement. Här får vi först veta vilken energiteknisk status de har.



Catarina Warfvinge är biträdande miljöchef på Bengt Dahlgren AB och universitetslektor i Installationsteknik vid Lunds tekniska högskola.

Riksdagen har antagit ett mål för energieffektivisering i bebyggelsen som går ut på att den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler bör minska med 20 procent till år 2020 och 50 procent till år 2050, i förhållande till användningen 1995.

För att nå miljömålen måste den årliga energianvändningen i bygg- och fastighetssektorn ha minskat med 30 TWh till år 2020 och med 75 TWh till 2050. Besparingen till år 2020 motsvarar lika mycket energi som 60 000 normalstora flerbostadshus drar!

Sveriges vanligaste hus

Åldersgruppen hus byggda mellan 1961 och 1975 är speciellt gynnsamma för energibesparing. De är många, de är energitekniskt lika eftersom de i stort

följde gällande byggregler, energisparpotentialen är stor, och med tanke på deras ålder är det dags för en genomgripande upprustning.

Under perioden byggdes totalt 830 000 lägenheter i ett rasande tempo; jämför med övriga tidsperioder i **figur 1**! För att hinna med och för att utnyttja arbetskraften effektivt blev det nödvändigt att bygga rationellt med till exempel förtillverkning av byggnadselement i långa serier, och typvariationerna blev få. Den effektiva byggtekniken gjorde att husen är lika.

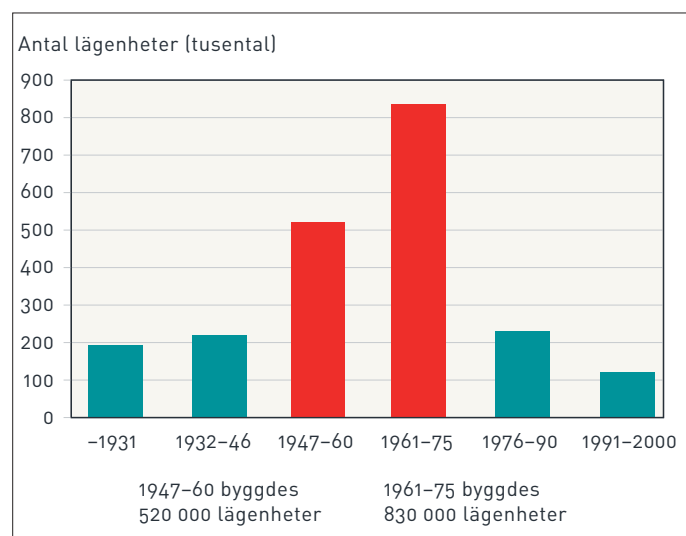
Den vanligaste hustypen är ett lamellhus i tre våningar med plant eller låglutande tak (**figur 2**). Stommen är bärande betong med lägenhetsskiljande väggar som för ner lasterna i marken, och trapphus och eventuella hisschakt-

väggar stabiliserar konstruktionen. Utfackningsväggar kan vara element av lätta regelväggar eller en konstruktion av betongsandwich.

Husens energiegenskaper

Vi kan räkna med att det finns cirka 650 000 omoderniserade lägenheter i den hustyp som visas i **figur 2**. Varken stammarna eller ytskikten i badrummen är bytta och husens energistatus har inte förbättrats. I princip har de följande energiegenskaper:

- Klimatskalet är isolerat med ungefär 10 centimeter i ytterväggarna och 15 centimeter i taken. Jämför med dagens cirka 20 respektive 40 centimeter.
- Balkongerna utgör stora köldbryggor liksom bjälklag och bärande väggar (**figur 3**). De senare sticker ut i ytterväggen →



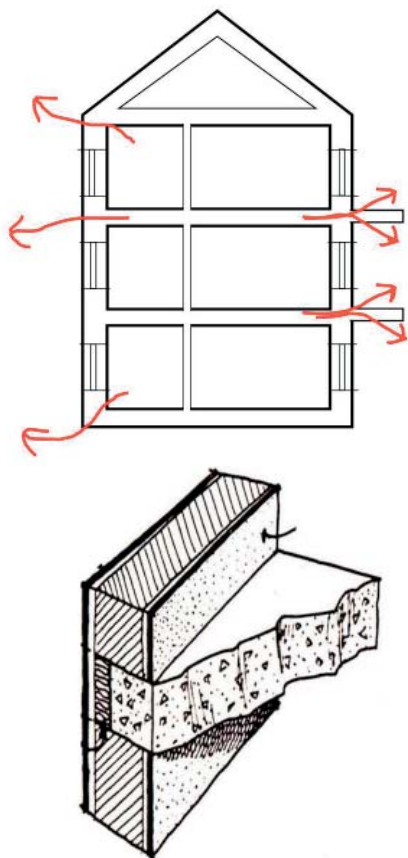
Figur 1. Antal byggda lägenheter efter tidsperiod. Åren 1961-75 var en rekordperiod då 830 000 lägenheter byggdes i snabbt tempo. Idag ska de renoveras och erbjuder då stora möjligheter till energibesparingar.

GRAFIK PERTTI SALONEN



Figur 2. Sveriges vanligaste flerbostadshus är ett lamellhus med tre till sex våningar. Från perioden 1965-75 finns det i Sverige idag i den här hustypen 650 000 lägenheter som ännu inte har renoverats.

FOTO: CATARINA WARFVINGE

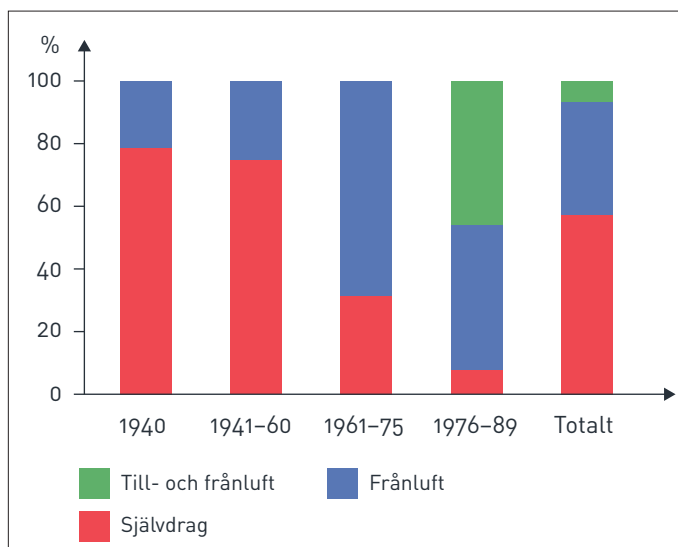


Figur 3. Köldbryggorna uppstår där byggdelar ansluter till klimatskalet.

- med endast ett tunt isolerskikt bakom fasadens ytbeklädnad.
- Fönstrens U-värde är cirka 3,0 watt per kvadratmeter och grad vilket kan

jämföras med nuvarande nybyggnadsstandard på runt 1,2 watt per kvadratmeter och grad.

- Ofta är klimatskalet inte lufttätt.
- Självdragssystem är förhärskande i husen byggda fram till 1961, därefter är frånluftssystem vanligast (figur 4). Återvinning av värmen i ventilationsluften var mycket ovanligt fram till 1975.
- Eventuella frånluftsfälktar har ofta dålig verkningsgrad och drar därmed onödigt mycket el.
- Rumstemperaturen har med tiden blivit ojämn i husen och de som bor närmast undercentralen eller cirkulationspumpen måste vädra bort överskottsvärme.
- Varmvattenanvändningen är hög.
- Ofta distribueras värmen från en gemensam central till respektive hus i dåligt isolerade markförlagda ledningar.
- Lägenhetsmätare för el saknas och det gör att brukaren saknar ekonomiskt incitament att spara hushållsel.



Figur 4. Så här byggdes ventilationssystemen under olika perioder. Självdragssystem dominerade fram till 1961, därefter är frånluftssystem vanligast.

GRAFIK PERTTISALONEN

Till det typiska huset köps ungefär 220 kilowattimmar per tempererad kvadratmeter (A_{temp}) fördelat på följande poster (se stapel 1 i figur 9 på sidan 12):

125 kWh/ A_{temp}	Radiatorvärme
40 kWh/ A_{temp}	Varmvatten
20 kWh/ A_{temp}	Fastighetsel
35 kWh/ A_{temp}	Hushållsel

Catarina Warfvinge
Bengt Dahlgren AB och
Lunds tekniska högskola
catarina.warfvinge@bengtdahlgren.se

Miljonprogrammet kräver helhetsgrepp – och åtgärder i rätt ordning

För att minska energianvändningen varaktigt i miljonprogramshusen måste man ta ett helhetsgrepp – och åtgärderna måste komma i rätt ordning! Catarina Warfvinge presenterar ett fempunktsprogram som gör att energianvändningen minskar från 220 till 90 kilowattimmar per kvadratmeter och år.

Sveriges vanligaste flerbostadshus har nu nått den ålder då där dags för en omfattande bygnads- och installationsteknisk reovering. Som fastighetsförvaltare har man då också ett unikt tillfälle att samtidigt förbättra husets energiteknisk status. För att komma ner rejält i energianvändningen räcker det inte med någon enstaka åtgärd. Det är lika bra att ta ett helhetsgrepp och planera för hela åtgärds paket istället när det ändå är dags för underhåll.

Vi har ju också möjlighet att utnyttja varandras erfarenheter eftersom husen är så vanliga!

Åtgärder i fem steg

För att hitta det optimala paketet av energisparåtgärder ska undersökningar och åtgärder göras i rätt ordning:

1. Åtgärda först klimatskalet. Ett dåligt klimatskal gör att det blir dragigt inom-

hus, temperaturen på ytterväggarnas insida blir låg och måste kompenseras med högre inomhustemperatur.

2. Nästa steg är att undersöka åtgärder i ventilationssystemet. Luftväxling kräver mycket uppvärmningsenergi och eventuella fläktar kan dra onödigt mycket el. Minskad energianvändning får aldrig ske på bekostnad av luftväxlingen som är A och O för att både brukarna och huset ska må bra.

3. Åtgärderna i klimatskalet och ventilationssystemet kan ha minskat värmebehovet rejält, så nu är det dags att anpassa värmesystemet till de nya värmebehoven i varje rum.

4. Åtgärder för att minska energianvändningen för varmvattensystemet kan egentligen genomföras oberoende av punkterna 1 till 3 men de brukar bli naturliga att utreda tillsammans med åtgärder i värmesystemet.

I det följande redovisas konsekvenser av några energibesparande åtgärder under varje punkt. Naturligtvis finns det många fler och mindre åtgärder som inte tas upp just här.

Steg 1: Förbättring av klimatskalet

Enkla åtgärder som egentligen ska ingå i underhållsplanen är att täta och dreva. Men för att energianvändningen ska reduceras så det förslår måste mer kostnadskrävande åtgärder övervägas. I det typiska huset från den aktuella perioden är det nästan alltid lönt att öka på de 15 centimetrarna isolering i takbjälklaget



Att täta med lister är en vanlig åtgärd i underhållsplanen. Men den räcker inte långt om man vill minska energianvändningen i någon större utsträckning.



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

– där det är möjligt. Eftersom många av husen har låglutande tak kan det vara svårt att få plats med isolering utan ny och rest takstol. Ytterväggarnas ursprungliga cirka 10 centimeter isolering är tyvärr så kostsamt att öka på att det inte är lönt om det inte är dags att byta fasadskikt av underhållsskäl. I en del fall hindrar dessutom bevarandebeställningen utvärdig tilläggsisolering av fasaden.

Besparing med bättre fönster

Vanliga tvåglasfönster från 1960-talet har ett U-värde på runt 3,0 watt per kvadratmeter och grad. Om karm och båg fortfarande är i bra skick kan fönstrets U-värde förbättras till ungefär 1,1 genom att en av rutorna byts ut mot en tvåglas isolerruta med lågmissionsskikt med mellanrummet fyllt med ädelgas. Om skicket är så dåligt att fönstret måste bytas ut helt och hållet så går det numera att få tag på fönster med U-värden ner mot 0,9. Om fönster med U-värde 3,0 i det vanligaste flerbostadshuset byts ut till 1,1 watt per kvadratmeter och grad så kan hela 30 kilowattimmar per tempererad kvadratmeter (A_{temp}) sparas och nivån på radiatorvärme sjunker från 125 till 95 kilowattimmar per tempererad kvadratmeter golvyta (stapel 2 i figur 9).

Energimyndigheten energimärker fönster och det finns en lista på tillver-

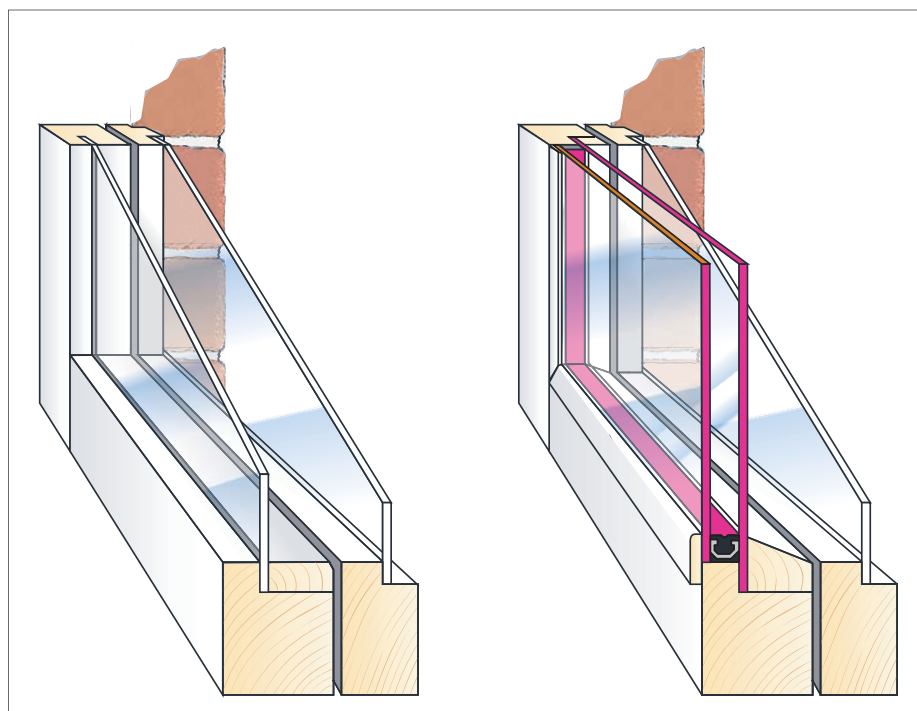
Energimärkt fönster	
Tillverkare Produktbeteckning	Bäst fönster AB TRFF07
Mest energieffektivt	A
0,9	
1,0	
1,1	
1,2	
1,3	
1,4	
1,5	
Minst energieffektivt	
U-värde, W/m ² K	0,9
Dagsljustransmittans, procent	62
Solenergitransmittans, procent	37
 	

Figur 5. Utnyttja Energimyndighetens energimärkning av fönster och lista på tillverkare (www.energifonster.nu).

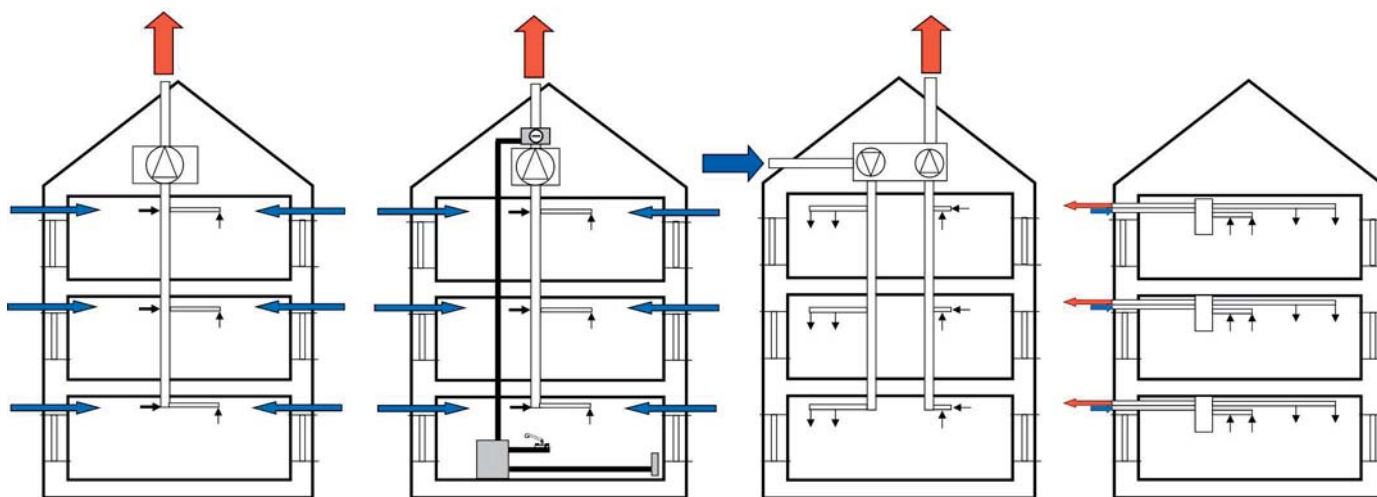
kar på webbplatsen www.energifonster.nu (figur 5).

Steg 2: Förbättringar i ventilationssystemet

Den åtgärd som sparar mest värmeenergi i ventilationssystemet är att återvinna →



Figur 6. Till vänster ett kopplat tvåglasfönster med U-värde runt 3,0 watt per kvadratmeter och grad. Vid renovering byts det inre glaset ut mot en tvåglas isolerruta med värmereflekterande ytbeläggning och fyllning med en tung gas med sämre värmeledningsförmåga än luft. Det resulterande U-värdet kan bli 1,0 watt per kvadratmeter och grad, eller en tredjedel av det ursprungliga U-värdet.



Figur 7. Ett frånluftssystem som i hus 1 (längst till vänster) kan kompletteras med frånluftsvärmepump som i hus 2, eller byggas om till FTX-system med centralt aggregat som i hus 3, eller kanske med ett aggregat i varje lägenhet som i hus 4.

→ värmen i den luft som lämnar huset. Tyvärr finns det inga möjligheter till återvinning i ett *självdragssystem*. Energianvändningen kan minskas något om överventileringen vintertid reduceras genom att befintliga uteluftsventiler byts ut mot fukt- eller utetemperaturstyrda ventiler.

I ett frånluftssystem kan värmen återvinnas om en frånluftsvärmepump installeras. Värmepumpens förångare placeras i avluften och sänker lufttemperaturen från 23 °C till mellan 5 och 10 °C. Den återvunna värmen används för att bereda tappvarmvatten eller för att värma vattnet till radiatorsystemet – eller både och. Mycket värmeenergi kan sparas på detta sätt, men glöm inte att värmepumpar är elkrävande.

Ett självdrags- eller frånluftssystem kan istället ersättas med ett *till- och frånluftssystem* med värmeåtervinning,

ett FTX-system. Detta i sin tur kan utformas på två olika sätt, antingen med ett gemensamt aggregat för ett eller flera trapphus eller med ett mindre aggregat i varje lägenhet (figur 7). Gynnsammast ur energi- och driftsynpunkt är det stora och gemensamma aggregatet, medan lägenhetsaggregaten är minst utrymmeskrävande när det gäller golvyta. Tänk på att om värmeväxlingen är gemensam för flera lägenheter så ska den vara säker mot luktöverföring. Ett FTX-system ökar elanvändningen men endast blygsamt i förhållande till frånluftsvärmepumpen. Men å andra sidan kan den återvunna värmen i ett FTX-system endast användas till att värma inkommande uteluft. Det går inte att med enkla metoder använda värmen för att bereda varmvatten eller för att värma radiatorerna.

För att avgöra vilken typ av värmeåtervinning som ska väljas krävs noggranna

helhetsanalyser inte bara av olika systemtyper utan också av komponenternas storlek och där man analyserar både värme- och elanvändning.

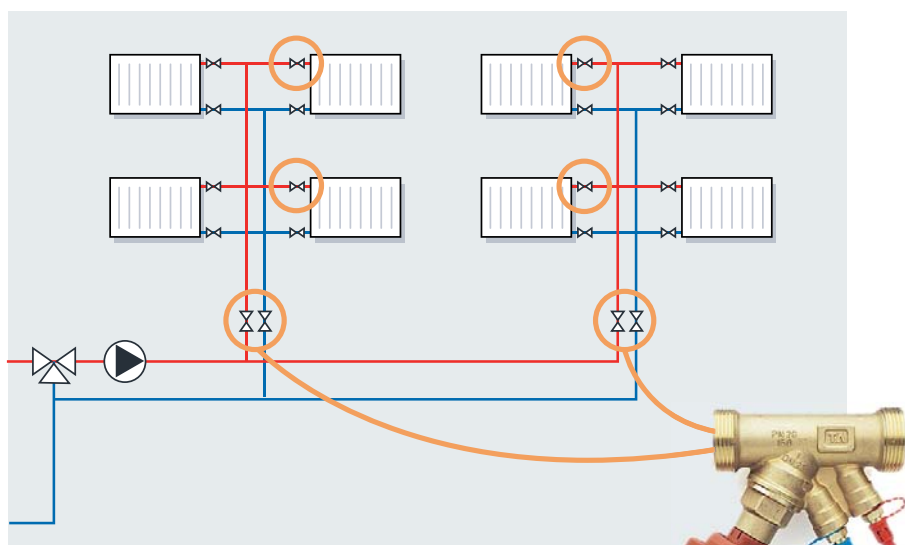
Radiatorerna är dimensionerade så att de ska klara att värma ventilationsluften. I ett självdrags- eller frånluftsventilerat hus håller ventilationsluften som kommer in genom uteluftsventilerna samma temperatur som uteluften. Radiatorerna måste därför vara rejält mycket större än i ett hus med FTX-system där tilluften redan är värmd till runt 18 °C när den blåses in. Detta är en av anledningarna till att det inte är lönt att ge sig på att åtgärda värmesystemet innan man vet hur mycket och hur kall ventilationsluft som ska värmas.

Stor besparing med bra återvinning

Med en riktigt effektiv återvinning med en temperaturverkningsgrad på minst 80 procent minskas behovet av köpt energi till radiatorsystemet med ytterligare 35 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta! Ett väl utformat kanalsystem och ett noggrant valt aggregat behöver inte öka elanvändningen med mer än 3 kilowattimmar per kvadratmeter jämfört med ett frånluftssystem, och dubbelt upp om ombyggnaden gäller ett självdragssystem. Radiatorvärmes har nu sjunkit från ursprungliga 125 till 95 (efter steg 1) till 60 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta (stapel 3 i figur 9).

Steg 3: Energiåtgärda värmesystemet

Nu först är det dags att injusteras värmesystemet vars funktion ska anpassas till förbättringarna i klimatskalet och i ventilationssystemet. Samtidigt rättar man

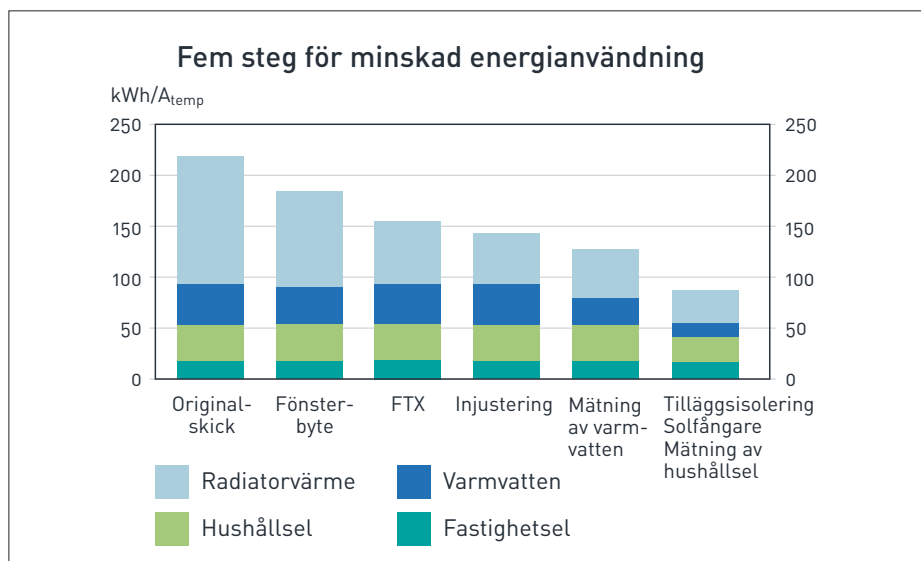


Figur 8. Värmesystem med injusteringsmöjligheter.

GRAFIK PERTTI SALONEN

Varför läcker det i skarvarna mellan rör- och styrentreprenad? Läs mer på armatec.se

GÖRAN JOHANSSON, MARKNADS- OCH PRODUKTANSVARIG



Figur 9. I Catarina Warfvinges fempunktsprogram minskar energianvändningen från 220 till 90 kilowattimmar per kvadratmeter och år.

GRAFIK PERTTI SALONEN

→ till eventuella problem sedan tidigare med ojämn värmefördelning i huset som gjort det nödvändigt att vädra bort över-skottsvärme i vissa lägenheter.

I princip går en injustering ut på att ventilerna i värmesystemet ställs in så att önskad mängd värmevatten kan passera. Dels ska vattenflödet till varje radiatorstam bli det rätta vilket sker med ventiler som ofta är placerade i källaren, dels ska värmevattnet fördelas mellan radiatorerna på en och samma stam vilket sker med strypmöjlighet på varje radiator (figur 8).

Egentligen är det komplicerat att justera ett värmesystem. När man skruvar på en ventil kommer vattenflödet i hela värmesystemet att påverkas mer eller mindre. Eftersom det är lätt gjort att någon otillbörligt fingrar på ventiler är det nödvändigt att justera värmesystemet med jämna mellanrum.

Injusteringen i sig sparar inte energi. Först när temperaturen är jämn i huset och när medeltemperaturen sjunker så minskar energianvändningen! Sista steget i injusteringen är därför att sänka temperaturen på värmevattnet till radiatorerna genom att ändra nivå på reglerkurvan. Som bonus sjunker också rörtemperaturen och därmed spillvärmefrån dessa. Förbättringarna i klimatskalet har ökat temperaturen på fönstrens insida, och komforten blir densamma som tidigare men med lägre rumstemperatur.

Besparing vid injustering av värmesystemet

Man kan räkna med att en injustering av värmesystemet sparar åtminstone 10

kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta, genom att medeltemperaturen i huset sänks, vädringen minskar och spillvärmefrån rören minskar. Nivån på radiatorvärmefrån rören minskar från ursprungliga 125 till 95 (efter steg 1) till 60 (efter steg 2) till 50 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta (stapel 4 i figur 9).

Steg 4: Minska varmvattenanvändningen

Energibehovet för att bereda varmvatten utgör en relativt stor del av energianvändningen. Varmvatten kan sparas på två helt olika sätt. Utan att brukarna ändrar sina vattenvanor så minskar varmvattenanvändningen om ett munstycke monteras som blandar in luft i vattenstrålen. Strålens blötande effekt är lika stor som tidigare men nu med en mindre mängd varmvatten.

Man kan också välja metoden lägenhetsvis mätning och debitering av varmvatten som har visat sig vara mycket effektivt för att brukarna ska minska varmvattenanvändningen. Åtgärden kräver att vattenmätare installeras på varmvattenledningen till varje lägenhet och helst också ett system för fjärravläsning. Systemet är kostnadseffektivt om badrum och kök i en lägenhet är anslutna till samma stam.

Energibesparing med vattenbesparande åtgärder

Man kan räkna med att spara åtminstone 15 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta med lägenhetsvis mätning och debitering av varmvatten och snålspolande munstycke. Det finns

en viss risk att brukarna tröttnar på munstycket och tar bort dem, men mätning och debitering ger en varaktig reduktion. Köpt energi för att bereda varmvatten minskar på det här sättet från 40 till 25 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta (stapel 5 i figur 9).



Med lågflödesstrålsamlare blandas luft in i vattenstrålen. Vattenflödet minskar utan att den blötande effekten blir sämre.

Steg 5: Ännu fler åtgärder

Fortfarande har vi inte utnyttjat möjligheten att tilläggsisolera ytterväggarna. Normalt är åtgärden så kostnadskrävande att den inte är aktuell förrän fasadskiktet behöver bytas. Men när det är dags så är det lika bra att ta in med rejält tjock isolering – det dröjer kanske 50 år innan vi får en ny chans. Ju tjockare isolering som läggs på utvändigt, desto mer försvinner också av köldbryggorna. Lägg på 25 centimeter isolering på ytterväggarna, och totala värmebehovet sjunker kraftigt.

När vi ändå är igång med lite större åtgärder installeras solfångare för beredning av varmvatten vilket sparar ytterligare minst 10 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta.

Sätt in elundermätare i varje lägenhet och debitera brukarna för den hushållsel som de faktiskt använder så sjunker den posten med ca 10 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta.

Huset drar nu bara 90 kilowattimmar per kvadratmeter tempererad golvyta (stapel 6 i figur 9). Fördelningen på följande poster:

30 kWh/A _{temp}	Radiatorvärme
15 kWh/A _{temp}	Varmvatten
20 kWh/A _{temp}	Fastighetsel
25 kWh/A _{temp}	Hushållsel

Catarina Warfvinge
Bengt Dahlgren AB och
Lunds tekniska högskola
catarina.warfvinge@bengtdahlgren.se

Läs mera

- *Recovering pågår ...*, VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008.
- Per Forsling och Fredrik Jönsson, *Våtrumsrenovering ger chans att spara vatten*, VVS Teknik & Installation oktober 2007.

