

# Rätt teknisk lösning spar 30

## – Energibesparande åtgärder vid planering, projektering och produktion av gruppbyggda småhus och markbostäder.

Artikeln sammanfattar nya rön om småhuset som energisystem jämte uppgifter om normal energianvändning och hur denna påverkas av olika faktorer. Vanliga tekniska lösningar behandlas jämte ett antal goda lösningar för nya småhus/markbostäder. Fördelar och risker med ett antal vanliga energisparåtgärder belyses. Olika tekniska lösningar värderas från inomhus-, effekt-, energi- och kostnadssynpunkt.

**M**yccket av dagens debatt kring utformning av nya småhus gäller valet av värme- och ventilations-system. De flesta nya småhus som byggs idag har elvärme i någon form, som direktel eller med vat-

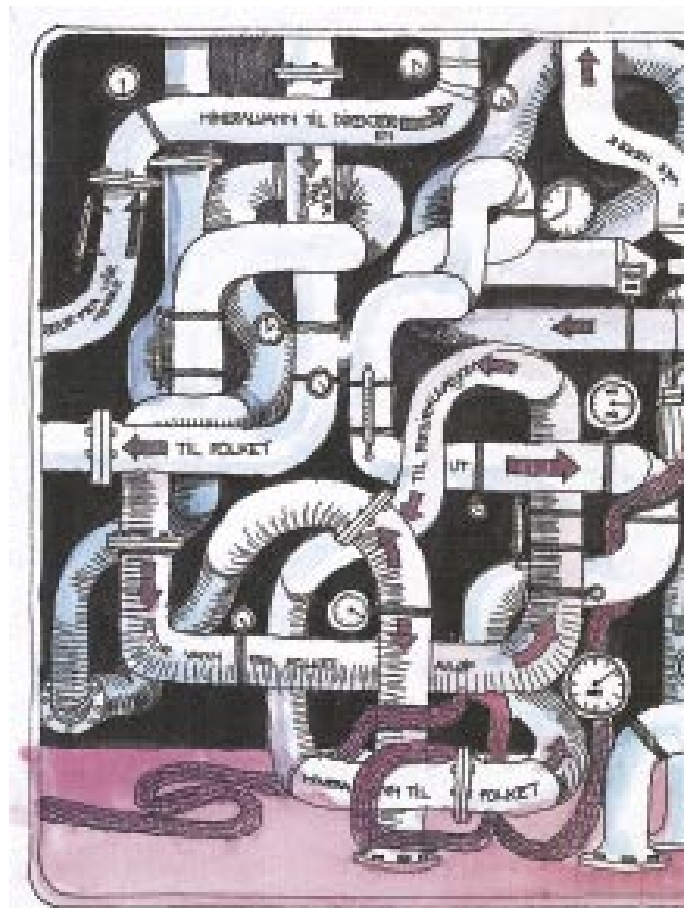
ten alternativt luft som värme-media. Svenska småhus har av tradition radiatorer som värmedistributionssystem. Elvärme har genom sin höga effektivitet hittills varit ett mycket ekonomiskt och funktionssäkert alternativ med låga bygg-, drift- och underhållskostnader.

Småhus byggs på många olika sätt med stora variationer i inomhusmiljö, effekt, energi och kostnader. Synpunkter från byggare och boende samt möjligheterna att sköta hus, värme- och ventilations-system är av särskild betydelse för att i praktiken uppnå god inomhusmiljö och effektiv energianvändning. Några av sätten att bygga måste vara bättre än andra. Mångfalden lösningar gör det svårt att välja rätt. Inte ens experterna är ju eniga om olika lösningar.

### Goda lösningar kan spara 30% energi utan inomhusmiljöproblem

Energisparandet beskylls ofta för att ge upphov till olika problem. Rätt energisparande medför dock inte inomhusmiljöproblem. Det finns goda tekniska lösningar som sparar 30 % energi och ger god inomhusmiljö, utan att byggkostnaden ökar. Därför är det angeläget att värdera och rangordna olika tekniska lösningar från inomhusmiljö-, effekt-, energi- och kostnadssynpunkt samt att på olika sätt underlätta för de goda lösningarna.

Efter oljekrisen 1974 har



**Bild 1:** Det är viktigt att göra rätt val!

ett stort antal undersökningar genomförts, varvid olika energisparåtgärder och lösningar uttestats med kraftigt varierande resultat. Erfarenheterna visar entydigt att det är enkla, beprövade och lättskötta lösningar som i praktiken har störst tillförlitlighet och besparingspotential. En sådan lösning är radiatorer och enkel ventilation (frånluft).

### Kriterier för val av tekniska lösningar

Energisparåtgärder och teknisk lösning väljs utgående från:

- inomhusmiljöegenskaper
- energianvändning

# % energi med god innemiljö



**Christer Harrysson,**  
civ ing SVR,  
C68, professor  
Örebro  
universitet

- effektuttag
- årskostnad, dvs summan av bygg-, drift- och underhållskostnader
- LCA
- LCC

I första hand måste valet av lösning ske utifrån människans behov och upplevelse av innemiljön, närmast det termiska inneklimatet. Termiska komfortkrav som skall vara uppfyllda i vistelsezonen anges enligt Boverkets Byggregler 1999. Ofta väljs lösningar som medför låga byggkostnader utan vederbörlig hänsyn till drift- och underhållskostnader.

## Förutsättningar för energieffektiva hus

Bl a följande förutsättningar måste vara uppfyllda, för man skall kunna uppnå ett energieffektivt hus med god innemiljö:

- Torrt och rent byggande, gärna inomhus
- Noggrant arbetsutförande för isolering och tätningar
- Injustering av värme- och ventilationssystem
- Rena och så korta tilluftskanaler som möjligt

Ett välbyggt hus ger utöver energibesparing också högre komfort inne, vilket i sin tur kan leda till ytterligare besparingar genom sänkt innetemperatur. Kvaliteten på arbetsutförande bestäms av konstruktionsutformning och produktionsförhållanden inklusive kvalitetssäkringssystem.

## Energianvändning och variationer

Energianvändningen varierar kraftigt mellan såväl nominellt lika som olika hus. Detta beror främst på:

- Skillnader i boendevanor, som kan medföra variationer på mer än 10 000 kWh/år mellan identiska hus.
- Kvalitetsvariationer i arbetsutförande, som kan medföra skillnader på cirka 5 000 kWh/år mellan identiska hus.
- Valet av teknisk lösning. Nedan diskuteras olika vanliga tekniska lösningar och energisparåtgärder.

## Energiuppgifter

Småhus byggda sedan mitten på 1980-talet har normalt i medeltal den totala energianvändningen 13 000 – 15 000 kWh/år eller ca 130 kWh/m<sup>2</sup> år. Energianvändningen antas vara fördelad på 3 000 – 5 000 kWh/år till värmesystemet, 5 000 kWh/år till varmvatten och 5 000 kWh/år till hushållsel.

Det finns också goda lösningar, som ligger avsevärt lägre, cirka 10 000 kWh/år eller cirka 90

kWh/m<sup>2</sup> år. Energianvändningen antas då vara fördelad på 5 000 kWh/år till värmesystem och varmvatten samt 5 000 kWh/år till hushållsel. Tre husgrupper i Boverksundersökningen, Harrysson (1994), ligger på denna energinivå. Husgrupperna karakteriseras av noggrant arbetsutförande, frånluftsventilation, vattenradiatorer samt frånluftsvärmepump för värmesystem och varmvatten. Denna energinivå sammanfaller i stort sett med de energisnålaste provhus som har byggts t ex i NUTEKS småhustävling, som har målsättningen 80 kWh/m<sup>2</sup> år. Flera av husen i denna tävling har inte nått energimålet på grund av att de har golvvärme.

## Projekteringsråd

Nya småhus skall utformas för att ha god innemiljö, vara energieffektiva, medföra låga årskostnader (summa bygg-, drift- och underhållskostnader) samt vara miljövänliga och ekologiskt hållbara lösningar. Erfarenheter visar att dessa målsättningar säkrast uppnås med enkla och beprövade lösningar, som är lätta att bygga, driva, sköta och underhålla. Speciellt gäller detta för valet av värme- och ventilationssystem.

## Energieffektivitet – komfort

Beroende på husets och installationernas utformning varierar förhållandena i temperatur, luftflöden m m mellan olika ställen inne. Ur komfort- och energisynpunkt bör utformningen väljas så att klimatet inne blir så jämnt som möjligt. Alla rum förses med uppvärmning så att det blir jämn värme och samma komfortkänsla i hela huset. Isoleringens tjocklek och fördelning i olika byggdelar bör bl a ske med hänsyn till respektive värmesystems särdrag. Om huset har golvvärme i stället för radiatorer bör t ex isolertjockleken omfördelas och ökas i golvet respektive minskas i taket.

De vanligaste klagomålen för

**Bild 2:** Det finns vanliga serieproducerade småhus som endast behöver 90 Kwh/m<sup>2</sup> år i total energianvändning (värmesystem, varmvatten och hushållsel). Teknisk lösning:

- Välbyggt
- Frånluftsventilation
- Frånluftsvarmepump



hus med platta på mark är kalla och hårda golv. Egentligen är det inte låg ytemperatur på golvet utan hög värmeavledning från foten till golvet, som gör att man fryser om fötterna. Yttemperaturen på golvet är i praktiken nästan alltid högre än 16 °C i nya hus.

**Systemet måste anpassas till byggnaden**

En byggnad är ett relativt värmetrögt system. Ju energisnålare huset i sig är desto större relativ betydelse har gratisvärme från sol, belysning, personer etc. Energieffektiva och komfortabla värmesystem skall vara placerade så nära byggkonstruktionens insida som möjligt och snabbt kunna anpassa sig till det aktuella värmebehovet p g a variationer i klimat- och värmebelastning för att möjliggöra ett högt gratisvärmeutnyttjande och minska problemen med övervärme/övertemperaturer. Energieffektiva och komfortabla värmesystem skall ha liten värmetröghet och noggrann styrning av värmetillförseln, t ex utetemperaturstyrd framledningstemperatur samt rums-/radiatortermostat för begränsning av värmetillförseln.

**Värmeförluster och gratisvärme**

Bättre värmeisolering och större fönsterytor ökar komfortskillnaderna inom huset. Ju energisnålare huset i sig är desto större del av byggnadens uppvärmningsbehov

kan täckas med gratisvärme. Värmeförlusterna utgörs dessutom i allt högre grad av förluster genom ventilation och glasytor.

Komfortproblem kan uppstå t ex under stora och värmeslukande fönster eller nära väggventiler, där kall uteluft tas in i frånluftsventilerade hus respektive nära tilluftsdon i frånlufts-/tilluftsventilerade hus. Värmebehovet är extra stort på dessa ställen, varför det lokalt kan krävas förhöjd värmetillförsel inom dessa områden. Hur bra fönstren än är, känns det i första hand som om kylan tränger in genom dessa. Fönstrets ytemperatur är relativt låg vid (sträng) kyla oavsett hur bra fönstren än är. Luften inne nära glasytan kyls och faller ner på golvet s k kallras. Strålningsdrag är egentligen den värmestrålning som sker från en kropp med högre temperatur, t ex från en människa till ett fönster. Då temperaturskillnaden når ett visst värde uppstår en känsla av drag.

**Ventilationssystemets betydelse**

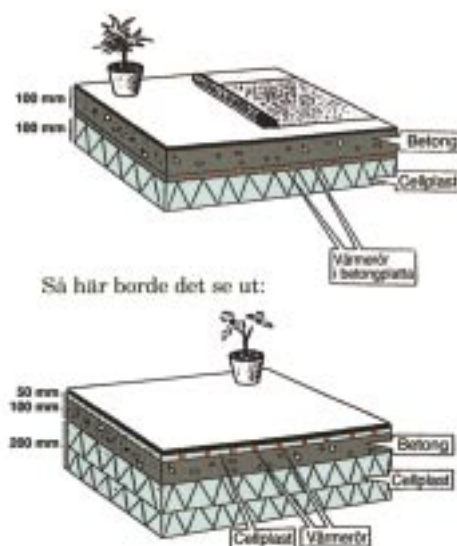
Ventilationssystemet skall utformas så att hög termisk och hygienisk komfort säkerställs. Främst är det utelufts- och tilluftsdonens placering och egenskaper i frånlufts- respektive frånlufts-/tilluftsventilerade hus, som måste beaktas bl a med hänsyn till god luftspredning och så att minimala dragproblem uppstår. Ventilatio-

nen måste kunna garanteras i täta hus. Detta uppnås säkrast med mekanisk frånluftsventilation.

**Stora fönsterytor**

Trenden att bygga hus med allt större fönsterytor och som går ända ner till golv har lett till ökad frekvens klagomål på komforten i hus med golvvärme jämfört med radiatorsystem, oavsett om huset har frånluftsventilation eller frånlufts-/tilluftsventilation. I förstnämnda fallet förstärks inverkan av kallras från väggventiler (uteluftsdon), vilket de boende kompenserar med höjd innetemperatur. I andra fallet klagas man ibland på kalla golv ge-

**Bild 3:** Golvvärme. Vanlig konstruktion (övre bild), Hur det borde vara (undre bild).





**Bild 4:** Förorenande luftvärmeventilation borde förbjudas. Satsa på enkla, beprövade och lättskötta lösningar.

nom att huset primärt värms med ventilationsluften på grund av att tilluftstemperaturen är för hög samtidigt som värmeförlusten till golvslingorna reglerats ner eller stängts av.

Ur komfortsynpunkt bör fönsterytor begränsas och höga fönster undvikas. Minst 300 mm hög fönsterbröstning rekommenderas och så energisnåla fönster som möjligt väljs. Uteluftsdon som väggventiler i frånluftssystem väljs med så goda luftspridningsegenskaper som möjligt. Väggventiler placeras över radiatorerna och fönstren för att fånga upp kallrasen. I golvvärmda hus med frånluftsväggventiler placeras väggventiler vid sidan av fönstren så att inte kallrasen från dessa förstärks. I golvvärmda hus med frånluftsväggventiler är det viktigt att tilluftsdonen i taket inte placeras för nära fönstren, så att inte kallrasen från fönstren förstärks. Dessutom måste tilluftstemperaturen i frånluftsväggventilsystem begränsas till 15 å 17 °C för att man primärt inte skall värma huset med ventilationssystemet.

#### **Golvvärme ökar kostnaderna**

Den hittills vanligaste golvvärmelösningen, i nya småhus vid platta på mark, består av ingjutna värmeförledare och 100 mm isolering under plattan. Denna lösning medför, Harrysson (1997), ca 30 % högre

total energianvändning för värmesystem, varmvatten och hushållsel jämfört med om huset har radiatorer. Bland orsakerna till den ökade energianvändningen är hög golvtemperatur, för lite isolering under plattan och långa kanterna, stor värmeförlust och dålig reglering av värmeförlusten. Ofta saknas rumsvis reglering.

Golvvärme är känslig för variationer i värmebehov. Lokalt kan därför extra åtgärder behövas vidta för att öka värmeförlusten p g a stora luftförluster, kallras, strålningsdrag m m beroende på glastyper, placering och typ av väggventiler m m. I områden med extra stora värmeförluster bör radiatorer placeras eller golvvärmeförledaren läggas tätare, dock ej tätare än att yttemperaturen på golvet överstiger 27 °C. Slingans tillöpp kan med fördel placeras där värmebehovet är störst. Inverkan av strålningsdrag nära fönster kan minskas t ex med värmeflekterande glas eller golvvärmeförledare i fönsterbröstningen. För att motverka kallras kan man vidta särskilda åtgärder t ex (golv)värmeförledare i bröstningen under fönstret, radiator under fönstret eller tätare mellan golvvärmeförledaren.

#### **Golvtemperaturer**

Golvtemperaturen ca 23 °C är den temperatur som 95 % av människorna är nöjda med då de har strumpor eller sockor på

fötterna. Detta motsvarar en värmeavgivning till rummet på 20 – 30 W/m<sup>2</sup> och leder i nya hus till innetemperaturen 20 – 21 °C . Temperaturer inom intervallet 19 – 26 °C säger sig 85 % av människorna vara nöjda med. Ett bräd- eller parkettgolv med större tjocklekar än 20 mm har betydande värmemotstånd som medför ökade förluster nedåt och att upp till 5 å 10 °C högre värmeförledartemperatur erfordras, Harrysson (2000). Temperaturen blir därmed i nivå med radiatorer dimensionerade som 55°/45°-system.

Energieffektiv och komfortabel golvvärme med i stort sett samma energianvändning som med radiatorer kan uppnås med åtgärder som ökad isolering och minskad värmeförlust av plattan samt noggrannare styrning av värmeförlusten med utetemperaturstyrd framledningstemperatur och rumstermostater. Byggtekniskt kan detta åstadkommas med flerskiktskonstruktioner t ex 250 mm isolering under plattan, 50 mm ovanpå och överstörren på värmefördelade plåtar. Byggekostnaden för denna lösning ökar med ca 500 kr/m<sup>2</sup>. Främst är det de värmefördelade plåtarna, som är orsaken till den stora ökningen av byggekostnaden. För golvvärme står således valet mellan högre driftkostnad och/eller högre byggekostnad. ▶

### ► **Kombinationer golvvärme och radiatorsystem är intressant**

Från årskostnads- och komfortsynpunkt är följande kombinationer av golvvärme och radiatorsystem intressanta:

- Platta på mark och golvvärme i bottenvåningen samt elradiatorer i övervåningen. Speciell uppmärksamhet måste därvid ägnas åt att golvvärmen görs energieffektiv och komfortabel dvs i första hand med god värmeisolering, liten värmetröghet och noggrann rumsvis styrning av värmeförseln.
- Radiatorer i samtliga utrymmen som basvärme i drift under uppvärmningssäsongen. Våtutrymmen, exempelvis badrum och hallar med golvmaterial som "känns kalla" till exempel klinkerplattor kompletteras med tidstyrd elektrisk golvvärme som komfortvärme. Golvvärmen kan då vara i drift även under sommaren respektive periodvis för att driva ut fukt. Energianvändningen bedöms öka marginellt med denna lösning.
- Golvvärme som basvärme och elradiatorer som "spetsvärme" för ökat gratisvärmeutnyttjande och högre komfort genom mindre innetemperatursvängningar.

### **Luftvärme med återluft förbjöds 1994**

En stor andel av hus byggda 1980 – 1995 har luftvärme med återluft och värmeåtervinning. Förväntad energibesparing har emellertid ofta helt eller delvis uteblivit på grund av stora värmeförluster från kanaler och växlare, reglerförluster och dålig styrning av värmeförseln med en centralt placerad termostat

System med kanaliserad tilluft och återluft medför ofta hög energianvändning och hälsoproblem för de boende på grund av förorenad tilluft och uppvärmning av denna med elspiral, som har hög yttemperatur. Stora luftförluster och onoggrann reglering av tillufttemperaturen med en centralt placerad termostat gör det svårare att ta tillvara gratisvärme från sol, belysning, personer etc. Luftvärme med återluft i sovrum och rum för vila är förbjudet enligt Boverkets Byggregler 1994 på grund av hälsorisker och hög

energianvändning. Kraven har dessvärre luckrats upp i Boverkets Byggregler 1999.

### **Sammanfattande slutsatser**

Framtidens byggande måste inriktas på enkla, billiga och lättskötta lösningar för att man med hög lönsamhet och tillförlitlighet ska nå god inomhusmiljö och låg energianvändning. Noggrant arbetsutförande, torrt och rent byggande under kontrollerade förhållanden samt installationer med rena och korta kanaler, speciellt för tilluft, är betydelsefulla faktorer i sammanhanget. Som värme- och ventilationssystem rekommenderas radiatorer respektive frånluftsventilation. Speciell uppmärksamhet måste därvid ägnas åt att uteluften tillförs så dragfritt och är så ren som möjligt.

Man kan ifrågasätta om extremt tröga värmesystem som golvvärme är lämpliga för energieffektiva småhus med litet effektbehov och i vilka den okontrollerbara andelen gratisvärmeförsel från processer, personer och solinstrålning kan ge ett mycket stort bidrag till byggnadens uppvärmningsbehov. Hur stor del av dessa tillskott som kan tillgodogöras beror i hög grad på regleringssystemets noggrannhet och hur snabbt värmesystemet kan anpassa sig till det aktuella behovet. Genom relativt sett större

gratisvärmeandelar i allt energisnålare hus kan man med fog påstå att de blivit mer känsliga för människans beteende. Problemen med värmetrögheten förstärks naturligtvis av trenden mot allt större fönsterytor.

Ju energisnålare byggnaden i sig är desto större relativ betydelse har gratisvärmeförseln. Svårigheter att hålla en jämn innetemperatur ökar därmed, liksom risken för övertemperaturer. I täta och välisolerade småhus föreligger därför ett större behov av att kunna variera luft- och värmeförseln i och mellan olika rum. Slutsatsen av detta är bl a att reglerutrustningen och värmesystemet i energisnåla byggnader måste reagera snabbare och ha mindre värmetröghet. I första hand bör man därför satsa på enkel ventilation (frånluft) och ett enkelt värmesystem (radiatorer). Luftvärme och energislösande golvvärme bör undvikas. Radiatorer med termostater ger den jämnaste innetemperaturen. Värmesystemet skall vara placerat inomhus för att uppnå hög energieffektivitet.

### **Läs mer på Internet**

[www.elkontakt.nu](http://www.elkontakt.nu)  
[www.dnv.se](http://www.dnv.se)  
<http://home.swipnet.se/byggochenergitteknik/>

### **Litteratur**

1. Cajdert, A red (2000). Byggande med kunskap och moral. En debattskrift om sjuka hus, miljögifter och forskningsetik. Örebro universitet, nr 1, Örebro.
2. Harrysson, C (1992). Högisolerade konstruktioner. En översyn av gällande beräkningsmetoder för lambda- och U-värden. Boverket, Publikationsservice, Karlskrona.
3. Harrysson, C & Ljung, L (1993). Erfarenheter från fältundersökningar av luftvärmesystem: Vanligt med klagomål. Norsk VVS 5/93, Oslo.
4. Harrysson, C (1994). Innehusmiljö och energianvändning i småhus med elvärme. Enkätundersökning och mätningar i 330 gruppbyggda småhus med olika systemlösningar. Boverket Publikationsservice, Rapport 1994:8, Karlskrona.
5. Harrysson, C (1997). Golvvärme eller radiatorsystem i småhus? Värdering genom praktiska mätningar enligt förlustfaktormetoden, registrering av el-, gas- och vattenanvändning. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg.
6. Harrysson, C (1999). Erfarenheter av olika sätt att bygga: Innehusmiljö och energianvändning i småhus. Bygg & teknik 5/99, Stockholm.
7. Harrysson, C (2000). Energieffektiva golvvärmebyggnader kräver såväl minskad värmetröghet som ökad isolering. Bygg & teknik 4/00, Stockholm.