

Helhetssyn och beprövade lösningar ger lågt energibehov och bättre inomhusmiljö i småhus

Lösningar baserade på känd kunskap bättre än passivhus

Klimatproblemen måste reduceras genom minskad energianvändning och utsläpp av växthusgaser. Inom bostadssektorn, som svarar för cirka 40 procent av Sveriges totala energianvändning, finns en betydande besparingspotential. Kunskaper finns, men används inte. Många lönsamma åtgärder står till buds. Vêldokumenterade uppgifter för nya småhus visar att man genom att välja rätta tekniska lösningar och utan att öka byggkostnaderna kan spara 30 procent energi och hamna kring 80 till 90 kWh/m² år i total energianvändning för hushållsel, varmvatten och värmesystem, samtidigt som man får god inomhusmiljö. Energi-mässigt är detta nästan i nivå med de mest energisnåla prov- och demonstrationshus som har byggts. Sedan mer än ett decennium har en stor del av småhusen sådana lösningar. En rangordning av olika lösningar är angelägen, eftersom praktiska erfarenheter visar på betydande skillnader i energianvändning och inomhusmiljö mellan dem.

Många faktorer påverkar småhusets energianvändning och en mängd olika lösningar förekommer. Kreativiteten är stor när det gäller att utveckla produkter och system för att åstadkomma energieffektiva småhus. Olika uttalanden och uppgifter har dock ofta bristande helhetssyn. Många "undergörande" lösningar visar sig vid

närmare granskning i verkligheten vara ganska mediokra.

Utbudet av olika material, konstruktioner och installationer växer lavinartat för såväl nybyggnad som ombyggnad. Nya material, konstruktioner och installationer används i ökad utsträckning i bebodda hus utan tillräcklig dokumentation med ökade risker för byggsador och inomhusmiljöproblem som följd. Nya byggföretag och relativt oprövade tekniska lösningar försvårar valet mellan olika alternativ för projektörer, byggare, förvaltare och brukare.

Lönsamhetsbedömningar måste baseras på relevanta verkliga förhållanden och indata så att inte orealistiska energibesparingar ligger till grund för dessa bedömningar. Redovisningar av flera undersökningar baseras ibland på alltför hög och ogynnsam energianvändning, varför gjorda besparingar skenbart förefaller alltför lönsamma. Ibland är utgångspunkten teoretiska värden, eller uppgifter för hus från andra epoker än den aktuella.

Denna artikel vill påvisa att det finns goda lösningar som från kostnads-, energi- och inomhusmiljösynpunkt ligger i nivå med eller är bättre än många passivhus,

vilka i media lanseras som hus utan värmesystem, trots att de har ett luftvärmesystem (frånlufts-/tillluftsventilation med värmeväxlare och elbatteri).

Erfarenheter och utveckling sedan oljekrisen 1973

Redan tidigt efter oljekrisen 1973 gjorde man kraftfulla forsknings- och utvecklingssatsningar från samhällets och enskilda fastighetsägares sida för att åstadkomma energieffektiva och komfortabla småhus. Omfattande forsknings- och utvecklingssatsningar har gjorts för nya småhus, vilka utgör cirka en procent av hela småhusbeståndet. Miljöproblemen och de på senare år kraftigt höjda energipriserna har markant ökat intresset för att bygga allt mer kostnads- och resurseffektiva småhus.

Vid nämnda tidpunkt kom man att satsa på åtgärder som ökad isolering och bättre täthet dock utan att inse behovet av tillräcklig och effektiv ventilation. Detta har resulterat i omfattande skador av fukt, mögel och röta eller problem med inomhusmiljön. Andra lösningar som visat sig ge betydande problem och helst bör undvikas är:

Energihushållning i bostäder

God inomhusmiljö och låg energianvändning kan kombineras!

Människan i centrum

inomhusmiljö/hälsöfrågor
minimera komfortskillnader
upplevelser
resurshushållning



Spara 30% energi med

rätt teknisk lösning
noggrant utförande
brukarinflytande
goda lösningar

Sätt människan i centrum för energisparandet!

Artikelförfattare är professor **Christer Harrysson**, Örebro universitet.



● **Luftvärme** och komplicerade ventilationssystem (tilluft), som bland annat kan medföra hälsoproblem och hög energianvändning. Debatten om luftvärme pågick under cirka tio år och slutade med att Boverket 1994 förbjöd luftvärme (frånlufts-/tilluftsventilation med återluft). Förbudet har dessvärre senare luckrats upp.

● **Golvvärme**, som med vanliga lösningar (10 cm isolering under betongplattan) medför cirka 30 procent högre total energianvändning. Golvvärmedebatten började 1994, men först efter cirka tio års meningsutbyte råder sedan 2004 enighet om, att golvvärme normalt är energislösande och har stor värmetröghet. I debatten har bland annat konstaterats att ett och samma hus med vattenradiatorer och och elpanna i stort sett har samma energianvändning som om huset har golvvärme samt frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten.

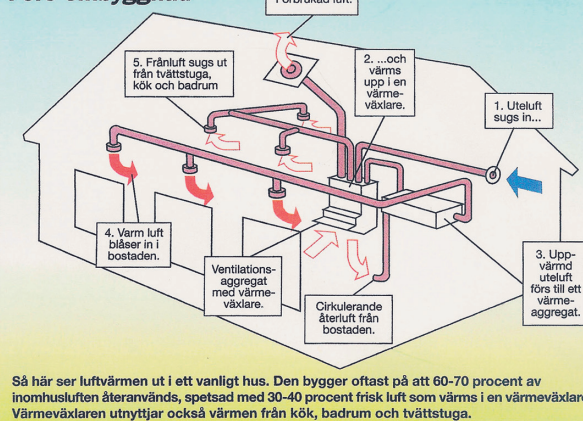
● **Stora fönsterytor**, som medför högre effekt- och energibehov, besvärande övervärme med höga innetemperaturer sommardag, dyrbara åtgärder för solavskärmning, högre bygg- och driftkostnader med mera. Debatt om problem med stora fönsterytor pågår sedan några år tillbaka bland annat kring objekten Hammarby Sjöstad, Bo01 med flera.

Åtskilliga andra misstag har begåtts genom åren, ofta med koppling till komplicerade värme- och ventilationssystem. Nuvarande trend med allt större fönsterytor, kan dessutom medföra en ökad energianvändning genom större kylbehov för att hålla innetemperaturen på rimliga nivåer.

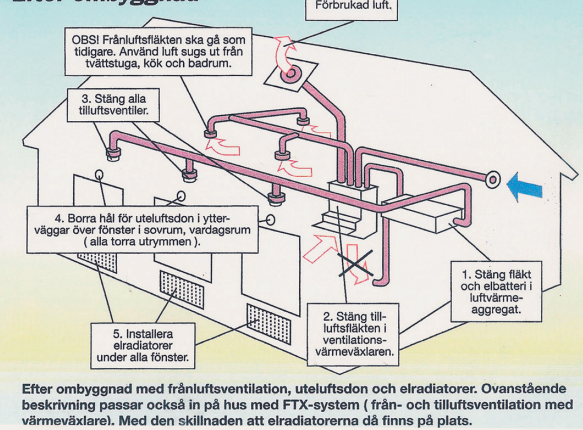
Ett antal nya byggbestämmelser som SBN 1975, SBN 1980 och Elak-bestäm-

Har huset gjort mig sjuk?

Före ombyggnad



Efter ombyggnad



Ombyggnad av småhus med luftvärme till frånluftsventilation och elradiatorer.

melserna med flera har tillkommit med ambitionen att åstadkomma energisnålare byggnader. Framförallt SBN 1980 och Elak-bestämmelserna har lett till en markant och långvarig förbättring av de småhus som byggts sedan 1985. Därefter har, som framgår av SCB (2007) och Harrysson (1994, 2006a) emellertid nyproducerade småhus i stort sett inte blivit energieffektivare i praktiken. Detta beror bland an-

nat på, att man ofta valt mindre energieffektiva lösningar som golvvärme, luftvärme och stora fönsterytor.

Energianvändning med stora variationer

Stora variationer i energianvändning förekommer såväl mellan olika typer av hus som mellan nominellt lika hus. Variationsorsakerna kan i regel hänföras till:

● **Brukarvanor**, som kan leda till en skillnad av 10 000 kWh/år. Viktiga faktorer är vattenanvändning, innetemperatur, utomhusel för till exempel motorvärmare och energislöseri i sidobyggnader.

● **Bristfälligt utförande** (slarvigt isolerutförande, dålig täthet, bristfällig injustering av värme- och ventilationssystemen) kan öka energianvändningen med 5 000 kWh/år.

● **Tekniska lösningar**. Genom att välja rätta tekniska lösningar kan man spara 30 procent energi utan att byggkostnaderna ökar och dessutom få god inommiljö. Därför är det angeläget att rangordna olika lösningar utifrån energianvändning, inommiljö och årskostnader (livscykelkostnader).

Byggnadsåret avgör

Som framgår av energistatistik, SCB (2007), kan småhus från energianvändningssynpunkt grovt sett indelas i två grupper: hus byggda före oljekrisen 1973 och hus byggda efter 1985. Under perioden 1973 till 1985 skedde ett omfattande experimenterande med olika lösningar och som gav skiftande resultat, varför hus från denna period lämnas därhän i detta sammanhang.

I analyser och resultatredovisning av olika undersökningar har man ofta "glömt" att en betydande del av nya småhus sedan mer än ett decennium har en god lösning med total energianvändning 80 till 90 kWh/m² år. Lösningen karakteriseras framförallt av frånluftsvärmepump för varmvatten och vattenradiatorer, frånluftsventilation och vattenradiatorer. I stället baserar man besparingar och lönsamhetsbedömningar på medelvärdet för nya småhus, 120 kWh/m² år, eller till och med på värden för hus byggda före oljekrisen 1973.

Effektbalansbestämning nya småhus

Nya småhus har, jämfört med äldre, lägre energianvändning för byggnadsuppvärmning samt en större andel momentana tillskotts- och förlustposter. Exempelvis utgör gratisvärmets från till exempel solinstrålning genom glasytor och ventilationsförluster relativt sett större andelar av byggnadens energiomsättning. De tidsfördröjda andelarna till exempel transmis-

Golvvärme

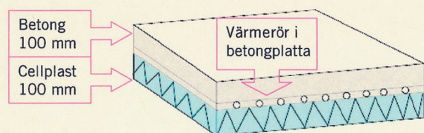
Vanliga respektive energieffektiva golvvärmelösningar.

Energieffektiv och komfortabel golvvärme + 700 kr/m²

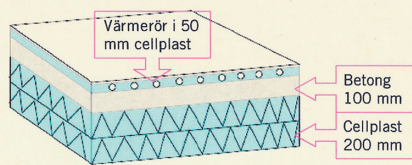
- öka isoleringen
- minska värmetrögheten
- rumsvis reglering

komfortvärme (del av uppvärmningsbehovet)
kombinera golvvärme – element

Den vanligaste konstruktionen + 30% energiökning



Så här borde det se ut



sionsförluster genom opaka (ogenomsynliga) byggnadsdelar blir allt mindre.

Effektbalansbestämningar visar att energi måste tillföras vid minusgrader ute. Alla småhus i nordiskt klimat måste ha tillskottsvärme, eftersom de har ett temperaturoberoende effektbehov. Gratisvärmepumpen uppgår till cirka 700 W, om de boende är hemma och använder huset normalt.

Äldre småhus

Eluppvärmda småhus byggda före 1973 har i medeltal den totala energianvändningen specifikt 160 till 190 kWh/m² år eller cirka 25 000 kWh/år fördelat på 5 000 kWh/år för hushållsel, 5 000 kWh/år för varmvatten och 15 000 kWh/år till värmesystemet. Senare års genomförda energisparåtgärder har reducerat den totala energianvändningen. Hushållsel uppgår normalt till cirka 30 kWh/m² år och varmvatten cirka 30 kWh/m² år.

Det finns emellertid äldre småhus med goda lösningar som ligger så lågt som 120 kWh/m² år. En sådan god lösning karakteriseras av fabrikstillverkning (volymhus), noggrant utförande, 120 mm isolering i väggar, 150 mm i tak och golv, tvåglasfönster, direktverkande elradiatorer och självdragsventilation motsvarande 0,25 oms/h.

Energimål. Målet för äldre hus bör vara att halvera energianvändningen från 160 till 190 kWh/m² år till 80 kWh/m² år. Detta mål kan nås till exempel med ytjordvärme- eller bergvärmepump, vilket är enkelt om huset har ett traditionellt vattenvärmesystem.

Nya småhus

Ett omfattande experimenterande sker vid utformning av nya och serieproducerade småhus. Många olika byggnads- och installationstekniska lösningar, mer eller mindre bra, förekommer. Vanliga lösningar i nya småhus medför i medeltal en total energianvändning på cirka 120 kWh/m² år, SCB (2007).

En god lösning som förenar effektiv energianvändning med god inomhusmiljö karakteriseras av cirka 200 mm isolering i vägg, cirka 500 mm i tak och cirka 250 mm i golv. Dessutom används treglasfönster eventuellt med LE-skikt och gasfyllning mellan glasen, frånluftsventilation, vattenradiatorer samt frånluftsvarmepump för varmvatten och byggnadsuppvärmning.

Denna lösning kan byggas av olika företag och med skilda fabrikat för installationer. Lösningen förefaller med andra ord vara fabriksberoende och ställer inga särskilda krav på projektörer, byggarbetsledare, brukare och förvaltare. I allmänhet uppgår den totala energianvändningen med denna lösning till mellan 80 och 90 kWh/m² år.

Energimål. För nya småhus bör målet vara 70 kWh/m² år. Genom att trimma ovan nämnda goda lösning kan man utan större ansträngningar nå denna nivå. Det är särskilt viktigt i sammanhanget, att avluften och frånluftsvarmepumpens förångare har lägsta möjliga (optimal) temperatur med hänsyn till förångarens avfrostning.

Nuteks småhustävling

Nutek (dåvarande avdelningen för effektivare energianvändning) genomförde med början år 1994 projektet 2000-talets småhus, varvid småhustillverkare inbjöds att bygga ett fristående typhus med minst 100 m² bostadsyta. Målet var att klara ett energibehov av 8 000 kWh/år eller 80 kWh/m² år.

Resultatet blev, att inget av de fem deltagande husen i praktiken nådde målet, men projektet gav erfarenheter, *Klittervall* (2007), som gör att det går att ställa ännu högre krav i framtiden. Bäst lyckades ett parhus, som byggdes i Järfälla i tekniktävlingens andra etapp. I början av 2000-talet lät Energimyndigheten göra en utvärdering av husen, där de boende fick ge sina synpunkter. Re-

sultatet motsvarade i stora drag det förväntade.

Passivhus

Hus utan värmesystem. I samband med Nuteks projekt 2000-talets småhus, började konceptet *Hus utan värmesystem* lanseras i media. Helt utan värmesystem är inte dessa hus, eftersom husens ventilationssystem är försedda med ett eftervärmningsbatteri (eleffekt cirka 900 W), som värmer tilluften under kalla perioder, när gratisvärmepumpen inte räcker för att upprätthålla önskad inomtemperatur, normalt cirka 20 grader Celsius, alternativt när huset är obebott, eller belysning och apparater inte används. Enkla effektbalansberäkningar och mätningar i passivhus visar att energi (normalt el via elbatteriet) måste tillföras vid minusgrader ute.

Energianvändningen i ett av småhusområdena med passivhus, Lindås Park, har i medeltal uppmätts till 67 kWh/m² år. Detta är inte mycket lägre än den goda lösning med frånluftsvarmepump med mera som beskrivits i denna artikel. I ett annat passivhusområde, Glumslöv, är situationen avsevärt sämre. Uppmätt energianvändning för de 35 lägenheterna är under tiden 2005-11-14 till 2006-10-18 (cirka 11 månader) enbart för bostadshusen 77 kWh/m² år respektive inkluderande sidobyggnader, utomhus med mera 103 kWh/m² år. Jämfört med Lindås Park (Göteborg) ligger Glumslöv längre söderut och nära vattnet vid Landskrona/Öresund.

Invändningarna mot nämnda koncept är främst det komplicerade och kombinerade värme- och ventilationssystemet (frånlufts-/tilluftsventilation med ventilationsvärmerväxlare. Systemet medför långa kanaler. Om inte dessa hålls rena, kan brukarna få avsevärda hälsoproblem till exempel i form av astmatiska och allergiska besvär, irriterade slemhinnor och halsont. Ljudproblem förekommer ofta på grund av lågfrekvent buller.

Värmetillförseln regleras med en centralt placerad termostat även i tvåplanshus. Därmed minskar möjligheterna att ta tillvara gratisvärmepumpen och få olika temperatur i olika utrymmen. Följaktligen tillförs husets alla rum uppvärmd tilluft via ventilationssystemet oavsett värmebehov. Problemen med passivhus uppges i flera undersökningar vara övertemperaturer sommartid, ojämn inomtemperatur i tid och rum samt ovan nämnda risker för hälsoproblem. Drag och kallras nära glasytor kan uppstå beroende på fönstrens storlek och kvalitet.

Merkostnaderna för ett passivhus uppgår till cirka 50 000 kr/hus och besparingen uppskattas till cirka 5 000 kWh/år jämfört med ett vanligt nyproducerat småhus.

Pionjären Mats Wolgast. Ett av de första husen med liknande koncept byggdes av Mats Wolgast i slutet på 1970-talet, Wolgast (1982). Detta hus karakteriseras



Modulenthus med god lösning.

av tjock isolering; mineralull 270 mm i väggar, 450 mm i tak, styrencellplast: 100 mm i golv, 100 till 200 mm markisolering (styrencellplast) 0 till 1,7 m från huset samt fyrglasfönster och frånlufts-/tillluftsventilation med ventilationsvärmväxlare. Tilluften förvärms via ett 25 m långt rör i marken. Över innerdörrarna finns fem småfläktar, så kallade tvärströmsfläktar, som cirkulerar luften mellan rummen. Huset har dessutom en braskamin och tre lösa el-radiatorer á 300 W.

Denna systemlösning är i flera avseenden bättre än passivhusen i Lindås Park och Glumslöv. Wolgast (1982) uppger citat "...huset klarar sig ner mot 0 °C utan någon egentlig uppvärmning, vid sidan av energi från hushållet, personvärmen, solinflödet genom fönster och ett och annat levande ljus. Vi använder bara den lilla vedkaminen när det är riktigt kallt ute".

Rekommendationer för utformning av nya småhus med effektiv energianvändning och god inomhusmiljö

Välj snåla brukarvanor, noggrant utförande och de rätta tekniska lösningarna, som ska vara enkla och beprövade för projektörer, byggare, brukare och förvaltare. Många olika lösningar förekommer för isolering, täthet, värme och ventilation. Just mångfalden är huvudproblemet. Vilka lösningar ger i praktiken låg energianvändning och god inomhusmiljö till lägsta kostnad? Ju energisnålare huset i sig är desto sämre blir lönsamheten för ytterligare energisparåtgärder.

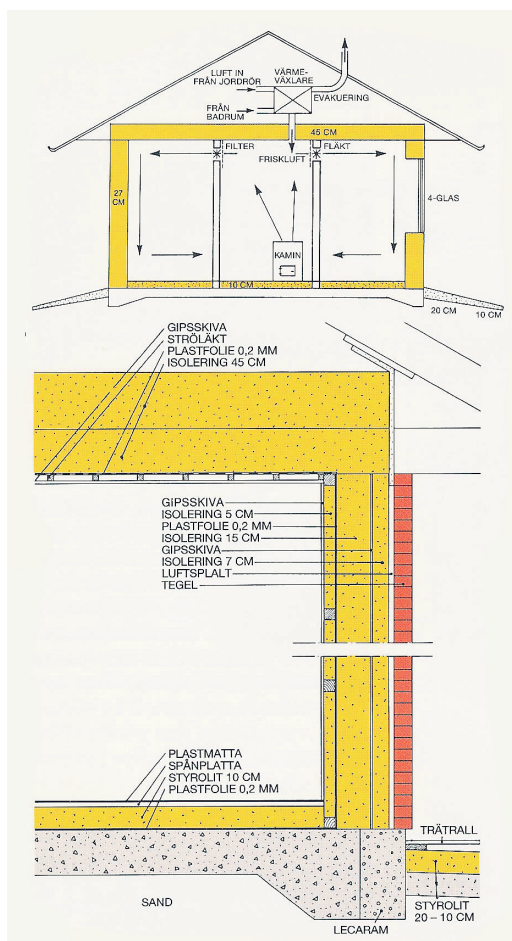
Man står alltid i valet mellan bygg- och installationstekniska lösningar. I första hand bör man satsa på byggtekniska åtgärder som ökad isolering och god täthet, ett enkelt ventilationssystem (frånluft) och värmesystem med radiatorer (el- eller vatten-) alternativt vvc-slinga (varmvattencirkulation) eller golvlister. Därefter värderas olika installationstekniska åtgärder inom värme- och ventilationsområdena. Dessa åtgärder har i regel högre underhållskostnader och kortare livslängd än byggtekniska.

Med nedanstående koncept kan den totala energianvändningen begränsas till cirka 70 kWh/m² år, vilket är i nivå med passivhusen.

Husutformning – byggtekniska åtgärder. Glasytor begränsas till 10 till 15 procent av golvytan och med U-värdet högst 1,2 W/m² K. Takfoten utformas för optimal solavskärmning, som inte bara fungerar vid tiden för sommarsolståndet, Harrysson (2007). Energieffektivare fönster medför;

- mindre värmeförluster
- mindre solinstrålning
- högre termisk komfort.

Analogt gäller för byggnaden. Ju energieffektivare byggnaden är desto:



Systemlösning för Mats Wolgats hus.

- större risken för övertemperaturer
- mindre gratisvärme kan utnyttjas
- större andel av byggnadens uppvärmningsbehov täcks av gratisvärmets
- kortare blir uppvärmningssäsongen

För småhus byggda från 1970-talet och framåt är tillgodogjord solvärme under uppvärmningssäsongen cirka 2 000 till 3 000 kWh vid fönsterytor kring 15 till 20 m². Byggnaders effekt- och energibehov blir mindre ju mindre fönsterytan är och ju lägre U-värde fönstren har.

Beaktas inte dessa faktorer vid utformning av byggnader och energiberäkningar kommer fönstrens inverkan på byggnaders energieffektivitet och komfort att överskattas kraftigt.

Tvåplanshus i stället för enplanshus sparar cirka 2 000 kWh/år. Ett parhus jämfört med ett friliggande hus sparar cirka 1 000 kWh/år.

Välj maximal isolering, med dagens isolermaterial i väggar 300 mm, tak 600 mm och golv 300 mm samt med konstruktionsutformning som har små köldbryggor. Bygg huset (utförandet) så väl isolerat och tätt som det går. Maximal täthet med noggrant utförande motsvarar cirka 1 oms/h vid 50 Pa tryckskillnad.

Lätt eller tung stomme. Värmekapaciteten saknar i stort sett betydelse för årsenergianvändningen i bostäder med konstant innetemperatur, Harrysson (2004a, b). Värmekapaciteten har dock betydelse vid strömväbrott och för effektuttaget vid dimensionerande utetemperatur. En vik-

tig aspekt att beakta är värmesystemets värmetröghet. Exempelvis har golvvärme i platta på mark hög värmetröghet som minskar möjligheterna att tillvarata gratisvärme och noggrant reglera innetemperaturen. En tung stomme kan minska övertemperaturproblem sommardag.

Grundläggning. Grundläggning av källarlösa hus kan ske som platta på mark eller uteluftsventilerat krypprum. Golvet förses med 250 till 300 mm isolering. Förhållandena i uteluftsventilerade krypprum kan förbättras genom värmetillförsel sommardag med solfångare eller annan värmetillförsel. Ett alternativ till uteluftsventilerat krypprum är innetluftsventilerat krypprum, vilka kan ge cirka 1 000 kWh/år i energibesparing. Det innetluftsventilerade krypprummet måste noggrant isoleras och tätas.

Värme- och ventilationssystem. För att kunna uppnå hög energi- och luftutbyteseffektivitet är det viktigt att värme- och ventilationssystemen är förlagda på klimatskärmens insida samt är tät och väl isolerad. Detta är förhållandena som kan tyckas självklara men inte alltid råder. Dessutom måste kontrolleras att myndighetskraven på hygienisk och termisk komfort uppfylls. Värme- och ventilationssystemen ska kunna reglera värme- och lufttillförseln snabbt, noggrant och individuellt till husets olika rum. Byggnad och installationer måste kunna skötas av de boende själva till exempel omkoppling vår och höst av bypass-kanalen i en ventilationsvärmväxlare.

Ventilation. Välj frånluftsventilation med väggventiler, som har gynnsam luftspridningsbild. Ventilernas placering är viktig med hänsyn till drag, kallras och kallstrålning. Systemet ska medge behovsstyrning av luftflödena, 0,5 oms/h vid bebott hus och möjlighet att halvera vid obebott hus och så vidare. Cirka 80 procent av våra byggnader är placerade i en miljö där förhållandena inne är sämre än ute. Behovet är därför ofta litet av att filtrera den uteluft som tillförs huset.

Värmeåtervinning bör i första hand ske med frånluftsvärmepump alternativt utelufts-/frånluftsvärmepump som värmer såväl varmvattnet som byggnaden. Väljs ventilationsvärmväxlare måste denna vara försedd med bypass-kanal för att minska övervärmeproblemen sommardag. De boende själva måste då kunna reglera ventilationens storlek och när man vill nyttja bypass-kanalen.

Värmesystem. Radiatorer (el- eller vatten-) väljs som basvärmesystem och placeras under fönster. Alternativt utgörs värmesystemet av en vvc-slinga eller golvlister. Golvvärme väljs endast i utrymmen med klinkers och då som tidstyrd komfortvärme i form av direktverkande el.

Värmetillförseln hos vattenvärmesystem regleras med radiator-/rumstermostat för effektivt gratisvärmeutnyttjande och möjligheter till olika temperaturer i tid och rum. Framledningstemperaturen i vattenvärmesystem regleras med utegivare och framledningskännare. Elradiatorers värmetillförsel regleras med elektroniska radiatortermostater.

Energiförsörjning

Ska småhuset förses med individuell uppvärmning eller fjärrvärme? Kulvertförluster i värmeglesa villaområden är avsevärda och uppgår till mellan 20 och 40 procent, Persson (2005) och Harrysson (2006b).

Valda lösningar bör även också passa olika energikällor (tillskottsvärme) och kombinationer som: el, fjärrvärme, biobränsle/fastbränsle, sol och kombinationer, bergvärme med mera. Basenheten i ett flexibelt vattenvärmesystem är en ackumulatortank på 750 till 1000 liter vatten, dockningbar till frånluftsvärmepump, kamin, panna, solfångare etcetera. Solfångare kan användas för tappvarmvatten och byggnadsuppvärmning, dels för sig, dels i kombination med värmepumpar. Solceller är än så länge för dyrbart.

Entreprenadformer/kvalitetssäkring/besiktningar/rådgivare

Bygg torrt genom tillverkning inomhus eller väderskyddat. Håll rent på bygget, speciellt i ventilationskanaler för tilluft. Välj totalentreprenad för att slippa fördyringar och problem med samordning av olika entreprenörer, Harrysson (2006a,b). Det är också fördelaktigt att ha en samtalspartner och en ansvarig för bygget. Det är ju vanligt att hantverkare skyller på varandra när fel uppstår. Välj också som kvalitetsansvarig och för besiktningar så långt som möjligt oberoende rådgivare, som är fria från mäklare, husföretag och försäkringsbolag. Begär referenser innan beslut fattas om samarbetspartners av olika slag. Välj dem utifrån personliga kvalifikationer och inte för att de är anställda i ett stort företag.

Strategi för utvärdering av nya material, konstruktioner och produkter

Nya material, konstruktioner och installationer måste vara omsorgsfullt testade innan de används i serieproduktion. Ibland har man endast utfört laboratorietester innan serieproduktion av hela hus påbörjas. Exempel på dylika misslyckanden är användningen av luft- och golvvärmesystem. Dessa system infördes i serieproduktion, utan tillräckliga tester och uppföljning, med många problem och tvister som följd. Ett aktuellt exempel är de fuktskador som drabbat hus med putsad fasad direkt mot isolermaterial och bakomliggande träregelstomme.

En metodik för utprovning av nya lösningar är följande. Utgå från teoretiska utredningar, följda av laboratorietester och utprovning i ett obebott hus. Därefter genomförs undersökningar av huset i bebott skick. För att närmare utröna brukarvanornas inverkan och andra variationer studeras cirka 20 nominellt lika hus. Först därefter och vid positiva resultat kan serieproduktionen starta.

Slutsatser

Framtidens småhus ska vara så energieffektiva som möjligt och erbjuda komfortabel inommiljö såväl sommar som vinter. Använd känd kunskap och "uppfinn inte hjulet på nytt"! Välj för projektörer, byggare, förvaltare och brukare enkla, beprövade och lättskötta lösningar. Bygg med bästa möjliga teknik. För låga bygg- och driftkostnader samt mindre byggfelskostnader, är det viktigt att använda väl genomarbetade och standardiserade lösningar.

Enbart genom att använda känd kunskap och "trimma" den beskrivna goda lösningen (frånluftsventilation samt frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten, vattenradiatorer med mera) kan man komma ner mot 70 kWh/m² år, vilket är i nivå med de bästa passivhus som byggts. Med den "trimmade" goda lösningen har man gentemot passivhusen fördelar som flexibelt vattenvärmesystem, bättre inommiljö (mindre risker för hälsoproblem), högre gratisvärmeutnyttjande samt möjligheter till jämnare och noggrannare rumsreglering av innetemperaturen. ■

Referenser

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.

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.

Harrysson, C (2004a). *Byggnadsutformning och värmekapacitet*. Förstudie och litteraturinventering. SBUF och Örebro universitet, Institutionen för teknik, Rapport nr 14, Örebro, ISSN 1404-7225.

Harrysson, C (2004b). *Praktisk vägledning och enkel förklaringsmodell. Byggnadsutformning och värmekapacitet*. Bygg & teknik, 5/04, Stockholm.

Harrysson, C (2006a). *Byggbranschens behov av förnyelse – en väg till småhus med lägre livscykelkostnader*. Bygg & teknik 5/06, Stockholm.

Harrysson, C (2006b). *Husdoktorn går ronden. En bok om sjuka hus och drabbade människor*. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg, ISBN 91-631-9272-1.

Harrysson, C (2007). *Fönstrens roll i byggnaders energianvändning och komfort*. Energimagasinet 5/07, Halmstad.

Klittervall, T (2007). *Personlig kommunikation*, Lund.

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

Statistiska Centralbyrån, SCB (2007). *Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2007*. SCB, Örebro.

Wolgast, M (1982). *Det superisolerade huset. Ett sätt att bo energisnålt och miljövänligt*. Informa/Schmidts Boktryckeri AB, Helsingborg.