

Fönster ska vara vackra, energisnåla och skapa komfort

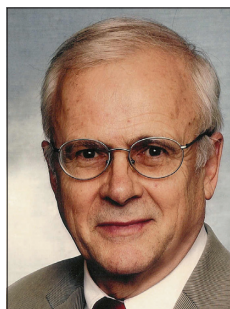
Fönster ska inte bara vara vackra utan det ställs en hel del andra krav såsom att de inte ska läcka mycket värme, inte ge kondens- eller komfort-problem. Stora fönsterytor kan ge problem med både komfort och energiförluster.

Av stor betydelse för byggnaders energibalans och inomhusmiljö är klimatskalets utformning särskilt med avseende på takfotens utformning, glasytors typ och storlek, placering på olika omslutningsytor, orientering i väderstreck, nischer, gardiner, persienner etc.

Byggnader med glasfasader för att skapa ljus och luftig miljö ökar riskerna för komfortproblem, större effekt- och energibehov för byggnadsuppvärmning samt högre byggkostnader. Erfarenheter visar att mindre fönster och lägre U-värde minskar nämnda risker. I flera grannländer, som Norge, diskuterar man för närvarande att begränsa fönsterytorna.

Fönster - uppvärmningsbehov - komfort

Fortfarande är värmeförlusterna 5-10 gånger större genom fönstren än genom väggarna. Väggar i nya hus har U-värden kring 0,1-0,2



Av Professor
Christer Harrysson
Örebro universitet

W/m² K, i äldre 0,3-0,5 W/m² K eller högre. Fönstren i nya hus har U-värden runt 0,8 - 1,8 W/m² K och i äldre icke renoverade hus 2,4 - 3,0 W/m² K. Därtill ska läggas att fönstren medför betydligt större behov av värmeeffekt och risk för komfortstörningar vintertid.

Stora fönster är en aktuell mode-trend för att öka kontakten mellan inne och ute. Åtskilliga passivhus och även andra hus har byggts med stora fönsterytor för att man med tillskott av solvärme ska kunna

minska husets uppvärmningsbehov. Man har dock i regel inte tillräckligt beaktat behovet av solavskärmning. Detta har lett till oacceptabelt höga inomhus temperaturer sommartid. Därtill har de stora fönstren medfört betydande värmeförluster och att det blir kallt inne vintertid, särskilt nära fönstren.

Exempel på ett dylikt problemområde är Bo01, där stora fönsterytor och golvvärme

nämns bland huvudorsakerna till högt uppvärmningsbehov och komfortstörningar. Bland annat tre områden med passivhus har dylika problem med övertemperaturer: Glumslöv, figur 1, Ellös och Misteröd (Uddevalla). Boende i hus med stora fönsterytor mot norr är minst missnöjda med inneklimatet därför att man slipper solvärmen i nämnda väderstreck, Harysson (2006).

Det förekommer ibland klagomål på kondensbildning på utsidan av energieffektiva fönster när U-värdet går ner mot $1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ eller lägre, oftare ju lägre U-värdet är. Figur 2 visar passivhus i Ellös med kondensbildning som beror på att fönstren har god värmeisolering och kan inträffa främst vid klart väder på grund av värmeutstrålning mot en klar natthimmel med samtidig hög relativ luftfuktighet och vindstilla eller svag vind. Värmeutstrålningen kan minskas till exempel med markiser, varvid kondensen kan minskas eller elimineras.

Fönsterstorlek-byggår-byggregler

Vad som kan betraktas som "normal fönsterstorlek" beror bland annat på husets byggår. Exempelvis har funkishusen från 1930- och 1940-talen relativt stora fönsterytor för att under 1960- och 1970-talen följas av hus med mindre fönsterytor. Hus byggda efter oljekrisen enligt byggnormerna SBN 1975 och SBN 1980, Statens planverk (1983), hade krav på begränsade fönsterytor bland annat genom normernas föreskrifter om "högst 15 procent av våningsplanens yttre area från yttervägg med tillägg av högst 3 procent av deras inre area". Med yttre area avses den area av ett våningsplan som begränsas av utsidorna av de ytterväggar för vilka fönster tillåts och en linje 5,0 m från väggarnas utsida. Större fönsterytor medförde krav på kompensation genom att övriga byggnadsdelars isolering ökades.

Med hänsyn till dagsljus anger BBR (2008) som allmänt råd "att fönsterglasarean är minst 10 procent av golvarean när fönstret har 2 eller 3 klarglas. Glasarean ökas om annat glas med lägre ljusgenomsläpplighet används

eller om byggnadsdelar eller andra byggnader skärmar av dagsljuset mer än 20 procent". Det är således både tillåtet och möjligt att bygga vackra hus med små fönsterytor.

Systemet fönster-ytterväggar-värme-ventilation

Fönstren och deras egenskaper måste i ökad utsträckning ses i sitt sammanhang i byggnaden inkluderande ytterväggar samt installationer för värme och ventilation. Saknas värmekälla, till exempel radiator, under fönstren, som i hus med luftvärme eller golvvärme, kan detta leda till klagomål på kallras och kallstrålning, särskilt vid frånluftsventilation och väggventiler (uteluftsdon) och om man använder spaltventiler. Nämnda komfortstörningar leder i regel också till ett ökat uppvärmningsbehov för byggnaden. För till exempel Bo01, figur 3, uppges stora fönsterytor i kombination med golvvärme vara bland de vanligaste orsakerna till det extremt höga uppvärmningsbehovet.

Med argumenten att ha en vacker fasad och god visuell kontakt mellan inne och ute har många hus utformats med fönster som nästan är rumshöga och går ända ner till golv. Detta är en dyrbar lösning som även kan leda till stora komfortstörningar. För att med denna lösning uppnå en tillräckligt hög komfort har ibland en radiator placerats på golvet framför fönstret. Då har man verkligen hamnat långt i från målet: en vacker fasad och god visuell kontakt mellan inne och ute. En billigare lösning med betydligt högre komfort är att utforma ytterväggen med en cirka 30 cm hög bröstning under fönstret och placera en radiator där. Från energieffektivitets- och komfortsynpunkt bör man eftersträva små komfortskillnader inom rummet.

Glasrum och inglasade balkonger har hög attraktionskraft på brukarna, vilka sällan är medvetna om de mycket höga byggkostnader dessa bygghälsor medför. Även kostnaderna för uppvärmning kan beroende på utnyttjandet bli höga.

Forts på sid 30

Forts från sid 29



FOTO: © TORBJÖRN KLITTERVALL

FIGUR 1: Passivhus i Glumslöv. Bilden är tagen vid höstdagjämningen och mitt på dagen.

Energiuppgifter för fönster

Fönster - transmissionsförluster - solinstrålning

Nedan i ett exempel, hämtat från Adamson m fl (1986) kvantifieras för ett tvåglasfönster transmissionsförluster och sekundär solvärmeförlust, figur 4. Den direkta transmittade strålningen benämns primär solvärmeförlust. Den extra värmeförlusten kallas sekundär solvärmeförlust orsakad av att en del av den infallande strålningen absorberas i glasmassan, där den värmer upp glaset och sedan delvis tillförs rummet. En del försvinner naturligtvis utåt.

Utan någon solinstrålning vid innetemperaturen 20 °C och utetemperaturen 0 °C uppgår transmissionsförlusten till cirka 55 W/m². Om tvåglasfönstret utsätts för solinstrålningen cirka 600 W/m² absorberas en del i det yttre



FOTO: © BO WIMAN

FIGUR 2: Kondensbildning på energieffektivt fönsters utsida i Ellös, augusti 2011.

glaset, cirka 36 W/m² och en del i det inre glaset, cirka 30 W/m². Till rummet transmitteras direkt 510 W/m² av den infallande strålningen, 600 W/m².

Glasen blir varmare än vad de skulle ha blivit utan solinstrålning. Värmeförlusten från rummet via fönstren minskar till 55 - 32 = 23 W/m². Den sekundära solvärmeförlusten är normalt 5 - 7 procent för ett vanligt fönsterglas. Vid speciella värmeabsorberande glas kan den sekundära solvärmeförlusten bli väsentligt större. Sådana glas används då som solskydd.

I exempelvis Oslo vår och höst kan solinstrålningen med U-värden kring 1,2 W/m² K uppgå till cirka 540 W/m² utan avskärmning. Endast cirka 30 procent av detta värde kan reduceras vid invän-

**FRITIDSHUS.** Villa i Sälen med små fönstertytor.

dig avskärmning och cirka 85 procent vid utvändig.

Figur 5, hämtad från Hagman (1975), visar instrålningen genom ett oskyddat tvåglasfönster från sol, himmel och mark i olika väderstreck under året per m² och dygn. Streckade kurvor avser klart väder, heldragna kurvor "genomsnittliga förhållanden" enligt bearbetning av SMHI:s statistik för perioden 1958-69. Diagrammet gäller Stockholm (latitud cirka 59°). Markytans reflektionsfaktor har satts till 0,25.

Solinstrålning på olika systemnivåer

Solinstrålningens bidrag till byggnaders effekt- och energibehov för byggnadsuppvärmning beror på många faktorer. Det föreligger betydande svä-

righeter att i specifika fall kvantifiera solinstrålningen. Solens intensitet varierar bland annat med latitud, årstid, tidpunkt på dagen, molnighet och ytans orientering. Solstrålningens storlek och variation vid molnfri himmel beskrivs med experimentellt stödda matematiska uttryck, Harrysson (1988).

Under b) avser värdena totala strålningens intensitet i strålningsriktningen vid klart väder nära markytan, c) Genomsnittligt får hela jordytan globalstrålningen 165 W/m², d) Instrålningen mot vertikalt fönster består av globalstrålning och reflekterad strålning och anges för 60° latitud för olika väderstreck och fri horisont. Marken antas reflektera 25 procent av globalstrålningen, e) Instrålningen genom



FOTO: © TORBJÖRN KLITTERVALL

FIGUR 3: Stora fönstertytor i husen på Bo 01.

oskyddat 2-glasfönster, genomsnittligt under uppvärmningssäsongen. Markreflektion ökar värdena vid fri horisont, vid barmark med cirka 10 procent. Markiser, gardiner, persienner, antalet glas, lågmissionsskikt och gasfyllda luftspalter kan avsevärt minska instrålningen. f) Isolerade fönsterluckor kan ge både effekt- och energivinst.

Fönsterbyte - tillsatsruta - lönsamhet

I nyproduktion lönar det sig från energisynpunkt att välja så energieffektivt fönster som möjligt dvs med U-värden kring 0,8 W/m² K. Med hänsyn till tiden för kondensbildning på fönstrens utsida bör U-värdet dock inte understiga 1,1 - 1,3 W/m² K, Grange (2000).

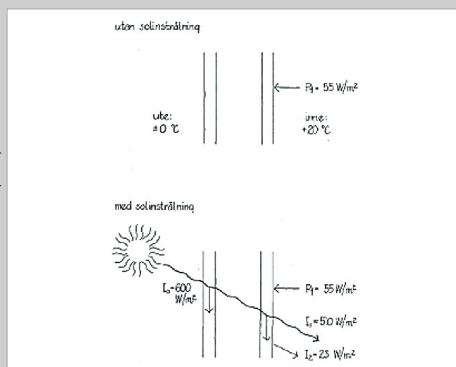
I befintliga hus har byte till energieff-

Forts på sid 32

Forts från sid 30

ektivare fönster relativt låg lönsamhet. Exempelvis spar byte från 2-glasfönster med U-värdet $2,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ till 3-glas med U-värdet $1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ i södra Sverige cirka 100 kWh/m^2 år. Från nämnda besparing ska tillgodogjord solinstrålning under uppvärmningssäsongen minskas med 30 - 40 procent. Kostnaden för fönsterbytet ligger kring $6\,000 \text{ kr/m}^2$, dvs pay-offtiden blir cirka 40 år vid energipriset $1,50 \text{ kr/kWh}$. Väljer man i stället tillsatsruta halveras kostnaden till cirka $4\,000 \text{ kr/m}^2$, dvs pay-offtiden blir drygt 25 år. Till detta kommer den förbättrade komforten inkluderande bättre ljudisolering, vilken är svår att värdera.

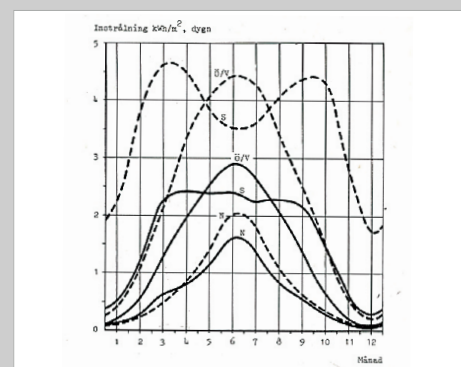
Ett byte från 2-glasfönster till 3-glasfönster med $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ minskar behovet av inköpt energi för ett normalt småhus med storleksordningen 1000 - 1500 kWh/år, vilket utgör 5-10 procent av nya småhus totala uppvärmningsbehov. I praktiken är det därför många gånger svårt att i ett bebott hus mäta



KÄLLA: © ADAMSON M FL (1986)

FIGUR 4: Värmetillskott och värmeförluster vid tvåglasfönster utan och med solinstrålning.

upp denna besparing på grund av att husets uppvärmningsbehov påverkas av så många andra faktorer av samma storleksordning eller större. Otätheterna kan förändras i samband med fönsterbytet och kan medföra att högre komfort utnyttjas i form av höjd innetemperatur. Detta kan leda till helt eller delvis utebliven energibesparing. □



KÄLLA: © HAGMAN (1975)

FIGUR 5: Instrålning genom ett oskyddat 2-glasfönster från sol, himmel och mark i olika väderstreck. Streckade kurvor avser klart väder, heldragna kurvor "genomsnittliga förhållanden" enligt bearbetning av SMHI:s statistik för perioden 1958-69. Diagrammet gäller Stockholm (latitud 59°). Markytans reflektionsfaktor har satts till 0,25. Figuren har ursprungligen gjorts av Engelbrekt Isfält.



BILD: © MEVA

ECOS Energy, i Nederländerna, har lagt order på en förprojektering av Skellefteåbaserade Meva Innovation AB. Avsikten med förprojekteringen är att undersöka hur väl Mevas uppfinning, det smarta kraftvärmeverket, klarar att förgasa avföring från jordbruk.

Representanter för ECOS Energy har besökt Meva vid flera tillfällen under 2011/2012 och har signalerat att de, om studien faller väl ut, vill köpa en första anläggning för 160 miljoner.

Övergödningen inom jordbruket i Holland är omfattande. Djurhållningen avger stora mängder avföring. Därför ersätter holländska myndigheter de företag som hjälper till att destruera spillningen. Det är här Meva Innovation med sin uppfinning, det smarta kraftvärmeverket, kommer in. Eftersom detta kraftvärmeverk även kan producera elektricitet kostnadseffektivt i liten skala så har holländarna chansen att slå tre flugor i en smäll, det vill säga tjäna pengar på såväl den destruerade avföringen som den av kraftvärmeverket producerade fjärrvärmes och elektriciteten. På så sätt har ECOS Energy god möjlighet att nå break even inom två till fem år.

Tekniken som är en svensk uppfinning kallas VIPP (Vortex Intensive Power Process) och utvinns både gas och värme, ungefär som den gamla gengastekniken. Gasen och värmen kan sedan användas för både elnät och fjärrvärmenät. Så här går det till: Genom att elda biobränsle men bromsa eldningen tar man gasen och skickar in den i en gasmotor med generator. Det första av Meva Innovations smarta kraftvärmeverk ligger i Piteå och tas i bruk nu under våren 2012. Potentialen i Holland beräknas vara mellan 25 och 30 anläggningar. □