

Fönsters inverkan på innemiljön samt effekt- och energibehovet

Nya idéer och goda lösningar fordrar systemtänkande och helhetsgrepp på arkitektur, byggteknik och installationer

Dagens glasarkitektur och stora fönsterytor, *figur 1*, har i många energiprojekt medfört betydande ökning av energi- och effektbehovet samt lett till fler komfortstörningar såväl vinter- som sommartid, särskilt om värmare saknas under fönstren. Fönster har alltid större värmeförluster än väggar. I nya hus ligger fönsters mörker-U-värde runt $1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ och väggar har vanligtvis U-värden kring $0,1$ till $0,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Fönster kostar dessutom mer än väggar per ytenhet. Glasrum och inglasade balkonger har hög attraktionskraft på brukarna, vilka sällan är medvetna om de mycket höga byggkostnader dessa byggedlar medför. Även kostnaderna för uppvärmning, med till exempel golvvärme eller infravärme, kan beroende på utnyttjandet bli höga.

Primärt behandlar denna artikel fönstrens inverkan på byggnaders effekt- och energibehov samt innemiljö. Exempel ges på lösningar som bör undvikas liksom recept för goda lösningar. För att åstadkomma mer energieffektiva och komfortabla hus till lägre drift- och produktionskostnader måste man i ökad utsträckning se byggnaden som energisystem och beakta samspillet mellan arkitektur, fönster, väggar, värme och ventilation inkluderande styr- och reglerutrustning liksom byggnadens och värmesystemets värmelagringssegenskaper.

Artikelförfattare är
Christer Harrysson,
professor, Örebro universitet.



Serieproducerade hus har ofta lägre energianvändning än hus i olika "energiprojekt"!

Media översvämmas av artiklar och uppgifter med bristande saklighet, halvsanningar och faktafel för olika energiprojekt som passivhus, Bo 92, Bo01, Hammarby Sjöstad, Understenshöjden samt olika provhus och experimentbyggnader med stora glasytor, *Harrysson (2013)*. Uppmått energianvändning visar sig ofta vara betydligt högre än beräknat och dessutom högre än i vanliga serieproducerade hus. Andra vanligen förekommande klagomål är komfortproblem sommartid då utvändigt solavskärmning saknas. I passivhusområden som till exempel Glumslöv, *figur 2*, uppger de boende att husen med de stora glasytorna orienterade mot norr har bäst innemiljö, det vill säga jämnast termiskt inneklimate, *Harrysson (2006)*. Dessa hus har emellertid större värmeförluster vintertid än om de stora glasytorna är orienterade i energimässigt gynnsammare väderstreck.

Fönsterytor – placering av värmare
Glasytornas storlek och U-värde har stor inverkan på effekt- och energianvändningen samt på den termiska komforten, *Harrysson (2006, 2011)*. Klart är att energi- och effektbehovet ökar med fönsterytans storlek samt att man får fler komfortstörningar under både vinter- och sommartid. Såväl vid golvvärme som vid luftvärme kan kallras- och kallstrålningsproblem förekomma nära fönstren vintertid, *figur 3*. Komfortproblemen är större om värmare saknas under fönstren. Kylbehovet sommartid ökar med glasytornas storlek, men också beroende på solavskärmningen. Riskerna för kondens på fönstrens utsida ökar bland annat med ju lägre U-värdet är.

Trenden att bygga hus med allt större fönster och glasytor och som går ända ner till golvet har lett till ökad frekvens klagomål på komforten i hus med golvvärme jämfört med radiatorsystem, oavsett om huset har frånluftsventilation eller frånlufts-/tillluftsventilation. I det förstnämnda



Figur 1: Stora fönsterytor i husen på Bo 01.

FOTO: TORBJÖRN KLITTEVALL



FOTO: TORBJÖRN KLITTEVALL

Figur 2: Passivhus i Glumslöv. Bilden är tagen vid höstdagjämningen och mitt på dagen. Inneklimatet är jämnast med de stora glasytorna mot norr.



FOTO: TORBJÖRN KLITTEVALL

Figur 4: Spaltventiler ger ofta dragproblem.

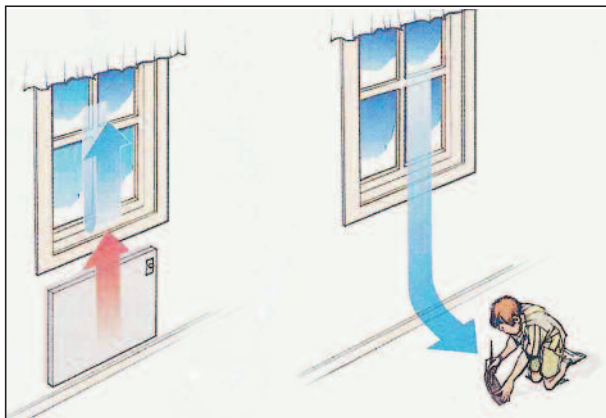
att uppnå tillräcklig termisk komfort, figur 5.

Fönsterstorlek – byggår – byggregler

Vad begreppet "normal fönsterstorlek" innebär, beror bland annat på husens 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 1973 enligt byggnormerna SBN 1975 och SBN 1980, Statens planverk (1983), hade krav på begränsade fönsterytor bland annat genom föreskrifter om "högst femton procent av våningsplanens yttre area från yttervägg med tillägg av högst tre procent av deras inre area". Med yttre area avses den area av ett våningsplan som begränsas av utsidorna av de ytterväggar för vilka fönster tilläts 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 tio procent av golvarean när fönstret har två eller tre klarglas. Glasarean ökas om annat glas med lägre ljusgenomsläpplighet används eller om byggnadsdelar eller andra byggnader skärmar av dagsljuset mer än tjugo procent". Det

fallet förstärks inverkan av kallras från väggventiler (uteluftsdon) över eller under fönstren, vilket de boende ofta kompenserar med höjd innetemperatur. I andra fallet klagar man ibland på kalla golv



Figur 3: Kallrasproblem när värmare saknas under fönster till exempel vid golvvärme eller luftvärme.

KÄLLA: ENERGI MYNDIGHETEN

der fönstren, vilket de boende ofta kompenserar med höjd innetemperatur. I andra fallet klagar man ibland på kalla golv

genom att husen primärt värms med ventilationen på grund av att tilluftstemperaturen är för hög samtidigt som värmeförlusten till golvslingorna reglerats ner eller har stängts av. Några byggföretag har också förbjudit golvvärme i flerbostadshus.

I hus med golvvärme klagar brukarna ofta på drag nära väggventilerna, ibland till och med så långt som ett par meter från dessa. Donens luftspridande egenskaper har stor betydelse för komforten inne. Spaltventiler, figur 4, ska därför undvikas. Komfortstörningar har uppstått i många nya passivhus som saknar värmare under fönstren, ibland så allvarliga störningar att man måste komplettera med radiatorer under fönstren för



FOTO: TORBJÖRN KLITTEVALL

Figur 5: Radiatorer som komforthöjare vid stora fönsterytor.



FOTO: BO WIMAN

Figur 6: Kondens på utsidan av energieffektivt fönster i Ellös, augusti 2011.

är således både tillåtet och möjligt att bygga vackra hus med små fönsterytor.

Fönstrens inverkan

Solinstrålning på olika systemnivåer. Solinstrålningens bidrag till byggnaders effekt- och energibehov för byggnadsuppvärmning beror på många faktorer. Betydande svårigheter föreligger att kvantifiera solinstrålningen i specifika fall. Solens intensitet varierar bland annat med latitud, årstid, tidpunkt på dagen, molnighet och ytans orientering. Solinstrålningens storlek och variation vid molnfri himmel beskrivs med experimentellt stödda matematiska uttryck, *Adamsom et al* (1986), *Hagman* (1975) och *Harrysson* (1988).

Faktorer som reducerar solinstrålningen. Faktorer av betydelse för solinstrålningen är bland annat lokalisering, byggnadens läge och form, bebyggelsesätt, hushöjd, vegetation och skuggbildning. Terrängförhållanden, tomtform, gatusträckningar, orienteringar av närliggande hus, planrestriktioner, värdefull vegetation, utsikt med mera är ibland "tvingande" faktorer som omöjliggör en optimal placering med hänsyn till maximal solinstrålning. En strikt orientering mot gynnsammaste väderstreck är därför inte alltid möjlig, *Adamson* (1986), *Harrysson* (1988) och *Magnusson & Harrysson* (1982).

Vid byggnadens utformning är viktiga faktorer bland annat takfotens utformning, glasytans typ, storlek och placering på olika omslutningsytor, nischer, gardiner, persienner, markiser med mera.

Solinstrålningen genom glasytor. Solinstrålningen genom fönster påverkas bland annat av molnigheten, horisontavskärmning (närliggande bebyggelse, växtlighet), takfotens avskärmning, avskärmning mellan glaset alternativt på deras in- eller utsida, antalet glas och låg-emissionsskikt. Varje glas och låg-emissionsskikt minskar solinstrålningen med vardera cirka tio procent. Solinstrålningen påverkas inte av om spalten mellan två glasrutor är gasfylld i stället för fylld med luft. Ett treglasfönster med ett låg-emissionsskikt har således cirka tjugo procent mindre solinstrålning än ett kopplat tvåglasfönster. Observera att även dagsljusinsläppet påverkas av nämnda faktorer.

Fönsters inverkan på byggnadens energianvändning kan beskrivas med uppgifter om U-värde, g-värde (solenergitransmittans) och dagsljustransmittans. Solinstrålningen genom fönster kan och bör utnyttjas för att minska behovet av inköpt energi för byggnadsuppvärmning. Detta förutsätter dock bland annat god byggnadsplanering och rumsreglering av innetemperaturen med radiator- eller rumstermostat. Hustypen, byggnadens användning, konstruktion, mikroklimat och geografiska läge är ytterligare faktorer som påverkar möjligheten att utnyttja solvärmningen. Brukarnas påverkan genom olika typer av gardiner och vanor vid användning

av persienner, markiser etcetera är faktorer som har stor inverkan på behovet av inköpt energi. Därtill ska läggas hur stadsplanen liksom byggnaden utformas, det vill säga avskärmning från omgivande terräng och bebyggelse liksom takfotens utformning.

Magnusson & Harrysson (1982) har redan för ett par decennier sedan visat att mindre fönsteryta leder till lägre uppvärmningsbehov samt mindre mängd inköpt energi för byggnadsuppvärmning och mindre övertemperaturer sommartid. Resultaten visar också att de båda i rapporten studerade hustyperna (vanliga småhus) med sina befintliga storlekar och fördelningar av glasytor på olika fasader är tämligen okänsliga för husens orientering i olika väderstreck. Ändras däremot den ursprungliga fördelningen av glasytor på de olika fasaderna till relationen tio/tjugofem/fyrtio/tjugofem procent ökar riktningens beroendet markant. Denna antagna fördelning av glasytor med tio procent mot norr, tjugofem procent mot öster, fyrtio procent mot söder och tjugofem procent mot väster har ursprungligen valts som ett referensfall med extremt hög solinstrålning i beräkningsprogrammet Enorm. Vissa orienteringar i väderstreck medför då markant större bidrag från solinstrålningen till byggnadens uppvärmning än andra. Observera dock att husen och fönstren i vanliga småhus i ordinära villakvarter har orienteringar i samtliga väderstreck.

För ett vanligt småhus kan cirka fem till tio procent av byggnadens uppvärmningsbehov normalt täckas med "passivt" solvärmneutnyttjande och uppgår för treglasfönster till cirka 1500 kWh under uppvärmningssäsongen. Genom medveten planering kan upp till femton å tjugoprocent täckas. Den viktigaste åtgärden är att orientera och utforma fönstren så att framförallt solinstrålningen vår, höst och vinter kan utnyttjas samt att den besvärande sommarsolen avskärmas. Har huset solfångare eller solceller är naturligtvis solinstrålningen under sommarhalvåret störst för dessa.

Utvändig kondens på fönster. Fönster med allt lägre mörker-U-värden har lett till ökad frekvens klagomål på utvändig kondens, *figur 6 på föregående sida*, som uppträder vid:

- lågt U-värde hos fönstret och dess glasdel
- stjärnklar himmel
- hög relativ luftfuktighet
- fri sikt mot himlen
- vindstilla eller bara svag vind.

Ju lägre U-värde fönstret har desto större är risken för kondensbildning på fönstrets utsida. Problemet kan bland annat minskas beroende på takfotens utformning (utskjutande längd och lutning) samt med markiser och utvändiga persienner. Markiser eller utvändiga persienner är dock relativt dyrbara och kostar cirka 1500 till 2000 kr/m.

Uteklimatet har stor inverkan, *Grange* (2000). Antalet timmar med utvändig kondens varierar kraftigt mellan olika år liksom med det geografiska läget. För ett oskärmat fönster med U-värde 1,0 W/m² K eller lägre kan antalet timmar med kondens skilja med mer än en tiopotens mellan olika extremår, exempelvis 400 timmar för ett riktigt "dåligt" år och 40 timmar för ett "bra" år.

I riktigt fuktiga lägen främst under vår och höst samt då fönster inte är avskärmade mot himlen bör fönstrets U-värde inte understiga 1,1 till 1,3 W/m² K, vilket som mest ger ett begränsat antal timmar med kondens per år.

Energibalans – värmekapacitet – innetemperaturvariation

En byggnads uppvärmningsbehov bestäms av skillnaden mellan summa värmeförluster genom transmission och ventilation samt gratisvärmetilskott från personer, hushållsel, varmvatten och solinstrålning. Byggnadens värmetroghet måste beaktas i ökad utsträckning om man vill uppnå god inomhusmiljö och effektiv energianvändning, *Harrysson* (1981, 1985). Ju mer innetemperaturen tillåts variera desto högre blir utnyttjandet av gratisvärmekten och värmekapaciteten. Människan är känslig för komfortskillnader till exempel med avseende på temperaturer och luftfuktigheter. I bostadshus med konstant innetemperatur saknar byggnadens värmekapacitet betydelse för årsenergibehovet respektive under en längre period, *Harrysson* (2004 a, b). Värmekapaciteten har däremot betydelse för effektbehovet vid dimensionerande ute-temperatur.

Sänkning av innetemperaturen medför alltid energibesparing, men kan medföra komfortproblem i form av invändig kondens på fönster, kallras och kallstrålning liksom besvärande dragproblem. Har huset ett effektkänsligt värmesystem som frånluftsvärmepump kan sänkningen medföra att dyrbar el till en elpatron måste tillföras under höjningsperioden, något som kanske inte behövs vid konstant innetemperatur.

Skillnader i värmetekniska egenskaper mellan äldre och nya hus

Skärpta värmehushållningskrav har medfört nya hus med andra värmetekniska egenskaper än äldre. Relationerna mellan olika förlust- och tillskottsposter i energibalansen är, jämfört med tidigare, kraftigt förändrade. Andelen momentant verkande delposter i energibalansen har ökat relativt sett med större risk för inneklimatproblem och större variationer i innetemperatur som följd

Den så kallade balanstemperaturen, det vill säga den utetemperatur vid vilken värmeförlusterna nätt och jämnt balanseras av tillskotten från gratisvärmekten, ligger även för passivhus så högt som vid några

plusgrader och vid högre utetemperatur för sämre isolerade hus. Med andra ord måste alla byggnader för bostadsändamål i nordiskt klimat alltid ha ett värmesystem för tillskottsvärme.

Ju mindre byggnadens uppvärmningsbehov är desto större andel täcks av gratisvärmesystemet. Därmed ökar emellertid också risken för övertemperaturer, en risk som ökar med fönstertyornas storlek och ju närmare de är orienterade mot söder. Värmesystem i byggnader med små värmebehov måste med hänsyn till energieffektivitet vara följsamma, det vill säga ha liten värmetröghet samt kunna reglera värmetillförseln snabbt. Därför bör inte värmetrög golvvärme användas.

Ju mindre byggnadens värmebehov är desto större inverkan får de momentana värmeförlusterna genom ventilation och transmission via glasytor jämfört med de tidsfördröjda transmissionsförlusterna genom opaka (ogenomsynliga) byggnadsdelar som tak, väggar och golv. Detta är ytterligare skäl till varför energieffektiva värmesystem i byggnader med låga värmebehov måste ha liten värmetröghet och snabbt kunna minska eller öka värmetillförseln.

Radiatorer och termostater medför hög energieffektivitet och termisk komfort

Ju energisnålare byggnaden är desto större andel av byggnadens uppvärmningsbehov täcks av gratisvärme. För att maximalt kunna utnyttja gratisvärmesystemet och undvika övertemperaturer måste därför värmesystemet ha liten värmetröghet och gå snabbt att reglera.

Det är från energi- och komfortsynpunkt angeläget att skapa ett så jämnt inneklimat som möjligt samt att rumsvis kunna reglera och styra luft- och värmetillförseln. Ju mindre fönstertyorna är desto jämnare kan då det termiska inneklimatet bli. Enklaste och billigaste lösningen för att uppnå detta är radiatorer med termostater. Golvvärme har vanligen betydligt större värmetröghet. Luftvärme möjliggör för närvarande endast central styrning av värme- och lufttillförseln per våningsplan eller till och med för hela huset. Därtill ska läggas att luftvärme är underhållsintensivt med betydande kostnader för filterbyten, kanalrensningar och risker för ohälsa pga förorena(n)de ventilationskanaler.

Resultaten från Nuteks småhustävling på 1990-talet visar att radiatorer med termostater ger den jämnaste innetemperaturen samt att värmesystemet ska vara placerat inomhus för att uppnå hög energieffektivitet. Man ifrågasätter också om så extremt tröga värmesystem som golvvärme är lämpliga för energieffektiva småhus med litet effektbehov för byggnadsuppvärmning och i vilka den okontrollerbara andelen gratisvärmesystemet

från processer, personer och solinstrålning kan ge ett mycket stort bidrag relativt sett. Den vanligaste golvvärmelösningen utgörs ovanifrån sett av betongplatta med värmerören nära plattans underkant samt med isoleringen under denna. Hur stor andel av dessa tillskott som kan tillgodogöras beror i hög grad på 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 har blivit mer känsliga för människans beteende. Problemen med den stora värmekapaciteten hos golvvärme förstärks naturligtvis av trenden mot allt större glasytor samt av allt större andel momentant verkande förlust- och tillskottsposter i energibalansen.

Särskilda problem och åtgärder när värmare saknas under fönstren

Ombyggnad till elradiatorer och frånluftsventilation.

I början på 1980-talet lanserades den så kallade Värmevaletkampanjen av en grupp företag, däribland Husqvarna, Pilkington och Rockwool i Sverige. Konceptet karakteriserades bland annat av tjock isolering, energieffektiva fönster och luftvärme med återluft. Luftvärme är ett kombinerat värme- och ventilationssystem som i småhus byggda i slutet på 1900-talet har återluft. Vanligaste donplaceringar är ventiler i eller nära tak. I brist på argument för denna placering motiverar förespråkarna placeringen med lägre installationskostnader och att "varm luft stiger neråt" enligt den så kallade "bassängteorin".

Husen marknadsfördes med att de skulle ha så litet värmebehov att de kunde värmas upp enbart med några stearinljus. Hur stora stearinljusen skulle vara upp gav man dock inte. Verkligheten blev dock något helt annat med både allvarliga inomhusmiljöproblem, hög energianvändning och stora ombyggnadskostnader, *Cajdert* (2000).

Luftvärmens branta uppgång på marknaden slutade emellertid med ett snabbt fall då Boverket 1994 förbjöd luftvärme med återluft. Boverkets förbud har sedermera tyvärr till stora delar luckrats upp.

Minst 20 till 30 procent av de cirka 30 000 byggda småhusen med luftvärme uppvisar betydande problem för de boende än idag. Många luftvärmade hus med FTX-ventilation och återluft byggda under 1980- och 1990-talen har på grund av förorena(n)de ventilationskanaler, dålig termisk komfort samt stora regler- och kanalförluster konverterats till frånluftsventilation och elradiatorer, ofta oljefyll-



FOTO: CHRISTER HARRYSSON

Figur 7: Uteluftsdonets luftspredande egenskaper är viktiga för komforten.

da, med oförändrad eller till och med lägre energianvändning trots att värmeåtervinningen har slopats, *figur 7*. Detta beror bland annat på ökat gratisvärmeutnyttjande hos värmesystem med radiatorer, termostater samt mindre regler- och kanalförluster.

Radiatorernas uttåg blev intåg i passivhusen. Under 1990-talet började en ny variant att luftvärmade hus att byggas och togföras som passivhus ("hus utan värmesystem", "kroppsvärmehus" eller "självvärmade hus"). Det traditionella värmesystemet i passivhusen har slopats och ersatts med ett luftvärmesystem (kombinerat värme- och ventilationssystem). Alla hus använder naturligtvis gratisvärme för byggnadsuppvärmning. Sämst på att utnyttja gratisvärmesystemet är paradoxalt nog passivhusen med luftvärme, som reglerar värmetillförseln med en centralt placerad termostat.

Luftvärmesystemen har i dessa hus, trots skandalerna under 1980- och 1990-talen, återkommit i en ny skepnad utan återluft, det vill säga som FTX-ventilation med eftervärmning via ett el- eller vattenbatteri i ventilationsvärmeväxlaren. Ju energisnålare huset i sig är desto större andel av byggnadens uppvärmningsbehov kommer från gratisvärmesystemet för uppvärmning av byggnaden samt allt mindre från värmesystemet. Praktiska erfarenheter och enkla beräkningar för nordiskt klimat visar dock att värme måste tillföras via elbatteriet redan vid några plusgrader ute för att upprätthålla normal innetemperatur, *Klittervall* (2013).

Utöver tidigare nämnda problem med luftvärme besvärar boende i passivhus,

Harrysson (2013), exempelvis Hamnhuset i Göteborg, av:

- För kallt på vintern
- För varmt på sommaren
- Matos sprids inom och mellan lägenheterna via den roterande värmeväxlaren.
- Draget från tilluftsdonen är irriterande.

Radiatorerna "tågar in" i passivhusen. Luftvärmens marknadsfördes under 1980- och 1990-talen bland annat genom reklamkampanjer som Pilkingtons "Radiatorernas uttåg", figur 8. Paradoxalt nog har kompletteringar med elradiatorer måst göras i många luftvärmdda hus byggda under 1980- och 1990-talen samt även i passivhus. Radiatorerna har blivit "räddningen" för att uppnå tillräcklig termisk komfort.



Figur 8: Kampanjen "Radiatorernas uttåg".

KÄLLA: PILKINGTON / VVS-FORUM NR 3 1988

Slutsatser

Sammanfattningsvis bör man således för ett energieffektivt byggande och hög komfort i första hand eftersträva bygg- och installationssystem med bland annat följande egenskaper:

- Minimerade komfortskillnader inne
- Rumsvis behovstyd luft- och värmeförsörjning
- Har snabbreglerat värmesystem placerat på klimatskärmens insida
- Minimerad klimatpåverkan inne av variationer i uteklimat och gratisvärme
- Skikt i byggnadsstommen med hög värmekapacitet placeras så nära inneluften som möjligt
- Värmare under fönstren.

Undvik:

- stora fönsterytor
- central styrning av luft- och värmesystem
- kombinerade värme- och ventilationsystem, så kallat luftvärmesystem, det vill säga frånlufts-/tilluftsventilation med ventilationsvärmväxlare och värmebatteri (el)
- värmetröga värmesystem som till exempel vanliga golvvärmelösningar. ■

Referenser

- Adamson, B, Hidemark, B et al (1986). *Sol, energi, form. Utformning av lågenergihus*. Statens råd för byggnadsforskning, Rapport T2:1986, Stockholm.
- Boverket (2008). *Regelsamling för byggande*, BBR. Boverket, Publikationservice, Karlskrona.
- 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.
- Ekström, L (2013). Personlig kommunikation.
- Grange, T (2000). *Fönsterfenomen. Himlastrålning ger utvändigt kondens*. Bygg Glas nr 5/00.
- Hagman, F (1975). *Fönster som energifaktor*. Statens råd för byggnadsforskning, Rapport R43:1975, Stockholm.
- Harrysson, C (1981). *Effekt- och energibehov vid periodvisa temperatursänkningar i småhus. Teoretisk beräkning av värmekapacitetens betydelse för vanligen förekommande konstruktioner och värme-*

system. CTH, Avd för byggnads-konstruktion, Arbetsrapport 1981: 20, Göteborg.

Harrysson, C (1985). *Energi-besparing vid temperatursänkning nattetid – Fältmätningar i småhus med trä- alternativt betongstomme*. TräteknikCentrum, Rapport nr 78, Stockholm.

Harrysson, C (1988). *Småhusets energiomsättning. Analys med särskild hänsyn till ingående delposters variationer*. CTH, Avd för byggnads-konstruktion, Doktorsavhandling, Publ 88:2, Göteborg.

Harrysson C (2004a). *Byggnadsutformning och värmekapacitet. Förstudie och litteraturinventering*. 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 (2006). *Husdoktorn går rondan. En bok om sjuka hus och drabbade människor*. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg. ISBN-10 91-631-9272-1, ISBN-13 978-91-631-9272-2.

Harrysson, C (2011). *Fönstrens inverkan på byggnaders energibalans och inomhusmiljö. Effektbehov, energianvändning, livscykelkostnader och komfortförändringar*. Bygg & teknik 8/11, Stockholm.

Harrysson, C (2013). *Myter och sanningar. Lärdomar från några "energi-projekt" under 40 år*. Bygg & teknik 5/13, Stockholm.

Klittervall, T (2013). Personlig kommunikation.

Magnusson, B & Harrysson, C (1982). *Solinstrålningen och dess roll i småhusets energibalans*. CTH, Avd för byggnads-konstruktion, Publ 1982:2, Göteborg.

Statens planverk, (1983). *Svensk Byggnorm 1980 (SBN 1980)*, Utgåva 2, Liber Förlag 1983, Stockholm.