

Energianvändningen i flerbostadshus kan halveras!

Bostadssektorn svarar för cirka 40 procent av Sveriges totala energianvändning. Det finns ungefär 2,4 miljoner lägenheter i flerbostadshus och 2 miljoner i småhus. Såväl energianvändning som produktionskostnad är flera tiotals procent högre i flerbostadshus än i gruppbyggda småhus räknat per kvadratmeter boarea. Ett forskningsprojekt vid Örebro universitet visar att möjligheterna att spara energi i flerbostadshus med bibehållen eller förbättrad inomhusmiljö är stora, med en potential kring 50 procent såväl i äldre som nyare hus.

Inomhusmiljö, energianvändning och livscykelkostnad för flerbostadshus har studerats i många undersökningar utan någon vältäckande och enhetlig utvärderingsmetodik. Uppföljning och utvärdering görs sällan eller endast i begränsad omfattning. Följaktligen är det angeläget att närmare fastlägga såväl egenskaper hos vanliga flerbostadshus från olika epoker som vilka av dem som har goda lösningar med avseende på inomhusmiljö, energianvändning och livscykelkostnad. Olika åtgärders inneboende möjligheter, lönsamhet och risker behöver närmare utredas såväl vid nybyggnad som vid ombyggnad. Inte minst därför att många flerbostadshus uppförda under miljonprogrammet 1964-1975 nu är i stort behov av renovering.

SBUF-projekt

Ett projekt har genomförts med finansiering av SBUF, Peab, NCC och Örebro universitet, omfattande litteraturinventering, kunskaps-sammansättning och analys av ett antal genomförda undersökningar av flerbostadshus. De granskade undersökningarna omfattar flerbostadshus med olika byggsätt och

tekniska lösningar. Analysen har inriktats på inomhusmiljö, energianvändning och livscykelkostnad. Såväl bostadsområden med på marknaden vanliga lösningar för flerbostadshus behandlas som goda lösningar, låg-energihus och passivhus. För- och nackdelar med respektive lösning diskuteras. Kvantitativa uppgifter lämnas för total energianvändning, delposter och vattenanvändning. Huvudsakligen har energianvändningen under driftskedet behandlats, eftersom den normalt utgör 80-90 procent av energianvändningen under en byggnads livslängd.

Avsevärda besparingsmöjligheter

Under 1970-talet har energianvändningen för byggnadsuppvärmning och varmvatten i flerbostadshus sjunkit. Exempelvis har hus med fjärrvärme byggda i början av 1980-talet ca 20 procent lägre energianvändning för byggnadsuppvärmning och varmvatten än äldre hus, 140 kWh/m² år respektive ca 170 kWh/m² år, och figur 1. Offentlig statistik visar vidare att energianvändningen i nya flerbostadshus inte har minskat sedan mitten på 1980-talet trots flera nya

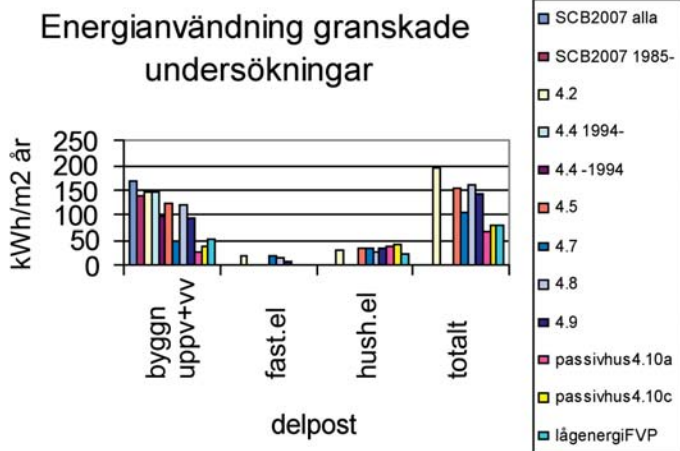


Christer Harrysson,
civ ing SVR,
C68, professor
Örebro
universitet

byggbestämmelser m m. Orsakerna till detta är flera t ex:

- Stora glasytor som medför komfortstörningar samt ökade värme- och kylbehov med högre effekt- och energianvändning.
- Komplicerade lösningar för värme och ventilation t ex FTX-ventilation med liten energibesparing och föroreningsrisker samt golvvärme som kan vara både energislösande och trögreglerad.
- Kollektiv mätning och debitering av energi- och vattenanvändning i flerbostadshus.
- Att många hus med fjärrvärme saknar värmeåtervinning.
- Nya hus har ofta ventilation med större uteluftsflöden än äldre.

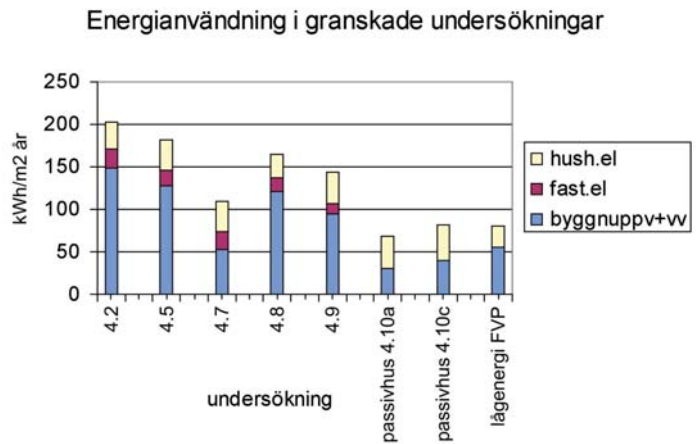
Energianvändningen under driftskedet är hög i flerbostadshus, i medeltal cirka 200 kWh/m² år totalt för byggnadsuppvärmning, varmvatten, fastighetsel och hushållsel, figur 2. Det finns dock nyare flerbostadshus som ligger runt 100 kWh/m² år. Energistatistik visar att flerbostadshus per m² boarea har drygt 50 procent högre total energianvändning än gruppbyggda småhus. Dessutom har flerbostads-



Figur 1. Specifik energianvändning i granskade undersökningar, totalt respektive delposter för byggnadsuppvärmning + varmvatten, fastighetsel och hushållsel.

Anm. 4.10a. Solfångare bidrar med 8 kWh/m² år.

4.10c. Solfångares bidrag ej redovisat.



Figur 2. Specifik energianvändning i granskade undersökningar för delposterna byggnadsuppvärmning+varmvatten, fastighetsel och hushållsel. Detaljerade uppgifter om undersökningarna finns i tabell 1 och projektrapporten.

Anm. 4.10a. Solfångare bidrar med 8 kWh/m² år.

4.10c. Solfångares bidrag ej redovisat.

husen upp mot 30 procent högre produktionskostnad. Kostnadsbesparande åtgärder gör det möjligt för allt fler medborgare att ha råd med en god bostad. Uppgifter finns i litteraturen som visar att såväl produktions- som driftkostnaderna kan sänkas med 30 procent.

Värme- och ventilationssystem

Krav på värmeåtervinning, speciellt vid användning av ventilationsvärmeväxlare, måste vägas mot högre investeringskostnader samt kraftigt ökade drift- och underhållskostnader för filter, kanalrensning, injustering m m. Fläktarna drar elenergi även när värmeåtervinning inte behövs. Problemen med övertemperaturer sommartid ökar såvida man inte har bypass-kanal, som kopplar bort värmeväxlarenheten under den varma årstiden. FTX-ventilation kräver stor kunnsighet och noggrannhet både vid installation och drift. Det verkar som om den vinst FTX-system ger i återvinning av energi går förlorad på grund av att systemet kräver mycket el och på grund av värmeförluster från kanaler som ligger i klimatskalet eller i oppvärmda vindsutrymmen.

Fältundersökningar visar att brukarna är avsevärt mer missnöjda med frånlufts-/tilluftssystem än enbart frånluftsventilation, eftersom brukarna ofta riktar allvarlig kritik mot frånlufts-/tilluftssystem på grund av drag, nedsmutsning i

tak, buller samt att man ifrågasätter om luften är frisk. Tillförseln av uteluft, som ersättning för den utventilerade luften, måste å andra sidan ägnas stor omsorg för att inte orsaka drag, när det är kallt ute.

FTX-system

För FTX-system visar sammanfattningsvis projektet att:

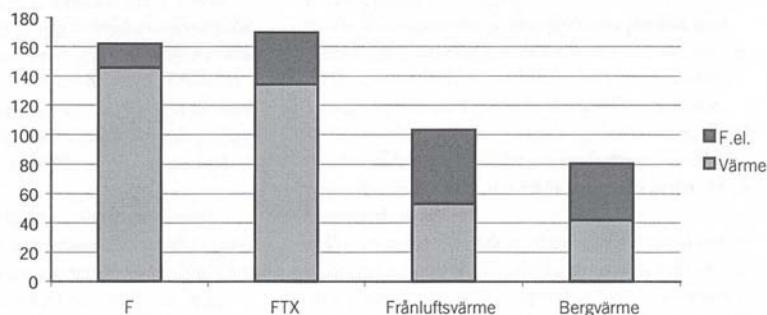
- Energibesparingen helt eller delvis uteblivit på grund av olämpligt placerade samt dåligt isolerade kanaler och aggregat.
- Tilluftstemperaturen oftast styrs av en centralt placerad termostat, vilket medför lågt gratisvärmeutnyttjande. Termostaten styr eftervärmningen av tilluften, om den inte värmts tillräckligt efter värmeväxlaren.
- Ventilationsaggregatet (ventilationsvärmeväxlaren) har låg "praktisk" verkningsgrad.
- Sannolikheten för övertryck inne relativt ute är högre med större risker för fuktskador i klimatskärmen. Frånluftsflödena minskar i regel snabbare än tilluftsflödena på grund av försmutsning.
- Betydande risker för hälsoproblem föreligger på grund av förorena(n)de ventilationssystem (kanaler, filter, växlare, luftvärmeaggregat m m), vilket kan resultera i irriterade slemhinnor, astma och allergier. Dessutom kan ljudstörningar uppkomma i form av lågfrekvent buller etc.

Summa energianvändning exkl hushållsel

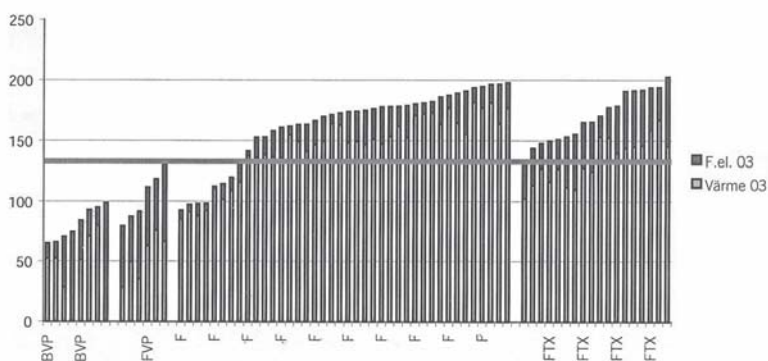
En av de granskade undersökningarna, tabell 1 avsnitt 4.6, har genomförts av SABO i 72 "vanliga" fastigheter byggda mellan 1993 och 2002 med olika värme- och ventilationssystem. Summa energianvändning för byggnadsuppvärmning, varmvatten och fastighetsel har, figur 3 och 4, uppmätts för:

- FTX-ventilation: medelvärde 170 kWh/m² år med variationer mellan 134 kWh/m² år och 202 kWh/m² år.
- F-ventilation: medelvärde 162 kWh/m² år med variationer mellan 93 kWh/m² år och 198 kWh/m² år.
- Bergvärmepump: medelvärde 81 kWh/m² år med variationer mellan 65 kWh/m² år och 98 kWh/m² år.
- Frånluftsvärmepump: medelvärde 103 kWh/m² år med variationer mellan 77 kWh/m² år och 131 kWh/m² år.

Arean avser (BOA+ LOA). Energianvändningen för byggnadsuppvärmning och varmvatten är något lägre för hus med FTX-ventilation än för F-ventilation. Å andra sidan använder FTX-systemet mer fastighetsel och energianvändningen är därför totalt sett högre. Korrigering för olika stor ventilation måste göras. Ytterligare faktorer finns som påverkar fastigheternas energian-

Energiförbrukning 2003 (kWh/m² BOA + LOA)

Figur 3. Medelvärdet för summa energianvändning, kWh/m² (BOA + LOA) för värme, varmvatten och fastighetsel år 2003 för fastigheter med F- och FTX-ventilation samt fastigheter med frånluftsvärme- och bergvärmepump. Källa: SABO (2006).

Energiförbrukning: Uppvärmning och fastighetsel 2003 (kWh/m²)

Figur 4. Energianvändning för värme, varmvatten och fastighetsel år 2003, kWh/m² (BOA + LOA), i "vanliga" bostäder, 72 fastigheter. Den horisontella grova linjen markerar nivån för BBR2006, södra zonen, omräknad till BOA + LOA. Källa: SABO (2006).

vändning. Uppvärmning med värmepumpar ger totalt sett lägre energianvändning. Fastigheterna med frånluftsvärmepumpar drar något mer energi än de med bergvärmepumpar, men då har fastigheterna med bergvärmepumpar enbart el som energikälla, medan för fastigheter med frånluftsvärmepump kan

en annan energikälla, t ex fjärrvärme, användas för byggnadsuppvärmning och varmvatten.

El eller fjärrvärme

De flesta nyare småhus har elvärme och flertalet nyare flerbostadshus har fjärrvärme. Ett visst motsatsförhållande råder mellan energisnåla

hus och energisnåla tillförselssystem. Det bästa för miljön är naturligtvis en kombination av dessa båda. Stor oenighet råder om vad som är bäst, el eller fjärrvärme. En del anser att passivhusen inte passar i fjärrvärmeområden av ekonomiska skäl bland annat beroende på avsevärda kulvertförluster med flera tiotal procent i områden med gles bebyggelse. Andra menar att vindkraftsbaserad elvärme är en hållbar lösning, även om kompletterande energi kan komma från kolkraftverk.

Rekommendationer

Nedan följer rekommendationer för utformning av nya flerbostadshus. I projektrapporten ges även rekommendationer för äldre hus. Stor enighet råder i branschen om att man i första hand bör satsa på byggtkniska åtgärder som ökad isolering och tätning av klimatskalet samt måttligt stora (10 - 15 procent av golvytan) energieffektiva fönster med tillräcklig solavskärmning. Åsiktsskillnader föreligger naturligtvis om valet av isolertjocklek och tätning liksom för fönstrens U-värde. Klart är att energieffektivare och mindre fönster sparar både effekt och energi. Till och med en del passivhusförespråkare rekommenderar numera begränsning av fönstertyorna, eftersom fönstren nattetid fungerar som "svarta hål", vilka kan släppa ut ca 30 W/m² fönsteryta, när det är -10°C ute.

Tabell 1. Några tekniska skillnader mellan de båda huvudalternativen.

Huvudalternativ	Parameter					
	Väggisolering mineralull mm	Ventilation typ	Värmesystem	Återvinning	Reglering av värmeförseln	Utförandekrav
Passivhus	430	FT ^c	saknas	vx ^b	En centralt placerad termostat	Särskilda, speciellt för tätet
Lågenergihus	300	F ^d	radiatorer ^a	FVP ^e	Radiatortermostat	Fabrikatsberoende

Anm.

a. Golvvärme ökar den totala energianvändningen i driftskedet med 20 - 30 procent.

b. vx = ventilationsvärmexlaxare

c. FT = frånluftsvärme/luftventilation

d. F = frånluftventilation

e. FVP = frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten

Värmeåtervinningsprinciper

Oenigheten vid utformning av nya byggnader gäller främst valet av värme- och ventilationssystem samt energislag som fjärrvärme, el, bio-bränsle, sol, vind etc. Värmeåtervinning ur ventilationsluften sker huvudsakligen på två principiellt olika sätt:

- frånlufts-/tillluftsventilation med ventilationsvärmväxlare
- frånluftsventilation med frånluftsvarmepump för byggnadsuppvärmning och/eller värmning av varmvatten.

En vanlig lösning för nya flerbostadshus består av måttlig isolering, FT- eller F-ventilation med värmeåtervinning och fjärrvärme. Boverkets nya bestämmelser leder till ökad andel FTX-system. I flerbostadshus kan värmesystem respektive ventilationssystem antingen vara gemensamma för hela byggnaden eller som individuella lägenhetssystem. Nya hus uppförs enligt två huvudalternativ: lågenergihus med frånluftsvarmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten respektive passivhus. I tabell 1 visas några tekniska skillnader mellan de båda huvudalternativen.

Lågenergihus med frånluftsvarmepump

En lösning som visat sig ge goda erfarenheter består av frånluftsventilation med frånluftsvarmepump eller utelufts-/frånluftsvarmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten samt vattenradiatorer och ev. komfortvärme som elektrisk golvvärme i våtrum med klinkergolv.

Energieffektiva byggnader ska ha ett flexibelt värmesystem samt styr- och reglerutrustning som möjliggör noggrann reglering av värmeförseln och ett högt gratisvärmeutnyttjande. I första hand bör man välja vattenradiatorer med radiatortermostater. Ventilationssystemet ska vara enkelt med litet underhållsbehov och minimala risker för hälsoproblem. Som installationstekniska

"Passivhusen ställer speciella krav på projektörer, byggare och brukare för att man i praktiken ska nå avsedda kvaliteter"

åtgärder rekommenderas därför:

- individuell mätning av energi- och vattenanvändning i stället för kollektiv
- frånluftsventilation med så dragfri tillförsel av uteluft som möjligt
- vattenradiatorer
- värmeåtervinning med frånluftsvarmepump (alternativt utelufts-/frånluftsvarmepump) för byggnadsuppvärmning och varmvatten
- solfångare, eventuellt även solceller (hittills med låg lönsamhet). Solfångare erfordrar en ackumulatortank.

Basenergin hämtas ur frånluften och uteluften eller under det ljusare halvåret från solen. Tillsatsenergin kan utgöras av el, fjärrvärme, bio-bränsle m m. Det är en fördel om "basenheten" i huset är en ackumulatortank till vilken olika värmekällor kan dockas.

Lågenergihus med frånluftsvarmepump har principiellt använts sedan mitten på 1980-talet samt visat sig vara fabriksberoende och inte ställa särskilda krav på projektörer, byggare och brukare.

Passivhus

Passivhusalternativet utgörs av tjock isolering, luftvärme samt frånlufts-/tillluftsventilation med ventilationsvärmväxlare. De flesta hittills byggda passivhus är elvärmda eftersom de har ett elbatteri inbyggt i ventilationsaggregatet. I några fall har de ett vattenbatteri kopplat till fjärrvärme som tillsatsvärme.

Risker och nackdelar med passivhus är bland annat:

- Högre effekt- och energibehov samt kraftigt förhöjda innetemperaturer vår, sommar och höst på grund av stora glasytor.
- Ökad energianvändning på grund av större distributionsförluster med installationer placerade i klimatskalet.
- Kombinerat värme- och ventilationssystem. Större variationer i innetemperatur och minskat ut-

nyttjande av gratisvärmets med en centralt placerad termostat i ventilationsaggregatet, som inte heller har möjligheter att åstadkomma olika temperaturer i olika rum varken i en- eller tvåplanshus.

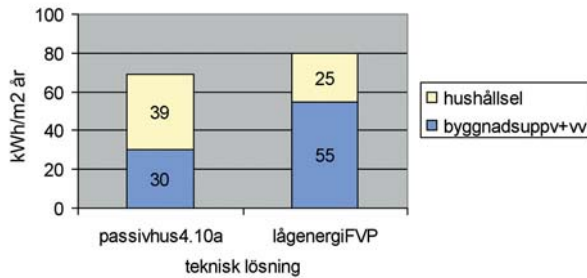
- Hälsoproblem för de boende med kanaliserad tilluft och luftvärme på grund av förorening(n) de kanalsystem och växlare samt lågfrekvent buller.
- Underhållskostnaderna är betydande för kanalrensning, filterbyte etc.
- Ökade risker för fukt- och mögelproblem i klimatskalets yttre partier på grund av större isolertjocklek respektive på grund av ökad risk för övertryck inne vid frånlufts-/tillluftsventilation.
- Minskad uttorkningseffekt av klimatskalet vid tjockare isolering.
- Ökad fuktbelastning av klimatskalet på grund av utförandebrister.
- Ju tjockare isoleringen är desto mindre är energibesparingen av den sista centimetern dvs. marginalnyttan minskar.

Kostnader – Energianvändning – Risker

Uppgifter finns om att passivhusen kostar ca 100 000 SEK mer per lägenhet/småhus med åtgärder som spar ca 5 000 kWh/år jämfört med traditionellt utförda hus. Andra uppgifter som nämnts är cirka 10 procent högre produktionskostnad. Det är osäkert om alla merkostnader ingår i dessa uppgifter.

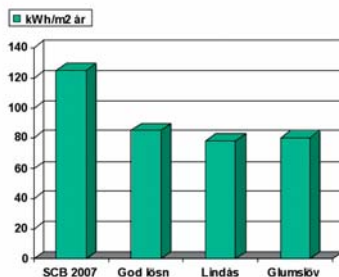
Passivhusen ställer speciella krav på projektörer, byggare och brukare för att man i praktiken ska nå avsedda kvaliteter. Praktiska erfarenheter visar att den totala energianvändningen i driftskedet ligger runt 80 kWh/m² år, obetydligt under lågenergialternativet med frånluftsvarmepump, figurerna 5-7. Livscykelanalys för ökning av isoleringen i ytterväggar från 290 till 490 mm visar på en energivinst med drygt en procent vid livsläng-

Energianvändning passivhus respektive lågenergihus

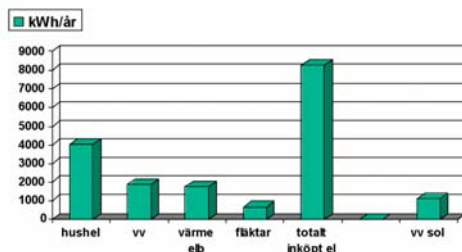


Figur 5. Total energianvändning i passivhus4.10a och lågenergihus med frånluftsvärmepump för delposterna byggnadsuppvärmning + varmvatten samt hushållsel. För passivhus4.10a tillkommer 8 kWh/m² år från solfångare.

Total energianvändning för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel



Figur 6. Total energianvändning för vanliga småhus enligt SCB, lågenergihus (god lösning) med frånluftsvärmepump respektive passivhusområdena Lindås och Glumslöv.

Lindås energianvändningens delposter och totalt inköpt el, mv 20st 2-plans radhus 120 m²

Figur 7. Källa: Ruud, S & Lundin, L (2004). Bostadshus utan traditionellt uppvärmningssystem – resultat av två års mätningar. Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SP Rapport 2004:31, Borås. ISBN 91-85303-07-0, ISSN 0284-5172.

den 50 år. Nämnda energivinster uppväger inte de ökade riskerna för byggsador, inomhusmiljöproblem eller den miljöpåverkan som tillverkningen ger upphov till.

Resultatsammanfattning

Någon enhetlig metodik för utvärdering har inte använts i de granskade undersökningarna, vilket försvårar jämförelser mellan dem. Likaså är det oftast mer än en parameter som varierar mellan områdena, vilket försvårar jämförelserna ytterligare. Klart är emellertid att rätt utförd energisparande varken ger inomhusmiljöproblem eller byggsador. Resultaten från det genomförda projektet visar bland annat att:

- Energisparpotentialen i såväl äldre som nyare flerbostadshus kan uppgå till 50 procent.
- Olika tekniska lösningar medför avsevärda skillnader i energianvändning och inomhusmiljö. Det finns tekniska lösningar som kan spara flera tiotal procent energi med bibehållen inomhusmiljö utan högre produktionskostnad.
- Brukarvanor samt kvaliteten på arbetsutförandet och förvaltningen kan ha stor inverkan. I två områden med likartad teknisk lösning kan den totala energianvändningen variera med 1:2.
- Det finns nyare hus (byggda efter 1985) som har högre specifik total energianvändning (per ytenhet) än äldre (byggda före 1974). Energianvändningen för fastighetsel är däremot ofta mindre i äldre hus.
- Betydande avvikelser har konstaterats mellan uppmätta och beräknade värden. De senare är i regel avsevärt lägre. Använda beräkningsmetoder måste valideras för nyare hus med andra tekniska egenskaper än äldre t ex stora glasytor, högre luftväxling och integrerade värmesystem som golvvärme. Flera beräkningsfall per byggnad måste utföras för att beakta de stora variationer som normalt föreligger.
- Använda korrektionsfaktorer,

begrepp och definitioner i olika undersökningar är sällan entydiga eller enhetliga, vilket försvårar analys och jämförelser. Exempel på detta är:

- Areabegrepp som BOA, BTA, LOA, BRA, uppvärmd golvyta, Atemp m m. Den specifika energianvändningen (per ytenhet) kan, beroende på använt areabegrepp, påverkas med flera tiotal procent.
- Oklarhet i fråga om energiposterna t ex total energianvändning för värmesystem (värme, byggnadsuppvärmning), varmvatten/tappvarmvatten, fastighetsel och hushållsel eller någon/några av nämnda delposter.
- Om korrigeringsfaktorer har gjorts till normala, aktuell period/kalenderår, uppvärmningssäsong etc.
- Vilken inomhusmiljö som har använts vid beräkningarna.
- Om inverkan av eventuell byggfukt har beaktats under de första åren.
- Nya byggregler och EU-direktiv för byggnaders energiprestanda och kvaliteten på inomhusmiljön kräver enhetliga och tillförlitliga metoder för kvalitetssäkring och uppföljning. I rapporten beskrivs flera praktiskt inriktade metoder för kvalitetssäkring och uppföljning som kraftigt kan minska driftkostnaderna.

Läs mer på Internet

Harrysson, C (2009). Variationer i energianvändning och inomhusmiljö. Erfarenheter och rekommendationer. Örebro universitet, Studies from the School of Science and Technology, Nr 5, June 2009, Örebro. Rapporten kan laddas ner som pdf-fil på www.oru.se/nt under Nyheter.

Författarens e-post

christer.harrysson@oru.se