

För bättre byggande krävs rätt teknik och skärpt övervakning med oberoende kontrollansvariga och besiktningsmän

Det går faktiskt att bygga bättre och billigare hus. Med bättre samarbete mellan alla inblandade går det faktiskt. Förutsatt att byggare och installatörer ser det hela som gemensamt projekt under projekterings-, produktions- och förvaltningsskedena. Då minskar både problem och kostnader. Med upp till 30 procent för både byggkostnader och energianvändning. Tillsammans med lämplig entreprenadform och kvalitets-säkring som fungerar stärker det alla delar av byggprocessen.

För att lyckas är det viktigt att undvika de tio sämsta åtgärderna i byggandet. Det vill säga dåligt utförande (slarvigt byggande), extremt tjock isolering, luftvärme, golvvärme, passivhus, stora glas- ytor, kollektiv energi- och vattenmätning, flerbostadshus samt jäviga kontroll- ansvariga och besiktningsmän.

Stora möjligheter minska byggkostnader och energianvändning med vardera 30 %

Helhetsgrepp, systemtänkande och förbättrad samordning mellan olika yrkes- kategorier under byggnadens livslängd kan minska byggkostnaderna och energi- användningen med vardera 30 procent. Nya forskningsresultat visar att detta är möjligt exempelvis genom minskat slöseri i byggprocessen, rätt val av entreprenadform och teknisk lösning, individuell mätning och debitering av energi- och vattenanvändning samt med ett fungerande kvalitetssäkringssystem.

Kostnaderna kan dessutom minskas ge- nom att satsa på gruppbyggda små- hus i stället för flerbostadshus. Upp- låtelseformen äganderätt ger också lägre kostnader. Bättre inköp, exempelvis ge- nom import av byggmaterial och arbets- kraft och mer industrialiserat byggande, är också kostnadspressande. Kunskap om miljövänligt och kostnadseffektivt byggande finns men används sällan i tillräcklig utsträckning.

Samarbete mellan olika yrkeskategorier

För att uppnå bättre och billigare byggande är det nödvändigt med förbättrat sam- arbete mellan olika yrkeskategorier under projekterings-, produktions-, brukar- och förvaltningsskedena. En för- utsättning är också ökat helhetsgrepp och systemtänkande, allt från råvaror till färdig byggnad. Samhället gynnar

specialister på bekostnad av generalister. Något som är särskilt märkbart i den akademiska världen. Men där handlar det i huvudsak om teorier, inte fysiska ting som byggnader. Misstag får inte alls samma dyra konsekvenser. För att få ett bra hus som helhet krävs, förutom praktisk erfarenhet, att man har ”lite kunskaper om mycket i stället för mycket kunskaper om lite”. Först då är förutsättningarna de rätta för att åstadkomma ett bra hus.

Kraftigt höjda kostnader för att bygga och avhjälpa byggfel

Larmrapporterna duggar tätt om kraftigt höjda byggkostnader, uteblivna energi- besparingar samt dålig inomhusmiljö med hälsoproblem för de boende liksom om- fattande byggsador. Bostads-bygandet har ökat kraftigt på senare år och 2016 byggdes cirka 60 000 lägenheter, av dessa är cirka 20 procent småhus. Efterfrågan på bostäder har ökat markant.

Samtidigt har byggkostnaderna också kraftigt ökat

Konkurrensen mellan olika material- och installationsföretag minskar i Sverige genom bildandet av allt större och färre företag för tillverkning av olika produkter liksom för tekniska tjänster/rådgivning. För material som mineralull och glas föreligger en ren oligopolställning sen många år. Allt för ofta väljer man att inrikta byggandet på att minska pro- duktionskostnaderna utan hänsyn till drift- och underhållskostnader eller livscykelkostnader. Resultatet blir höga renoverings- och underhållskostnader.

Bygandet har med tiden blivit allt mer komplicerat och påkostat. Med följd att nya hus kan ha helt andra och delvis okända egenskaper än tidigare. Alltför ofta är de fukt känsligare. En av flera stora byggsandaler under 2000-talet är de enstegstättade putsfasaderna. Där nya och oprövade material, konstruktioner och lösningar används. Lösningar som inte testats tillräckligt innan de börjar använ-

das i serieproduktionen. Det är ett lotteri som kan bli mycket dyrt. Material och metoder måste vara testade innan de sätts i produktion, gissningar och förhopp- ningar att de ska fungera är förkastliga.

Entreprenadformer

Småhus byggs på många olika sätt, *Harrysson (1994, 2006b)*. De två vanligaste entreprenadformerna är:

- Totalentreprenad: Husköparen skriver ett avtal med ett företag.
- Delad entreprenad: Husköparen skriver flera avtal med flera företag. Riskablare! Möjligheterna att få ett välbyggt hus till ett bestämt pris är störst vid totalentreprenad liksom om byggföretaget har alla anställda och all kompetens inom företaget. De- lad entreprenad som skenbart kan före- falla billigast, kan ge osäkerheter, mer- kostnader och allehanda problem för husköparen. Ett bra hus påverkas för- utom av entreprenadformen av kvalitets- säkringssystem, försäkringar och garan- tier samt att det görs systematisk upp- följning och erfarenhetsåterföring.

Husets kvalitet, byggfel och kostnader påverkas av om det är totalentreprenad eller delad entreprenad. Men också av hur mycket av arbetet som görs under skydd från väder och vind eller i fabrik. I de flesta husbyggen uppstår merparten av felen faktiskt på byggplatsen. Detta framgår klart vid granskning av några välrenommerade trähusföretag. Som bygger på totalentreprenad och, dessvärre, sedan kontrakterat olämpliga byggföretag och andra, underentreprenörer, för arbeten på byggplatsen. Kritiken för alla byggfel faller därvid tungt tillbaka på trähusföretaget, vars varumärke och renommé då svärtas ner.

När det gäller småhus bör främst totalentreprenad väljas. Då finns en part som är ansvarig, totalentreprenören. Olika entreprenörer kan då inte skylla på varandra för fel eller tidsglapp. Beställaren riskerar heller inte att komma i kläm för att rätta till olika fel. Tvister om vem som ska betala detta uteblir också. Förutsättningen är dock att felen genom handlingar och entreprenadavtal med mera tyd- ligt kan härledas till entreprenören. För större byggnationer kan andra entre- prenadformer än totalentreprenad dock vara aktuella.



Christer Harrysson
professor i byggt teknik, Örebro universitet

Entreprenadformer som sedan ett par decennier används är exempelvis funktionsentreprenad, partnering och samverkansentreprenad, *Bejrums & Grennberg (2003)*. Funktionsentreprenad karakteriseras bland annat av att entreprenören ska svara för byggnadens drift under till exempel 10 år. Detta ger möjlighet till systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring. Funktionsentreprenad kom först till användning vid väg- och brobyggande. Partnering och samverkansentreprenad är andra nya former som medger öppen kostnadsredovisning mellan entreprenör och beställare, vilket i sin tur ökar möjligheterna till kostnadsbesparande åtgärder om tillräcklig kompetens finns på båda "sidor". Nya Karolinska Sjukhuset är ett exempel med för låg kompetens på beställarsidan. Vilket beskrivs ha ökat kostnaderna betydligt.

Nuvarande byggbestämmelser och tidigare PBL:s och BBR:s ambitioner att gynna utveckling av nya lösningar och högre kvalitet genom kvalitetssäkring, egenkontroller och kontrollansvarigas befogenheter räcker inte för att garantera bra hus och olika aktörers oberoende. Exempelvis fanns i tidigare lagstiftning och SBN kommunalt anställda bygginspektörer med betydande befogenheter och kurage som kunde påverka och säkerställa kvaliteten på byggandet. Den tryggheten är nu i stort sett helt borta. Dessutom innehöll SBN mer distinkta krav och detaljerade uppgifter som alla skulle uppfyllas vid projektering och byggande. Numera är byggbestämmelserna funktionsbetingade, det vill säga utan detaljerade uppgifter om byggnadens utformning.

Kontrollansvarig

De kontrollansvarigas roll är att övervaka så att samhällskraven uppfylls och att huset uppförs enligt gällande handlingar. Vid byggsamråd före arbetenas påbörjande ska en kontrollplan för bygget utarbetas och fastställas. Entreprenaden ska överlämnas till beställaren i samband med godkänd slutbesiktning. Ofta är det så att hustillverkare, byggföretag och försäkringsbolag "tillhandahåller" en "egen" kontrollansvarig där byggherren får finna sig i valet.

Olika rapporter i media och byggskandalerna har på senare år visat på betydande problem med jäv och partiskhet hos både kontrollansvariga och besiktningsmän gentemot husägare, försäkringsbolag och byggföretag. Detta kan kraftigt påverka husets kvalitet, byggkostnader och leda till byggfel.

Projektering – Produktion – Kvalitet

Det är synnerligen viktigt med en fungerande kvalitetssäkring under projekterings- och produktionsskedena. Hur produktionen har kontrollerats och bygglösningen skett är några avgörande faktorer för det färdiga husets kvalitet. Ökad fabrikstillverkning kan försvåra att utföra de kontrollansvarigas och besiktningsmännens uppgifter. En med byggandet av fastigheter integrerad, kraftfull och fungerande kontroll kräver att utförandet av viktiga detaljer dokumenteras på arbetsritningar och i beskrivningar. Liksom att alla berörda får eller har tillräcklig utbildning och resurser i övrigt.

Byggnadens kvalitet beror bland annat på om huset projekterats med lämpliga material, konstruktioner, installationer och produktionsvänliga lösningar. Liksom om eventuellt klimatskydd finns på byggsplatsen för att minska riskerna för fukt- och mögelproblem under byggtiden. Andra faktorer av betydelse är arbetsmiljön, byggföretagets kunskaper samt framförallt de kontrollansvarigas och besiktningsmännens kunskaper, förmåga och kurage att ställa tillräckliga kvalitetskrav på bygget. Detta framgår klart av många medieinslag för till exempel Mall of Scandinavia och Nya Karolinska Sjukhuset, som blev världens dyraste sjukhus. Trots att syftet var det motsatta.

Färdigställande- respektive byggförsäkring

Det är inte bara kontrollansvariga som i praktiken ofta utses på här beskrivet sätt. Även försäkringsbolagen "tillhandahåller" särskilda besiktningsmän. Dessa besiktningar är okulära och begränsas ofta till att bara omfatta finish på inredningsdetaljer och tapeter, så kallad målningsbesiktning. Besiktningsmännen fokuserar vanligen på synliga utförandebrister i stället för på den tekniska funktionen. Det räcker inte. En synig yta kan dölja stora brister. Ju kortare protokoll besiktningsmännen producerar desto mer attraktivt är de dock sett från försäkringsbolagens och företagens sida.

Försäkringar krävs i form av färdigställandeförsäkring som ska ta över ansvar om byggföretaget går i konkurs under byggtiden. Den kan tecknas hos olika försäkringsbolag. Byggförsäkring, som numera inte är obligatorisk, kan tecknas hos samma bolag och gäller under 10 år efter slutbesiktning. Skador som ersätts har en självrisk på ett halvt basbelopp för varje skada. I praktiken har det dock visat sig vara mycket svårt att få ut någon ersättning. Inte ens i samband med de enstegstättade putsfasader, som

försäkringsbolagen klassar som utvecklingsfel och därför inte vill ersätta. Notera särskilt att:

- försäkringsbolag, ägs bland annat av olika trähushandelsbolag
- besiktningar i samband med försäkringar endast får utföras av särskilda besiktningsmän "knutna" till försäkringsbolaget. Hur garanteras då objektiviteten?
- varje skada som ska ersättas av försäkringsbolagen har självrisk ett halvt basbelopp
- försäkringarna täcker inte så kallade utvecklingsfel till exempel i enstegstättade putsfasader

Härresande "förbindelser" och sidouppdrag

Det förekommer fall där husföretagets platschef är kontrollansvarig och/eller besiktningsman. Den "objektiviteten" är härresande! Den existerar inte. Det finns också rådgivare/konsulter som både projekterar och säljer olika produkter. Vilka produkter rekommenderar de i första hand? Gissa! Det är också olämpligt att ett och samma företag projekterar, bygger, kontrollerar och besiktigar. Även om det sker via olika dotterbolag i koncernen.

Bättre byggande kräver oberoende rådgivare med kunskap och kurage

Bäst resultat och kvalitet på huset får man naturligtvis genom att använda oberoende kontrollansvariga och besiktningsmän med kunskap, integritet och kurage. Konsultera därför kunniga och oberoende rådgivare för projektering, granskning och besiktning innan det skrivs kontrakt med trähushandels- och entreprenadföretag! Normalt är kostnadsproportionerna konsulter – byggande – förvaltning 1:10:100. Att lägga lite mer pengar på omsorgsfull projektering och goda bygghandlingar är därför en trygg och lönsam investering.

Stora och små företag – kunskap, kurage, oberoende och konkurrens

Utvecklingen går i riktning mot att stora företag blir större och att fler underentreprenörer på flera nivåer i ökad utsträckning används allt mer. Företag på varje "nivå" tar naturligtvis minst sin beskärda del av vinsten. Därför är det heller inte oväntat att den som ligger "längst ner" i hierarkin och i realiteten utför arbetsuppgifterna har dålig arbetsmiljö, låg lön samt saknar vanliga ekonomiska och sociala förmåner. Samt har otillräckliga kunskaper och dessutom ibland betydande språksvårigheter. Allt detta inverkar både på arbetsmiljön och husens kvalitet. Samma förhållanden och problem gäller inte bara arbeten utförda

av entreprenadföretag utan ofta även av konsultföretag. Exempelvis utförs OVK många gånger bristfälligt och med ”godtagbara” resultat. Ibland faktiskt formulerade i överenskommelse mellan beställare och underentreprenörer. Detta på flera ”nivåer” under det stora konsultföretaget som formellt har uppdraget från beställaren.

Idag finns det både myndigheter och allmännyttiga bostadsföretag som handlar upp sina konsultjobb hos stora konsultföretag. Tyvärr vet man dock inte vilka personer där som verkligen gör jobbet och inget om deras kompetens. Ibland finns här till och med underentreprenörer på flera ”nivåer”. Engagerar man mindre företag vet man däremot vem som gör jobbet och dennes kompetens.

I större företag/koncerner kan det finnas olika dotterbolag för projektering, byggande respektive med kontrollansvariga och/ besiktningsmän. Kan objektiviteten gentemot byggherren alltid garanteras? Det varierar eftersom det finns konsultföretag, som både ger råd och säljer olika produkter. Som de naturligtvis ger kunden råd att köpa. Detta är oseriöst. På 1980- och 1990-talen förekom olika former av ”förtäckt bonus” exempelvis till konsultföretag som föreskrev luftvärme.

Enstegstätade putsfasader

En statlig konsultkoncern utför forskning, provning och utredningar i moderbolaget samt typgodkännande- och certifieringsverksamhet i ett dotterbolag. Skandalen med de enstegstätade putsfasaderna berodde till stora delar på utlåtanden gjorda av moderbolaget och typgodkännanden certifieringar utfärdade av dotterbolaget. När stora mängder skadefall successivt blev kända slog man inte larm tillräckligt snabbt. Med följd stora byggfelskostnader i mer än 30 000 hus. Därefter fick moderbolaget många miljoner för att utreda byggfelen deras egna utlåtanden och godkännanden orsakat. En skrämmande rundgång på skattepengar! Men, det är en annan historia.

Det är märkligt att byggbranschen och husägarna här inte kräver ut ersättning för de byggsador som företagets utlåtanden lett till. Har den statliga konsultkoncernen kanske ingen konsultansvarsförsäkring?

Luftvärme – Riquma – Bo 92

Kvaliteten på huset blir inte bättre än kunskaper och moral hos de människor som är involverade i byggprocessen. Granska därför kritiskt typgodkännanden/certifieringar och olika branschstandarder. Det visar flera stora byggskandaler, inte minst enstegstätade puts-

fasaderna nu under 2000-talet. Minns även marknadsföringen av luftvärme som främst togfördes av företaget Riquma och dess så kallade vetenskapliga råd och som kulminerade vid bostadsutställningen Bo92, Ahnland (1996) och Cajdert (1999, 2000). Argument som sedan föll ihop totalt i och med Boverkets förbud mot luftvärme med återluft 1994. Numera har dessa omoraliska och missvisande argument börjat användas av passivhusförespråkarna.

Systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring

Förr byggde, förvaltede och ägde många byggföretag egna fastigheter. Numera är det sällan så. Därmed minskar intresset och möjligheterna att bygga bra hus med låga drift- och underhållskostnader. Därigenom begränsas, naturligt nog, kraftigt möjligheterna och intresset för systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring.

Standardiserade byggsystem

Fabrikstillverkning minskar riskerna för fukt- och mögelproblem. Detta tillsammans med standardiserade hustyper och byggsystem kan och bör medföra lägre byggkostnad och hus med högre kvalitet till exempel lägre energianvändning. Ett exempel på detta är SABOs Kombohus. Genom ”upprepningseffekter”, det vill säga samma hustyp och handlingar kan användas flera gånger inkluderande erfarenhetsåterföring, minskar projekteringskostnader och byggfelskostnader. Ett annat exempel är SKL:s bostadsupphandling av nyckelfärdiga bostadshus som byggs med standardiserade byggsystem. Det kan väsentligt korta byggtiden och pressa byggkostnaderna, men ändå ge bostadshus som byggs av god kvalitet avseende arkitektur, hållbarhet och tekniska egenskaper, Harrysson (2006b).

Uteblivna energibesparingar och några orsaker

Trots årliga satsningar med tiotals miljoner på energiforskning, statligt stöd för ombyggnader och energieffektiviserande åtgärder inklusive husägarnas egna kostnader och arbetsinsatser har de förväntade besparingarna helt eller delvis uteblivit. Energisparandet har dessutom lett till byggsador och inomhusmiljöproblem. Energiforskningen måste bli mer praktiskt inriktad för att i verkligheten kunna uppnå allt lägre energinivåer. Framgångsrikt energisparande måste i ökad utsträckning bland annat baseras på helhetsgrepp och systemtänkande, men också på systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring. Goda exempel måste

därför tas till vara och föras in i kommande bestämmelser och byggande. Det sker dock sällan. Kunskap finns, men används inte i tillräcklig utsträckning.

Några orsaker till hög energianvändning i nya hus är enligt Harrysson (1988, 2006a):

- boendevanor (vattenförbrukning, inne-temperatur, utomhusel med mera)
- dåligt utförande av isolering och täthet samt bristfällig injustering av värme- och ventilationssystem
- otillräcklig isolering i klimatskärmen (tak, väggar, golv, fönster och dörrar)
- stora glasytor, fönstren kan ha 5 – 10 gånger större värmeförluster än väggen och ge avsevärda komfortproblem både vinter och sommar.
- köldbryggor
- luftläckning
- hög innetemperatur (den kallaste lägenheten eller rummet bestämmer)
- avsaknad av eller brister i värmeåtervinning
- komplicerade tekniska lösningar speciellt avseende installationer som golvvärme och luftvärme
- hög elanvändning på grund av golvvärme i våtrum, handdukstorkar, värmekablar, utebelysning med mera),
- energislösande sidobyggnader

Skärpta värmehushållningskrav har gett liten verklig energibesparing!

Energimyndigheten (2012) har för 2011 undersökt 7 000 småhus, figur 1. Den totala energianvändningen, summan av byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel, för elvärmda hus byggda från 1971 och framåt är genomsnittligen cirka 116 – 125 kWh/m² år eller cirka 17 000 kWh/år, tabell 1 och tabell 2. Den lägre siffran gäller hus byggda på 2000-talet. Hushållselen uppgick 1970 till cirka 3 800 kWh/år och från 1994 till

Tabell 1: Genomsnittlig elanvändning (inkl hushållsel) per m2 uppvärmd area (inkl biarea) för småhus år 2011, uppvärmda med enbart el, fördelad efter byggår, MWh/hus och kWh/m2. Källa: Energimyndigheten (2012).

	MWh/hus	kWh/m ²
SAMTLIGA	17,4 ± 0,5	128 ± 4
Byggår - 1940 ¹	18,8 ± 1,6	149 ± 15
1941-1960	17,8 ± 2,0	138 ± 14
1961-1970	18,4 ± 1,6	132 ± 11
1971-1980	17,4 ± 0,9	120 ± 6
1981-1990	15,9 ± 0,8	121 ± 5
1991-2000	16,0 ± 1,2	125 ± 8
2001-	16,8 ± 1,5	116 ± 10

Anm. Den redovisade skattningen ± tillhörande felmarginal utgör ett 95% konfidensintervall under antagandet att undersökningsvariabeln är normalfördelad.

¹ Värdet i den första kolumnen på denna rad, 18,8±1,6, skall tolkas som att med 95 procents sannolikhet så användes år 2011 i genomsnitt mellan motsvarande 17,2 och 20,4 MWh el per småhus, byggt år 1940 eller tidigare, som endast kan värmas med elvärme (direktverkande eller vattenburen)

Tabell 2: Elanvändning inklusive hushållsel per hus och kvadratmeter boarea inklusive biarea för småhus uppvärmda med enbart el år 2015, fördelad efter byggår, MWh/år och kWh/m² år. Efter oljekrisen 1973 sjunker energianvändningen i nya hus först med byggår 2011 och senare. Källa: Energimyndigheten (2016a).

	MWh/hus	kWh/m ²
SAMTLIGA	16,5	118
Byggår - 1940	17,1	134
1941-1960	16,8	137
1961-1970	18,5	129
1971-1980	16,3	108
1981-1990	15,5	117
1991-2000	15,5	118
2001-2010	16,8	107
2011-2013	14,2	95

cirka 6 000 kWh/år eller cirka 40 kWh/m² år. De fjärrvärmda husen har jämfört med de elvärmda 25 till 35 procent högre total energianvändning inklusive hushållsel som i jämförelsen antagits till 6 000 kWh/år. Orsaker är bland annat värmeförluster från kulvertledningar inom och utom huset. Som inte alls är så försumbart små, trots att fjärrvärmeförespråkarna hävdar motsatsen. Dessutom läcker det värme hela året. Fjärrvärmesystemet är nämligen alltid i drift och cirkulerar i rören.

Stora variationer mellan olika hus och lösningar

Stora variationer i total energianvändning och inomhusmiljö förekommer mellan olika hus och lösningar, *Harrysson (1988, 2015)*. Mellan nominellt lika hus kan skillnader i boendevanor betyda upp till 10 000 kWh/år eller cirka 70 procent av den totala energianvändningen medan skillnader i utförande kan motsvara 5 000 kWh/år eller 30 procent. Boendevanorna kan påverkas bland annat genom information och utförandet genom tillverkningskontroll och kvalitetssäkring av byggprocessen. Individuell mätning och

debitering av energi- och vattenanvändning i stället för kollektiv kan betyda 20 till 30 procent lägre total energianvändning. Alla får då tydligt klart för sig vad deras användning kostar och möjlighet att ändra sina vanor. Valet av teknisk lösning har stor betydelse och kan påverka med upp till 30 procent till oförändrad byggkostnad och bibehållen inomhusmiljö.

Bäst använda medelvärden från ett antal hus

I media använder man ofta okritiskt resultat från enstaka eller få hus. På grund av de stora variationerna mellan husen som kan förekomma är sådana uppgifter dock mycket osäkra både när det gäller energianvändning och inomhusmiljöegenskaper. Analyser och jämförelser baserade på medelvärdet för några tiotal hus är därför avsevärt mer tillförlitliga än värden baserade på detaljerade mätningar i enstaka eller få hus.

Goda lösningar och dåliga

För att åstadkomma energieffektiva och komfortabla byggnader måste man undvika: Golvvärme, luftvärme och passivhus. Orsakerna är de uteblivna besparingarna. Även extra tjock isolering kan medföra helt eller delvis utebliven energibesparing om inte tillräckligt noggrant arbetsutförande kan garanteras.

Plusenergihus olönsamma

Offentlig energistatistik visar på små besparingar i verkligheten trots miljardersatsningar på just energisparande. Merkostnaden för plusenergihus är cirka en miljon per småhus (Villa Åkarp) eller lägenhet cirka 70 m² boarea (HFAB, Harplinge) för att spara maximalt 15 000 kWh/år per småhus! Detta är en klart olönsam investering!

Meningslöst med extremt tjock isolering och dåligt utförande

Dåligt byggande kan inte kompenseras med tjockare isolering. I *Harryssons (2015)* undersökning, figur 2, ingår 2 områden i Göteborgstrakten: Område 12 med 1½-planshus, 51 nominellt lika fristående småhus med 148 m² boarea och 120 mm mineralullsisolering i väggar respektive område 13 med 22 nominellt lika radhus med 136 m² boarea och 340 mm mineralullsisolering i väggar. Medelvärdet för den totala energianvändningen 2012 uppgår till 15 473 respektive 15 664 kWh/år. Motsvarande värden 1992/93 var 17 955 respektive 16 117 kWh/år. Trots tre gånger så tjock väggisolering i område 13 som i område 12 är energianvändningen ungefär densamma!

Sörensen (1981) har undersökt hur

energianvändningen påverkas vid tilläggsisolering. Efter två år och delvis ändrade vanor och högre komfort uppgick energibesparingen i de 83 undersökta husen i medeltal till 58 procent av teoretiskt beräknad. Detta som produkten av skillnad i U-värde, yta och gradtimmar. Andra förklaringar till den i verkligheten halverade energibesparingen kan vara brister i arbetsutförandet samt att man i beräkningarna inte beaktat kortare uppvärmningssäsong efter tilläggsisolering och minskat gratisvärmeutnyttjande. U-värdets säkerhetspåslag för att täcka normala brister i arbetsutförandet kan också vara för små i beräkningarna.

45 cm isolering i väggar - dyrt och riskfyllt

Ju tjockare isoleringen är desto mindre nytta gör den sista centimetern. Med ökad isolering spar man energi för byggnadsuppvärmning endast under uppvärmningssäsongen, för nya småhus cirka halva året. Livscykelanalys visar att extrema isolertjocklekarna ska undvikas och medför materialslöseri, ökade byggkostnader med 10 - 20 procent samt större risker för fukt- och mögelskador. Detta visar byggandet av ett flertal passivhus och forskning vid LTH av *Adalberth (1995)*. En väggkonstruktion med mineralull och tjocklekarna 29 respektive 49 cm har en procents skillnad i total energianvändning räknat på 50 års livslängd.

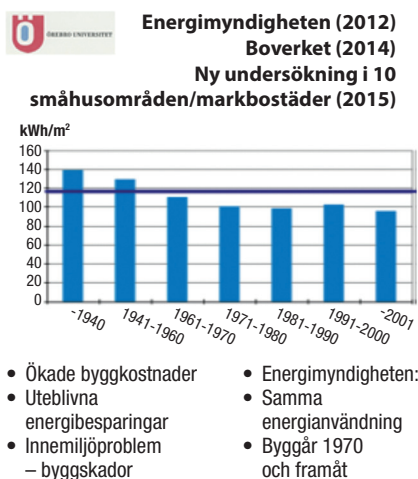
Och då har inte de ökade riskerna för fukt- och mögelskador på grund av mindre uttorkningseffekt hos den tjockare väggen beaktats. Inte heller en större negativ inverkan av utförandebrister! Vid större väggisoleringar ökar dessutom risken kraftigt för fukt- och mögelskador, *Mundt-Petersen (2015)*. Fukt utifrån tränger in längre än decimetern i väggarna, vilket är mer än man trott och gäller även väggar med luftspalt. Ju tjockare väggen är desto viktigare är det att skaderisken beaktas.

5 procent större glasarea kräver 10 procent mer energi

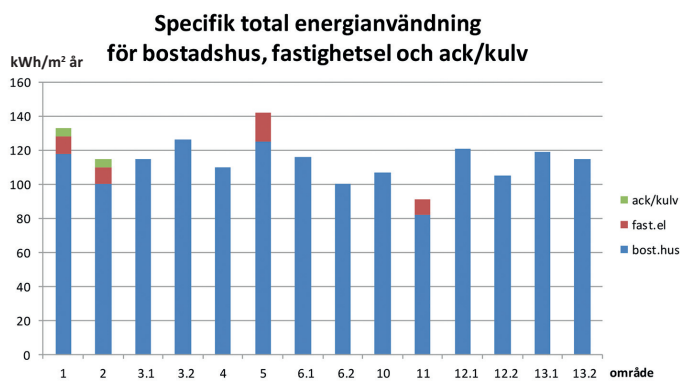
Fem procent större glasarea ökar energianvändningen för byggnadsuppvärmning med fem till tio procent och därmed kostnaderna. Överslagsmässigt motsvarar detta energiökningen cirka 700 kWh/år med antagandena: skillnad i glasarea fem procentenheter, boarea 150 m², uppvärmningsbehovet 80 000 gradtimmar samt skillnaden i mörker-U-värde mellan fönster och vägg 1,2 W/m² K.

Passivhus måste värmas redan vid fem plusgrader ute!

Passivhusen karakteriseras bland annat

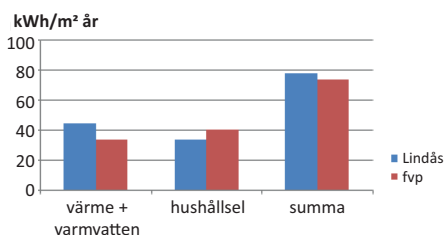


Figur 1: Erfarenheter av nya småhus enligt tre olika undersökningar: Energimyndigheten (2012), Boverket (2014) och *Harrysson (2015a)*.



Figur 2: Specifik total energianvändning, summan för bostadshus, fastighetsel och ackumulatortank/kulvertar. Medelvärde för respektive område. Källa: Harrysson (2015a).

Specifik total energianvändning och delposter; Lindås (passivhus) resp hus med fvp



Figur 3: Specifik total energianvändning och delposter för Lindås Park och "optimal" systemlösning med frånluftsvärmepump. Källa: Harrysson (2015a).

av extrema isolertjocklekar, stora glasytor och luftvärme som regleras med en centralt placerad termostat för reglering av innetemperaturen. Kombinerade värme- och ventilationssystem som luftvärme bör undvikas då innetemperaturen styrs med en centralt placerad termostat. Den ger lägre gratisvärmeutnyttjande och fler komfortstörningar. Undersökningar av Boverket (2014) och Harrysson (2015a), figur 2 och figur 3, visar att nästan inga passivhus i verkligheten uppnår påstådda energinivåer. De är istället väsentligt högre. Passivhusen kostar dessutom 10 till 20 procent mer att producera. Byggnadskostnaderna ökar kraftigt dessutom genom att byggnadsarean, grunden och taket ökar alternativt genom att den ut-hyrningsbara/användningsbara boarean minskar. Till detta att passivhus måste tillföras värmeenergi redan vid cirka 5 plusgrader ute.

På grund av att rumsvis reglering av värmeförseln saknas är det svårt att hålla jämn innetemperatur i passivhus. Som också ofta har stora glasytor. Ju större glasytorna är desto högre blir effekt- och energibehovet och desto svårare är det att hålla jämn innetemperatur. Mindre fönsterytor ger lägre effekt- och energibehov samt färre komfortstörningar. Man kan bygga vackra hus även med små glasytor det vill säga ner mot 10 procent av golvarean. Luftvärme har vidare hög risk för ohälsa och förorenade(n)de tilluftskanaler. Som är dyra och svåra att göra rena. Passivhus har

härnadsväckande nog i stort sett samma totala energianvändning som vanliga serieproducerade hus med frånluftsvärmepump och vattenradiatorer, figur 3.

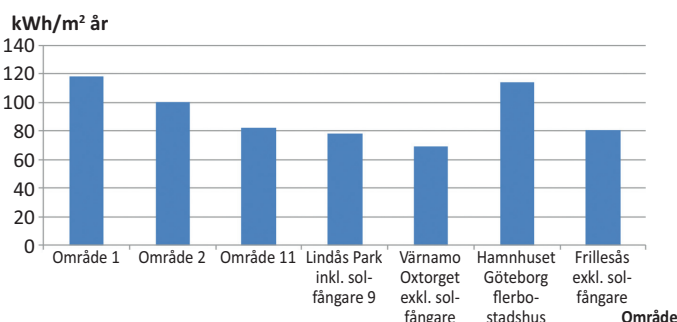
Inget passivhusområde klarar Feby-12!

Det är anmärkningsvärt att inget av de tre studerade passivhusområdena i Harrysson (2015a), figur 4, klarar rekommendationerna enligt Feby-12, det vill säga 25 kWh/m² år för elvärme och 50 kWh/m² år för övriga uppvärmningssätt. Ett av områdena, som har luftvärme och direktel, klarar däremot rekommendationerna för övriga uppvärmningssätt.

Golvvärme kräver 20 – 30 % mer energi!

Marknadsföringen av golvvärme baseras på undersökningar i laboratorium vid Danmarks Tekniska Universitet (DTU) i ett obebott volymelement av betong, Olesen & Zöllner (1987) och Olesen (1994). Volymelementet hade både radiatorer och golvvärme och man "körde" växelvis med det ena eller andra värmesystemet. Golvkonstruktionen bestod ovanifrån av golvmaterial, isolering med golvvärmerör nära ytan och underst betong. Det vill säga en konstruktion med liten värmetröghet och helt andra värmetekniska egenskaper än den i Sverige vanligaste vid platta på mark, som ovanifrån består av golvmaterial, betongplatta med golvvärmerören i underkant och därunder cellplastisolering.

Passivhusområden, total energianvändning, summan för värme, varmvatten och hushållsel



Figur 4: Uppmått specifik energianvändning i passivhusområdena 1, 2 och 11 jämfört med några andra passivhusområden. Källa: Harrysson (2015a).

Golvvärme har normalt 20–30 procent högre total energianvändning jämfört med om huset i stället har radiatorer, Harrysson (2000, 2006a). Detta beror på stora värmeförluster genom golvet, köldbryggor längs kanterna, stor värmekapacitet, ojämn innetemperatur och lågt gratisvärmeutnyttjande samt problem med att tillvarata gratisvärme vid eldning i braskamin. Detta på grund av golvets värmetröghet. Med klinkerplattor på golvet är systemet ofta i drift även sommartid. Golvet isolerar värmerören och hindrar delvis värmen att nå rummet. Värmerören ska placeras närmare inne och på så sätt snabbt nå rummen. Bäst är att låta all värme från rören värma rummet. Det är bäst och effektivast.

Uppmått energianvändning ofta högre än beräknad

Ju energisnålare huset i sig är utformat desto svårare är det att i verkligheten nå beräknade energinivåer visar det av Harrysson (2015a) genomförda projektet i 339 småhus, figur 2, huvudsakligen byggda på 2000-talet. Även Boverket (2014) har konstaterat detta. Av 56 stycken energideklarerade hus byggda mellan 2007 och 2010 klarar bara en fjärdedel kraven på lågenergihus. Uppföljning av 17 stycken lågenergihus/passivhus visar att endast cirka hälften uppfyller energinivåerna för aktuella uppvärmningssätt enligt BBR19 och endast cirka 1/3 klarar 25 procent lägre energinivåer. Ännu svårare är det att i praktiken klara rekommendationerna enligt Feby-12, för specifik energianvändning, det vill säga summan av byggnadsuppvärmning, varmvatten och fastighetsel, cirka 25 kWh/m² år för elvärmade bostäder och cirka 50 kWh/m² år för övriga uppvärmningssätt.

Den verkliga energianvändningen ligger som framgår ovan ofta högre än den beräknade. I vissa fall mycket högre. Det kan bero på gynnsammare beräkningar med felaktiga indata eller



Figur 5: Passivhusen i Glumslöv. Solavskärmning den 23 september 2005 kl 13.15. Glasytor i bottenvåningen är helt oskärmda. Foto: Torbjörn Klittervall.

mätsystem. Alternativt kan det bero på att byggnadens utförande är sämre än projekterats och förväntats. Orsaker till detta kan med stor sannolikhet också vara brist på helhetsgrepp och systemtänkande samt på att de olika delsystemen inte passar ihop på ett optimalt sätt liksom brist på systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring av hela byggprocessen. Begreppet lågenergihus/passivhus kan innebära stora variationer i uppmätt energianvändning. Det räcker inte med en mycket bra klimatskärm. Det krävs också installationer med bra prestanda.

Beräkningsmetoder och laborietester av olika slag måste valideras och återkopplas mot verkliga förhållanden från bebodda hus. Situationen för byggnaders energianvändning liknar den för bestämning av bilars bränsleåtgång, ”dieselgate”, det vill säga ett standardiserat körsätt, kanske i laboratorium, med delvis avstängd elektronik och apparater och med manipulerad programvara. Som inte motsvaras av verkliga förhållanden.

Vid projektering och systemval är det viktigt med ett kritiskt förhållningssätt. Alltför många ägnar sig åt teorier och beräkningsvisioner (glädjekalkyler). Systematisk uppföljning och erfarenhetsåterföring sker sällan och är många gånger bristfälligt utförd. Dokumentation med uppmätta värden måste krävas för olika tekniska lösningar innan de sätts i serieproduktion.

Produktionskostnaden kan minskas med 30 procent

En kartläggning av Josephson & Saukkoriipi (2005) visar att slöseriet i byggprojekt är omfattande och i storleksordningen 30 – 35 procent av produktionskostnaden. Författarna har sorterat exemplen på slöseri och indelat dessa i fyra huvudgrupper:

- Fel och kontroller, mer än 10 procent (synliga och dolda fel, kontroller, försäkringar, stölder och skadegörelse). Den dolda felkostnaden är större än den synliga.

- Resursanvändning, mer än 10 procent (väntan, stillastående maskiner och materialspill).
- Hälsa och säkerhet, cirka 12 procent (arbetsrelaterade skador och sjukdomar belastar projekten indirekt via skattesystemet).
- System och strukturer, cirka 5 procent (utdragen detaljplaneringsprocess, omfattande upphandlingsprocess och mycket dokumentation). Denna grupp av slöseri är den mest underskattade i nämnda referens. Det finns en tendens till att förbättringsarbete utmynnar i alltmer omfattande projektledningssystem.

Författarna anger vidare fyra hinder för utveckling:

- Byggandet är unikt och konservativt.
- Bristande insikt om vad som är värdeökande arbete.
- Paradoxen att förbättringsarbete ibland kan leda till ökat slöseri.
- Byggsektorns struktur motverkar utveckling.

Ett realistiskt långsiktigt mål anser författarna vara en reduktion av produktionskostnaderna med en tredjedel. För närvarande sker en omfattande utveckling av tekniska lösningar, av inköpsprocesser och inom industrialiserat byggande. Företagsledare påstår i fackpress att de kan sänka byggkostnaderna med 20 – 30 procent genom bättre inköp och mer industrialiserat byggande.

Rätt hustyp och upplåtelseform sänker kostnaderna

Den billigaste hustypen både att bygga och ha i drift är 2-planshus och som radhus. Figur 5. Flerbostadshus i tre våningar eller högre är dyrare både att bygga och energimässigt. Stora kostnadsskillnader föreligger mellan gruppbyggda småhus och flerbostadshus respektive mellan olika områden och upplåtelseformer. Flerbostadshus har jämfört med gruppbyggda småhus genomsnittligen per kvadratmeter lägenhetsyta ungefär:

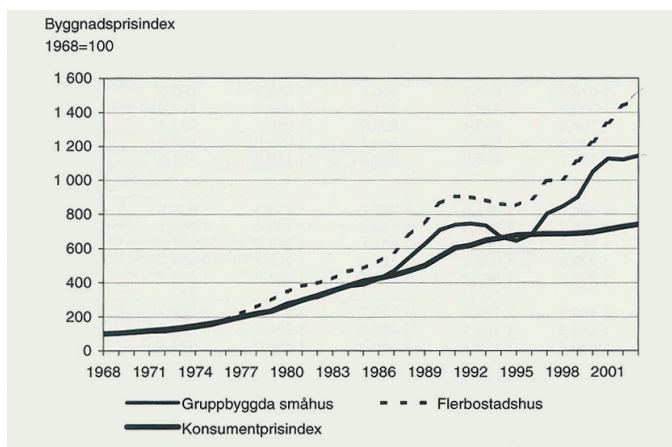
- 30 procent högre produktionskostnad, SCB (2005, 2012, 2015), figurerna 6 – 9.
- 50 procent högre energianvändning, tabell 3, kolumnen för fjärrvärme, Energimyndigheten (2012, 2016a,b). För att få total energianvändning ska 30 – 40 kWh/m² år adderas för hushållsel.

Orsakerna till detta är bland annat att flerbostadshus har dyrbara hissar, större gemensamhetsytor, till exempel trapphus, tvättstugor och förråd. Dessutom större krav på hållfasthet och brandskydd samt kollektiv mätning och debitering av energi- och vattenanvändningen. Individuell mätning ger i stället varje

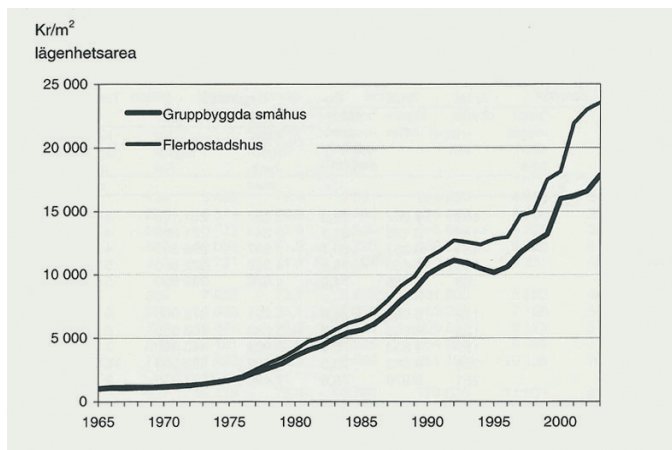
	Uppvärmningssätt					
	Oljeeldning (kWh/m ²)	Fjärrvärme (kWh/m ²)	Elvärme (kWh/m ²)	Naturgas/ stadsgas (kWh/m ²)	Övr. upp- värmningsätt (kWh/m ²)	Samtliga (kWh/m ²)
SAMTLIGA	128	138	117	155	119	135
Byggår						
- 1940	..	148	139	..	138	147
1941-1960	155	148	129	194	125	145
1961-1970	..	138	94	143	121	135
1971-1980	..	140	114	120	105	136
1981-1990	..	124	115	..	107	119
1991-2000	..	121	103	121	123	121
2001-2010	..	110	102	95	98	108
2011-2013	..	87	..	..	91	89
Uppgift saknas	..	..	..	..	..	..
Ägarkategori						
Stat, landsting, kommun	..	171	148	..	111	157
Privata	..	146	119	173	107	138
Bostadsrättsföreningar	..	136	110	159	128	134
Därav: HSB o Riksb.	..	135	107	177	148	137
Allmännyttiga	138	134	122	121	114	133
Storleksklass¹						
- 500 m ²	118	155	115	113	107	134
501-1000 m ²	..	146	127	140	122	141
1001-2000 m ²	111	144	109	188	125	141
2001-3000 m ²	..	140	113	155	123	137
3001- m ²	..	129	..	..	118	127
Temperaturzon						
Temperaturzon 1	..	159	147	..	123	155
Temperaturzon 2	..	144	108	..	94	136
Temperaturzon 3	141	139	126	192	126	136
Temperaturzon 4	..	130	100	138	107	127

¹Storleksklass avser byggnaden.

Tabell 3: Genomsnittlig energianvändning i flerbostadshus, år 2015, fördelat efter byggår, ägarkategori, storleksklass, temperaturzon och renodlade uppvärmningssätt, kWh/m² år. Uppgifter för fjärrvärme är exklusive hushållsel, som normalt uppgår till 30 - 40 kWh/m² år. Flerbostadshus använder upp mot 50 % mer energi än elvärmda småhus. Källa: Energimyndigheten (2016b).



Figur 6: Byggnadsprisindex 1968 - 2003 (1968 = 100). Källa: SCB (2005).



Figur 7: Produktionskostnader, kronor per kvm lägenhetsarea, 1965 - 2003. Källa: SCB (2005).

användare en nota på just sin energi- och vattenanvändning. Slutligen inverkar tomtkostnaden. Äganderätt har i allmänhet lägre kostnader än andra upplåtelseformer. Man är helt enkelt mera varsam med det man äger själv.

Lägre energianvändning med rätt teknisk lösning

I Harrysson (2000, 2004, 2015a) diskuteras ingående olika tekniska lösningar. Det är möjligt att utan ökade byggkostnader, men med rätt teknisk lösning spara 30 procent energi med bibehållen eller bättre inomhusmiljö. Hus ska göras så täta som är praktiskt taget möjligt. Värme- och ventilationssystemen ska vara placerade inomhus. För god komfort och hög energieffektivitet bör värme- och lufttillförseln kunna rums- och behovstyras. Ju mindre husets värmebehov är desto mer snabbreglerat måste värmesystemet vara. Energisnåla småhus kräver rumsvis snabb reglering. Detta beroende på att en allt större andel av värmeförlusterna täcks med gratisvärme främst från hushållsel, personer och solinstrålning.

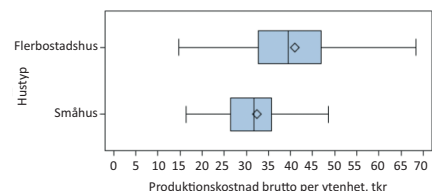
Se till uppmätta data och fakta!

Det finns goda lösningar som har en total energianvändning, summan av byggnads-

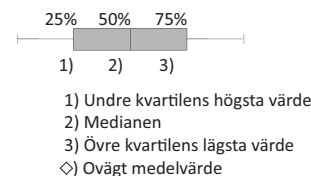
uppvärmning, varmvatten och hushållsel på 70 – 80 kWh/m² per år. Exempel på en sådan väl dokumenterad god lösning är:

- välbyggt hus med måttlig isolering: cirka 300 mm mineralull i golv och vägg, cirka 500 mm i tak och treglasfönster med metallskikt
- frånluftsventilation med väggventiler och radiatorer ger högst gratisvärmeutnyttjande och noggrannast rumsreglering av innetemperaturen
- frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten

I nya småhus är det mest intressanta alternativet för värmeåtervinning frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och varmvatten. För större småhus gäller ytjordvärmepump eller bergvärmepump. Orsaker till detta är bland annat att värmepumpen ger energibesparing både för byggnadsuppvärmning (under uppvärmningssäsongen) och varmvatten (hela året) i kombination med en god inomhusmiljö och frånluftventilation. Kostnaderna för kanalsrensningar och filterbyten är avsevärt mindre än för FTX-ventilation och luftvärme. Detta är dessutom en god lösning som inte ställer speciella krav på vare sig projektörer, byggare, förvaltare eller



Figur 8: Produktionskostnad per kvadratmeter lägenhetsarea för flerbostadshus och produktionskostnad per kvadratmeter bostadsarea för gruppsybyggda småhus i hela riket år 2014. Genomsnittligt värde för flerbostadshus är 37 808 kr eller drygt 20 % högre än för gruppsybyggda småhus, 31 064 kr. Källa: SCB (2015).



De horisontella linjerna på vardera sidan av lådan har längden 1,5 gånger kvartilavvikelsen.

Figur 9: Förklaring till diagrammet i figur 8 (ovan). Källa: SCB (2015).

brukare. Den totala energianvändningen är i nivå med de bästa passivhus som finns dokumenterade och presenterade i litteraturen, figur 3.

Fjärrvärme slår inte el

Ju energisnålare huset i sig är desto mindre intressant är det med fjärrvärme bland annat för att kulvertförlusterna blir allt större procentuellt sett. Fjärrvärme är föga intressant i nya småhus. Ändå satsar kommuner och fjärrvärmeproducenter på att binda upp småhusägare med fjärrvärmeavtal. Och glömmer eller struntar i regeln att det i änden på röret ska det finnas en stor konsument. Vilket det inte gör i energisnåla småhus.

Stora möjligheter minska byggkostnader och energianvändning

Sätten att bygga bostäder är många. Några är bättre än andra. Det finns tekniska lösningar med vardera 30 procent lägre produktionskostnad respektive energianvändning med god inomhusmiljö till oförändrad kostnad. Skillnaderna beror bland annat på samspelet mellan olika delar i energibalansen som klimatskärm, värme- och ventilationssystem, värmeåtervinning, styr- och regleringssystem samt brukarvanor och utförande. Därför är det ytterst angeläget att studera och rangordna olika tekniska lösningar. ■

Referenser

Referenserna kan laddas ned från www.byggteknikforlaget.se