



# TÄTA HUS

– en rapport om varför och hur  
vi ska bygga lufttätt

Rapport

Gar-Bo

Stockholm 2016-03-15



**Gar-Bo**

# FÖRORD

Den här rapporten bygger på information som samlats in och sammanställts under sommaren och hösten 2015. Den visar på varför ett hus ska byggas tätt, hur situationen på småhusmarknaden ser ut idag och vad man ska tänka på för att lyckas.

Rapporten har tagits fram genom Gar-Bos Tekniska råd, som har till uppgift att arbeta med kvalitetshöjande och skadeförebyggande frågor. Gruppen består av Mårten Lindström, konsult inom egna bolaget More10 AB, Ingemar Samuelson, pensionerad fd adj. professor och tekn. dr. och anställd på Sveriges Tekniska Forskningsinstitut – SP, Anders Rosenkilde, chef teknisk utveckling på TMF – Trä- och Möbelföretagen, Jan-Ulric Sjögren, Energiexpert på Stockholm stad, Lennarth Åstrand, senior adviser Gar-Bo, Peter Wipp, VD på Gar-Bo och Roger Blomqvist, OP3.

Huvudförfattare är Ingemar Samuelson och Anders Rosenkilde samt Kenneth Gustafsson och Peter Lidhäll från Gar-Bo. Roger Blomqvist har svarat för redigering och sammanställning.

# INNEHÅLL

- 1 Sammanfattning
- 2 Bakgrund
- 3 Syfte
- 4 Funktionskrav i väggar, golv och tak
- 5 Återblick – var det bättre förr?
- 6 Hur tätt ska man bygga?
- 7 Vad blir effekten av otäta hus?
- 8 Hur kan man undvika problem med otäta hus?
- 9 Projektering och byggande
- 10 Generella råd för att åstadkomma god lufttätet
- 11 Bra lösningar
- 12 Exempel på vanliga läckageställen
- 13 Erfarenheter från Gar-Bo:s skadereglering
- 14 Kommentarer till skadorna
- 15 Referenser

## Bilagor

1. Bilder - exempel på förekommande fel
- 2 Inventering – småhusbranschen
3. Hur ser det ut på arbetsplatsen
4. Sammanställning av anmälda skador till följd av otäthet

# 1. SAMMANFATTNING

Gar-Bo har genom sitt Tekniska råd uppmärksammat problematiken med otätheter i nybyggda hus. Problemen medför inte bara hus med försämrade energiegenskaper och dålig komfort utan innebär också överhängande risk för fuktskador till följd av kondensbildning inne i väggarna. Erfarenheten visar att det alltför ofta byggs fel med otätheter och felaktigt fungerande klimatskal som följd. Gar-Bo noterar också att antalet skadefall till följd av otäta hus ökat på senare tid. Orsakerna till detta är flera. Några av de allvarligaste är bristande insikt om hur tätningen ska utformas och varför, dålig samordning mellan projektörer och byggarer liksom mellan olika inblandade parter såsom elinstallatörer, ventilationsinstallatörer och andra yrkesgrupper. Slutligen konstaterar Tekniska rådet att det både förekommer slarv i utförandet och en uppfattning att läckor inte är så farliga utan bidrar till bättre luft inomhus. Sådana idéer är både djupt felaktiga och skadliga.

Dagens energikrav, kombinerade med kraven på god inomhusmiljö och komfort, medför att byggnader måste ha ett lufttätt klimatskal och en god och väl avpassad ventilation.

Denna rapport avser att förklara de byggnadsfysikaliska förhållandena och varför projektering och utförande måste utföras rätt i alla led. Som bilaga redovisas resultat från den enkät som Gar-Bo utfört bland ett stort antal småhusleverantörer. Rapporten fokuserar på problematiken i småhus, men frågeställningarna är lika aktuella i flerbostadshus.

Det är helt klart att skadekostnaderna för den här typen av problem är oerhört höga och att det då är svårt att få till en godtagbar lösning till ”skälig kostnad”. Vår rekommendation är därför att provtryckning utförs på alla nybyggda hus. Det är dessutom så att lufttätheten fungerar som en bra indikator på att såväl projektering, samordning som utförande i stort är utförd på rätt sätt!

Tekniska rådet konstaterar att det finns tydliga och väl fungerande lösningar för att bygga lufttäta hus. Det gäller dock att använda den kunskap som finns och att den används redan från start i projektering-

en. Det är ofta mycket svårt, och framför allt dyrt, att rätta till i ett senare skede av ett byggprojekt om det är fel i projekteringen. Vidare ser rådet att det krävs att alla inblandade parter i byggprojektet har kunskap om varför hus ska vara lufttäta och hur tätheten ska utföras. Likaså måste de olika parterna ha tät och god kommunikation mellan varandra.

## 2. BAKGRUND

Byggnader ska vara lufttäta. Otäta hus innebär sämre boendekomfort, högre energiförbrukning och ökad risk för fuktskador och mögel. Det finns alltså en föreställning hos många på marknaden att ”i för täta hus mår man dåligt och lite springor här och där och visst drag inte skadar”. I själva verket är det precis tvärtom. Huset ska vara tätt, men försett med en god och väl avpassad ventilation. På senare tid har antalet skador till följd av otätheter i tak, väggar och golv ökat. För den som drabbas av ett otätt hus är konsekvenserna stora och ibland förödande då det innebär stora kostnader att rätta till fel i efterhand. Ett tydligt exempel på sammanblandning av begrepp är kampanjen ”vem vill bo i plastpåse”. Den kampanjen handlade om ångtäthet och att byggnader inte behöver ha en ångtät plastfolie på insidan men tolkades som att byggnader ska vara lite otäta så att luften kan ta sig ut och in genom väggar och tak. Här behöver begreppen redas ut.

## 3. SYFTE

Syftet med undersökningen och rapporten om täta hus är att ge en klar bild av vikten av att bygga rätt när det gäller täthet i hus och förbättra kvaliteten i byggandet genom att fler använder rätt kunskap och rätt metoder i projektering och uppförande av småhus.

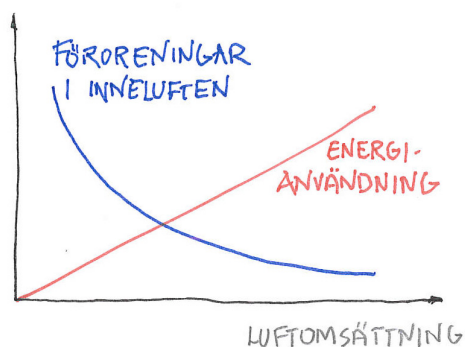
## 4. FUNKTIONSKRAV I VÄGGAR, GOLV OCH TAK

I en byggnad ska man skapa ett sunt inneklimat, med god komfort och utan alltför stor energiåtgång. Det innebär krav som ibland kan stå mot varandra. Vill man att byggnaden ska vara energisnål kan man dra ner på temperaturen eller sluta att ventilerar inne. Men då får man dålig komfort och dålig innemiljö. Man ska istället minska på energi-användningen genom att bygga med välisolerade och lufttäta väggar och tak och satsa på en bra värmeåtervinning för ventilationssystemet.

En klimatskiljande konstruktion ska uppfylla många funktioner. Den ska bära last, klara vindtryck, stå emot regn och sol, värmeisolera, ljudisolera, hindra luftströrelser med mera. Byggnader utsätts för olika påfrestningar. Vid sträng kyla ska inomhustemperaturen vara 40-50 grader högre än utomhustemperaturen. Varma sommardagar med stark solinstrålning gäller det att hålla temperaturen inomhus lägre än luften utanför. I homogena konstruktioner som tegelväggar eller väggar med massivträ ska ett enda material klara alla dessa krav. Moderna klimatskiljande konstruktioner har flera skikt med olika funktioner. Träreolar ska bära, skivor och folier ska lufttäta och ångtäta om det behövs, isoleringsmaterial ska värmeisolera. För fullgod funktion måste alla ingående material fungera, och även fungera tillsammans.

Många material har viktiga funktioner som finns inbyggda inuti väggen eller taket och det syns inte utifrån i den färdiga konstruktionen om något material eller något skikt är felmonterat eller saknas. Därför behövs det en ordentlig kvalitetssäkring vid både projekteringen och genomförandet av byggprojektet. Lufttäteten är en förutsättning för ett energisnålt hus, ett hus utan drag och ett hus utan fuktskador.

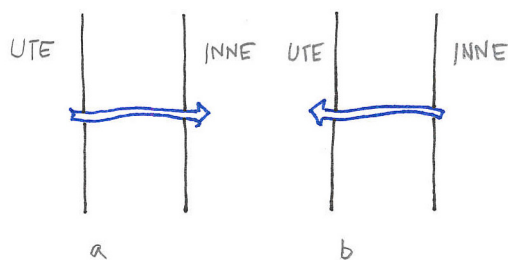
Men ett energisnålt, lufttätt hus ska också ventileras ordentligt för att ha god luftkvalitet inne. Det är viktigt att se huset med väggar golv och tak, uppvärmning och ventilation som ett system. Allt samverkar för att ge en sund, energisnål byggnad med god innemiljö och med goda långtidsegenskaper.



**Fig 1** Ökad luftomsättning ger ökad energianvändning (röd kurva) men bättre luftkvalitet (blå kurva)

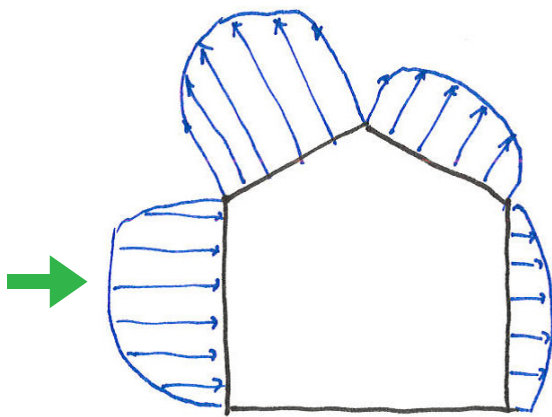
I en otät vägg kan luften röra sig genom otätheterna. Hur mycket luft det är fråga om beror på hur stora otätheterna är och på vilken lufttrycksskillnad som råder. Luftströrelserna ger energiförluster dels genom att luftomsättningen inne ökar dels genom att värmeisoleringens funktion försämras.

Luft som blåser utifrån och in ger drag. Luft som blåser inifrån och ut ger inget drag och inga komfortproblem men kan orsaka stora fuktskador. Inneluften innehåller nämligen alltid mera fukt än uteluften och om varm fuktig inneluft läcker ut i en kall vägg eller ett kallt tak är risken stor att det blir kondens och skador. Tryckskillnaden bestämmer om luften går inåt eller utåt.



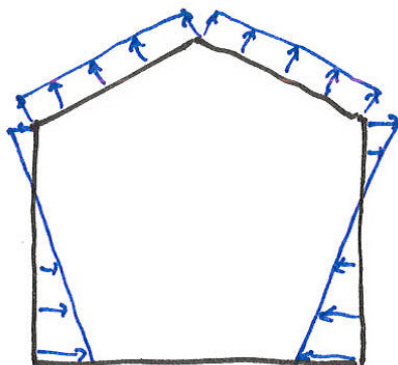
**Fig 2** I en otät vägg sker det okontrollerade luftströrelser som ger ett ökat energibehov och risk för andra problem. Om kall luft sugas in (a) blir det drag och dålig komfort och om varm, fuktig luft blåser ut (b) är risken stor för fuktskador i väggen.

Tryckskillnaden mellan inne och ute beror av vindtrycket mot byggnaden, av termisk drivkraft och av hur byggnadens ventilationssystem ser ut och hur det fungerar. Vinden ger ett övertryck på lovsidan och ett undertryck på läsidan. Vinden ändrar riktning och styrka. Ibland blåser det inte alls.

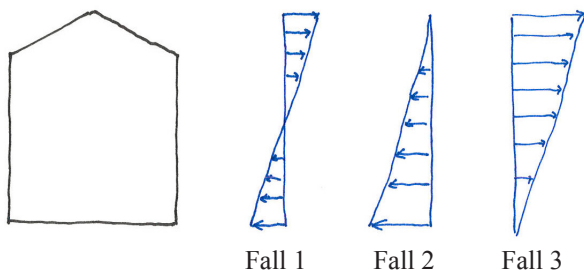


**Fig 3** Principiell tryckbild orsakad av vind kring en byggnad med låglutande tak.

Den termiska drivkraften bestäms av temperaturskillnaden mellan ute och inne och av byggnadens höjd. I en hög byggnad kan man vintertid få ett högt invändigt övertryck vid tak på grund av termiken.

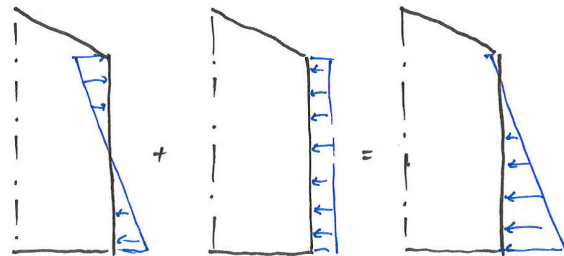


**Fig 4** Tryckbild kring en byggnad orsakad av termisk drivkraft, termik.



**Fig 5** Tryckförhållanden i en byggnad vid olika förutsättningar. Fall 1 avser en byggnad med jämnt fördelade otätheter, fall 2 en byggnad med stora otätheter vid taknivå (skorsten eller öppen ventilationskanal) och fall 3 en byggnad med stora otätheter vid golvnivå (öppen dörr).

Ventilationssystemet kan skapa både övertryck och undertryck inne.



**Fig 6** Termisk drivkraft kombinerad med frånluftventilation.

Av ovanstående framgår att risken för fuktskador bestäms av om luften blåser in eller ut genom otätheter. Vill man undvika risken ska man säkerställa ett invändigt undertryck. Det kan man som regel göra genom att anpassa ventilationssystemet genom att frånluftflödet är något större än tilluftflödet. I ett frånluftssystem kan det gå bra åtminstone i en inte alltför hög byggnad. I ett från- och tilluftssystem kan ventilationen balanseras så att man skapar ett svagt undertryck inne. I ett självdragssystem är risken stor att man får invändigt övertryck vid tak och i den övre delen av väggen. I ett sådant fall är det helt nödvändigt att byggnaden är lufttät om skador ska undvikas.

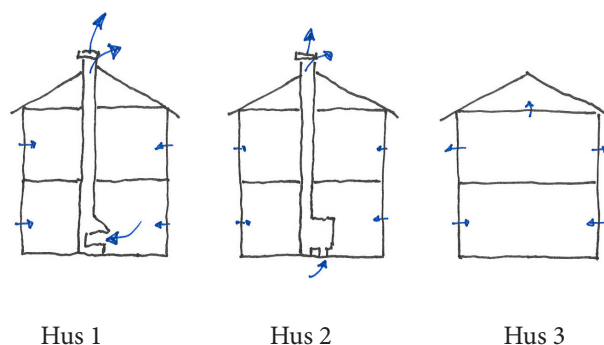
## 5. ÅTERBLICK – VAR DET BÄTTRE FÖRR?

I gamla byggnader fanns det ingen plastfolie och inga fuktskador. Men avsaknaden av fuktskador beror inte på att husen var otäta utan på att de ventilerades genom att stora mängder luft sögs ut genom skorstenen. Husen värmdes med kakelugn, spis eller värmepanna. Luften till förbränningen skapade ett stort undertryck inne. Detta gav både god luftväxling och undertryck inne vilket eliminerar risken för fuktskador på grund av konvektion. Erfarenheten visar att gamla hus fungerade relativt bra från fuktsynpunkt beror inte på att de var otäta utan trots att de var otäta. Med dagens krav på inomhuskomfort och energianvändning hade de inte klarat sig.

Man brukar säga att gamla hus ventilerades med ”självdrag”. Det är riktigt så tillvida att det inte fanns något installerat mekaniskt (fläkt) ventilationssystem. Men den varma skorstenen och luften till förbränningen gav ett kraftigt utsug vilket var en förutsättning för ”självdraget”, se hus 1 och 2 i figur 7. Utsuget innebar att husen hade ett kraftigt frånluftsflöde. Tilluften kom in genom särskilda ventiler eller genom otätheter. Dessa hus hade ofta mycket god ventilation men till priset av hög energianvändning och drag från otätheter.

Om huset inte har en varm skorsten, som i hus 3, saknas drivkraften för frånluft och den övre delen av huset utsätts för invändigt övertryck. I ett sådant hus bestäms ventilationsgraden av vädret. Det är bäst drivkraft när det är kallt och blåsigt ute. I sådana hus är risken stor att man får fuktskador i taket och dålig luftkvalitet inne.

Om man i en äldre byggnad med uppvärmning som i hus 1 eller 2 konverterar till fjärrvärme eller bergvärme kommer huset att få förhållanden som i hus 3. Risken är stor att detta leder till dålig innemiljö och fuktskador. I ett sådant fall bör man komplettera med frånluftsfläkt.



**Fig 7** Tryckförhållanden i byggnader med olika uppvärmningssystem. Hus 1 värms genom eldning i öppen eldstad. Det ger ett stort undertryck och mycket god ventilation i hela huset. Hus 2 värms genom eldning men luften tas in via en kanal utifrån. I och med att skorstenen är varm blir det ett visst utsug av luft som skapar undertryck inne. Hus 3 saknar skorsten. I detta hus blir det invändigt övertryck i den övre delen.

## 6. HUR TÄTT SKA MAN BYGGA?

Kraven på tillräcklig lufttätethet är i praktiken beroende på byggnadens typ av ventilationssystem. I dagens byggande med fokus på låg energiförbrukning används normalt frånlufts-ventilation, F-ventilation, med värmeåtervinning i frånluften eller balanserad från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning, FTX. Byggnadens lufttätethet avser klimatskärmens genomsnittliga luftläckage vid +50 Pa tryckskillnad enligt SS-EN 13 829. När det gäller lufttätetheten finns det egentligen inget annat sätt att bestämma denna än mätning genom provtryckning.

Energianalyser med beräkningsverktyg visar att ett välbyggt hus med bra energiprestanda minst bör klara 0,3 - 0,6 l/s m<sup>2</sup> beroende på ventilationssystem. F-ventilerade hus tar in luft via tilluftsventiler och läckage i klimatskalet. Vid F-ventilation ger en lufttätethet mindre än 0,3 l/s m<sup>2</sup> inte lägre energianvändning eftersom tilluftsventilerna ändå måste förse byggnaden med uteluft. Den area som avses är den totala omslutande arean mot utomhus, A<sub>om</sub>, det vill säga väggar tak och golv. Men en god lufttätethet innebär att en större del av tilluften verkligen kommer genom tilluftsdonen som avsett och inte genom andra otätheter i klimatskärmen. Vidare innebär en god lufttätethet och väldimensionerade tilluftsdon ett större undertryck och minskad risk för att fuktig luft ska tränga ut i konstruktionen.

Känsligheten för husets täthet är dock större vid balanserad FTX-ventilation. Detta då allt för stora otätheter i klimatskalet medför relativt stora och okontrollerade tillkommande luftflöden ut och in genom klimatskärmen. FTX-aggregat använder dessutom mer el än vid F-ventilation. Byggnader med alltför stora otätheter kan därför förbruka mer energi med FTX än utan. Med FTX-ventilation är det också svårare att skapa ett visst önskat undertryck i byggnaden, speciellt om klimatskalet är otätt. Klimatskärmens täthet blir därigenom ännu viktigare för att minska risken för att fuktig luft ska tränga ut i konstruktionen.

Lufttätetheten bör därför vara mindre än 0,3 l/s m<sup>2</sup> vid FTX-ventilation och mindre än 0,6 l/s m<sup>2</sup> vid F-ventilation för att förlusterna från ofrivillig ventilation ska hållas på en låg nivå. Med tanke på byggnaders livslängd i förhållande till installationernas livslängd och framtida renoveringar och utbyte av värme/ventilationssystem bör man alltid eftersträva en lufttätethet som är mindre än 0,3 l/s m<sup>2</sup>. Mätningar av lufttätetheten vid normal produktion av småhus visar att det är fullt möjligt att nå 0,3 l/s m<sup>2</sup> utan några större kostnadsökningar. Det kräver dock väl utförd projektering, prefabricering, montering och underhåll. Högt ställda krav på lufttätethet medför oftast högre kvalitet i hela byggprocessen och låga uppmätta värden är delvis ett kvitto på ett väl genomfört byggprojekt.



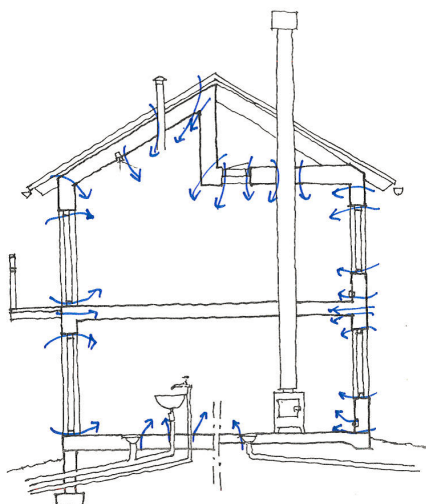
## 7. VAD BLIR EFFEKTEN AV OTÄTA HUS?

För att visa hur Lufttätheten påverkar en byggnads energiprestanda (definieras här som köpt energi) har energiberäkningar utförts för ett enkelt småhus på 140 m<sup>2</sup> med standardisolering. Beräkningar har utförts för lufttätheterna 0,3, 0,6 och 0,9 l/s m<sup>2</sup> för hus med bergvärmepump BVP, frånluftsvärmepump FVP och fjärrvärme FJV. För BVP och FJV utfördes beräkningar både med frånluftsventilation F och balanserad ventilation FTX. Störst förluster på grund av otätt hus fås i hus med fjärrvärme och balanserad ventilation där skillnaden är så stor som 15 % ökad energiförbrukning när lufttätheten går från 0,3 till 0,9 l/s m<sup>2</sup>. Minst ökning av förluster på grund av otätt hus fås i hus med bergvärmepump och frånluftsventilation där skillnaden är 8 % ökad energiförbrukning när lufttätheten går från 0,3 till 0,9 l/s m<sup>2</sup>. Motsvarande ökning av energiförlusterna om man går från 0,3 till 0,6 l/s m<sup>2</sup> är 8 % respektive 3 %. Se vidare tabell 1 nedan som redovisar specifik energianvändning för alla kombinationerna vid varierande lufttäthet.

**Tabell 1.** Exempel på specifik energianvändning som funktion av klimatskärmens täthet (kWh/m<sup>2</sup> år),  $A_{temp} = 140$  m<sup>2</sup>,  $U_m = 0,27$  W/K m<sup>2</sup>,  $A_{om} = 350$  m<sup>2</sup>,  $T_{med} = 6,5$  °C, Temperaturverkningsgrad FTX: 80 % vid +2 °C, 75 % vid -15 °C

| Täthet<br>l/s m <sup>2</sup> | BVP+F<br>(kWh/m <sup>2</sup> år) | BVP+FTX<br>(kWh/m <sup>2</sup> år) | FVP<br>(kWh/m <sup>2</sup> år) | FJV+FTX<br>(kWh/m <sup>2</sup> år) |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 0,3                          | 35,3                             | 32,1                               | 42,1                           | 93,7                               |
| 0,6                          | 36,2                             | 33,9                               | 43,7                           | 101,2                              |
| 0,9                          | 38                               | 35,8                               | 47,3                           | 108,8                              |

## 8. HUR KAN MAN UNDVIKA PROBLEM MED OTÄTA HUS?



**Fig 8** Det finns många känsliga punkter vid anslutningar och genomföringar som kan leda till otätheter om man inte är noggrann.

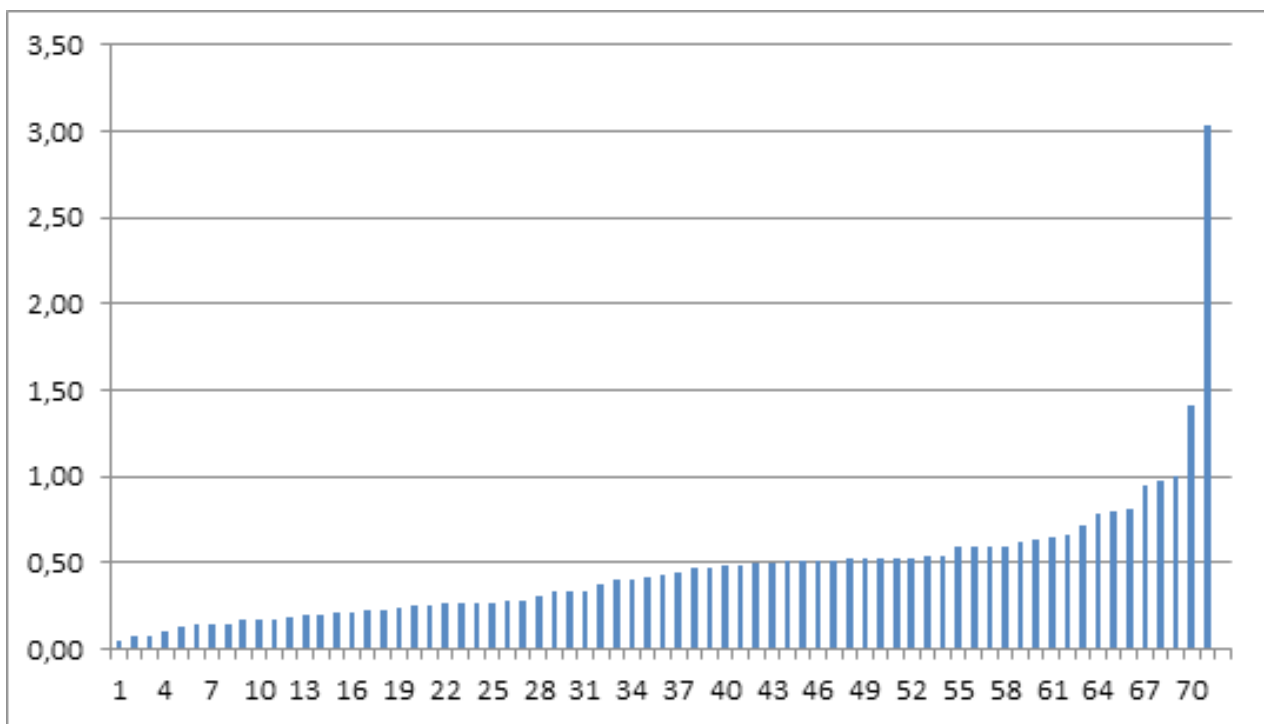
Vill man bygga energisnålt ska man ha god värmeisolering och lufttäta konstruktioner. Med beräkningsprogram kan man bestämma hur mycket isolering som väggar och tak ska ha och man kan beräkna energiförluster på grund av otätheter. En sådan beräkning visar att god lufttätethet lönar sig. I beräkningen kan man också formulera hur pass tätt huset ska vara för att uppnå ställda krav. Detta uttrycks som en luftläckning vid en viss bestämd tryckskillnad. Ett värde som brukar användas när man bygger lufttäta och energisnåla hus eller passivhus är att luftläckaget vid 50 Pa får vara högst  $0.30 \text{ l/s m}^2$ .

Det går att kontrollera ett uppställt krav på lufttätetheten med hjälp av Blower-door teknik. Det går till på så sätt att man med hjälp av en fläkt skapar en tryckskillnad mellan inne och ute. I ett otätt hus behöver man blåsa in mycket luft, i ett tätt hus betydligt mindre. Genom att ställa krav på hur mycket ett hus som högst får läcka kan beställaren försäkra sig om att få ett tätt hus. Detta går att kontrollera, lämpligen så snart som tätskikten har satts på plats. Huset trycksätts och flödet mäts samtidigt som man med hjälp av en värmekamera kontrollerar var det läcker. På så sätt kan man åtgärda fel innan invändiga skivor och ytskikt sätts på plats.



**Fig 9** Fläktar monteras i en dörr. Fläktarna skapar övertryck eller undertryck på 50 Pa. Medelvärdet är ett mått på hur mycket som läcker ut genom väggar och tak.

Många erfarenheter visar att om beställaren ställer krav på lufttätethet och kräver verifierande mätning så leder detta till hög noggrannhet i bygget. Har man uppnått högt ställda krav på lufttätethet brukar det också innebära allmänt hög kvalitet i bygget.



**Fig 10** Uppmätt lufttäthet l/s m<sup>2</sup> vid 50 Pa i 70 i huvudsak nya byggnader. De flesta är bostäder men här finns även några skolor och andra lokaler.

Figur 10 visar resultatet från provtryckning av 70 byggnader, 45 enfamiljshus, 11 flerbostadshus, sju skolor och sju specialbyggnader. En skolbyggnad från 1975 hade luftläckaget 1,0 l/s m<sup>2</sup> och ett enfamiljshus från 1978 hade värdet 1,41 l/s m<sup>2</sup>. Övriga var nya. Av dessa fanns det byggnader med mycket låga luftläckage både enfamiljshus och specialbyggnader med luftläckaget 0,07 l/s m<sup>2</sup> och en skola med luftläckaget 0,11 l/s m<sup>2</sup>. Ett nybyggt enbostadshus hade luftläckaget 3,04 l/s m<sup>2</sup>.

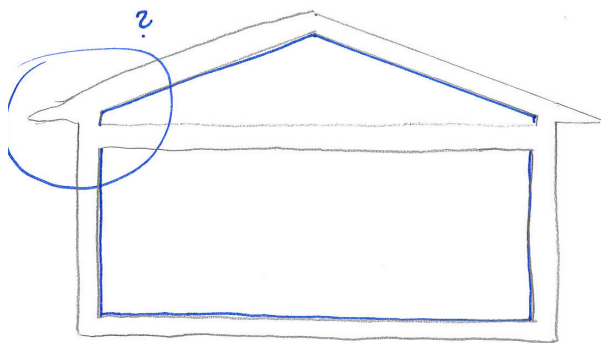
Lufttätheten kan användas för att uppskatta en del av byggnadens energibehov. I en otät byggnad försvinner mycket värme med ett oavsiktligt luftflöde. Det kan nämnas att man i några länder i Europa kräver att byggnadens uppmätta lufttäthet redovisas. Detta gäller exempelvis i Belgien där man i princip måste mäta lufttätheten om man ska få räkna med bättre energivärden än standardvärden. Och de som mäter ska även vara utbildade för det. Krav på omfattande utbildning finns i fler länder. I Sverige finns dock inga krav på utbildning för att få göra lufttäthetsmätningar. En utbildning för detta är dock önskvärd.

## 9. PROJEKTERING OCH BYGGANDE

Projekteringen måste samordnas så att olika aktörer förstår sin påverkan på ett bra slutresultat. Kanaliseringar för ledningsdragningar ska vara välplanerade och detaljprojekterade. Detaljlösningar vid anslutning mellan bjälklag och väggar, dörranslutningar etc. måste vara uttänkta i detalj och redovisade på ett sådant sätt att utförandet underlättas. När olika kategorier yrkesarbetare uppför huset ska det inte finnas något utrymme för egna lösningar eller misstag på grund av okunskap.

Man bör också i projekteringen ta hänsyn till tänkbara önskemål från de boende. Genomföringar för tänkbara kompletteringar (ytterbelysningar, kabelgenomdragningar etc.) ska förberedas. De boende ska informeras om vikten av ett tätt hus och anvisningar om vilka håltagningar som är möjliga och inte möjliga bör redovisas. För att säkerställa att projekteringen blir korrekt bör någon av de olika projektörskategorierna (arkitekt, konstruktör, el-projektör, vvs-projektör etc.) ha en uttalad roll som ansvarig för helheten. Personer med erfarenhet från utförande på arbetsplatsen bör engageras för rådgivning och kommentarer.

I byggskedet bör man säkerställa att alla inblandade yrkeskategorier har eller får kunskap om vikten av täthet och att följa detaljinstruktionerna från projekteringen. Man måste tydliggöra att enstaka misstag av t ex en elektriker som punkterar tät-skikten för att dra fram ledningar kan få ödesdigra konsekvenser.



**Fig 11** Tänk igenom hur det lufttåta skiktet går runt om hela klimatskalet. Alla lufttäthetslösningar måste vara genomtänkta och genomförbara.

I vissa fall kan det t.ex. vara relativt enkelt att åstadkomma god lufttäthet om en plastfolieremsa monteras i konstruktionen i tidigt skede, t.ex. över en bärlina innan takbalkar läggs på bärlinan, se figur 12 (nedan).

Anvisning om detta behöver finnas på ritning. Denna plastfolie skarvas sedan till övrig plastfolie i det senare skedet när övrig folie monteras. Det är betydligt mer komplicerat och arbetskrävande och medför större risk för otätheter att vänta med all folie till det senare skedet eftersom folien då på något sätt behöver dras igenom den redan byggda konstruktionen.



**Fig 12** Exempel på plastfolie som i tidigt skede applicerats mellan konstruktionsdelar.

Vid påbörjandet av ett byggprojekt med höga krav på lufttäthet hålls ofta utbildning för hantverkarna om lufttäthet. För att uppnå god lufttäthet i ett byggprojekt behöver samtliga hantverkare från alla inblandade entreprenörer ta del av information om hur viktigt det är med lufttätheten och hur det ska åstadkommas. Det räcker med att en enda hantverkare gör fel för att byggnaden ska bli otät.

På byggarbetsplatsen behöver planering av varje moment ske i god tid genom arbetsberedning. Då finns också möjlighet att upptäcka projekteringsmissar.

I portalen ByggaL ([www.byggal.se](http://www.byggal.se)) finns färdiga rutiner och checklistor för program-, projekterings- och produktionsskede som utformats för att uppnå rätt täthet.

## 10. GENERELLA RÅD FÖR ATT ÅSTADKOMMA GOD LUFTTÄTHET

- Minimera antalet skarvar (använd t.ex. extra bred plastfolie)
- Minimera antalet genomföringar genom att använda installationsskikt för att slippa många håltagningar i plastfolie i yttervägg och takbjälklag. Till exempel kan elinstallationer placeras i en smal isolerad eller oisolerad spalt innanför plastfolien i yttervägg och tak. Likaså kan man placera el och ventilationsdragning i större utrymmen över undertak.
- Använd bra skarvutförande, lagningsutförande och utförande vid genomföringar
- Skydda plastfolien från åverkan

Tejp, tätningsband, fogmassor etc. som används för lufttätning ska vara anpassade för ändamålet och ha god beständighet. För alla konstruktionslösningar gäller att de ingående materialens egenskaper inte får påverka varandra negativt (exempelvis får fogmassan eller tejpens inte bryta ned plastfolien). Tejpning ska helst göras mot fast underlag och noggrant så att det inte blir veck i plastfolien som tejpens ”genar” över. När fogmassa, tejp, dubbelhäftande tätningsband etc. används ska ytorna vara väl rengjorda och häftningsegenskaperna (även de långsiktiga) säkerställda för de ytor de ska användas på.

Om håltagning görs i färdig konstruktion behöver först en större bit av den invändiga skivan tas bort. Därefter görs det önskade lite mindre hålet och det finns utrymme att komma åt att tätta mot konstruktionens plastfolie.

Figur 13 visar exempel på en pågående sådan håltagning.

Figur 14 och 15 visar ett par goda exempel på tätning av genomföringar.



*Fig 13 Håltagning för en vägggenomföring. Ett större hål har först tagits genom inre skivbeklädnad vilket sedan möjliggör åtkomlighet att tätta mellan plastfolien och det rör som ska genomföras.*



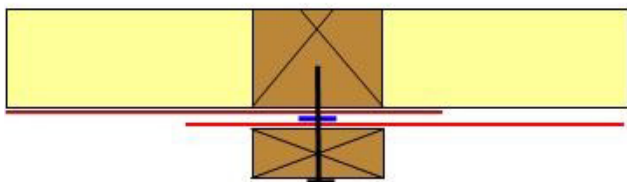
*Fig 14 & 15 Ett par exempel på goda lösningar för tätning av genomföringar i plastfolie. Manschett för elgenomföring respektive anpassad håltagning för ventilationskanal där håltagning i plastfolien gjorts något mindre än kanalen som sedan trängts igenom.*

## 11. BRA LÖSNINGAR

Anslutningar av yttervägg till bjälklag är viktiga att få lufttäta eftersom det är långa anslutningar som annars kan ge stora läckageflöden. Det är ett vanligt problem att det förekommer luftläckage i dessa anslutningar. Särskilt läckage i golvvinkeln ger drag och kyler golvet med minskad termisk komfort. Läckage i takvinkeln, särskilt i övre del av byggnad, utgör främst fuktrisk.

Vid anslutning av ett lätt mellanbjälklag till lätt yttervägg finns förutom risk för drag i golvvinkeln och därmed kylning av golvet på bjälklagets ovansida, även risk för luftläckage in i själva bjälklaget vilket också kan ge kall golvyta. Detta är ett vanligt problem i traditionella 1½-plans och 2-plans småhus med träregelstomme där plastfolien i yttervägg har skarvar vid mellanbjälklagets anslutning till yttervägg.

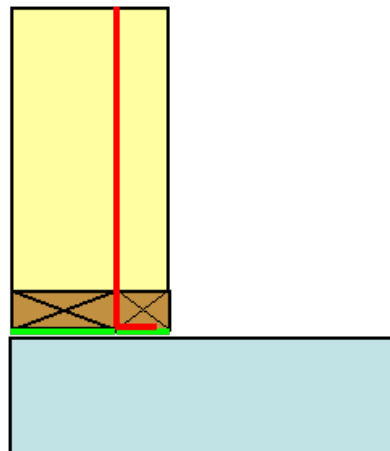
Anslutning mellan plastfolie i yttervägg och plastfolie i vindsbjälklag, liksom andra anslutningar mellan två plastfolier, kan tätas genom klämning och tejping/tätning (dvs. helst både klämning och tejp/tätning för största säkerhet) enligt figur 16.



**Fig 16** Plastfolieskarv (röda streck) som tätats med butylband (blått) och klämts.

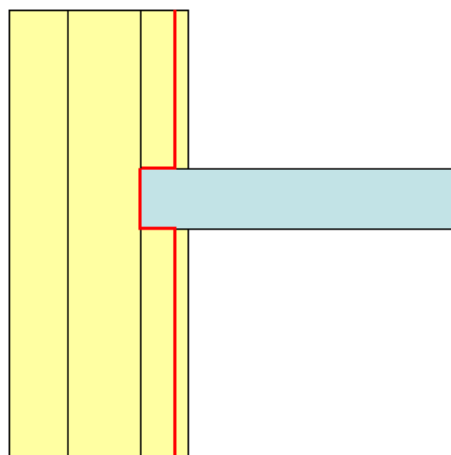
Anslutning mellan väggplastfolie och betongbjälklag (både golv mot mark, mellanbjälklag och takbjälklag) kan utföras enligt figur 17. Plasten kläms mellan regel och mjukt deformationsupptagande material.

Enbart klämning mellan två regler (dvs. mellan yttre syll och installationsspaltens syll på figur 17) eller mellan betong och regel utan deformationsupptagande material ger sällan en helt lufttät anslutning.



**Fig 17** Lufttät anslutning av regelvägg mot betonggolv (rött-plastfolie, grönt-flexibel sylltätning).

Det lufttätetsmässigt bästa alternativet för mellanbjälklags anslutning mot yttervägg är att plastfolien dras kontinuerlig förbi anslutningen enligt figur 18. Observera att plastfolien ur fukt-säkerhetssynpunkt inte får hamna för långt ut mot kalla sidan i konstruktionen. Figur 18 visar anslutning av tungt mellanbjälklag mot lätt yttervägg. Om det gäller ett lätt mellanbjälklag går det också att bygga och bulta fast mellanbjälklaget mot ytterväggstommens insida efter att heldragen plastfolien monterats. Då undviks även att folien vid bjälklagskanten hamnar längre ut i ytterväggskonstruktionen än vad den i övrigt är monterad.



**Fig 18** Lätt yttervägg mot tungt mellanbjälklag. Ytterväggens plastfolie är kontinuerlig förbi bjälklagskanten.

Luftläckage mellan karm och konstruktion är också vanligt förekommande. Dessa anslutningar kan tätas enligt figur 19.



*Fig 19 Väggen plastfolie har dragits ut i smygen förbi insida fönsterkarm varefter anslutning mellan karm och plastfolie har mjukfogats. Utanför fog sitter bottningslist och drev. Principen är densamma för anslutning mellan karm och tung konstruktion förutom att plastfolie då ej finns.*

## 12. EXEMPEL PÅ VANLIGA LÄCKAGESTÄLLEN

### Ytterdörrpartier

Ytterdörrpartier av metallkonstruktion, t.ex. entrédörrar i skolor och andra lokaler, är svåra att få täta. Även om klimatskalet har mycket god lufttätethet kan ett antal otäta ytterdörrpartier tillsammans stå för större delen av en byggnads totala luftläckage. Otäthet i dörrar beror till viss del på borstlister mellan dörrblad och tröskel. Borstlister är inte lufttäta. Klämlister mellan dörrbladets bakkant och karm kan också ge läckage om de är något för korta. Det som orsakar störst luftläckage i dörrpartierna är dock glipor mellan dörrblad och karm på grund av skeva dörrblad eller karmar eller på grund av glappande lås. Dörrar med elslutbleck kan heller inte justeras så att dörrbladet och karmen sluter tätt genom att man drar ihop dem med låset. För tätheten vore det bra med högre anliggningsstryck men då fungerar inte låset. Som byggherre är det viktigt att ställa krav på att dörrar med god lufttätethet används (det finns olika lufttätethetsklasser för ytterdörrar). En luftsluss med ett yttre och inre dörrparti kan ibland vara ett alternativ.

### Vindsluckor

Invändiga vindsluckor har högst varierande lufttätethet, vissa kan vara bra medan andra kan vara mycket otäta, vilket kan innebära stor risk för fuktskador på vinden. Av detta skäl bör invändiga vindsluckor undvikas. Åtminstone i enplansbyggnader kan istället utvändig vindslucka monteras i fasaden mot vinden.

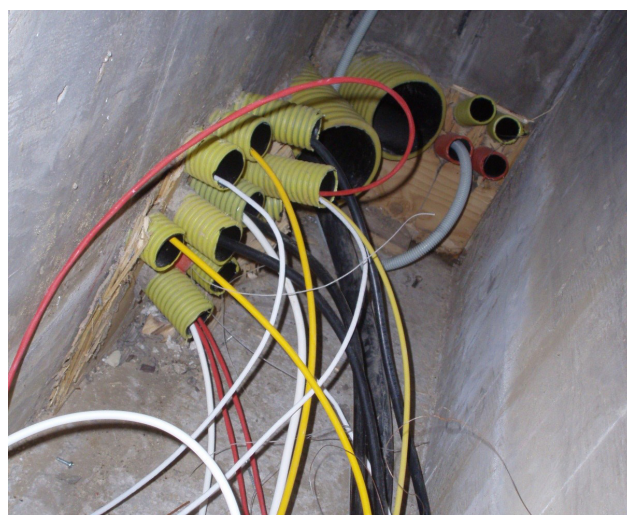
### Genomföringar

I de fall det inte går att undvika genomföringar i det lufttätande skiktet är det viktigt att ha så pass stort avstånd mellan olika genomföringar att det går att komma åt att lufttäta dem på ett bra sätt. Figur 20 visar ett exempel på svårighet att täta för tätt placerade genomföringar.



*Fig 20 Exempel på en mycket otät kabelgenomföring i ett vindsbjälklag. I detta fall har man knappt försökt täta över huvud taget, men det är svårt eller omöjligt att åstadkomma helt lufttät genomföring när t.ex. många kablar eller elrör ligger bredvid varandra.*

Elrör etc. dragna i marken är mycket viktiga att täta vid mynning i byggnad, både avseende på luft, fukt, lukt och markradon. Ofta glömmar man att täta dessa, se figur 21 (nedan).

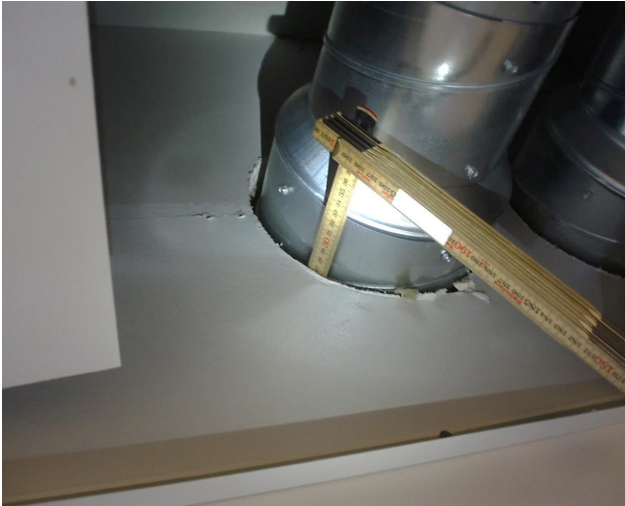


*Fig 21 Ej tätade rör mot mark i en installationsgrop i en färdigställd byggnad.*

Det är också viktigt att utföra genomföringarna i klimatskalet i tidigt skede för att kunna täta dem på rätt sätt. Håltagning genom en redan färdigställd konstruktion innebär ofta att det blir otätt i konstruktionens plastfolie eftersom man bara kommer åt att täta mot inre skiva. Figur 22 visar



en sådan genomföring där man borrar rakt genom en färdigställd yttervägg.



*Fig 22 Håltagning för ventilationskanal utförd genom färdig väggkonstruktion. I detta fall kommer man ej åt att tätta mellan röret och väggens plastfolie som ligger 45 mm ut i konstruktionen, man kommer enbart åt att tätta mellan kanal och inre skiva (vilket man dock heller ej gjort i detta fall, detta skulle föreställa färdigställt).*

## 13. ERFARENHETER FRÅN GAR-BOS SKADEREGLERING

Antalet skadeanmälningar som har med lufttätethet att göra har ökat den senaste tiden. Vid genomgång av dessa skador visar det sig att större delen har sitt ursprung i att de boende upplever drag. Huset upplevs som kallt på ett eller flera ställen. Några har också anmält att de känt sig sjuka vid vistelse i huset. Många av de som anmäler skador har också kaminer installerade i huset och har reagerat på att sot i inomhusluften ”fastnar” på ett utmärkande sätt på vissa vägg- eller takytor.

När en skada av den här typen anmäls brukar Gar-Bo initialt rekommendera fastighetsägaren att låta utföra en provtryckning/termografering enligt en kravspecifikation som utarbetats. Detta för att fastställa att det verkligen är en brist i husets täthet/isolering det är fråga om. Rapporten blir också ett underlag för omfattningen av problemen.

Problemen orsakar ett omfattande reparationsarbete i många fall, och det innebär en hel del olägenheter för de boende. Det är svårt att komma åt att åtgärda otätheterna. Det innebär att stora tak/väggytor måste friläggas för att komma åt att täta skarvar mm. I sämsta fall innebär det att ingrepp måste göras i inredningar och ibland även i våtrum. Många ärenden som reglerats genom Byggfelsförsäkringen har kostat flera hundra tusen kronor.

När konstruktionen friläggs så upptäcks brister i överlapp och genomgångar i plastfolien, men också brister i isoleringsarbetet. Luftläckaget som detta orsakar upplevs som drag, men innebär också onödigt stor energianvändning.

I de hus där fukt- och mögelskador konstaterats, är dessa skador oftast belägna i takkonstruktionen. Orsaken är att den fuktiga inomhusluften genom övertryck tar sig upp på vinden via otätheter och skapar kondens på råspont/boardskivor i takkonstruktionen. Ofta är det kring infällda spotlights i taket som otätheterna finns, men även i tak/vägg vinklar och genomföringar för skorsten eller uppstigningslucka.

Andra ställen där det ofta förekommer otätheter är mellan golvbjälklag och väggsyll och i drevning

kring fönster och dörrar där det uppstår köldbryggor.

I BBR före år 2006 angavs ett täthetskrav vid en tryckskillnad av 50 Pa på 0,8 l/s m<sup>2</sup>. Numera så bör man som vi konstaterat tidigare sätta kravet betydligt lägre. För att förstå hur otätt det kan vara finns det exempel i skadeärenden där det har mätts upp värden över 4 l/s m<sup>2</sup>. Vid dessa mätningar har huset varit helt färdigställt och bebott. Åtgärderna är komplicerade och det är ibland ”omöjligt” att i efterhand komma åt på alla ställen. Fokus får därför läggas på att skapa ett bra inomhusklimat utan upplevt drag. Det visar hur viktigt det är att göra rätt från början.

I de ärenden som Gar-Bo hanterat har det nästan aldrig gjorts någon täthetsprovning under byggtiden. Typiskt sett så är de flesta av husen med stora täthetsbrister uppförda av mindre entreprenörer som saknar byggteknisk utbildning, och därmed förståelse för hur viktig lufttätetheten är. De skadade husen är inte uppförda av de mer etablerade husföretagen, varför man får anta att okunskapen om lufttätethetens betydelse är större bland de mindre företagen.

## 14. KOMMENTAR TILL SKADORNA

Det är helt klart att kostnaderna för att i efterhand åtgärda den här typen av problem är oerhört höga och att det då är svårt att få till en godtagbar lösning till ”skälig kostnad”, vilket sätter taket för försäkringsersättningen. Åtgärdskostnaden för de skador vi redovisar i rapporten ligger i genomsnitt på 340 tkr per bostad, till det kommer ökade kostnader för uppvärmning på grund av luftläckage. Det är ett belopp som är avsevärt mycket högre än kostnaden för att åtgärda ett felaktigt badrum. Vi har oerhört svårt att ur vår skadestatistik dra några slutsatser om hur utbrett det här problemet är, utifrån vår skadestatistik är inte frekvensen alarmerande om än stigande. Känslan är dock att det finns ett betydande mörkertal och att konsekvenserna av ett dåligt utförande kommer att uppmärksammas i allt högre grad desto i takt med att vi ställer högre krav på energihushållning.

Vi kan för resonemangets skull anta att mellan 1% och 10% av beståndet riskerar att utföras med den här typen av fel. Bygger vi 10.000 småhus per år blir således åtgärdskostnaden mellan 34 o 340 miljoner kronor per år. Kostnaden för att provtrycka ett småhus varierar men ett riktvärde kan vara 5.000 kr/hus vilket innebär en total kostnad på 50 miljoner för att kontrollera samma 10.000 hus. Redan idag provtrycks ett betydande antal hus, dvs kostnadsökningen torde vida understiga kostnaden för åtgärd av felaktigt utförda hus. Vår rekommendation är därför att provtryckning utförs på alla nybyggda hus. Det är dessutom så att lufttäteten fungerar som en bra indikator på att såväl projektering, samordning som utförande i stort är utförd på rätt sätt!

## 15. REFERENSER

*Bankvall, Claes* **Luftboken. Luftrörelser och täthet i byggnader.** Studentlitteratur 2013

*Blomsterberg Å, Burke S* **Verklig lufttäthet i stora byggnader – Mätningar och beräkningar.** Rapport från SBUF 2012

*Svensson Owe* **Mätresultat från fältmätningar i nya bostäder** Personlig kontakt SP 2016

*Wahlgren Paula,* **Goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar.** SP Rapport 2010:09 (SBUF)

Förslag på rutiner och checklistor för program-, projekterings- och produktionsskede för att erhålla lufttäta byggnadskonstruktioner finns i ByggaL (f.n under revidering, feb 2016)

[www.byggal.se](http://www.byggal.se)

## BILAGOR

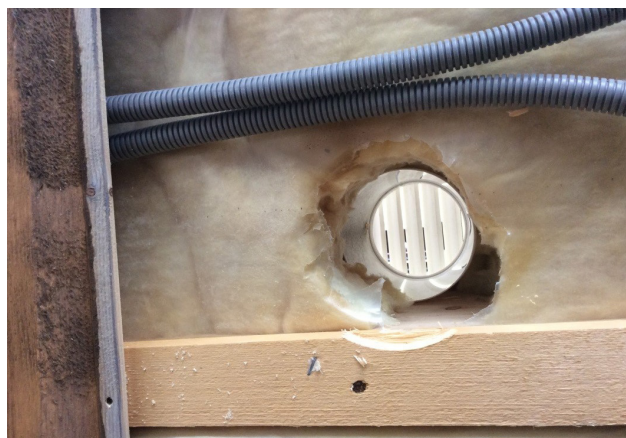
I bilagor redovisas resultat och erfarenheter från Gar-Bos skadereglering. Bilaga 1 visar fotografier på ett antal olämplig lösningar som upptäckts vid skadebesiktningar. Bilaga 2 är en sammanställning av en enkät som Gar-Bo gjort bland småhustillverkare om deras praxis och erfarenheter av bland annat täthetsmätningar. I bilaga 3 redovisas några intryck från byggplatsbesök, utförda av Gar-Bos besiktningsmän och/eller anlitate konsulter. I bilaga 4 sammanställs kostnaderna för reparationer av ett 70-tal bostäder (småhus och flerbostadshus).

## BILAGA 1

# BILDER - EXEMPEL PÅ FÖREKOMMANDE FEL



Folien uppvikt utan att ha tätats på husets övervåning. Här i mötet mellanbjälklag/yttervägg i sidovind.



Otätthet mot ventil i vägg.



Plastfolien avslutad på vardera sidan om balken i nock. Luften passerar igenom glipor.



Plastfolien på övervåning med otätheter.



Tätningar kring genomföringar med silvertejp.



Genomföringar tätade med silvertejp.



Överbliven isolering intryckt i sidovind.



Stor otäthet i genomföring.



Otät anslutning av plastfolie mot skorstenrör. Fanns även tecken på att kondensvatten runnit utmed röret.



Sot i inomhusluften har fastnat på målad väggyta. Isolerbristerna framträder tydligt.



Otäthet mellan ventilationsrör och plastfolie.

## BILAGA 2

# INVENTERING - SMÅHUSBRANSCHEN

### Upplägg/Genomförande

Gar-Bo har undersökt branschens åtgärder för att bygga täta och välventilerade hus. Metoden är frågor ställda via ett frågeformulär som skickats till 54 husleverantörer. Totalt har 33 svar inkommit, vilket får ses som godkänd svarsfrekvens sett till vald metod. Flertalet stora småhustillverkare har valt att medverka.

### Resultat

Två frågor har undersökts: provtryckning samt termofotografering.

Provtryckning görs för att fastställa hur tät en huskropp är. Några av skälen till att kontrollera tätheten i en byggnad är:

- Minskad energiförbrukning på grund av luftläckage
- Undvika kondensproblem
- Undvika att kall luft läcker in utifrån
- Se till att tilluften kommer via ventilation och inte genom otätheter i konstruktionen

Termofotograferingen avslöjar defekter som ökar byggnaders energibehov. Här används värmekamera för att ta värmebilder som avslöjar värmeläckage.

Den här metoden ger en god bild av fastighetens isoleringsförmåga samtidigt som den kan avslöja energiläckor eller brister i byggnaden.

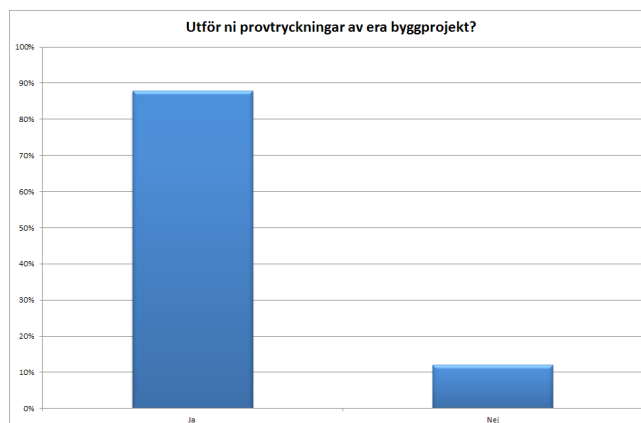
Termofotograferingen sätts som regel in som en extra åtgärd utöver provtryckning.

Frågor och svarsresultat redovisas nedan.



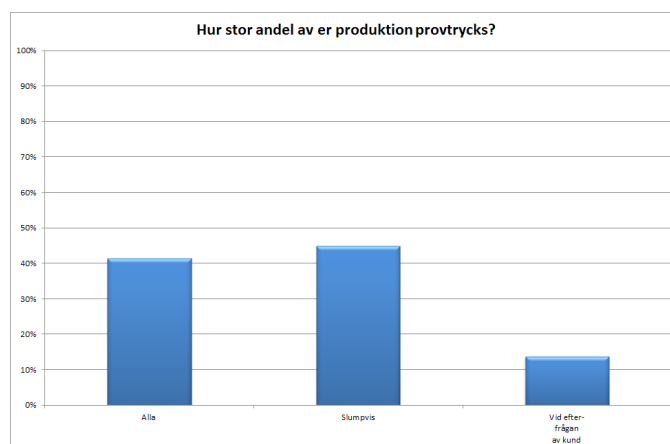
## 1. Utför ni provtryckningar av era byggprojekt?

Majoriteten av företagen utför provtryckningar av sina byggprojekt.



## 2. Hur stor andel av er produktion provtrycks?

Här visar det sig vara stora variationer och mindre än hälften av de medverkande svarar att de provtrycker samtliga byggprojekt. Observera att enbart de som svarat ja på fråga 1 har besvarat denna fråga.



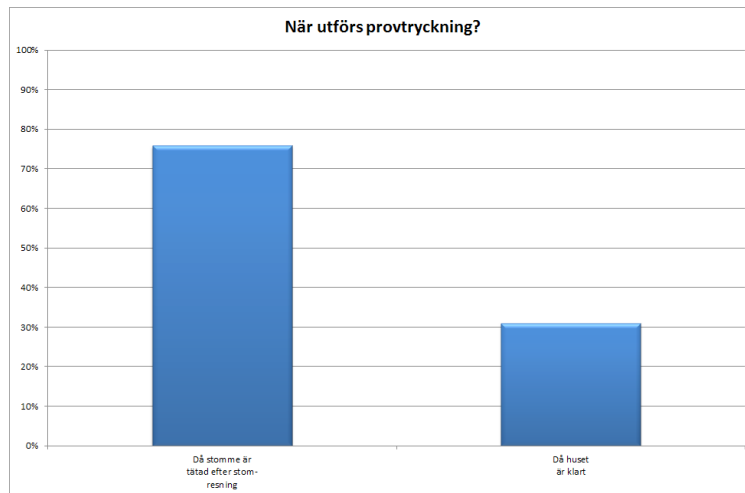
En del av de som svarat slumpvis ger även kommentarer kring detta, dessa återges i citat som följer:

- Alla styckehus ej grupphus, där enbart de första grupphusen görs slumpvis.
- Alla då det handlar om stycke villor och slumpvis i projekt.
- Alla vid totalentreprenad
- Ca 20 procent
- Enstaka fall
- 1 hus per år cirka
- Cirka 80 procent
- Typhus i områden då väljs ett provobjekt initial.
- Cirka 10 procent vid efterfrågan
- Vid efterfrågan
- Efter kundens önskemål
- Enbart på kunds initiativ

En slutsats av svaren ovan är att de som svarat slumpvis provtryckning testar sina byggprojekt i relativt liten utsträckning och ofta enbart på begäran av kund.

### 3. När utförs provtryckningen?

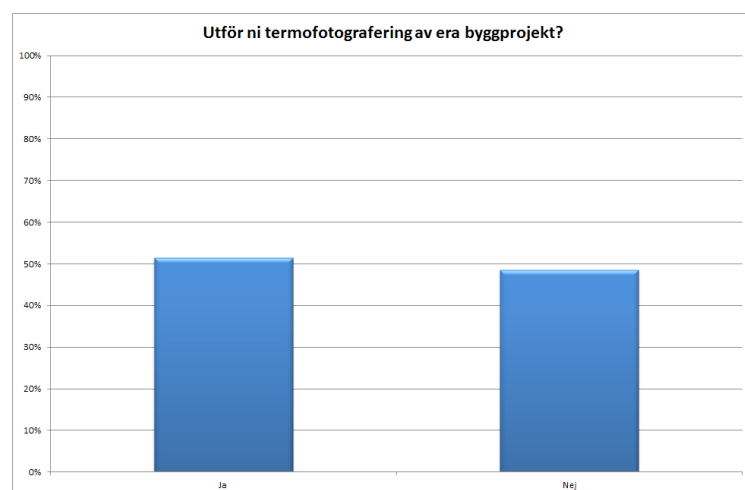
Rutinerna för när provtryckning utförs varierar men majoriteten svarar att den utförs då stomme är tätad efter stomresning. Observera att totalen i diagrammet överskrider 100 procent då någon valt att svara att de ibland utför provtryckning då stomme är tätad efter stomresning och ibland då huset är klart.



Det lämnas ett fåtal kommentarer och de visas i citat som följer:

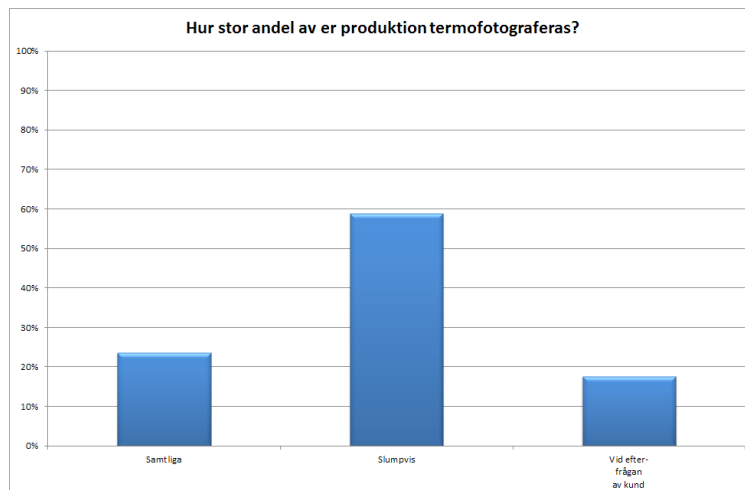
- Då stomme är tätad samt att elektrikern är klar med rördragningar.
- När huset är lufttätt
- Oftast före ytskikt
- Då huset är klart fast det kan variera det beror främst på om/hur entreprenörerna sköter sig

### 4. Utför ni termofotografering av era byggprojekt?



## 5. Hur stor andel av produktionen termofotograferas?

En fjärdedel av de medverkande företagen uppgav att samtliga byggprojekt termofotograferades. Det som är noterbart är att de företag som uppger att de termofotograferar samtliga byggprojekt även har angivit att de provtrycker samtliga byggprojekt. Observera att enbart de som svarat ja på fråga 4 har besvarat frågan.

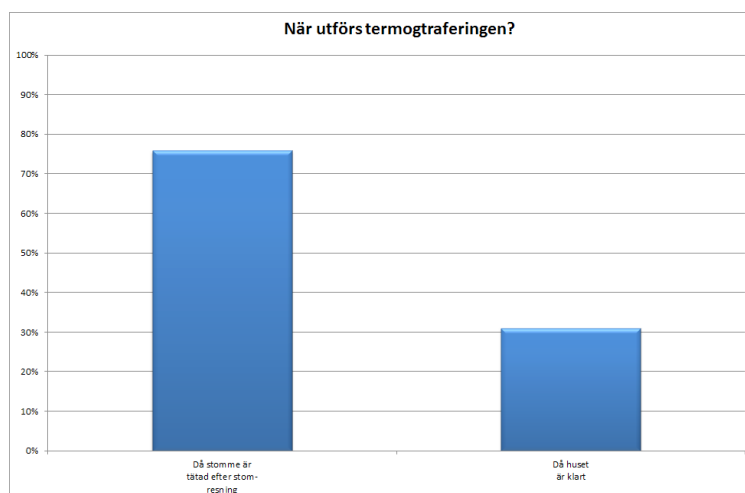


En del av de som svarat slumpvis ger även kommentarer kring detta, dessa återges i citat som följer:

- Ibland i samband med provtryckning
- I enstaka fall
- Vid provtryckning vid efterfrågan
- Vid efterfrågan
- Enbart på kunds initiativ
- Som hjälp vid felsökning

## 6. När utförs termofotografering?

Majoriteten av dem som utför termofotografering svarar att den utförs då stomme är tätad efter stomresning.

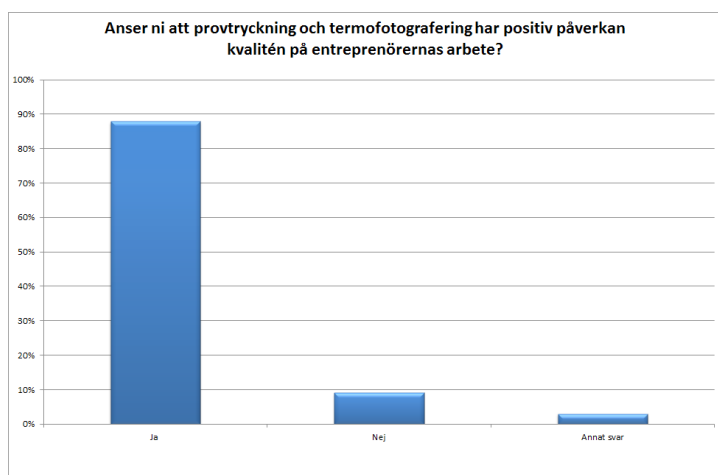


Ett fåtal öppna kommentarer har lämnats, citat som följer:

- I samband med provtryckningen och huset är i undertryck
- Oftast före ytskikt
- Beroende på årstid, dvs. när utetemperaturen är kall

## 7. Anser ni att provtryckning och termofotografering har positiv påverkan på entreprenörernas arbete?

I stort sett samtliga anser att provtryckning och termofotografering har positiv påverkan på kvalitén på entreprenörernas arbete. Annat svar består av kommentaren ”Ej relevant”.



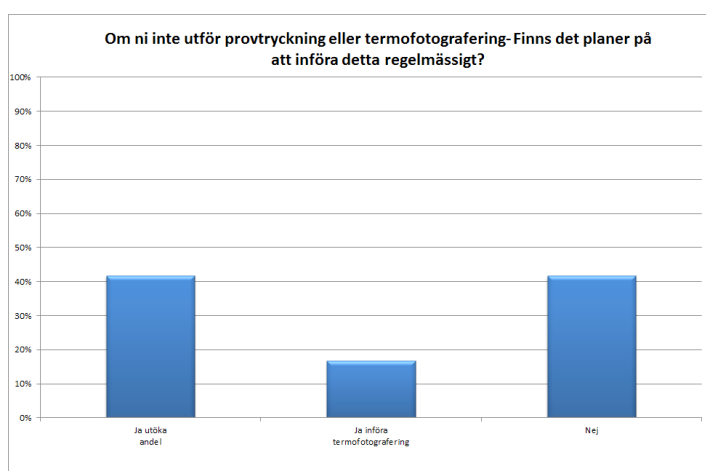
Två av de tre som svarat att de inte anser att provtryckning och termofotografering har en positiv påverkan på entreprenörernas arbete har uppgivit att de varken utför provtryckning eller termofotografering

## 8. Om ni inte utför provtryckning eller termofotografering – Finns planer att införa detta regelmässigt?

Ovanstående fråga är lite svårbesvarad då det är två frågor i en och samma fråga, egentligen skulle enbart de som i dagsläget inte utför vare sig provtryckning och/eller termofotografering ha besvarat frågan och detta är enbart fyra företag. Samtliga dessa fyra företag som idag inte utför vare sig provtryckning och/eller termofotografering svarar att de inte heller kommer att göra det och av dessa är det tre som uppgett att de inte heller anser att det har en positiv påverkan på kvalitén på entreprenörernas arbete.

Totalt har dock 12 företag besvarat frågan och vissa av dessa utför endast provtryckning och vissa utför termofotografering samt provtryckning. Utifrån de tidigare svaren har vi lyckats ”bena ut” följande svar.

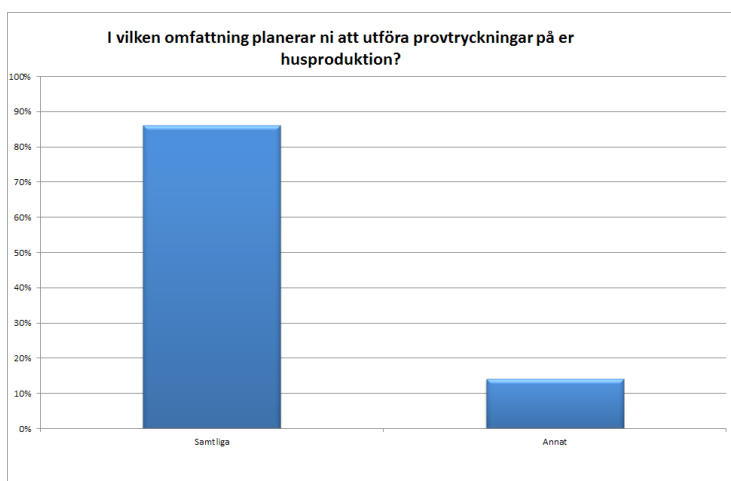
33 procent av företagen funderar på att utöka andelen provtryckningar eller termofotograferingar och 17 procent funderar på att införa termofotografering, vilket de inte utfört tidigare.



## 9. I vilken omfattning funderar ni på att utföra provtryckningar på er husproduktion?

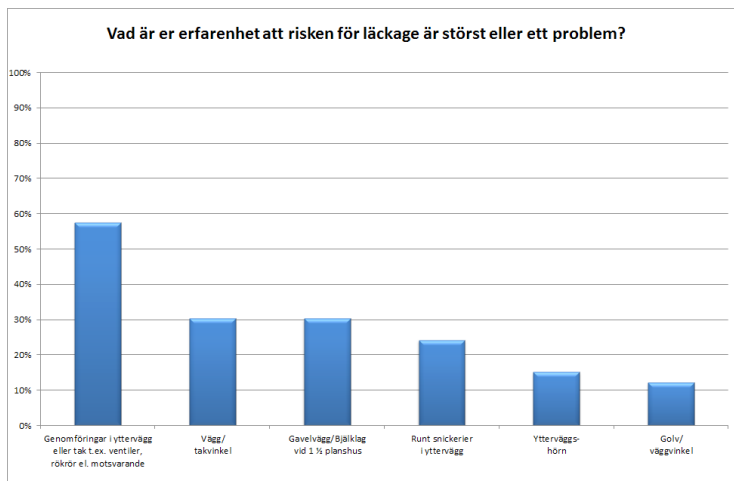
Det är enbart de sju personer som sagt att de ska införa provtryckningar eller termofotograferingar som besvarat frågan. Det går att konstatera att i stort sett samtliga som svarat att de kommer införa provtryckningar eller termofotograferingar kommer att göra det för samtliga hus.

Annat svar är ”som ett tillval för våra kunder kommer vi införa provtryckningar och/eller termofotograferingar”.



## 10. Vad är er erfarenhet att risken för läckage är störst eller ett problem?

På ovanstående fråga har företagen kunnat lämna mer än ett svarsalternativ, svarsalternativen var förkoddade med möjlighet att lämna eget alternativ. Mer än hälften svarar genomföringar i yttervägg eller tak t ex ventiler, rökrör eller motsvarande.

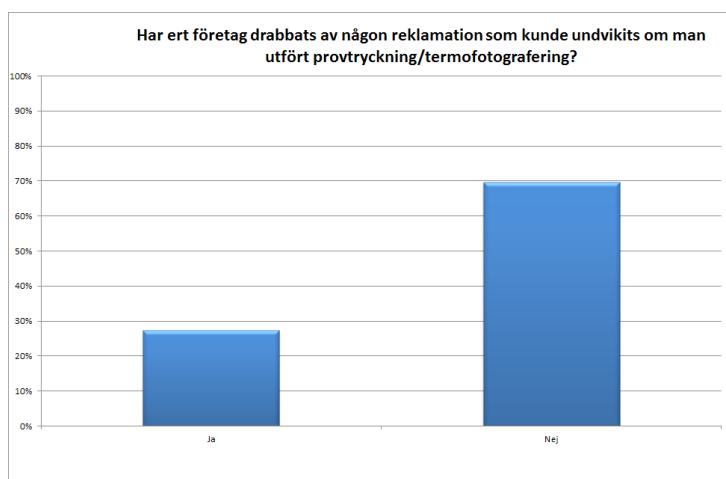


Vissa företag har lämnat egna kommentarer kring problemområden, citat som följer:

- Runt fönster
- Långsida stödbensväggar vid 1½-planshus
- Färdiga bjälklag på färdiga väggblock
- Installationer, ångspärren i taket
- Golv/vägg i 1 ½-plan
- Nockbalkar och genomföringar i tak.
- Runt styrregelyttervägg som kapas vid dörrar, stora läckage i smygen.
- Elementskarvar
- Elektrikergenomföringar
- Det gäller det som inte är fabriksmonterat, runt snickerier i yttervägg

## 11. Har ert företag drabbats av någon reklamation som kunde undvikits om man utfört provtryckning/termofotografering?

Ungefär vart tredje företag uppger att de drabbats av någon reklamation som kunde undvikits om man utfört provtryckning/termofotografering?



Enkäten avslutades med en möjlighet till att kunna lämna egna kommentarer och dessa visas som följer:

- Det är mycket viktigt att entreprenörer och även andra inblandade är med vid provtryckning för att ta lärdom. Tycker nog att man ska vara lite återhållsam med termografibilder och inte visa dessa för vem som helst då dessa kan se ganska brutala ut. Tycker även att riktlinjer för vad som är ok eller ej ok gällande termofotograferingsresultat saknas, det blir ofta upp till någons ”tyckande”.
- Det har varit ytterst lite reklamationer. Vid uppkomna problem kan termofotografering göras.
- Vi kräver även att entreprenören är närvarande vid provtryckningen, då får de själva se var det läcker. Det blir som en utbildning för dem. Vi märkte ganska snart ett större medvetande hos entreprenörerna som fick till följd att hela ”bygget” fick en kvalitetshöjning. El-entreprenören är/var ofta ”boven” vid stora läckage.
- Reklamationer kommer in till oss om drag i vissa delar av husen, vid undersökningar visar det sig ganska ofta att de boende stänger tillluftsdonen. Vi installerar en frånluftspump i våra hus och stänger man tillluftsdonen kommer det att skapas ett för stort undertryck som skapar läckage på ej önskvärda ställen. Detta visar sig ofta då våra kunder gör en egen termofotografering inför tvåårskontrollen. Vi i vår tur får en reklamation, värt att tänka på om alla småhus ska termofotograferas.
- Vi har slumpvis gjort provtryckningar för att bekräfta att vår kvalitet håller. Det blev väldigt bra värden, därför har vi tagit beslut att inte göra provtryckningar på alla hus.
- Vi kommer att termofotografera något hus i vinter för att se om vi har några problem. När det gäller täthet så upplever vi att vi får otroligt bra värden.
- Vi får oftast bra värden vid våra provtryckningar 1-plan 0,2-0,3 l/s m<sup>2</sup>. 1½-plan 0,2-0,4 l/s m<sup>2</sup>.
- De provtryckningar som gjorts på 2-planshus visar på väldigt låga värden, från 0,12 till 0,20. Vi har system på tätning av fönster och dörr som är väldigt täta, samma sak på mellanbjälklag och vi är väldigt noggranna med tätning på rätt sätt.
- Undertrycksventilerat hus är tryggare fuktmässigt i detta avseende. Utrustat med FVP så är luftläckaget inåt=läckställen blir tilluftskanaler vid normal väderlek. Energiförlusterna är alltså mindre än vid ett hus med balanserad ventilation.
- Funderar på att börja göra provtryckningar och termofotografering i samtliga hus.

## BILAGA 3

# HUR SER DET UT PÅ ARBETSPLATSEN?

Byggplatsbesök täthetsprovningar tillsammans med konsult täthetsprovningar.

Byggplatsbesök har genomförts på uppdrag av Gar-Bos Tekniska råd för att få en bild av hur täthetsarbetet och provtryckning bedrivs/utförs på byggplats.

Nedan redovisas erfarenheter från byggplatsbesök vid provtryckning av två olika hus:

Hus 1 var ett 1-planshus som var stomrest, ”tätat” och isolerat men ingen dubbling av skivbeklädnader var gjord utan man kunde se tätningslösningar med tejpling, omlottläggning och klämning av plastfolie. Byggaren var medveten om hur tätningar skulle utföras och allmänna intrycket var bra.

Enligt uppgift från byggaren har man lagt mellan 16-20 timmar på tejpling av folieskarvar och genomföringar!

El-entreprenören har i detta fall inte helt förstått vikten av att undvika genomföringar i plastfolie och därmed orsakat en del otätheter vid rörgenomföringar.

I huset fanns ett par större skjutdörrspartier. Här kunde vi se att tätning mellan karm och dörr kunde vara bättre och man upplevde ett kraftigt drag vid provtryckningen.

Med värmekamera kunde man lätt upptäcka flera ställen där mindre otätheter fanns.

Trots att man lagt mycket tid på tejpling var intrycket att man kunde fått ett bättre värde med ökad medvetenhet/utbildning från samtliga inblandade.

Målet verkade i första hand vara att klara beräkningsvärdet i energibehovsberäkningen (vilket man också klarade!) mer än att göra maximalt tätt. Detta klarade man också. Provresultat blev 0,28 l/s m<sup>2</sup>.

Hus 2 var ett 1 ½ planshus med mycket öppen planlösning och tak tillnock m.m.

Huset var i samma byggskede som huset ovan.

Här var också intrycket att byggaren var väl medveten om hur tätningar och tejplningar ska utföras. Då huset var utfört med mellanbjälklag i kassetter fanns också genomtänkta lösningar för tätning mellan yttervägg/mellanbjälklag och gavelvägg/mellanbjälklag.

Även på detta hus fanns några eldragningar genom plastfolie som kunde gjorts bättre.

På huset fanns också 6st takfönster (!! ) som man kunde misstänka för otätheter. Dessa såg dock täta ut vid kontroll med värmekamera.

Plastfolien var heller inte klämd bakom skivbeklädnad utan bara häftad vilket var negativt för resultatet. Provresultat för detta hus blev 0,44 l/s m<sup>2</sup>.

Sammanfattningsvis var intrycket av båda husen att entreprenörerna var bra pålästa hur man skulle utföra detaljlösningar för att nå bra täthet.

Båda har blivit utbildade vid genomgångar på flera byggnationer av provtryckningskonsulten.

Genomgående ser man dock att det är viktigt att alla inblandade entreprenörer är utbildade i täthetsarbetet för att optimal täthet ska erhållas.

## Intervju konsult täthetsprovningar

Denna konsult har utfört provtryckningar sedan 2009. Han har därmed återkommande kontakt med olika småhusleverantörers byggledare och entreprenörer och kan därmed påverka/utbilda dessa för att nå bästa resultat.

Han är övertygad om att det krävs återkommande utbildning av entreprenörerna t.ex. genomgång på byggplats i samband med byggstart.

Har provat detta under flera år med några husleverantörer och märker en stor förbättring av provresultat under denna tid

Han utför i huvudsak två typer av provtryckningar



Den första typen används i huvudsak på färdig byggnad och när man ”jagar rekord” alternativt vid tvister och liknande. I det senare ska totalt tre tryckningar med övertryck och tre tryckningar med undertryck utföras och medelvärdet av dessa sex tryckningar blir då resultatet. Kostar därför något mer än den enklare mätningen som beskrivs nedan.

Den enklare mätningen, som är vanligast, användes vid lämplig tidpunkt i pågående byggskede, exempelvis innan målaren påbörjar sitt arbete. I denna fas är normalt alla byggnadsdelar så långt komna att de är lufttäta likt färdigt hus, samtidigt som det finns goda möjligheter att utföra åtgärder vid påvisade brister i klimatskalet till minimal kostnad (kanske skruva ner en gipsskiva för att åtgärda bakomliggande brist i ångspärr).

Erfarenhetsmässigt blir fastigheten ca 10 - 20 procent tätare vid färdigt hus. Inga fall med motsatt förhållande, d.v.s. sämre täthet efter färdigställande, har påvisats i hans verksamhet sedan han började 2009.

Idag ligger mätresultat enligt honom ofta på ca 0,25 l/s m<sup>2</sup> för 1-planshus och 0,35 l/s m<sup>2</sup> på 1 ½-planshus.

### **Summering - byggplatsbesök och intervju konsult täthetsprovningar**

Intrycket från dessa båda konsulter är att de flesta husleverantörer har bra detaljlösningar för att uppnå bra resultat vid provtryckningar.

Dålig kunskap/medvetenhet hos entreprenörerna betyder nästan alltid dåliga resultat.

Det krävs återkommande utbildning för att öka kunskapen om hur arbetet ska utföras för att uppnå maximal täthet i konstruktionen.

## BILAGA 4

SAMMANSTÄLLNING AV ANMÄLDA SKADOR  
TILL FÖLJD AV OTÄTHET

| Anmäld     | Fel                      | Täthetsprovning   | Vad har utförts/ska utföras  | Kostnad  |               |
|------------|--------------------------|---|------------------------------|--|---------------|
| 2013-03-08 | Småhus                   | Isolering saknas kring takkupa/ Ångspärren mellan tak/vägg inte sammanfogad | Termografering               | Taket och kattvindar frilagda och åtgärdade          | 476 000 kr    |
| 2013-04-08 | Småhus                   | Bitvis saknas isolering/ Otätheter i ångspärr                               | Termografering               | Oklart   | 0 kr          |
| 2013-05-13 | Småhus                   | Slarvigt utförd fogning i taksektioner                                      | 3,34 l/s m2                  | Oklart   | 138 000 kr    |
| 2008-11-27 | Småhus                   | Köldbrygga, Luftläckage. Problem med drag och kyla                          | Finner inte skadan           | Finner inte skadan                                   | Oklart        |
| 2010-02-19 | Småhus                   | övervåningen. Läckage från Kattvind   | Otätheter på kattvind        | Tätning/Isolering Kattvind                           | 30 000 kr     |
| 2013-05-15 | Småhus                   | Otät ångspärr   | Termografering               | Frilagt kattvindar och tätat/isolerat                | > 48 000      |
| 2012-11-19 | Småhus                   | Isolerbrister/ Otät ångspärr  | 0,52 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt.                       | 132 000 kr    |
| 2011-07-05 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | Termografering               | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | 142 000 kr    |
| 2015-04-17 | Småhus                   | Isolerbrister/ Otät ångspärr  | 3,66 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | ca 500 000kr  |
| 2014-11-12 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 4,22 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | ca 500 000kr  |
| 2013-10-18 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 3,01 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | > 174 000 kr  |
| 2014-01-02 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 2,75 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | > 196 000 kr  |
| 2015-02-24 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 4,35 l/s m2                  | Friläggning tak/väggar lokalt. Tätat fönster         | ca 500 000kr  |
| 2011-03-16 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | Oklart                       | Oklart   | 414 000 kr    |
| 2014-02-03 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 0,98 l/s m2                  | Tätning/isolering av vindsbjälklag                   | 228 000 kr    |
| 2014-02-04 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 0,95 l/s m2                  | Tätning/isolering av vindsbjälklag                   | 269 000 kr    |
| 2012-02-24 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | Termografering               | Öppning tak/underlagstak till sidovind               | 198 000 kr    |
| 2011-11-24 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | Termografering               | Tätning golv/vägg. Kring skorsten/dörrar             | 109 000 kr    |
| 2015-07-28 | Småhus                   | Oklart än   | Termografering               | Oklart än  | ca 100 000 kr |
| 2013-02-13 | Småhus                   | Isolerbrister/Otät ångspärr   | 0,79 l/s m2                  | Frilagt tak utifrån/sanerat mögel fr takstolar etc.  | 913 000 kr    |
| 2012-09-03 | Småhus                   | Otät ångspärr   | Fastställt genom friläggning | Frilagt innertaken/ ny folie/målning                 | 826 000 kr    |
| 2015-09-22 | Småhus                   | Sannolikt otät ångspärr   | Ej genomfört än              | Oklart än  | ca 100 000 kr |
| 2012-11-12 | Småhus                   | Otät ångspärr   | Termografering               | Frilagt innertaken/ ny folie /målning                | 855 000 kr    |
| 2010-08-30 | 6 flerbostadshus, 46 lgh | Otät ångspärr   | Termografering               | Bytt yttertak, samt installerat mottrycksventilation | 16 144 000 kr |



**Gar-Bo**

FÖRSÄKRAR HUSDRÖMMAR

[www.gar-bo.se](http://www.gar-bo.se) | 08-545 473 50 | [info@gar-bo.se](mailto:info@gar-bo.se)