

## Lösningar för att skapa god lufttätethet

Paula Wahlgren, Chalmers tekniska högskola/SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Owe Svensson, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Medvetenheten om behovet av lufttäta byggnader har ökat på senare år. Det finns flera anledningar till detta. Främst är det de energiförluster som luftläckage orsakar som har väckt intresset för lufttätethet, men också att man i högre grad har uppmärksammat de fuktskador som läckande luft har orsakat. Det ökande intresset för passivhus har medvetandegjort att det faktiskt är möjligt att bygga täta hus och att det också är ett måste för att få riktigt energieffektiva byggnader.

Inom ett antal projekt under titeln ”Lufttätethetsfrågorna i byggprocessen” har allt från attityd till kunskap om och kostnad för lufttätethet diskuterats. Det har framkommit att det saknas en del kunskap hos projektörer och entreprenörer om hur man bygger en lufttät byggnad. Därför skapades ett projekt där man satsade på att ta fram goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar (Wahlgren, 2010). För att hitta dessa lufttäta konstruktionslösningar studerades byggnader där man uppmätt en bra lufttätethet.

I projektet bestämde vi oss för att en bra lufttätethet är uppmätt luftläckage under  $0,3 \text{ l/m}^2\text{s}$ . Luftläckaget är den mängd luft som läcker genom klimatskalet ( $\text{l/s}$ ) per kvadratmeter omslutande yta ( $\text{m}^2$ ) vid en tryckskillnad över klimatskalet på  $50 \text{ Pa}$ . De flesta studerade byggnaderna har ett luftläckage som till och med är lägre än  $0,2 \text{ l/m}^2\text{s}$ . En del byggnader/byggprojekt är analyserade mer i detalj och andra mer översiktligt. Information om bra lösningar har också inhämtats genom att intervjua projektörer, konstruktörer, skadestredare, personer som täthetsprovar byggnader och genom litteraturstudier. Många av byggnaderna som har bra lufttätethet har plastfolie som lufttätt skikt och därför finns också många exempel med plastfolie.

### Så varför vill man ha en lufttät byggnad?

Det finns många bra anledningar till att bygga en lufttät byggnad. En ofta drivande anledning är, som sagt, att det krävs för att få en **energieffektiv** byggnad. Ifall en byggnad är otät medför det att ventilationsgraden ökar, framför allt när det blåser, vilket i sin tur ökar energianvändningen. Värmeväxling av ventilationsluften fungerar heller inte tillfredställande när en del av luften går

igenom klimatskalet istället för igenom värmeväxlaren. Otätheterna kan också medföra att vissa delar av en byggnad får otillräcklig mängd friskluft och för låg luftkvalitet, och att andra delar får mycket hög ventilationsgrad p g a ”kortslutning” i systemet.

Även **luftkvaliteten** i byggnaden påverkas av klimatskalets täthet. För att kunna filtrera tilluften från partiklar, såsom pollen, krävs att luften tillförs genom ventilationssystemet och inte genom otätheter i klimatskalet. Mellan olika delar av en byggnad krävs täthet för att inte gaser och partiklar skall spridas inom byggnaden (exempelvis spridning av matos och brandgaser mellan lägenheter). Det finns fall då man tätat i befintliga byggnader men glömt bort att säkerställa att byggnaden har en fungerande ventilation efter tätning vilket lett till problem med hög luftfuktighet och dålig luftkvalitet. Byggnadens luftväxling skall ske genom ett väl fungerande ventilationssystem och inte genom klimatskalet.



(Eric Werner Tecknaren)

Figur 1. Lufttätta byggnader är bra byggnader.

En lufttät byggnad minskar risken för **fuktskador**. Fuktig inneluft som läcker ut genom otätheter i klimatskalet kyls av. Om luftens temperatur sjunker under daggpunkten kondenserar vattenånga ur luften och fukt kan ansamlas i byggnadskonstruktionen.

Att ha god lufttäthet är också en **komfortfråga**. Luft som läcker in i byggnaden på oönskade ställen kan ge upphov till drag och till nedkylda ytor. Vanliga effekter av inläckande luft är drag kring fönster, dörrar och i golvvinklar samt kalla golv (orsakat av luftläckage in i bjälklaget). Bullerspridning utifrån kan också bli större när en byggnad är otät.

En positiv effekt med att arbeta för en lufttät byggnad är att kvaliteten överlag ofta blir bättre. Detta beror på att det krävs en genomtänkt planering (t.ex. mer detaljritat och minimering av genomföringar) och ett bra arbetsutförande för att åstadkomma en byggnad med hög lufttäthet, vilket i sin tur ökar kvaliteten på byggnaden.

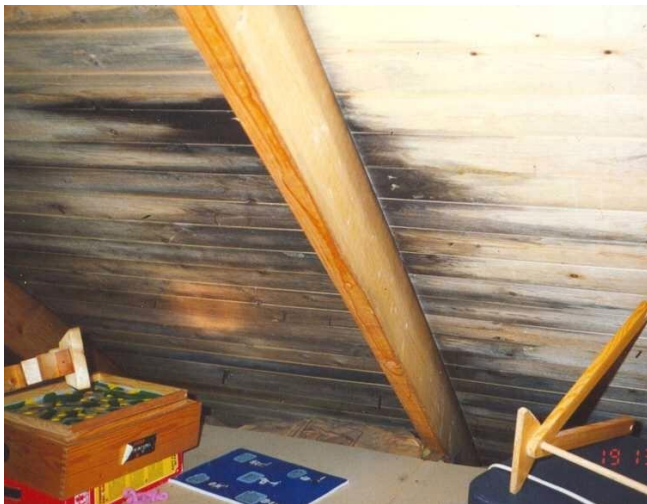
## Varför rör sig luften och var läcker den igenom klimatskalet?

För att luft skall röra sig genom klimatskalet krävs två saker: att det finns en tryckskillnad över klimatskalet och att det finns en läckageväg för luften att transporteras i. Med andra ord, om man vill hindra luftläckage kan man antingen ta bort drivkrafterna eller stänga till läckagevägarna. De drivkrafter som finns för luften i en byggnad kan delas upp i följande tre områden: vindpåverkan, termisk drivkraft (skorstenseffekt) och mekanisk ventilation.

Vindpåverkan skapas av att vinden blåser mot en byggnad. Möjligheten att minska vindpåverkan är begränsad men det är en tydlig fördel att placera byggnaden i ett skyddat landskap med träd och kullar jämfört med i ett öppet landskap. I en stadsbebyggelse blir vindpåverkan ännu mindre. Vindens påverkan märks ofta i gamla otäta hus i vindutsatt läge där det kan vara svårt att hålla en bra inomtemperatur när det blåser mycket. Det är också vanligt med lokal nedkylning i byggnader på grund av vind. Man kan t ex få kalla golv ifall det blåser in i ett golv- eller mellanbjälklag.

Nästa drivkraft, termisk drivkraft (skorstenseffekt), orsakas av att varm luft är lättare än kall. Detta innebär att luften kommer att stiga i byggnaden när den värms upp. Det innebär att det blir varmare i de övre delarna men det innebär också att varm luft läcker ut i de övre delarna av byggnaden och kall luft sugas in i otätheter vid de lägre delarna av byggnaden (t ex vid golv/vägganslutningar). I några fall där flerbostadshus har byggts med garage i undervåningen har det hänt att avgaslukt har spridits in i trapphusen på grund av sugverkan från skorstenseffekt. I höga byggnader kan skorstenseffekten orsaka stora tryckskillnader och byggnaden kan behöva sektioneras för att minska dessa tryckskillnader.

En relativt vanlig effekt av skorstenseffekten är att övertrycket vid innertaket i en villa under vintertid gör att varm, fuktig luft läcker upp på kallvinden. På kallvinden kondenserar sedan fukten i luften och i ogynnsamma fall orsakar detta fukt- och mögelskador på vinden.



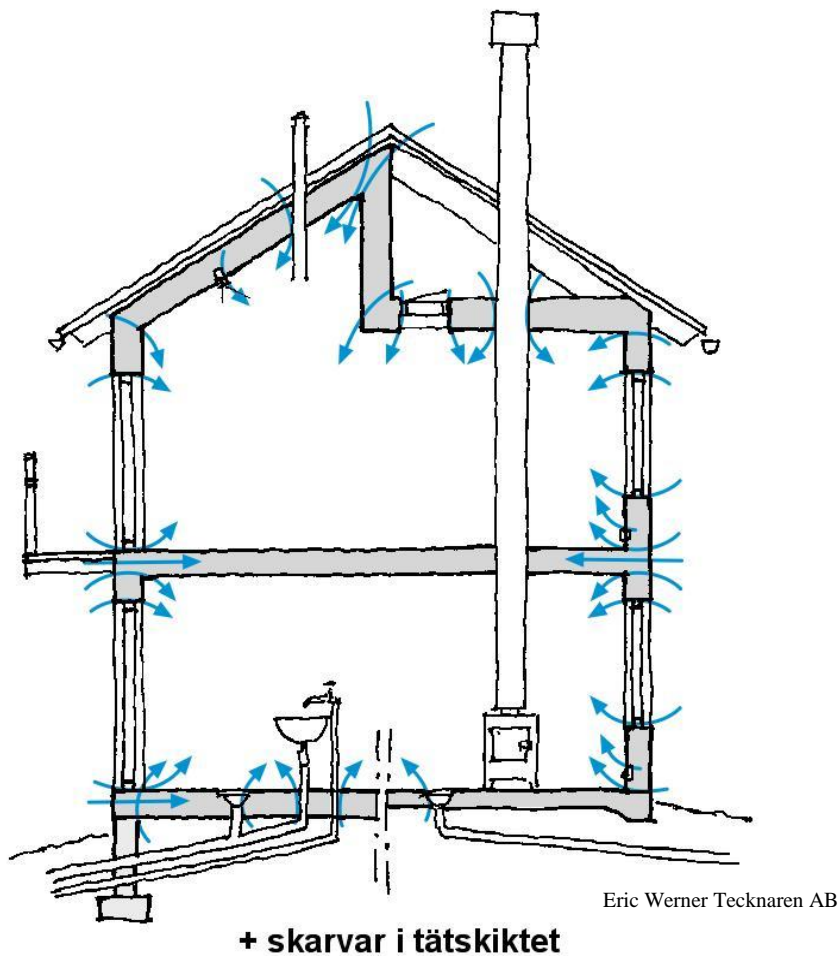
Figur 2. Mögelpåväxt på insidan yttertak.

Vilken ventilationsprincip som används i en byggnad påverkar också tryckbildningen. Självdragsventilation styrs av de termiska drivkrafterna och ger vintertid övertryck i övre delarna av byggnaden och undertryck vid de lägre delarna. I en byggnad med frånluftsventilation är det oftast undertryck i byggnaden. Ett från- och tilluftssystem ger oftast små tryckskillnader. I en byggnad ges den totala tryckbildningen av vindpåverkan, termiska drivkrafter och ventilationssystemet tillsammans.

Som tidigare nämnts så krävs det inte bara en tryckskillnad utan även en läckageväg för att luften skall kunna röra sig i klimatskalet. Det som stoppar luften från att passera genom klimatskalet är antingen en homogen konstruktion, såsom betong, eller ett skikt, såsom plastfolie. För båda varianterna gäller att skarvar, anslutningar och genomföringar måste vara lufttäta för att få en lufttät byggnad. Den lufttäta konstruktionen och dess tätningar skall också vara beständiga. Material som används tillsammans får inte påverka varandra negativt och de skall vara åldersbeständiga.

I Sandberg (2004) gjordes intervjuer där man identifierade de detaljer och anslutningar som var mest kritiska för lufttäteten i en byggnad. I fallande ordning blev resultatet: genomföringar allmänt, eldosor/elrör, att täta mot stålstomme/ståldetaljer, mellanbjälklag, fönster/dörrar (karm-vägg),

ventilationskanaler/skorstenskanaler samt att täta mot betong. I Figur 3 illustreras vanliga läckagevägar i en byggnad.



Figur 3. Vanliga läckagevägar finns vid genomföringar och anslutningar.

## Vad skall man tänka på för att det skall bli lufttätt?

Ifall en byggnad blir lufttät eller inte beror på många faktorer. Dessa finns i byggprocessens olika skeden och ansvaret för lufttäteten ligger på alla nivåer. Några viktiga faktorer är noggrann planering, täta detaljer, utbildning och uppföljning. Att ha engagerade och kunniga personer som arbetar med lufttäteten och att det finns krav satt på lufttäteten är två faktorer som starkt påverkar lufttäteten hos en byggnad, (Eliasson, 2010). Det är också lättare att få enkla konstruktioner täta än komplicerade konstruktioner (t.ex. med utbyggnader). I denna artikel ges ett antal exempel på täta detaljer och lösningar. Gemensamt för de flesta detaljerna är att det lufttätande materialet i konstruktionen är plastfolie. Med avseende på lufttätande förmåga kan dock så kallade ångbromsar användas likaväl som plastfolie. Ångbromsar är inte lika diffusionstäta för vattenånga som plastfolie (ångspärr), huruvida ångbroms eller plastfolie är lämpligaste valet med avseende på fuktdiffusion avgörs genom fuktsäkerhetsprojektering för det enskilda fallet.

## Några råd om plastfolie och skarvar

Det finns några punkter att tänka på när det lufttätande skiktet är plastfolie.

1. Minimera antalet skarvar och genomföringar
2. Använd installationsskikt

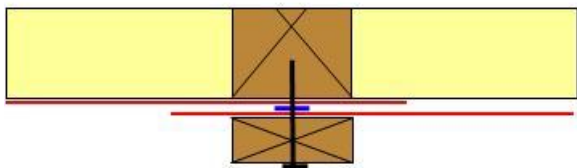
3. Bra skarvutförande
4. Skydda plastfolien från åverkan
5. Extra tjock eller dubbel plastfolie i utsatta lägen
6. Utförande av lagningar

När det gäller att minimera antalet skarvar och genomföringar är god planering viktig. Detta gäller både under projekteringskedet och under byggskedet. Antalet skarvar kan minimeras genom att använda breda plastfolier som täcker hela vägghöjden. Det är också bra att använda sig av ett installationsskikt, både i vägg och tak, vilket betyder att plastfolien placeras en bit in konstruktionen, se figur 4. Då skapas ett utrymme innanför plastfolien där man kan placera rör- och elinstallationer m.m. varvid antalet genomföringar i det lufttäta skiktet (plastfolien) blir betydligt färre. Det är bra om installationsskiktet också fylls med isolering, dels för att det minskar värmeförlusterna men också för att det är fördelaktigt om plastfolien kläms mellan två fasta skikt av isolerskivor. Då blir skarvöverlappen, när plastfolie möter plastfolie, bättre klämda och luftläckagen mindre. Observera dock att klämning av överlappsskarv enbart mellan två skikt av isolering inte ger en tät skarv, skarven bör i så fall även vara klämd mellan reglar. Ifall man väljer att inte använda installationsskikt är det bra om överlapp mellan skarvar sker över två reglar. Om en skarv kläms mellan en regel och en skiva finns det risk för läckage på grund av ojämnheter i linje med reglarna. Det kan finnas små skillnader i dimensioner mellan reglar som skarvats, skadade reglar, spikhuvuden som sticker ut och liknande detaljer som gör att inte skivan och regeln ligger an ordentligt och en läckageväg kan uppstå. Problemet blir mindre när skarven läggs över två reglar, dvs. skarven är då på två ställen i hela sin längd klämd mellan skiva och regel. För att helt undvika läckage i skarvar kan klämning av skarv kombineras med skarvning med tejp, tätningsband eller butylband. I figur 5 visas en variant som använts vid flera projekt där kraven på lufttätet varit höga (Eliasson, 2010). Observera att all klämning mellan reglar avser klämning mellan träreglar. Om träet krymper p g a torkning efter att det satts upp kan det resultera i att plastfolien inte längre helt kläms. Deformerat virke kan också resultera i dålig klämning. Observera dock att om en eller båda reglarna utgörs av plåtreklar kan klämeffekten bli avsevärt sämre än för träreglar.



Figur 4. Exempel på indraget tätskikt (innan inre isolering är på plats).





Figur 5. Skarv som tätats med butylband (blått) och klämts.

En generell sak att tänka på vid indragen plastfolie är att plastfolien inte skall vara indragen mer än en tredjedel av värmeisoleringens tjocklek. Annars finns det risk att plastfolien ligger för kallt i konstruktionen och att det blir höga fuktillstånd och även kondens i konstruktionen. Vid tveksamheter skall fuktsäkerhetsprojektering göras för att bestämma plastfoliens läge.

Tejpning skall göras med för ändamålet avsedd tejp som har god beständighet och som inte skadar plastfolien. Tejpning skall helst göras mot fast underlag och noggrant så att det inte blir veck i plastfolien som tejpens ”genar” över. För alla lösningar skall de ingående materialens egenskaper beaktas så att de inte påverkar varandra negativt. När fogmassa, tejp eller dubbelhäftande tätningsband används skall ytorna vara väl rengjorda och häftningsegenskaperna säkerställda för de aktuella materialen.

Punkten ”skydda plastfolien från åverkan” gäller både under byggskedet och i färdigställd konstruktion. Under byggskedet sticker ibland plastfolien oskyddad ut från konstruktionen i väntan på att anslutas mot en byggnadsdel som skall färdigställas. Då är det viktigt att inte den utstickande plastfolien skadas. I vissa fall när inte informationen om plastfoliens betydelse fram och om det är risk att plastfolien skadas kan det vara bättre att skära av folien (för att den inte skall trasas sönder) och sedan skarva eller täta. Plastfolien behöver också skyddas inuti konstruktionen, mot vassa material såsom ändar på plåtreglar samt TRP-plåt. Ett exempel på utsatt plastfolie ses i figur 6. En extra tjock plastfolie kan vara bra men det är ännu bättre att se till att plastfolien inte kommer i kontakt med vassa material, t.ex. genom att placera en tung mineralullsboard mellan plåt och plastfolie. I vissa fall används dubbel plastfolie för att få bättre täthet.



Figur 6. Plastfolie i kontakt med vassa plåtkanter.

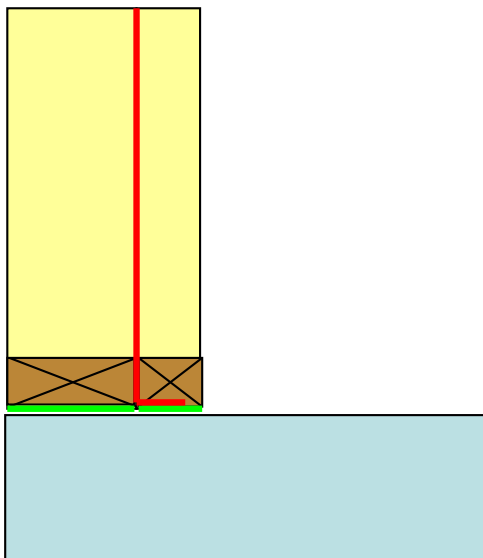
## Anslutningar

Anslutningar mellan lufttäta delar görs enligt ett antal olika principer beroende på de ingående materialen. När det lufttätande skiktet är plastfolie och plastfolien från två byggnadsdelar skall anslutas kan man generellt säga att:

- Plastfolie mot plastfolie: överlapp, klämt, tejp, tätningsband. Om plastfolien enbart kläms mellan trä och trä finns det risk att klämningen blir ofullständig om virket är skevt/ojämnt eller om träet torkar ytterligare.
- Plastfolie mot annat material: fogmassa, tejp, tätningsband samt deformationsupptagande material (gummi, extruderad polyeten etc) som kläms.

Som tidigare nämnts så skall de ingående materialens egenskaper beaktas så att de inte påverkar varandra negativt. När fogmassa, tejp eller dubbelhäftande tätningsband används skall ytorna vara väl rengjorda och häftningsegenskaperna säkerställda för de material som det skall fästa emot. Beständighet hos täthetslösningar kommer att undersökas ytterligare i ett påföljande projekt.

Anslutning av plastfolie mot tak eller golv görs ofta genom att klämma plastfolien. Där plastfolien kläms bör också anbringas en flexibel och lufttät tätning såsom gummitätning, extruderad polyeten eller tätningsband/dubbelhäftande tätning med deformationsupptagande förmåga, se figur 7. Detta gäller både lätta och tunga konstruktioner där plastfolie utgör tätskikt. Enbart klämning mellan de två reglarna i figur 7 ger ofta inte tillfredställande lufttätet (p g a krympning och deformationer i reglarna enligt ovan beskrivet) varför plastfolien även bör vikas in under den inre regeln och klämmas mellan regeln och en flexibel tätning som kan ta upp vissa ojämnheter både i regeln och betongplattan. Betongplattan skall vara så slät som möjligt samt rengjord.



Figur 7. Lufttät anslutning vägg golv (rött-plastfolie, grönt- flexibel sylltätning).

Mellan betongplatta och yttre syllregel i figur 7 ska lufttät flexibel sylltätning användas eftersom den kan formas efter eventuella skevheter så att luftläckage undviks. Sylltätningen ska således ha både fuktskyddande och lufttätande funktion. Det betyder också att den bör användas både till träsyll och till plåtsyll.

En svår anslutning är anslutning av mellanbjälklag (lätt eller tung konstruktion) mot bärande yttervägg (regel- eller stålkonstruktion). Traditionellt vilar bjälklaget på ytterväggen varvid bjälklaget bryter väggens plastfolie. Framför allt träbjälklag brukar vara svåra att utföra lufttäta i anslutning mot ytterväggen eftersom tätning ofta måste göras kring varje golvregel vilket är tidskrävande och svårt. Ur lufttätthetssynpunkt är det betydligt bättre att bygga hela ytterväggen med en kontinuerlig plastfolie

och sedan uppföra mellanbjälklaget helt innanför plastfolien. Tunga och lätta bjälklag kan vila på en inre väggstomme som samtidigt utgör inre installationsskikt varvid ingen åverkan behöver göras på väggens plastfolie. Lätta träbjälklag kan alternativt infästas direkt mot träregelyttervägg med balkskor varvid endast skruvarna till balkskorna penetrerar plastfolien, se figur 8.



Figur 8. Lätt mellanbjälklag ansluter mot yttervägg med obrutet tätskikt.

I fönster- och dörrsmygar bör plastfolien dras ut i smygen, något förbi insida karm, varefter anslutning mellan plastfolie och karm kan fogas eller tejpas. En annan variant att utforma platen i smygar är att med dubbelhäftande tejp fästa en extra bit plastfolie mot karmen innan den monteras i väggen, varefter karmen monteras och plastfolien kring karmen sedan tejpas ihop med väggens plastfolie, men det förefaller vara arbetsmässigt något svårare. Att över huvud taget ej dra ut någon plast i smygen har visat sig fungera i några fall, men ofta förekommer otätheter i reglarnas anslutningar mot varandra i smygen vilket kan ge betydande luftläckage såvida inte alla regelanslutningar i så fall fogas (även risk att otätheter uppstår med tiden om virket torkar ytterligare).

När väggens plastfolie viks ut i smygen fattas det plast i smyghörnen vilket kompletteras med extra plast. I båda ovan nämnda utföranden med plast i smyg blir det i hörnen till slut ofta mycket plast, veck i platen samt mycket tejp vilket ändock inte alltid blir helt tätt samt att det i en del fall sannolikt är så mycket material att det är i vägen när smygbrädorna ska sättas. Det finns produkter i form av färdiga plastfoliehorn som sannolikt något kan underlätta arbetet med platen i smyghörnen (finns även för anslutning ytterväggshörn/ tak).

## Genomföringar

Som tidigare nämnts kan antalet genomföringar i tätskiktet minimeras med bra planering eller med hjälp av ett installationsskikt. Alla genomföringar måste utföras i ett tillräckligt tidigt skede så att det går att tätta dem, sent tillkomna genomföringar som görs genom en färdigställd väggkonstruktion är svåra/omöjliga att tätta på ett bra sätt.

## Eldosor, elrör och VVS-installationer

Tänk igenom vilket material som behövs för att tätta kring genomföringar så att inte genomföringarna behöver lösas på plats med material som inte är anpassat till konstruktionen (exempelvis fel tejp). Placering av genomföringar behöver också tänkas igenom så att det går att komma åt att arbeta och tätta. Flera genomföringar precis jämte varandra bör undvikas ifall inte stosar som är gjorda för detta



används, eftersom det kan vara svårt att komma åt att täta annars. Färdiga stosas även köpas för exempelvis rör som gjuts in i betongbjälklag, elektriska genomföringar och ventilationskanaler, se exempel i figur 9.

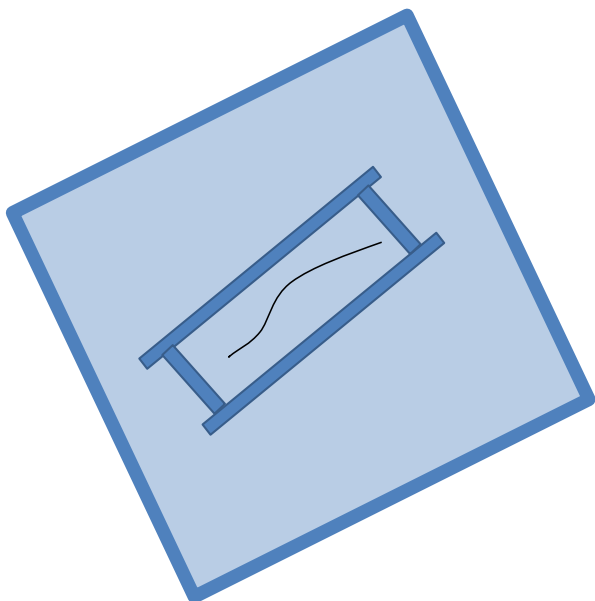
När inte stos används är det lämpligt med följande tillvägagångssätt. Gör hål i plastfolien där genomföringen skall vara (så litet hål som möjligt, gärna ”kragfunktion” direkt). För att det sedan skall bli så tätt som möjligt används ytterligare en bit plastfolie, en krage. Denna har ett hål som är något mindre än genomföringen och dras över röret eller kanalen. Den extra plastfolien tejpas fast med ett överlapp på minst 100 mm runt om mot tätskiktet, och sedan tejpas rör genomföringen och kragen mot varandra för ytterligare säkerhet, se figur 9. Det är lättare att tejsa mot ett fast underlag ifall genomföringen kan placeras så. Det är viktigt att undvika veck vid tejsning.



Figur 9. Elgenomföring med stos samt ventilationskanal med extra plastfolie och tejsning mot tätskikt och mot rör.

För infällda spotlights (downlights) finns det två alternativ för att inte riskera lufttäteten. Dels kan man ha en indragen diffusionsspärr så att man inte behöver göra hål i det lufttäta skiktet. Ifall många spotlights skall placeras på ett ställe kan detta vara lämpligt. Dels kan man använda en infällningsburk (som är lufttät) och som placeras över spotlightsen. Infällningsburken ansluts mot diffusionsspärren och tätning kan åstadkommas med antingen en manschett, dubbelhäftande tejs eller butylband. För de olika alternativen skall material och avstånd beaktas med hänsyn till brandsäkerhet. Det är också viktigt att tejs, manschett och butylband är beständig för de aktuella temperaturerna. För att få lufttätt kring spotlights är det viktigt att elektrikern kan komma in i rätt skede i byggprojektet så att han kan utföra sitt arbete på bästa sätt. Det är svårare att få lufttätt kring spotlights ifall infällningsburken trycks upp underifrån men även det kan fungera. Då är det bra att använda en stos eller gummiduk kring infällningsburken men det fungerar även att göra ett hål i plastfolien som är något mindre än burken och trycka burken igenom (kompletterande tejsning kan göras). Det vara svårt att kontrollera utförandet om det utförs sent i byggskedet.

Större hål eller skador i plastfolien repareras förslagsvis med tejs samt en bit ny plastfolie ovanpå, se exempel i figur 10. Om möjligt anbringas lagning mot fast underlag och med minst 100 mm överlapp i alla riktningar.



Figur 10. Principskiss för lagning av skada i plastfolie: först dubbelhäftande tejp runt skadan sedan en bit plastfolie som tejpas mot ursprungliga plastfolien.

### Tillfälliga genomföringar

Det förekommer ofta att det görs tillfälliga genomföringar i plastfolien för att spruta lösull i väggar och parallelltak. Håltagning görs i varje regelfack, vilket innebär att det kan bli många hål som måste lagas. Vanligen utför lösullsentreprenören lagning av de upptagna hålen. Vår erfarenhet är att det ofta finns relativt stora otätheter vid dessa lagningar. Ur fuktsäkerhetssynpunkt har dessa otätheter dessutom mycket ofördelaktig placering eftersom de ofta är belägna i taket. Om det är möjligt skall sprutning av lösull genom inre tätskiktet helt undvikas. I annat fall skall samma krav ställas på dessa lagningar som de krav som ställs på övriga lagningar och skarvningar, inklusive kunskapskrav på utföraren.

### Öppningsbara detaljer

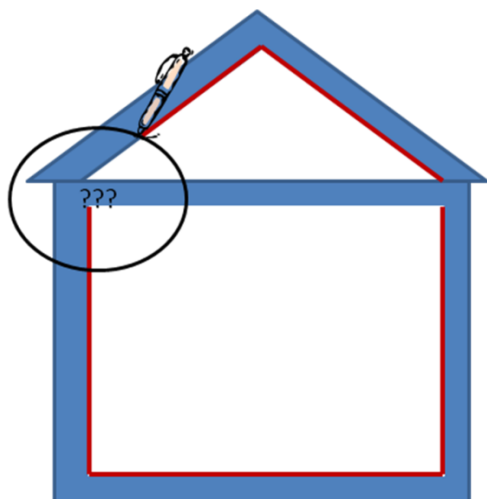
En mycket viktig detalj är vindsluckor. Ifall fuktig inomhusluft tillåts läcka upp genom en vindslucka kan det bli svåra fuktskador på vinden. Det förekommer ofta läckage vid vindsluckor, både mellan lucka och ”ram” och mellan ”ram” och bjälklagskonstruktion. För enplanshus kan ur lufttäthetssynpunkt med fördel den invändiga vindsluckan ersättas med en utvändig.

### Några tips för en lufttätare byggnad

Såsom tidigare beskrivet beror en byggnads lufttäthet på många faktorer och dessa finns i byggprocessens alla olika skeden. Några viktiga faktorer är noggrann planering, täta detaljer, utbildning och uppföljning. Ett exempel på en åtgärd som är bra för lufttätheten inom varje område följer här.

#### 1. Var finns det lufttäta skiktet?

Rita in det lufttäta skiktet. Var sammanfogas olika lufttäta delar? Om det lufttäta skiktet går från ett material till ett annat. Var finns skarven? Finns det några detaljer som är ovanligt svåra att göra lufttäta? Kan de förenklas?



Figur 11. Tänk igenom hur det lufttäta skiktet går runt hela klimatskalet.

## 2. Beskriv anslutningar, skarvar och genomföringar

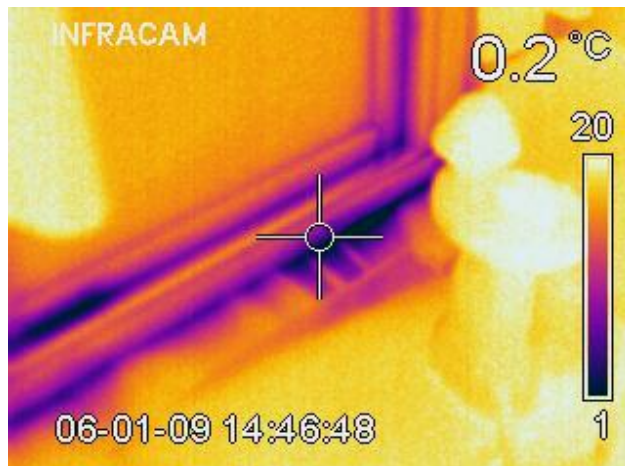
Hur ser anslutningarna ut? Tänk igenom och beskriv anslutningar: vägg/golv, vägg/tak, vägg/fönster, mellan element etc. Framför allt ovanliga konstruktioner eller detaljer bör tänkas igenom. På vilket sätt skall anslutningarnas täthet säkerställas: klämning, tejp, fog, gjutning m m? Att minimera skarvar och genomföringar i tätskiktet och att beskriva hur skarvarna och genomföringarna utförs är också viktigt. Beskrivning av anslutningar, skarvar och genomföringar kan göras i form av ritningar, anvisningar, monteringsanvisningar, demonstrationer eller provkonstruktioner.

## 3. Arbetsutförande och utbildning

Alla moment och detaljer går att göra mer eller mindre bra. En god förståelse för lufttäthet bidrar till en bättre lufttäthet. Tänk igenom hur lufttätheten skall tas upp under projektets gång. På vilka möten skall lufttäthet diskuteras? Vilka utbildningsmoment är aktuella (informationsmöte, studiebesök, provkonstruktioner etc.)? Det är också bra att tänka på hur erfarenhetsåterföring skall fungera i projektet och till andra projektet.

## 4. Gör läckagesökning och mät lufttäthet

Läckagesökning under byggskedet har två positiva effekter. Dels upptäcker man var det finns brister i tätskiktet så att de kan åtgärdas och dels är det lärorikt. Ifall man hittar luftläckage måste konstruktionen göras bättre eller noggrannare. När man bygger i enheter (t ex lägenheter) kan man läckagesöka en enhet och sedan föra vidare erfarenheterna till nästa enhet. Om snickare, elektriker och andra entreprenörer som kan påverka tätskiktet är med på läckagesökningar ger detta en ökad förståelse för luftläckage och hur viktigt det är med bra arbetsutförande vid detaljer. Beskrivning av läckagesökning under byggskedet finns i Wahlgren (2008). När byggnaden är färdigställd bör lufttätheten mätas enligt EN 13829 (Fan pressurization method).



Figur 12. Termograferingsbild från luftläckagesökning som visar hur det drar under en altandörr (lila kallt, vitt varmt).

## Referenser

- Eliasson E, 2010, Att uppnå god lufttätethet, Examensarbete, Avdelningen för Byggnadsteknologi, Chalmers Tekniska Högskola, publiceras under 2010.
- Sandberg PI, Sikander E, 2004, Lufttätethetsfrågorna i byggprocessen - Kunskapsinventering, laboratoriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning, SP Rapport 2004:22, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
- Sikander E, Wahlgren P, Åhman P, 2009, Lufttätethets kontroll - tidig läckagesökning, Sveriges Byggindustrier FoU-Väst 2009
- Wahlgren P, 2010, Goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar, SP Rapport 2010:09, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, ISBN 978-91-86319-45-8
- Wahlgren P, Sikander E, 2008, Utvärdering av byggnadsskalets lufttätethet, Bygg & Teknik, Nr. 5, 2008
- EN 13829:2000, Byggnaders termiska egenskaper - Bestämning av byggnaders lufttätethet- Tryckprovningmetod (Thermal performance of buildings- Determination of air permeability of buildings- Fan pressurization method), European standard, European Committee for Standardization, CEN