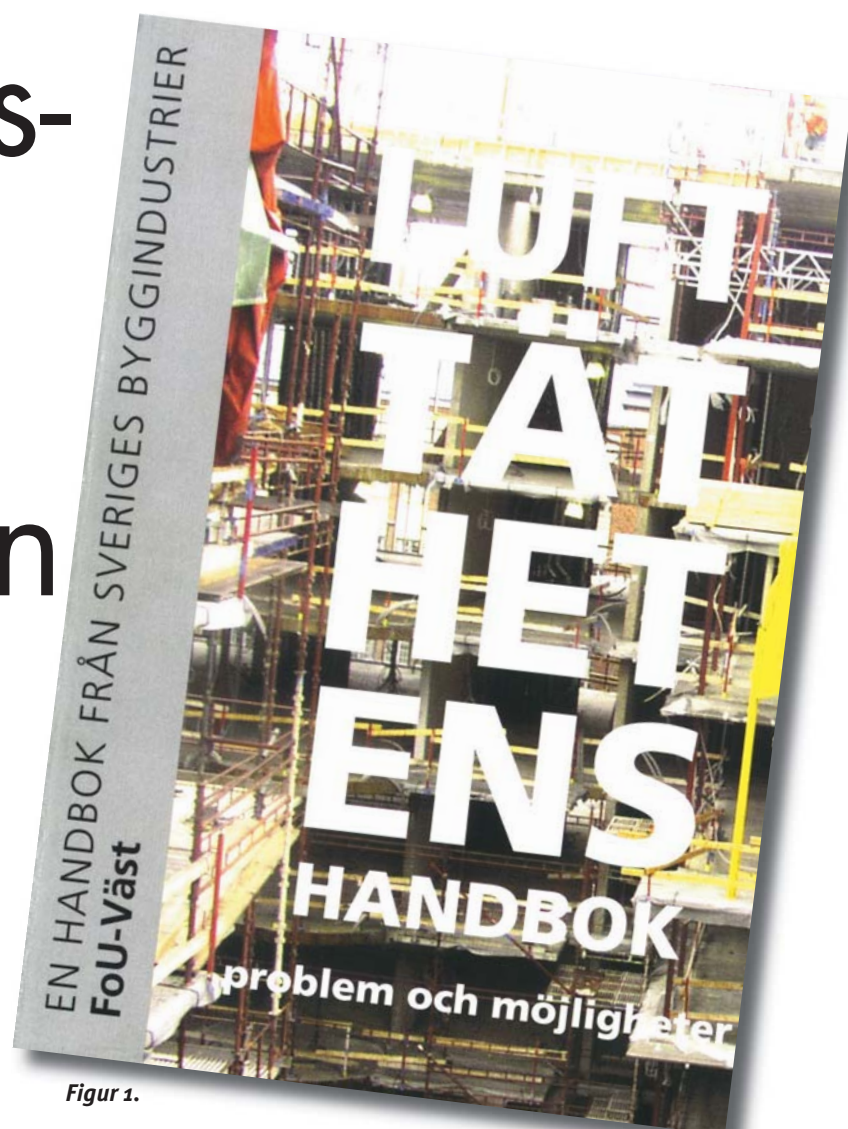


Lufttätetsfrågorna i byggprocessen

– Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler



Figur 1.

Lufttäta byggnader är en av många viktiga parametrar att beakta i bygg- och förvaltningsprocessen. Tidigare projekt visar att många av byggsektorns aktörer inte ser lufttäteten i byggnadsskalet som en viktig fråga. Därmed finns ett stort behov av att informera om konsekvenserna av bristande lufttätet.

Vid ett möte med branschen konstaterades att det är viktigt att få byggherre/beställare att ta lufttätetsfrågorna på större allvar. Detta kan ske genom att denna grupp informeras om skadliga konsekvenser av lufttätet och vad dessa skador/olägenheter "kostar" i ett livscykelperspektiv. Striktare krav från byggherren/beställaren på förbättrad lufttätet skulle sedan på sikt även innebära att även projektör, entreprenör och materialtillverkare stimuleras till ökade ansträngningar för bättre lufttätet.

Projektinnehåll

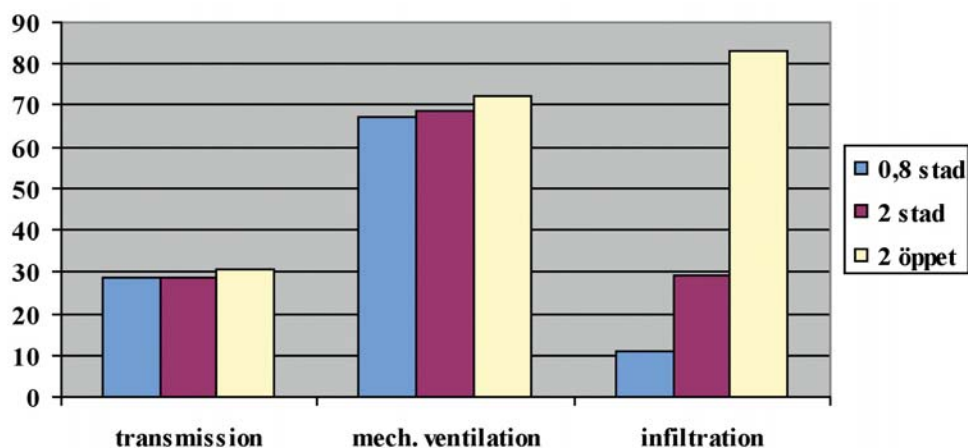
Ett projekt med denna inriktning startades under 2005 med finansiering från huvudsakligen SBUF och Byggekostnadsforum och med deltagande från FoU-Väst. Ett sammandrag av projektet redovisas i denna artikel. De aspekter som behandlats är:

- Konsekvenser av bristande lufttätet (energi, fukt, komfort, ventilation mm)
- Vad kostar otätheterna?
- Hur ställer man krav och hur följer man upp kraven?

Konsekvenser av bristande lufttätet

Ökad energianvändning

En otät byggnad får ökad energianvändning av flera anledningar. Om luften tillåts att blåsa in i isoleringen ger detta upphov till ett *minskat värmemotstånd* hos isoleringen och ett ökat värmefflöde genom byggnadsdelen. En annan orsak till ökad energianvändning är att *ventilationsflödet* i de flesta fall *ökar*. Vid kall och blåsigt väderlek kan det vara en ansenlig mängd extra luftflöde in i byggnaden som måste värmas.



Figur 2. Energianvändning i kWh/m² för flerbostadshus, två otäthetsgrader i stadsmiljö och i öppet landskap. Beräkningen är utförd vid Byggnadsfysik, Chalmers.

Några beräkningsresultat som visar storleksordningen på ökade värmeförluster visas i Figur 2. Figuren visar hur mycket energianvändningen i en otät byggnad ökar pga. att ventilationen ökar ofrivilligt. Byggnaden är ett flerbostadshus från miljonprogrammet med luftläckage dels 0,8 l/m²s (enl gamla BBR-kravet) och dels 2,0 l/m²s, vilket motsvarar värden som SP ofta mäter upp i befintliga hus från 1970-80-talet. Byggnaderna är placerade i två olika lägen i landskapet, ett vindutsatt, öppet läge på landsbygden och ett mindre vindutsatt läge i staden.

När den otäta (2,0 l/m²s) byggnaden simuleras i staden står den ofrivilliga ventilationen för 23 % av den totala energianvändningen och är ungefär lika stor som transmissionsförlusterna. När byggnaden flyttas från staden till ett mer öppet och vindutsatt landskap så ökar betydelsen av lufttäteten. För det otäta huset är nu energiförlusterna genom ofrivillig ventilation 14 % större än de genom det mekaniska ventilationssystemet och står för 45 % av den totala energianvändningen.

Bristande termisk komfort

De faktorer som påverkar den termiska komforten och som kan relateras till lufttätet är i första hand lufthastigheter och kalla ytor. Några direkta samband mellan dålig komfort och ökade kostnader för fastighetsägaren finns inte tillgängliga. För att få en uppfattning om olika typer av kostnader redovisas nedan några exempel.

Oförändrad operativ temperatur.

Lokal nedkylning medför att den operativa temperaturen (medelvärde av lufttemperatur och omgivande ytors temperatur) minskar. Denna minskning kan kompenseras av ökad lufttemperatur. En ökad lufttemperatur medför dock ökade transmissions- och ventilationsförluster, vilket ger ökade uppvärmningskostnader. Ett sätt att värdera den lokala nedkylningen är alltså att beräkna vilka ökade energikostnader som blir följden av att den operativa temperaturen hålls oförändrad.

Kostnader för produktivitetssminskningar vid kontorsarbete. Omfattande studier visar att produktiviteten i t ex kontorsarbete minskar vid brister i den termiska komforten. Flera undersökningar visar att en ökning av antalet missnöjda med den termiska komforten med 10 % i runda tal minskar produktiviteten med 1 %. Dessa produktivitetssminskningar kan ha stor betydelse för lokaler med höga personalkostnader, t ex kontor.

Kostnader för bad will, klagomål etc. Hyresgäster som upplever dålig termisk komfort klagar troligen hos fastighetsägaren och/eller talar illa om honom och fastigheten. Eventuellt går det så långt att han flyttar. Detta innebär direkta kostnader i form av tid för t ex telefonsamtal, besiktning och administration och indirekta kostnader för bad will som kan orsaka intäktsbortfall eller betalningsovillighet.



Eva Sikander,
SP Sveriges
Tekniska
Forsknings-
institut



**Per Ingvar
Sandberg,**
civ ing SVR,
K66, SP

Försämrade luftkvalitet

Luftflöde genom otätheter i byggnadsskalet för med sig sitt innehåll av gaser och partiklar. Otätheter kan då utgöra en oönskad spridningsväg för olika typer av ämnen som påverkar luftkvaliteten negativt.

Spridning mellan lägenheter. Otätheter i lägenhetsskiljande väggar medför risker för att matos, tobaksrök mm sprids mellan lägenheter. Beroende på vindförhållanden och injustering av ventilationssystemet finns ofta tryckskillnader mellan lägenheter som skapar luftförelser och spridning av oönskade ämnen.

Spridning av brandgaser. Lägenheter är normalt egna brandceller. Lägenhetsskiljande väggar är alltså brandcellsavskiljande och skall därför vara täta mot genomsläpp av flammor och gaser.

Spridning av markradon. Radon från marken är den vanligaste orsaken till radon i byggnader. Radonet transporteras in i byggnaden med jordluft som sugas in genom otätheter i grundkonstruktionen. Det enda säkra sättet att undvika inträngning av markradon är att göra byggnadsdelarna mot marken täta.

Spridning utifrån. I många fall har uteluften större föroreningshalter än vad som är acceptabelt och det är då nödvändigt att uteluften filteras och/eller att luftintagen placeras där luftkvaliteten är bättre. I områden med dålig luftkvalitet utomhus är det alltså av stor vikt att ventilationen sker genom ventilationssystemet och inte genom okontrollerad infiltration. God lufttätet är för övrigt också en förutsättning för god ljudisolering i fasader.

Fuktskador

Inneluft som läcker ut genom otätheter i byggnadsskalet kyls av. Om temperaturen sjunker till daggpunkten kondenserar vattenånga ur luften och fukt ansamlas i byggnadskonstruktionen. Denna mekanism

brukar kallas fuktkonvektion och kan ge allvarliga fuktskador eftersom ganska stora mängder fukt kan kondensera under kort tid. Den viktigaste förutsättningen för att undvika skador av fuktkonvektion är att undvika otätheter och luftläckage.

Lönsamhet och lufttätt byggande

Att bygga lufttätt innebär extra kostnader i produktionsskedet, kostnader som i lönsamhetskalkylen betalas tillbaka under kommande år genom t ex energibesparingar och ökade hyresintäkter. Här beskrivs en enkel modell som kan ligga till grund för beslut om fastighetsägaren skall välja att bygga lufttätt eller att göra som vanligt.

Modellen är uppdelad i två delar, den vänstra i vilken man lägger

”Vi konstaterar att det med stor sannolikhet är lönsamt för fastighetsägaren att bygga sitt hus lufttätt”

in sina ingångsdata och den högra där resultatet visas i form av sär-intäkter och särkostnader samt ett totalt projektresultat i kkr/år. Modellen bygger på att engångsinvesteringskostnader är omgjorda till annuiteter – årskostnader – enligt traditionell investeringskalkyl. I ett exempel används vår modell för att analysera vad det innebär att vid nybyggnad ställa krav på lufttätthet i stället för att göra ”som vanligt”.

Vi konstaterar att det med stor sannolikhet är lönsamt för fastighetsägaren att bygga sitt hus lufttätt – det är energibesparingen som är den mest konkreta vinsten. Emellertid kommer nog de mjuka faktorerna – ökad trivsel, minskad spridning av dålig luft och bättre ljudisolering – att vara väl så betydelsefulla i det långa loppet, även om de inte har tilldelats några konkreta värden i ovanstående kalkyl.

Byggherrens krav för lufttät byggnad

Byggherrens arbete och styrning av lufttätthetsfrågorna har stor betydelse för om byggnaden skall bli lufttät eller inte. I (Sandberg m fl 2007) presenteras exempel på krav som byggherren kan ställa och hur dessa kan följas upp. Byggherrens styrning sker genom att:

- formulera tydliga krav avseende lufttätthet
- tydliggöra ansvarsfördelning
- kontrollera/säkerställa att de upphandlade aktörerna har erforderlig kompetens
- följa upp att kraven uppfyllts

Byggherrens krav för lufttät byggnad är flera och sträcker sig över flera skeden i byggprocessen

- En ansvarig för lufttätthetsfrågorna skall anges hos projektören.

Figur 3. Exempel på lönsamhetskalkyl för projekt med två hyresfastigheter som byggs lufttäta. Modellen har tagits fram vid Högskolan i Halmstad.

Indata		Enh (bruksarea)	Kalkyl		Engångs-kostnad	Årskostnad
Ökad arbetstid hus nr 1		0,5 tim/m ²	Kostnader			
Arbetskostnad		400 kr/tim	Extra arbetstid		190 kr/m ²	
Kontroll		0,05 tim/m ²	Ökad kontroll		25 kr/m ²	
Kontrollantkostnad		500 kr/tim	Utbildning av arbetare		5 kr/m ²	
Livslängd (LCC)		10 år	Övriga kostnader		20 kr/m ²	
Kalkylränta		5 %	Summa kostnad		240	31 kr/m² och år
Annuitetsfaktor		0,1295	Intäkter			
Utbildningskostnad		20000 kr/projekt	Minskad energiåtgång			55 kr/m ² och år
Övriga kostnader		20 kr/m ²	Minskade åtgärder för fuktskador			3 kr/m ² och år
Antal hus i projektet		2 st	Ökad uthyrningsgrad			5 kr/m ² och år
BRA per hus		2000 m ² BRA	Ökad hyresnivå			20 kr/m ² och år
Inkörningsstal		0,95	Ökad trivsel och komfort			
Inkörningsfaktor ack mvärde		0,95	Minskad spridning av partiklar			
			Bättre ljudisolering			
Minskad energiåtgång		55 kWh/m ² och år	Summa intäkt			83 kr/m² och år
Energikostnad		1 kr/kWh				
Åtgärder för fuktskador		10000 kr/år och projekt				
Hyresnivå		1000 kr/m ² och år				
Ökad uthyrningsgrad		0,5 %				
Ökad hyresnivå		2 %				
			Täckningsbidrag (TB)			51 kr/m² och år
			Totalt täckningsbidrag (TTB för projektet)			206 kkr/år



Figur 4. Plastfoliens montering i fönstersmyg samt anslutning mot fönsterkarm som visat sig ge bra lufttätthet. Bilden är tagen i kvarteret Nornan i Glumslöv.



Figur 5. Plastfolien är klämd med plåttregel med mellanliggande tätremsa mot betongbjälklaget för att skapa en lufttät anslutning. Bilden är tagen i kvarteret Nornan i Glumslöv.

- Projekteringen skall ge förutsättningar för att byggnaden uppfyller täthetskravet, som kan vara (beroende på ambitionsnivå och andra förutsättningar) 0,2 till 0,6 l/m²s vid 50 Pa tryckskillnad
- Projekteringen skall ge goda förutsättningar för lufttätthet som är beständig
- Projektering för lufttät byggnad skall tydligt redovisas på detaljnivå
- En ansvarig för byggnadens lufttätthet utses av entreprenören
- Arbetsplanering skall utföras och en plan för egenkontroller skall upprättas
- Utbildning av personal på byggarbetsplats skall genomföras
- Resultat från egenkontroller skall dokumenteras.
- Mätningar och läckagesökning skall genomföras i tidigt skede
- Verifierande mätning skall genomföras vid färdigställande av byggnadens klimatskal och skall uppfylla det aktuella täthetskravet.

"Den viktigaste förutsättningen för att undvika skador av fuktkonvektion är att undvika otätheter och luftläckage"

Läs mer på internet
www.sp.se

Författarnas e-post
pi.sandberg@sp.se
eva.sikander@sp.se

Informationsmaterial

I projektet har Eric Werner, Tecknaren AB, arbetat fram ett informationsmaterial om lufttätt byggande.

- "Tidningen" *Lufttäthetens Lov* på fyra sidor innehåller de viktigaste projektresultaten och är avsedd att spridas i hela byggsektorn.
- Affischen *"Täta tätt!"* i A3-format eller större är avsedd att hängas upp i byggbodas och korridorer för att göra olika aktörer inom byggsektorn uppmärksamma på behovet av bättre lufttätthet.
- PowerPoint-presentationen *"Otätheten suger"* innehåller ca 50 bilder med kommentarer om konsekvenser och kostnader av bristande lufttätthet.
- En populärversion av projektets slutrapport, *"Lufttäthetens Handbok"* har tagits fram och distribueras genom Sveriges Byggindustrier.
- Slutrapporten *"Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Etapp B. Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler"* (författare Per Ingvar Sandberg m fl.), SP Rapport 2007:23.

Det mesta av informationsmaterialet finns tillgängligt på SPs hemsida (www.sp.se) och kan laddas ner utan kostnad.

Referenser

1. Sandberg, P.I. och Sikander E., 2004. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning. SP Rapport 2004:22.
2. Sandberg, P.I. m fl., 2007. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Etapp B. Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler. SP Rapport 2007:23.