

Bilaga 3:

Byggherrens kravformulering

Här följer råd och anvisningar samt ett flertal förslag till hur byggherren kan formulera krav på lufttäthet.

Genomtänkta och väl formulerade lufttäthetskrav är en förutsättning för att lyckas med god lufttäthet. Det handlar dels om att välja rätt nivå på kraven, dels att formulera dem tydligt så att missuppfattningar undviks.

ByggaL ger i första hand förslag på hur lufttäthetskrav kan formuleras och följas upp. När det gäller kravnivån (prestandan) är den kopplad till byggherrens ambition och den tänkta verksamheten i byggnaden. Självklart måste dessutom Boverkets byggregler (BBR) alltid uppfyllas. ByggaL ger förslag på vissa riktlinjer att utgå ifrån vid val av kravnivåer.

Byggherrens ambitionsnivå

Ambitionsnivån hos byggherren ligger till grund för de krav som formuleras för den lufttäta byggnaden. Ambitionsnivån kan variera från byggherre till byggherre samt från ett projekt till ett annat. Avgörande för vilken nivå byggherren väljer kan t ex vara vilken energianvändning som byggherren är beredd att acceptera och vilken termisk komfort eller luftkvalitet som brukarna av byggnaden förväntar sig. Vidare kan entreprenadform och ekonomiska resonemang avgöra valet av ambitionsnivå.

Byggherrens ambitionsnivå återspeglas framförallt i:

- **Eget engagemang.** I vissa projekt kan det vara motiverat att koppla en specialist till projektet som stöd för byggherrens kravställande och uppföljning av lufttäthetsfrågorna.
- **Kravformulering**
- Val av **entreprenadform**
- Vilken **kompetens som handlas upp** vid val av projektörer och entreprenörer. Bland annat kan hänsyn tas till kompetens vid upphandling genom att värdera referensobjekt, rutiner och kvalitetssäkringsarbete vid sidan om pris. För referensobjekt är det viktigt att det framgår att det är samma personal som anlitas i det offererade arbetet som i referensobjektet.
- Att erbjuda **utbildning/information** från byggherrens sida för att uppmärksamma att lufttätheten är en viktig aspekt som kommer att följas upp i projektet (kombineras gärna med fuktsäkert byggande och energieffektiva byggnader).
- Formulerad **konsekvens** om krav inte uppfylls.
- Eventuell **belöning** om kraven uppfylls eller vissa angivna nivåer nås.

Förslag på kravformulering avseende lufttätthet

ByggaLs förslag på kravformulering är indelade efter krav på prestanda, verifiering och kvalitetssäkring.

Krav på prestanda omfattar tekniska krav på lufttätthet. Förutom lufttätthetskravet omfattar det förslag på lufttätthetskrav som kan ställas på fönster, dörrar och portar samt krav på begränsning av punktläckage. Verifieringsdelen omfattar förslag på hur prestandakraven ska verifieras och under avsnitt kvalitetssäkring finns förslag på krav som kan ställas i syfte att kvalitetssäkra arbetet med byggande av lufttäta byggnader.

I tabellen nedan redovisas kravformuleringsförslag. Kompletterande information ges efter tabellen.

Tabell 3.1. Kravformuleringsförslag

<p>1. Prestanda</p>	<p>Lufttätthetsstal</p> <p>1. Byggnadens klimatskärm ska vara så lufttät att det genomsnittliga luftläckaget ej överstiger $X \cdot l / \text{sm}^2 (A_{om})$ vid $\pm 50 \text{ Pa}$. Areal som avses är A_{om} enligt BBR's definition med förtydligande i branschstandard ByggaL.</p> <p><i>*Ange lufttätthetsstalet med två decimaler.</i></p> <p>Lufttätthetskrav på fönster, dörrar och portar</p> <p>2. Fönster och dörrar ska uppfylla täthetskrav klass 4 avseende lufttätthet enligt SS-EN 14351-1. Klass 4 innebär ett maximalt luftläckage om $3 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$ vid 100 Pa tryckskillnad.</p> <p>3. Dörrar i lägenhetsavskiljande innerväggar (interna luftläckage) ska uppfylla täthetskrav klass 4 avseende lufttätthet enligt prSS-EN 14351-2 (SS-EN 12207). Klass 4 innebär ett maximalt luftläckage om $3 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$ vid 100 Pa tryckskillnad.</p> <p>4. Industriportar, garagedörrar och dylikt ska uppfylla täthetskrav klass 4 avseende lufttätthet enligt SS-EN 13241. Klass 4 innebär ett maximalt luftläckage om $3 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$ vid 50 Pa tryckskillnad.</p> <p>Begränsning av punktläckage</p> <p>5. Större punktläckage i klimatskärmen accepteras ej med hänsyn till risk för fuktkonvektion, försämrade termisk komfort samt spridning av föroreningar och markradon. Bedömningskriterier enligt bilaga 10 i branschstandard ByggaL ska tillämpas.</p>
----------------------------	--

<p>2. Verifiering</p>	<p>Lufttäthetsmätning</p> <p>1. Mätning och rapportering av byggnadens lufttäthet ska utföras enligt SS-EN ISO 9972:2015 metod 2, anpassad efter anvisningar i branschstandard ByggaL.</p> <p>Luftläckagesökning</p> <p>2. I samband med lufttäthetsmätning ska luftläckagesökning utföras med hjälp av värmekamera och lufthastighetsgivare/rök. Resultatet ska dokumenteras.</p> <p>Kompetenskrav</p> <p>3. Lufttäthetsmätning och luftläckagesökning ska utföras av Diplomerad Lufttäthetsprovare eller person med likvärdig kompetens.</p> <p>Uppföljning vid garantitidens utgång</p> <p>4. I syfte att följa upp och utvärdera lufttäthetens beständighet ska lufttätheten kontrolleras i samband med garantitidens utgång. Mätning och rapportering av byggnadens lufttäthet ska utföras enligt SS-EN ISO 9972:2015 metod 2, anpassad efter anvisningar i branschstandard ByggaL. I samband med lufttäthetsmätning ska luftläckagesökning utföras med hjälp av värmekamera och lufthastighetsgivare/rök. Kontrollen ombesörjs och bekostas av byggherren.</p> <p><i>Byggherren kan överväga att införa villkor för resultatet från denna uppföljning.</i></p>
------------------------------	--

<p>3. Kvalitetssäkring</p>	<p>Projektering</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ansvarig för byggnadens lufttätthet ska utses hos projektören. Denne leder och ansvarar för lufttätthetsfrågorna i projekteringen. 2. Kritiska konstruktionsdetaljer ska identifieras och detaljprojekteras samt redovisas på detaljnivå med hjälp av ritningar och beskrivningar. <p>Produktion</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Ansvarig för byggnadens lufttätthet ska utses hos entreprenören. Denne leder och ansvarar för lufttätthetsfrågorna under produktion. 4. Kritiska produktionsmoment ska identifieras, planeras och vid behov arbetsberedas. Plan för, och resultat från, egenkontroll och arbetsberedningar ska redovisas för byggherren. <p>Material- och produktval</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Produkter för lufttätning (t ex folier och tätningsdukar, skarvhjälpmiddel, tätningsdetaljer m m) ska ha dokumenterad åldringsbeständighet och vara kompatibla med de material som de monteras mot. Dokumentation (t ex certifikat) som redovisar/bekräftar dessa egenskaper ska redovisas. 6. Dokumentation som redovisar lufttätthetsklass på fönster, dörrar och portar ska redovisas. <p>Tidig luftläckagesökning</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Lösningar, materialval och utförande ska utvärderas i ett tidigt skede av produktionen av entreprenören genom att det lufttäta skiktet färdigställs i del av byggnad (t ex en lägenhet) varpå luftläckagesökning utförs. Luftläckagesökningen och utvärderingen ska dokumenteras och redovisas för byggherren. <p>Utbildning</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Personalen på byggarbetsplatsen (bygg-, el-, ventilation-, VVS-personal) ska delta i halvdagsutbildning som tillhandahålls av byggherren och genomförs i samband med att arbetena påbörjas. 9. Personalen på byggarbetsplatsen (bygg-, el-, ventilation-, VVS-personal) ska genomgått utbildningen Energibyggare (www.energibyggare.se) med godkänt resultat.
-----------------------------------	--

1. Prestanda

Lufttättheten påverkar många funktioner i en byggnad. Ofta är det energiperspektivet som är utgångspunkt vid dimensionering av lufttätetskravet. Vid kravställning bör dock lufttätets påverkan på andra funktioner också vägas in och värderas varpå dimensionerande krav på lufttätets prestanda formuleras.

Exempel på faktorer som kan påverkas av byggnadens lufttätthet är:

- Energianvändning
 - Transmissionsförluster
 - Ventilationsförluster
- Hygien (renrum, t ex operationssal)
 - Spridning av föroreningar
- Innemiljö
 - Termisk komfort – drag, kalla golv
 - Luftkvalitet, styrning av luftflöden (funktion hos ventilationssystem)
 - Luftkvalitet, spridning av föroreningar (lukter, partiklar, gaser inkl. radon)
 - Buller – försämrade ljudisolering
- Fuktsäkerhet
 - Fuktkonvektion
- Annat?

1.1 Lufttätetal

Lufttätetal $\leq 0,20 \text{ l/sm}^2$ kan generellt anses representera ett ambitiöst lufttätetskrav. Om lufttäteten inte bedöms vara så viktig kan större luftläckage tillåtas, t ex $\leq 0,50 \text{ l/m}^2\text{s}$. Kravet får dock aldrig vara sämre än antaget maximalt luftläckage i byggnadens energibalansberäkning.

När lufttätetskravet är ställt ur energisynpunkt ska enligt branschstandard ByggaL lufttätetal redovisas i enheten l/sm^2 där arean som avses är A_{om} enligt BBR's definition med förtydligande i branschstandard ByggaL. Andra areadefinitioner eller enheter kan vara motiverade beroende på dimensionerande egenskap/funktion för lufttätetskravet. Ett exempel på detta kan vara när lufttätetskravet är ställt med utgångspunkt ifrån hygienkrav i operationssalar. Väljs en annan areadefinition än A_{om} eller en annan enhet än l/sm^2 måste byggherren tydligt redovisa och definiera denna i sitt lufttätetskrav.

Ange lufttätetskravet med två decimaler för att undvika tolkningsproblem. Matematiskt kan ett uppmätt lufttätetal på t ex $0,44 \text{ l/sm}^2$ avrundas till $0,4 \text{ l/sm}^2$. Har kravet på $0,4 \text{ l/sm}^2$ uppfyllts då?

Redovisa hur avvikelser från prestandakrav ska hanteras.

Observera att byggnadens geometri i form av relationen mellan klimatskärmens golv- tak- och ytterväggsytor påverkar arbetsinsatsen för att nå ett visst lufttätetal. Generellt sett brukar det vara lättare att skapa lufttäta golvkonstruktioner jämfört med ytterväggskonstruktioner eftersom ytterväggarna brukar ha mer skarvar, anslutningar och genomföringar i det lufttätande skiktet (fönster, dörrar, genomföringar för installationer m m). Av detta resonemang följer att det generellt sett är lättare att uppnå god lufttätthet i en stor enplansbyggnad jämfört med en flervåningsbyggnad med samma klimatskärmsarea eftersom andelen ytterväggsarea i relation till golv- och takarea är större i flervåningsbyggnaden.

1.2-1.4 Lufttäthetskrav på fönster, dörrar och portar

- 1.2 Klass 4 kan generellt anses vara ett lämpligt krav.
- 1.3 Klass 4 kan generellt anses vara ett lämpligt krav där inget särskilt krav på intern lufttät-het för övrigt ställs.
- 1.4 Klass 3 är den på marknaden vanligast förekommande lufttäthetsklassen på industripor-tar, garagedörrar och dylikt (år 2017). Klass 4 kan anses vara ett rimligt krav där lufttät-hetsfrågan prioriteras. Högre lufttäthetsklass kan vara motiverat i byggnader med skarpa lufttäthetskrav. Ett problem är dock att urvalet av produkter som klarar klass 5 eller högre är begränsat i nuläget (år 2017).

1.5 Begränsning av punktläckage

Redovisa eventuella krav kopplat till luftläckagens placering i byggnaden. Med hänsyn till risk för spridning av markradon är lufttätheten mot mark extra viktig. Med hänsyn till risk för fukt-konvektion är lufttätheten i vindsbjälklag/parallelltak samt ytterväggar i övre delar av byggnaden extra viktig. Särskilt i byggnader med verksamhet som genererar stora fukttillskott, t ex badhus. Med hänsyn till termisk komfort så är luftläckage i anslutning till golvvinklar och fönster extra känsliga.

Bedömningskriterier för luftläckage redovisas i bilaga 10.

2. Verifiering

2.1 Lufttäthetsmätning

I provningsstandard SS-EN ISO 9972:2015 finns tre olika metoder för genomförande av lufttät-hetsmätningen. Byggherren måste ange enligt vilken av metod 1, 2 eller 3 lufttäthetsmätningen ska utföras. Om metod 3 anges måste byggherren även i klartext detaljerat precisera vilka öppningar i klimatskalet som ska lämnas öppna, stängas respektive tätas vid provningen i enlighet med kapitel 5.2.3 i SS-EN ISO 9972:2015. Denna precisering ska göras i samma handling och på samma ställe som lufttäthetskravet är angivet.

Om byggherren ej angivit någon metod, eller om byggherren angivit metod 3 men ej i bygg-handlingarna i klartext preciserar vilka öppningar i klimatskalet som ska lämnas öppna, stängas respektive tätas, väljs istället metod 2.

I bilaga 7 finns ytterligare information om de olika metoderna samt stängnings- och tätningsan-visningar.

Om lufttäthetsstalet verifieras före byggnaden är helt färdigställd, finns det i bilaga 8 en specifi-kation över lägsta nivå på färdigställandegrad som ska vara uppfylld vid lufttäthetsmätningen, såvida inte byggherren angivit något annat.

Vid verifiering av ett lufttäthetskrav som ställts på en hel byggnads klimatskärm rekommende-rar ByggaL att hela byggnadens klimatskärm provas där så är möjligt.

2.2 Luftläckagesökning

Även om lufttäthetsmätningen visar att lufttäthetsstalet uppfylls så bör det alltid utföras en luftläckagesökning i syfte att säkerställa att det inte förekommer punktläckage som äventyrar väsentliga funktioner i byggnaden.

Skilj på luftläckagesökning med värmekamera och termografering (luftläckagesökning med värmekamera utgör enbart en del av en fullständig termografering).

2.3 Kompetenskrav

Provning ska utföras av person som har kompetens och erfarenhet inom lufttäthetsprovning av byggnader och kan utföra och redovisa lufttäthetsmätningar i enlighet med tryckprovningssmetod SS-EN ISO 9972:2015.

Anm. RISE (tidigare SP) har utvecklat och administrerar utbildningen Diplomerad Lufttäthetsprovare. En diplomerad Lufttäthetsprovare har dokumenterad utbildning samt verifierad kompetens och erfarenhet inom lufttäthetsprovning av byggnader. Diplomerade Lufttäthetsprovare finns listade på www.byggal.se

2.4 Uppföljning vid garantitidens utgång

Det är komplicerat och svårt att bedöma beständigheten i lösningar och utförande. Uppföljning likt detta förslag kan vara ett sätt att driva utvecklingen framåt. Det innebär också att utvärderingen måste ske med eftertanke och viss försiktighet. T ex måste provningsförhållandena och eventuell påverkan på lufttätheten genom brukande av byggnaden eller vid byggnadstekniska åtgärder beaktas vid jämförelse av provresultat från olika tidpunkter.

3. Kvalitetssäkring

Se även branschstandard ByggaL – metodgenomgång.