

Bilaga 6:

Omslutningsarea

Sammanfattning

ByggaL definierar i detta avsnitt hur omslutningsarean ska beräknas såvida det inte erhålls andra uppgifter i det enskilda projektet. Att rätt omslutningsarea används när lufttätethetsstalet ska beräknas är lika viktigt som att själva luftläckageflödesmätningen sker på ett korrekt sätt. Även om korrekt luftflöde uppmätts, erhålls fel lufttätethetsstal om luftflödet divideras med felaktig omslutningsarea.

- **Om klimatskalets lufttätethet ska verifieras ska i första hand hela byggnaden mätas.**
- **Uppmätt luftläckageflöde ska fördelas på den area som är relevant utifrån syftet med lufttätethetsmätningen.**
- I de flesta fall är lufttätethetskravet på klimatskärmens lufttätethet i första hand ställt med syfte på energianvändning. ByggaL utgår därför ifrån det såvida byggherren inte tydligt anger något annat.
- **När ett lufttätethetskrav är ställt med syfte på energianvändning är utgångspunkten att de areor som det förekommer energiförluster genom utgör omslutningsarean för lufttätethetsmätningen, det vill säga klimatskalet enligt Boverkets byggreglers (BBR) definition av A_{om} :**
Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmda delar av bostäder eller lokaler. Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen.
- **Detta innebär att när ett lufttätethetskrav är ställt med syfte på energianvändning ingår enbart klimatskalets area i omslutningsarean även i sådana fall då enbart delar av byggnader lufttätethetsmäts, t ex enskilda lägenheter.** Hantering av interna läckage som i sådana fall kan påverka resultatet för lufttätethetsmätningen redogörs för under rubrik ”Problematik med omslutningsarea och lufttätethetsmätning vid delprovning av byggnad”. För vissa typer av byggnader, t ex större flerbostadshus med entré via loftgång i kombination med lätta luftotäta lägenhetsskiljande konstruktioner kan klimatskalets lufttätethet i praktiken vara omöjlig att mäta.
- **När ett lufttätethetskrav är ställt med annat syfte än energianvändning kan andra ytor än enbart klimatskalets area vara aktuella att fördela luftläckaget på.** Detta gäller t ex operationssalar där lufttätethetskrav i första hand ställs ur ett hygienperspektiv.
- **Beskriv alltid tydligt i rapport vilka areor som medräknats i omslutningsarea. Motivera vid tveksamheter.**

Inledning

I de flesta fall är lufttätetskrav (lufttätetstal) i första hand ställt med syfte på energianvändning, varför ByggaL utgår från det. **När lufttätetskrav är ställt med syfte på energianvändning är utgångspunkten att de areor som det förekommer energiförluster genom utgör omslutningsarea för lufttätetsmätningen, det vill säga klimatskalet, enligt Boverkets byggreglers (BBR) definition av omslutningsarea A_{om} :**

Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmda delar av bostäder eller lokaler. Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen.

Som hjälpmedel vid areaberäkning finns även ”Sveby PM – Förtydligande av areadefinitioner för tempererad golvarea, köldbryggor och lufttätetsmätningar” (Sveby, 2017) som tagits fram med avsikt att förtydliga BBRs definition. ByggaL ger ytterligare förtydliganden under rubrik ”Beräkning av klimatskalets omslutningsarea” nedan.

Vid lufttätetsmätning av klimatskalets lufttätet är huvudalternativet enligt ByggaL att hela byggnaden provas på en gång. Det är bara uppmätt lufttätetsvärde för hela byggnaden som helt rättvist kan jämföras med den i energiberäkningen antagna lufttäteten för hela byggnaden och framför allt är det bara uppmätt lufttätetsvärde för hela byggnaden som kan användas om energiberäkningen ska uppdateras med verkligt värde för klimatskalets lufttätet. Problematiken med delprovningar redogörs för under rubrik ”Problematik med omslutningsarea och lufttätetsmätning vid delprovning av byggnad” nedan.

Byggherren behöver för tydlighets skull alltid i sitt lufttätetskrav definiera vilka areor som ska ingå i omslutningsarean, t ex genom att hänvisa till BBRs definition. Eventuella undantag ska anges. **Om areadefinition saknas eller är otydlig i lufttätetskravet ska BBRs definition användas.**

Om lufttätetskrav inte är ställt med syfte på energianvändning kan andra areor än enbart klimatskal vara aktuella att medräkna. Ett exempel är lufttätetskrav ställda ur hygienperspektiv för operationssalar. I sådana fall **måste** byggherren i sitt krav också specificera/definiera vilka areor som ska ingå i omslutningsarean.

Inhämtande av uppgift om ställt lufttätetskrav och framtagande av areauppgifter

Det åligger den som utför lufttätetsmätningen att inhämta byggherrens lufttätetskrav. Vanligen anges kraven i rambeskrivning, teknisk beskrivning eller dylikt dokument för byggnationen. I kravformuleringen ska alla för lufttätetsmätningen väsentliga uppgifter framgå, t ex hur omslutningsarean ska definieras, eller att hänvisning där finns till andra dokument som berör lufttätetsmätningen.

Den som ska utföra lufttätetsmätning kan inte i varje enskilt fall veta hur det resoneras i energiberäkningar etc vad gäller areaberäkning och vilka areor som har förutsatts läcka luft (se rubrik ” Olika lufttätet i olika klimatskalsytor i energiberäkning” nedan). ByggaL definierar i denna bilaga hur omslutningsarean ska beräknas såvida det ej erhålls andra uppgifter i det enskilda projektet. Om det utifrån ritningar förekommer tveksamheter om hur arean ska beräknas i det enskilda fallet kan detta även behöva kontrolleras mot energiberäkningen för att där se vilka areor det antagits förekomma luftläckage igenom.

Uppgift om omslutningsarea kan erhållas som uppgift från någon part i projektet eller tas fram genom egen beräkning av den som ska utföra lufttäthetsmätningen. Area kan tas fram genom mätning på plats eller mätas på ritning (även t ex erhållas från en 3D-modell). När lufttäthetskravet är ställt med syfte på energianvändning kan uppgift om omslutningsarea även tas från energiberäkningen, såvida hela byggnaden provas på en gång. Vid nyttjande av uppgift om omslutningsarea från energiberäkning, beakta dock att den kan vara inaktuell om ritningar/byggnad ändrats efter det att energiberäkningen utförts. Energiberäkning kan vara utförd i ett mycket tidigt skede i byggprocessen. Det kan även förekomma att den som utfört energiberäkningen inte beräknat omslutningsarean helt i enlighet med BBRs definition av omslutningsyta klimatskal A_{om} .

Den som utför lufttäthetsmätningen ska alltid kontrollera erhållen eller egen beräknad omslutningsarea, t ex genom egen separat överslagsberäkning med rimlighetsbedömning (det vill säga det är tillåtet att kontrollera sig själv) alternativt att någon annan går igenom beräkningen.

Beräkning av klimatskalets omslutningsarea

Allmänt

Utgå från BBRs definition av A_{om} om ej annan information erhålls i det enskilda fallet som direkt motsäger detta. Som hjälpmedel vid areaberäkning finns även Svebys PM (2017).

Om areaberäkning görs utifrån ritningar, tillse att gällande ritningar används. **Inre färdig yta i färdigställd byggnad avses, och med detta avses den totala inre arean av klimatskalet som omger den trycksatta ”volymen”.** Även om täthetsmätning utförs i byggskedet med synlig plastfolie, det vill säga innan eventuell inre installationsspalt isolerats och inre skivbeklädnad monterats, räknas omslutningsarea enbart till den inre yta som kommer att finnas i färdig byggnad. Detta för att erhålla samma omslutningsarea oavsett provtillfälle.

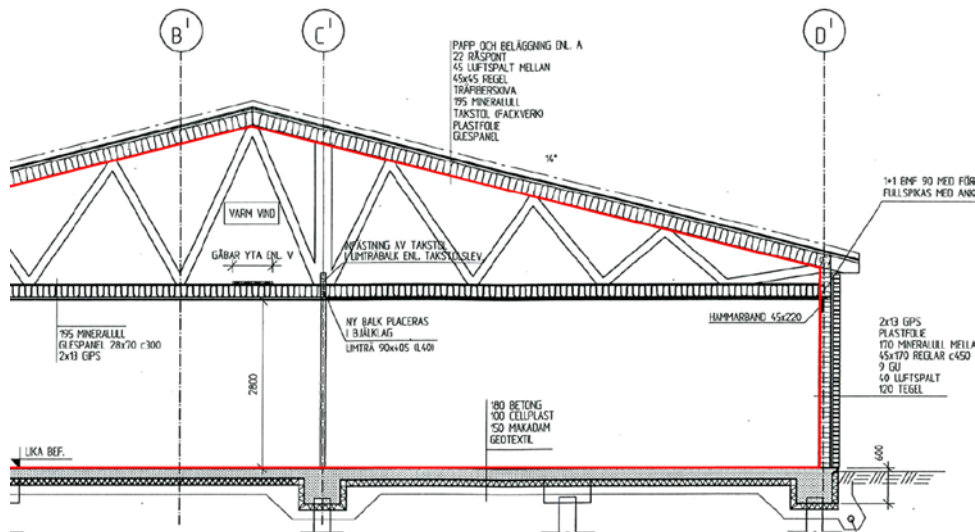
Vägledning med exempel för bestämning av yta för areaberäkning

Det förekommer ibland tvksamheter kring vad som ska betraktas som inre yta vid beräkning av omslutningsarea. Här följer några vägledande exempel som redovisar av hur ByggaL anser att dessa ska hanteras.

1. Lösa och fasta undertak

Lösa eller fasta undertak räknas ej som inre yta (förutsatt att ett fast undertak ej avses utgöra lufttätande skikt varvid det ska räknas som inre yta). I dessa fall räknas yta upp till det egentliga takets inre yta, det vill säga den riktiga klimatskärmens inre yta. Detta gäller även om det lagts en ljusisolering direkt ovanpå undertaket. Figur 6.1 visar ett exempel med varm vind.

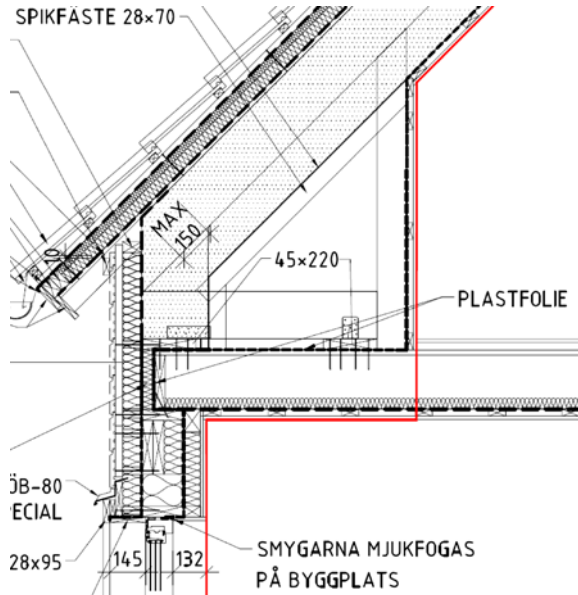
Observera dock att arean aldrig får räknas längre ut i konstruktionen än till plastfoliens placering. Skulle t ex plastfolien ligga direkt ovan undertaket och det sedan ovanför plastfolien finns ett stort installationsutrymme och sedan ovan det värmeisolering, får inte arean räknas längre upp än till plastfolien, eftersom den utgör tryckgräns.



Figur 6.1. Röd linje visar omslutningsyta. I detta fall ligger plastfolien i parallelltaket över en varm vind. Eftersom det inte finns någon beklädnad innanför folien i parallelltaket räknas takarean till folien i detta fall. Observera att vid provning av denna konstruktion måste det säkerställas att det inte uppstår något tryckfall över det nedre bjälklaget, det vill säga vindslucka etc i mellanbjälklaget måste vara öppen.

2. Kattvind

Plastfoliens placering vid kattvindar kan variera. På figur 6.2 är plastfolien dragen i stödbensväggen och isoleringen är placerad i snedtaket varvid arean räknas till inre yta enligt figuren.



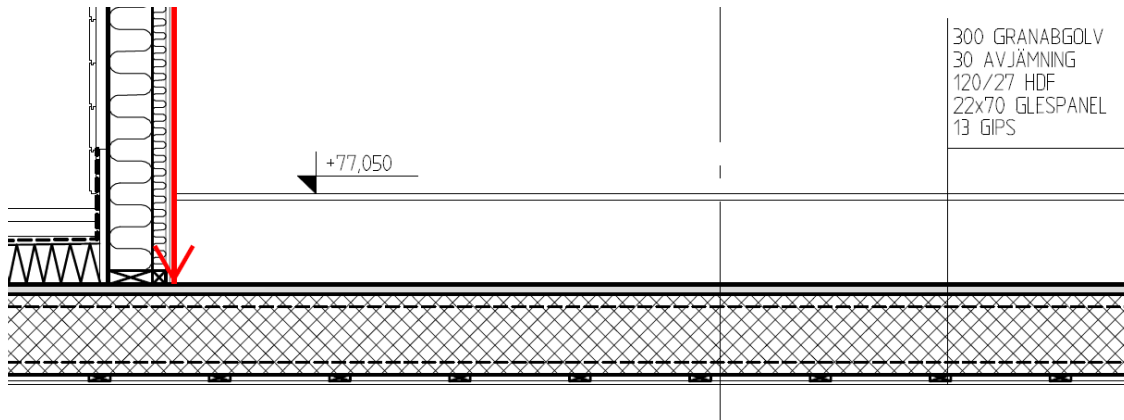
Figur 6.2. I detta fall ligger plastfolien lokalt en bra bit innanför värmeisoleringen. Arean beräknas till inre yta enligt röd linje.

3. Installationsspalt i yttervägg

I ytterväggar ligger ofta plastfolien utanför en installationsspalt. Smala installationsspalter (45 mm) är ibland oisolerade, ibland isolerade. Bredare installationsspalter är vanligen isolerade. Omslutningsarea räknas i samtliga dessa fall endast till insida färdig väggkonstruktion.

4. Installationsgolv

Om installationsgolv förekommer räknas ytterväggens omslutningsyta ner till undergolvet (bjälklagsytan under övergolvet). I detta fall avses enskild lägenhet eller enskilt plan. Om även lägenhet på underliggande planet provas samtidigt, se figur 6.4.



Figur 6.3. Installationsgolv. Ytterväggyta räknas ner till undergolvet (bjälklagsytan under övergolvet). I detta fall avses enskild lägenhet eller ett plan. Om även lägenhet på underliggande planet provas samtidigt, se figur 6.4.

5. Anslutning av mellanbjälklag/innervägg till yttervägg

Det är den inre ytan av klimatskal som omger den trycksatta ”volymen” som ska medräknas. Det innebär att när samma tryck råder på båda sidor av en konstruktion, t ex ett mellanbjälklag eller lägenhetsskiljande vägg, på grund av att lufttäthetsmätning samtidigt utförs i utrymme på båda sidor av dessa, medräknas den klimatskalsarea av ytterväggar, tak på översta plan och golv mot mark som ansluter mot (”täckts av”) mellanbjälklag respektive lägenhetsskiljande vägg (se figur 6.4 som visar yttervägg som ansluter mot mellanbjälklag). Detta överensstämmer med ”overall internal dimensions” enligt SS-EN ISO 9972:2015 och med Svebys (2017) rekommendation/definition. Med att ”lufttäthetsmätning samtidigt utförs på båda sidor” avses antingen att båda utrymmen samtidigt mäts med samma fläkt (det vill säga när det finns interna fria förbindelser mellan utrymmena) eller att mottrycksmätning med samtidig lufttäthetsmätning utförs på båda sidor. För mottrycksmätning med samtidig lufttäthetsmätning räknas då klimatskalsarean för vart utrymme till mitten av den ”täckta” avskiljande konstruktionen enligt figur 6.4.

När ett utrymme mäts enskilt, antingen utan några mottryck i angränsande utrymmen, eller med mottryck i angränsande utrymmen men då lufttätheten ej samtidigt mäts i dessa angränsande mottryckta utrymmen, räknas enbart den inre synliga klimatskalsytan, det vill säga yttervägghöjd får ej räknas till mitten av avskiljande bjälklag och golv- eller takyta klimatskal får ej räknas till mitten av avskiljande vägg i detta fall (se figur 6.4).



Figur 6.4. Ytterväggshöjd som får medräknas till omslutningsarea vid lufttätthetsmätning av ett respektive flera plan. Figuren är ett vertikalsnitt men principen gäller även horisontalsnitt vid provning av lägenheter.

6. Tak med TRP-plåt

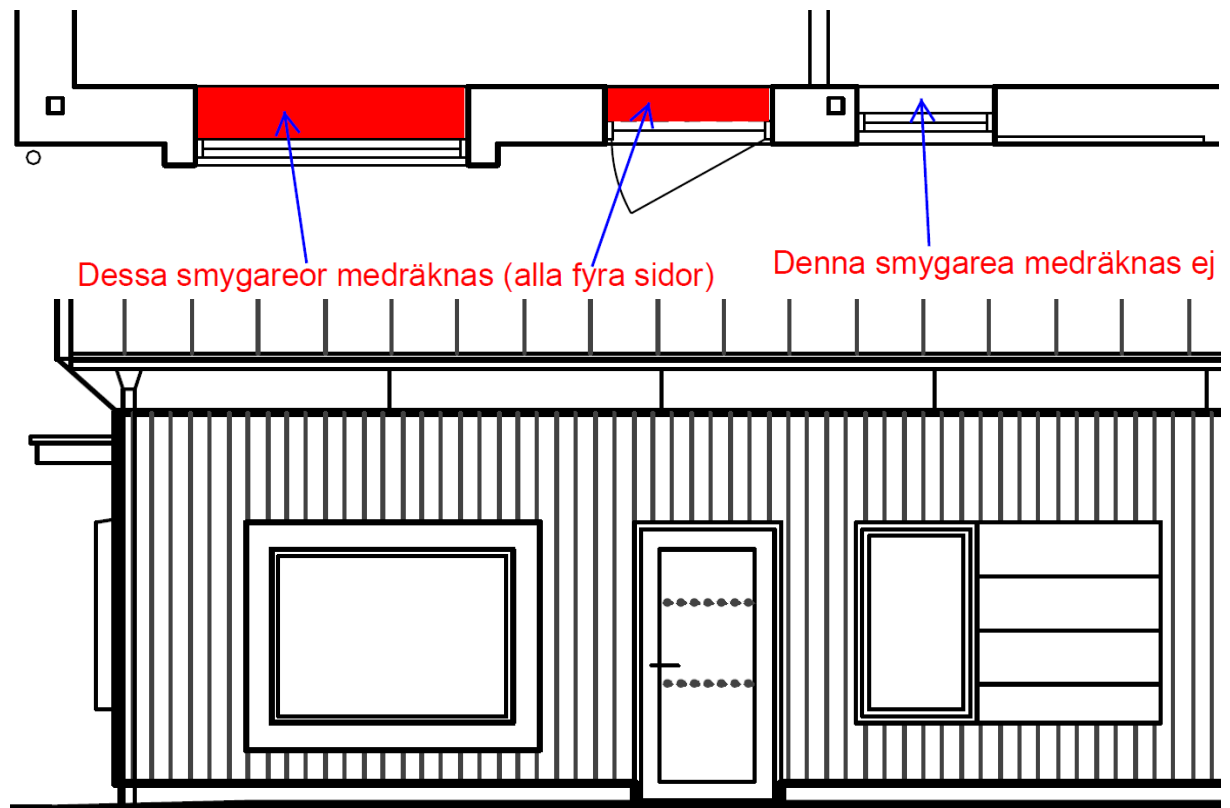
Vanligen finns en plastfolie ovan TRP (direkt ovan eller en liten bit upp i isoleringen). TRP-plåten är vanligen inte lufttät, sett till hela ytan med TRP med skarvar, genomföringar etc (en enskild plåt är dock lufttät såvida den ej är perforerad), därför kan ytterväggshöjd räknas till överkant av TRP om plåtytan är synlig. I sällsynta fall kan plastfolien ligga under TRP, räkna då ytterväggshöjd endast upp till folien. Om TRP är isolerad på undersidan, eller på annat sätt inklädd på undersidan så plåtytan inte syns räknas ytterväggshöjd enbart upp till underkant av inklädnaden.

7. Smygar samt elgropar, hissropar etc

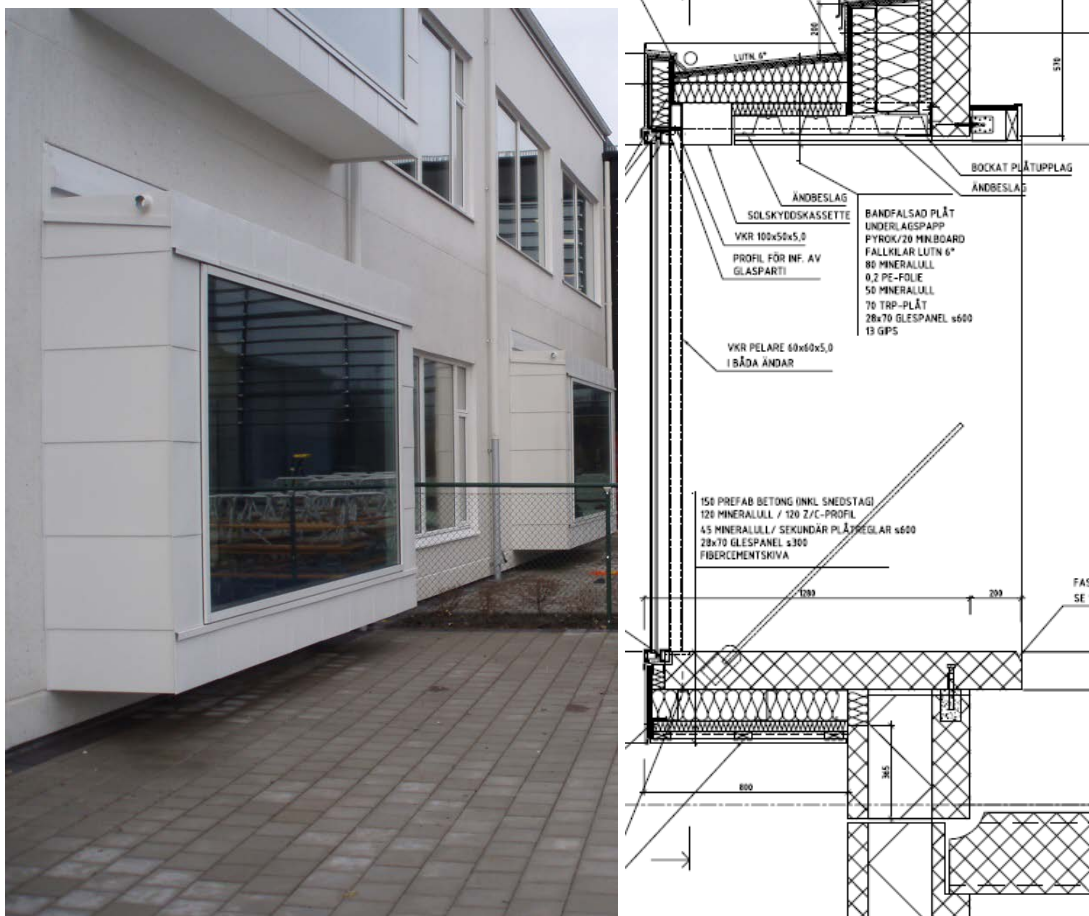
Åtminstone i vissa energiberäkningsprogram finns möjlighet att ange olika lufttäthet för varje enskild konstruktion. Och huruvida det då förutsätts förekomma luftläckage i smygare förefaller variera.

Såvida inte byggherren specificerat huruvida smygare ska ingå i klimatskalets omslutningsarea eller ej, och såvida tillgång ej finns till energiberäkning där detta framgår, behandlas smygare enligt följande, vilket ansluter till Svebys (2017) definition:

Vanliga fönstersmygar som inte utkragar utanför den ordinarie värmeisolerade konstruktionen som omger dem, och som heller inte når ner till golv, medräknas ej. Dörrsmygar och fönstersmygar som når ner till golv (det vill säga som ökar den beträdbara golvytan) får medräknas i sin helhet, det vill säga alla fyra smygytor får medräknas. För lanterniner, utkragande fönster etc där konstruktionen är djupare än ordinarie omgivande konstruktion får också smygytan i sin helhet medräknas (kan likställas med hur burspråk hanteras). Detta är rimligt eftersom det där byggts en ”extra” konstruktion. Se även figur 6.5-6.7. I likhet med utkragande smygar får även ”yttreväggar” i hissgröpar, uppstickade hisschakt och elgröpar medräknas i klimatskalets omslutningsarea.



Figur 6.5. Smygarea som får medräknas respektive ej medräknas i klimatskalets omslutningsarea.



Figur 6.6 och 6.7. Tydligt exempel på fönster som kragnar ut utanför ordinarie konstruktion (i detta fall i praktiken ett burspråk). Utkragningen kan dock vara betydligt mindre och även gälla betydligt mindre fönsterpartier.

Gränsdragningsproblem vid beräkning av omslutningsarea

Gränsdragningsproblem vid beräkning av omslutningsarea kan förekomma vid t ex värmeisolerad lägenhetsvägg mot ett kallare trapphus vid provning av enskild lägenhet (det vill säga provning exklusive trapphus). Gränsdragningsproblem kan t ex också förekomma för lägenhetsskiljande vägg med luftspalt mellan radhus i de fall där uteluft skulle kunna blåsa in i spalten eftersom sådan spalt i vissa fall har förbindelse med t ex vinden eller ut genom yttervägg, det vill säga lufttätande skikt är ej alltid heldraget i yttervägg och tak förbi lägenhetsskiljande konstruktioner i dessa fall. Ytterligare gränsdragningsproblem kan vara kedjehus med mellanliggande garage/förråd och likaså villor med garage/förråd. Om det inte framgår av byggherrens lufttätetskrav vilka areor som ska medräknas i omslutningsarean och vilka utrymmen som ska ingå i lufttätetsmätningen behöver det kontrolleras i vilka konstruktioner det finns lufttätande skikt och vilka utrymmen som är fullt respektive endast delvis uppvärmda. Kontrollera också i energiberäkningen vilka konstruktioner som har förutsatts ha luftläckage och värmeförluster.

Har skiljande konstruktioner i energiberäkning förutsatts ha luftläckage är utgångspunkten att de ska medräknas i klimatskalets omslutningsarea när trycksättning enbart utförs på den ena sidan av konstruktionen. Är det oklart om de förutsatts ha luftläckage men det framgår att de har förutsatts ha värmeförluster är utgångspunkten också att de får medräknas i omslutningsarean. Konstruktioner som inte förutsatts ha några luftläckage ska inte medräknas i omslutningsarean. Är det oklart hur lägenhetsskiljande konstruktion hanterats i energiberäkningen så medräknas inte lägenhetsskiljande vägg med luftspalt mellan radhus i omslutningsarea. Medräkna generellt

heller ej några ytor mellan olika utrymmen som båda avses värmas till mer än 10°C. Använd mottryck för att med säkerhet utesluta interna luftläckage mellan t ex radhusbostäder vars lägenhetsskiljande vägg ej får medräknas i omslutningsarean.

I BBRs definition av omslutningsarea A_{om} anges att area mot delvis uppvärmda utrymmen ingår i omslutningsarean. Vad som avses med delvis uppvärmt utrymme definieras dock ej uttryckligen avseende A_{om} . Med ett delvis uppvärmt utrymme avser ByggaL generellt ett utrymme som endast värms till lägre än eller lika med 10°C, ett utrymme som avses värmas till mer än 10°C räknas som helt uppvärmt. Detta ansluter till Svebys (2017) definition.

Ett förråd eller källare uppvärmd till mer än 10°C kan ingå i en lufttäthetsmätning av anslutande byggnad när det finns fri förbindelse däremellan varvid klimatskalet för dessa utrymmen inkluderas i omslutningsarea A_{om} . Enligt Svebys definition inkluderas dock inte klimatskalets omslutningsarea A_{om} för ett garage som ansluter mot bostad eller ansluter mot annan lokal än garage, även om garaget är uppvärmt till mer än 10°C. Istället räknas enligt Svebys definition arean mellan bostad och garage med i A_{om} även om garaget är uppvärmt till mer än 10°C. Konsekvensen av det blir att ett helt uppvärmt garage ej ska medtagas i lufttäthetsmätningen när anslutande byggnad täthetsmäts, även om det ställts samma krav på lufttäthet för klimatskalet i garaget som för övrig byggnads klimatskal.

Avseende villor är det dock möjligt att garagets klimatskal byggts med avseende att vara lufttätt men vägg mellan bostad och garage ej byggts med avseende att vara lika lufttätt (utgör ej klimatskalsgräns om garaget är helt uppvärmt, utgör då enbart brandcellgräns, och det är lägre brandkrav på sådan brandcellsgräns än vad det är mellan två bostäder). Det kan ej uteslutas att det i enskilda fall därför kan förefalla mest naturligt att även inkludera sådant garage i lufttäthetsmätningen av byggnaden när det finns fri förbindelse däremellan, och då medräkna även garagets klimatskalsarea i omslutningsarea (då medräknas ej yta mellan garage och bostad). Kontrollera även hur lufttätheten hanterats i energiberäkning och stäm av förfarandet med byggherren.

Beskriv alltid tydligt i rapport vilka areor som medräknats respektive ej medräknats i omslutningsarea samt vilka utrymmen som ingått respektive ej ingått i lufttäthetsmätningen. Motivera vid tveksamheter.

Förenklingar vid beräkning

Det är tillåtet att utföra smärre förenklingar vid beräkning av omslutningsarea om det gäller komplicerade geometrier som enbart omfattar i sammanhanget små ytor och förenklingen ej är så stor att den bedöms kunna ha någon påverkan på lufttäthetsstalet. Om någon förenkling gjorts vid beräkningen ska det omnämnas i rapport.

Olika lufttäthet i olika klimatskalsytor i energiberäkning

Det förekommer i vissa fall i energiberäkningar att vissa klimatskalsytor antas helt lufttäta, t ex betonggolv mot mark. Det innebär att om det ställda lufttäthetskravet är ställt med syfte på energianvändning ska i så fall sådana ytor av klimatskal som i energiberäkning har antagits vara helt lufttäta ej heller medräknas i omslutningsarea för lufttäthetsmätning. För att säkerställa att sådan area ej medräknas i omslutningsarean för lufttäthetsmätningen ska byggherren ange detta i sin kravställning. Likaså förekommer i vissa fall i energiberäkningar att olika klimatskalsytor antas ha olika lufttäthet vilket innebär att tillåten lufttäthet för byggnaden som helhet då måste viktas fram. **För att minimera risken för fel avseende areaberäkning och beräkning av tillåtet totalt luftläckageflöde rekommenderas att alla klimatskalsytor tilldelas samma lufttäthetsstal i energiberäkning.**

När hel byggnad ska provas är en möjlighet även att byggherren som lufttätetskrav anger det totala luftläckageflödet i l/s vid ± 50 Pa för byggnaden. Detta är en uppgift som redovisas i resultatfil från vissa energiberäkningsprogram.

Problematik med omslutningsarea och lufttätetsmätning vid delprovning av byggnad

Vid verifiering av ett lufttätetskrav som ställts på en hel byggnads klimatskärm rekommenderar ByggaL att hela byggnadens klimatskärm provas där så är möjligt. Utvärdering av lufttätethet i enskilda delar av en byggnad, t ex i den/de först lufttätade lägenheterna i ett flerbostadshus, är mycket viktigt med avseende på det fortsatta lufttättningsarbetet men bör främst vara fokuserat på luftläckagesökning.

När det dock av någon anledning inte är möjligt att prova hela byggnadens klimatskärm redogörs nedan för hur omslutningsarean ska beräknas vid delprovning (såvida inte byggherren angivit något annat) och hur interna läckage kan hanteras.

Bestämning av omslutande area vid provning av del av byggnad

Vid lufttätetsmätning av hel byggnad är omslutningsarean oftast relativt entydig. Vid provning av del av byggnad, t ex enskilt våningsplan eller enskild lägenhet, förekommer dock olika uppfattningar om vad som ingår i omslutningsarean.

ByggaL definierar:

Vid lufttätetsmätning av del av byggnad, t ex ett enskilt våningsplan i flervåningshus eller enskild lägenhet, används BBRs definition av omslutningsarea när lufttätetskravet är ställt med syfte på energianvändning. Det innebär att enbart klimatskalsarea medräknas som omslutningsarea, såvida byggherre ej har angivit något annat.

Det har tidigare förekommit stora oklarheter på detta område eftersom den gamla standarden för lufttätetsmätning (SS-EN 13829:2000) definierade omslutningsarea (envelope area A_E) som all area som omger den provade byggnadsdelen även i detta fall, det vill säga motsägelse förekommer här mellan A_{om} i BBR och A_E i standard. Observera dock att A_E bara är en måttdefinition vilken aldrig har haft någon relevans med syfte på energianvändning när enbart delar av byggnaders klimatskal lufttätetsmäts. Detta har tydliggjorts i nya SS-EN ISO 9972:2015 där det nu i klartext också anges att beroende på syftet med lufttätetsmätningen kan även andra måttenheter (än A_E) användas, t ex de omslutningsytor som det förekommer energiförluster genom i byggnadens energiberäkning. **Vilka ytor som medräknats i omslutningsarean ska alltid tydligt anges i lufttätetsmätningsrapporten.**

Att medräkna all omslutande area enligt definition A_E vid provning av del av byggnad medför stor risk för att ett bättre lufttätetsresultat erhålls än den verkliga lufttätetheten för klimatskalet. Särskilt stor risk för att erhålla felaktiga (för bra) resultat med A_E råder normalt när klimatskalet utgörs av lätt konstruktion och alla lägenhetsskiljande konstruktioner består av betong vilka normalt är lufttätare än lätta konstruktioner. Men även om alla konstruktioner är tunga eller är lätta går det dock inte att veta exakt hur läckagen är fördelade (noggrann läckagesökning kan ge en uppfattning om läckagens fördelning men det ger inget mätetal för varje konstruktionsdel) och därför finns en uppenbar risk för att klimatskalets lufttätethet överskattas om all omslutande area räknas vid prov av del av byggnad.

Det finns dock inget som hindrar att byggföretag, modultillverkare och andra aktörer inom sitt interna kvalitetsarbete även beräknar lufttätetsvärden för t ex en enskilt provad lägenhets hela omslutande area, det vill säga även inklusive de lägenhetsskiljande ytorna, oavsett konstruk-

tionsuppbyggnader, för att på olika sätt använda som egna referensvärden vid jämförelse av olika objekt. Vid redovisning av dessa värden är det dock mycket viktigt att de inte kan misstolkas som klimatskalets lufttätethet.

Lufttätethetsmätning av hel byggnad eller del av byggnad

Mätning av klimatskalets lufttätethet i enbart delar av en byggnad ger aldrig något säkert värde för hela byggnadens klimatskals lufttätethet. I bästa fall kan det ge korrekt värde för de provade klimatskalsdelarnas lufttätethet. Ett problem med att enbart prova klimatskalets lufttätethet i delar av byggnaden är att luftläckage kan förekomma även genom de ytor som angränsar mot ej trycksatt del av byggnaden, det vill säga t ex genom lägenhetsskiljande väggar och bjälklag samt schakt. Sådana luftläckage kommer att medföra att uppmätt lufttätethetsvärde för klimatskalet för den provade byggnadsdelen blir sämre än det verkliga. När alla lägenhetsskiljande konstruktioner består av tung konstruktion (betong) finns normalt åtminstone en chans att de interna läckagen kan vara förhållandevis små så någorlunda relevanta resultat kan uppmätas för provade klimatskalsdelar utan att behöva anlägga mottryck.

Lufttätethetsmätning av klimatskalet i enskilda lägenheter eller andra mindre delar av en byggnad, där avskiljande delar mot övrig byggnad består av lätt konstruktion, kan däremot i de flesta fall inte utföras med något relevant resultat för klimatskalet för dessa delar om ej mottryck anläggs eller såvida ej de avskiljande delarna konstruerats just med avseende på lufttätethetsmätning. Således, lufttätetheten för klimatskalet i en enskild lägenhet som har lätt lägenhetsskiljande konstruktion är i de flesta fall ej verifierbar med en enkel lufttätethetsmätning. Om dessutom alla lägenheterna enbart har separat ingång utifrån, det vill säga via loftgång, och gemensamt inre trapphus saknas blir det extremt svårt/ogörligt att anlägga mottryck på grund av att det då kan behövas många fläktar. Mer om detta under rubrik ”Problematik med modulbyggnader med loftgång och liknande speciella fall” nedan.

Även om lägenhetsskiljande konstruktioner består av tung konstruktion kan lätt yttervägg och/eller lätt vindsbjälklag ha en plastfolie som är heldragen förbi lägenhetsskiljande tung konstruktion utan att vara tät ansluten till den tunga konstruktionen. Det är normalt en god lösning sett till hela byggnadens klimatskals lufttätethet, men om enskild sådan lägenhet måste provas separat (t ex när den enbart har ingång via loftgång) innebär det med stor sannolikhet att mottryck måste anläggas i angränsande lägenheter.

Hela byggnadens klimatskal måste lufttätethetsmätas om korrekt lufttätethet för hela byggnadens klimatskal ska kunna erhållas. Detta utförs om möjligt som en mätning av hela byggnaden (hela ”volymen”) på en gång genom att hela byggnaden är fritt invändigt förbunden. När en byggnad har flera separata trapphus eller separata plan utan invändig förbindelse utförs mätningar med mottryck i alla riktningar, antingen som mottrycksmätning med samtidig mätning i hela byggnaden (hela byggnadens läckageflöde mäts samtidigt genom att alla separata volymers läckageflöden mäts exakt samtidigt med var sin utrustning) eller i omgångar (utrustningarna flyttas runt efter hand men totalt sett mäts alla separata volymer och när varje separat volym mäts omges den i sin helhet av mottryck vid mätningen). Mottrycksmätning ökar dock mätosäkerheten, särskilt om inte hela byggnadens läckageflöde mäts samtidigt, eftersom det är svårt att balansera in exakt lika tryck över klimatskalet i alla separata utrymmen samtidigt. Schakt etc som går igenom många plan i byggnaden kan också bidra till interna läckage om inte alla dessa plan är mottrycksatta samtidigt. Mottryck tas även upp i bilaga 9.

Det är bara lufttätethetsresultat uppmätta för hela byggnadens klimatskal, när inga interna läckage förekommer, som rättvist kan jämföras mot det ställda lufttätethetskravet för hela byggnadens klimatskal/antagen lufttätethet i energiberäkning för hela byggnadens klimatskal och det är framför allt enbart sådana resultat som kan användas om energiberäkningen ska uppdateras med uppmätt lufttätethet.

Resultat från lufttäthetsmätning av enbart vissa delar av en byggnads klimatskal, med eller utan mottryck i angränsande/övriga delar av byggnaden, kan i varierande grad enbart ses som indikationsvärden för en hel byggnads klimatskals lufttäthet. En mätning av en enda enskild lägenhets klimatskal i ett flerbostadshus med t ex 20 lägenheter säger inte med någon säkerhet någonting om hela byggnadens klimatskals lufttäthet. Om delmätningar av klimatskal dock utförs på ett tillräckligt omfattande och systematiskt sätt (se bilaga 12) kan dock resultaten användas för att med viss säkerhet bedöma om byggnadens klimatskal som helhet förefaller kunna uppfylla det ställda lufttäthetskravet för klimatskalet (det vill säga när uppmätta resultat för klimatskalet ej är sämre än det ställda kravvärdet för klimatskalet). ”Exakt” lufttäthetsvärde för hela byggnaden erhålls dock ej och resultaten kan därför inte användas för att uppdatera energiberäkningen med verkligt lufttäthetsvärde.

Vid lufttäthetsmätning av klimatskalets lufttäthet är huvudalternativet enligt ByggaL att hela byggnadens klimatskal provas. Om detta dock inte är möjligt rekommenderar ByggaL följande alternativ:

- Enskilda delar av byggnaden (viss omfattning) lufttäthetsmäts separat och mottryck anläggs i alla angränsande utrymmen eller åtminstone i de utrymmen mot vilka interna läckage annars skulle vara stora, vilket förhindrar luftläckage mot dessa utrymmen vid provningen (att utföra mätningar med mottryck kan i många fall dock vara svårt att utföra i praktiken, det beror på omständigheterna).
- Enskilda delar av byggnaden (viss omfattning) lufttäthetsmäts separat utan mottryck. När interna luftläckage förekommer accepteras att uppmätta lufttäthetsvärden för klimatskalet för de provade delarna av byggnaden är sämre än de verkliga värdena, såvida uppmätta värden inte är sämre än det ställda kravvärdet för klimatskalet (detta är i praktiken den normala utgångspunkten vid lufttäthetsmätning av klimatskalet i enskild del av byggnad). Se rubrik ”Resultat på säkra sidan” nedan.
- Provning utförs enligt föregående punkt och resonemang men i den utsträckning det är möjligt utförs även tillfälliga eller än hellre permanenta tätningar av interna luftläckage före provningen.
- När det inte är mättekniskt möjligt att erhålla något relevant lufttäthetsvärde för klimatskalet är ett alternativ att inte utföra någon lufttäthetsmätning av klimatskalet utan istället enbart utföra luftläckagesökning av klimatskalet, se rubrik ”Problematik med modulbyggnader med loftgång och liknande speciella fall” nedan.

Observera att även intern lufttäthet inom en byggnad, t ex mellan olika lägenheter, är mycket viktig bl a med syfte på brandspridning samt ljud- och luktöverföring. Således bör även interna luftläckage tätas permanent. Hittills har det dock inte varit vanligt att specificera något kravvärde (det vill säga ett specifikt täthetsstal) för intern lufttäthet.

Resultat på ”säkra sidan”

Om det inte förekommer några interna läckage vid en delprovning kommer delprovningen att ge ett rättvisande lufttäthetsresultat för den provade **byggnadsdelens** klimatskärm. Om det förekommer interna läckage mellan provad och ej provad delar kommer ett resultat erhållas som är sämre än det verkliga för den provade byggnadsdelens klimatskärm. **I inget av dessa fall erhålls ett lufttäthetsvärde för hela byggnadens klimatskärm.** Om de provade delarna är någorlunda många/stora samt utvalda på ett representativt sätt (se bilaga 12) torde de dock tillsammans ge en uppfattning om lufttätheten för hela byggnadens klimatskärm, förutsatt att de interna läckagen vid mätningarna endast har varit förhållandevis små. Därmed kan i bästa fall svar erhållas angående om det förefaller troligt att ett visst ställt kravvärde på lufttäthet för en hel byggnad ej överskrids. Som nämnts ovan kan det helt korrekta lufttäthetsvärdet för hela

byggnaden dock bara erhållas om hela byggnaden provas och provas på sådant sätt att inga interna läckage förekommer.

I de flesta fall är det allra viktigast att verifiera att ett visst ställt kravvärde för lufttätethet för en byggnads klimatskärm ej överskrids. Att mäta upp den ”exakta” lufttätetheten är alltid av intresse, men avseende kontraktsförhållande mellan byggherre och entreprenör torde det i de flesta fall vara allra viktigast att verifiera att lufttätetheten inte är sämre än det ställda kravet. Om byggherren godtar delmätningar, det vill säga lufttätethetsmätning av t ex ett visst antal enskilda lägenheter var för sig, som ett sätt att verifiera ett ställt lufttätethetskrav för klimatskärmen, innebär det att hela byggnadens exakta lufttätethetsvärde ej kommer att erhållas. Om var lägenhet lufttätethetsmäts separat utan mottryck kommer uppmätta lufttätethetsvärden för var lägenhet i varierande omfattning dessutom i stort sett alltid att vara sämre än klimatskalets verkliga lufttätethet i var lägenhet eftersom det i stort sett alltid i någon mån förekommer interna läckage vid delprovningar. För var lägenhet erhålls därmed ett resultat på ”säkra sidan”. Såvida detta uppmätta värde, som är sämre än det verkliga, ändock inte är sämre än det ställda kravet för byggnadens klimatskärm, har det därigenom visats att lufttätethetskravet för den provade lägenhetens klimatskärm är uppfyllt.

Problematik med modulbyggnader med loftgång och liknande speciella fall

Flerbostadshus med många lägenheter, där byggnaden består av lätt konstruktion och där ingång till var lägenhet enbart finns direkt utifrån, det vill säga loftgångshus, är en mycket svår byggnadskonstruktion med avseende på att lufttätethetsmäta klimatskalet på ett rättvisande sätt. Det går inte att trycksätta hela byggnaden samtidigt med en enda fläktutrustning på grund av avsaknad av fri invändig förbindelse. Vid trycksättning av enskild lägenhet utan mottryck är luftläckaget genom de lätta lägenhetsskiljande konstruktionerna i allmänhet så stort att det ger ett orimligt dåligt (ej relevant) lufttätethetsvärde för lägenhetens klimatskal när uppmätt luftflöde divideras med klimatskalets area, det vill säga det lufttätethetsvärdet kan ej ens användas som indikationsvärde för lägenhetens klimatskal. För att förhindra interna läckage vid lufttätethetsmätning av enskild lägenhets klimatskal behöver mottryck användas när så är möjligt.

För lätta byggnader som består av prefabricerade moduler blir detta mycket komplext. Eftersom modulerna kan sägas sitta i ett ”raster” kan luft ha möjlighet att läcka i många riktningar varvid det inte är säkert att det räcker att anlägga mottryck i de lägenheter som finns i direkt anslutning till den lägenhet som ska lufttätethetsmätas, det kan behöva anläggas mottryck i alla lägenheter i hela byggnaden för att helt förhindra interna läckage, det vill säga en separat fläkt i varje enskild lägenhet samtidigt i hela byggnaden. Att anlägga mottryck med en fläkt i varje lägenhet i mer än ett fåtal lägenheter samtidigt blir praktiskt ogörligt att hantera. Klimatskalets lufttätethet i en sådan byggnad kan i praktiken således vara i stort sett omöjlig att mäta.

För prefabricerade moduler skulle ett alternativ kunna vara att försöka ta fram ett samband mellan lufttätetheten i en moduls klimatskal och modulens totala lufttätethet. Därigenom skulle det kunna vara möjligt att åtminstone ta fram grova indikationsvärden för klimatskalets lufttätethet i modulbyggnader med loftgång. Modulerna är prefabricerade varför olika exemplar av samma typ av modul från en och samma tillverkare bör ha likvärdiga lufttätethetsegenskaper. Kan tillverkaren genom lufttätethetsmätningar visa att det finns ett visst samband mellan en viss typ av enskild moduls lufttätethet avseende hela modulens omslutande area och klimatskalets lufttätethet i en hel modulbyggnad bestående av denna typ av moduler skulle i så fall sådant påvisat samband kunna användas vid utvärdering av lufttätethet i modulbyggnader som består av den utvärderade modultypen ifråga i de fall det inte är möjligt att mäta hela byggnadens lufttätethet på en gång eller använda mottryck. Sambandet ifråga skulle troligtvis t ex kunna tas fram genom att i modulbyggnader bestående av samma typ av moduler men som har invändiga trapphus utföra mätning både av hela byggnaden och av flera enskilda moduler.

Ett annat sätt att ta fram ett samband skulle troligen t ex kunna vara genom labbprovningar där enskilda moduler provas både utan och med mottryck mot de ytor som ska vara lägenhetsskiljande.

Det finns även fall med lätta lägenhetsskiljande konstruktioner där det inte går eller inte är relevant att lufttätetsmäta hela byggnaden, även när det finns invändiga trapphus. Detta gäller när nya lägenhetsplan byggs upp på befintliga byggnader (lufttätetskravet ställs vanligen bara på det nya klimatskalet). På grund av hisschakt, trapphus och installationsschakt går det ofta inte att avgränsa de nya planen tillräckligt från övrig byggnad för att med någon relevans kunna mäta klimatskalets lufttätethet för de nya planen.

För byggnader där det inte med någon relevans är möjligt att mäta klimatskalets lufttätethet är ett alternativ att enbart utföra luftläckagesökning (utförs enligt bilaga 10). Inget mätetal tas således fram för klimatskalets lufttätethet men luftläckagesökning utförs för att verifiera att det inte finns några större/olämpliga luftläckage i klimatskalet (även lägenhetsskiljande ytor bör läckagesökas för att verifiera att det inte heller finns några större/olämpliga läckage i dessa).