

## **Kontrollskiktets roll i hållbart byggande**

Slutsatser och rekommendationer för hållbar konstruktion  
av kontrollskikt

Abbe Enkvist

Examensarbete för (YH)-examen inom byggnads och samhällsteknik

Utbildning: Byggnadsingenjör (YH)

Vasa 2025

## EXAMENSARBETE

Författare: Abbe Enkvist  
Utbildning och ort: Ingenjör (YH), byggnads- och samhällsteknik, Vasa  
Inriktning: Konstruktionsplanering  
Handledare: Kenneth Julin

Titel: Kontrollskiktets roll i hållbart byggande – Slutsatser och rekommendationer för hållbar konstruktion av kontrollskikt

---

Datum: 15.5.2025   Sidantal: 47   Bilagor: 31

---

### Abstrakt

Byggbranschen har genomgått stora framsteg, men trots utvecklingen av utbildning och information uppstår fortfarande problem som byggfel och planeringsmissar, vilket leder till att nya byggnader inte når den förväntade livslängden. Eftersom byggnader är långsiktiga investeringar som spelar en central roll i vårt dagliga liv är det avgörande att de konstrueras korrekt för att bibehålla funktionalitet och hållbarhet. En central komponent i en byggnads långsiktiga hållbarhet är dess kontrollskikt – de tekniska lösningar och lager som skyddar mot yttre påverkan som fukt, vind och temperaturväxlingar.

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur kontrollskikt ska konstrueras och installeras på rätt sätt för att minska risken för skador och förlänga byggnadens livslängd. Genom att kombinera teoretiska principer med praktiska exempel syftar arbetet till att ge en djupare förståelse för hur ett välplanerat kontrollskikt inte bara säkerställer byggnadens hållbarhet utan även förbättrar inomhusklimatet.

Vidare fokuserar arbetet på att identifiera vanliga misstag i utformningen och installationen av kontrollskikt, samt att ge lösningar och rekommendationer baserade på aktuell forskning. Målet är att ge yrkesverksamma inom byggbranschen verktyg för att undvika byggfel och implementera mer hållbara lösningar. Detta arbete ämnar också fungera som en vägledning för alla som är intresserade av hållbart byggande och långsiktig byggnadsförvaltning.

---

Språk: svenska

Nyckelord: kontrollskikt, hållbart byggande, byggnadsfysik, byggkvalitet, fuktsäkerhet

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Abbe Enkvist  
Koulutus ja paikkakunta: Insinööri (AMK) Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennussuunnittelu  
Ohjaaja(t): Kenneth Julin

Nimike: Rakennuksen vaipan sulkukerrosten rooli kestävässä rakentamisessa – johtopäätökset ja suositukset kestäväan kerrosten suunnitteluun

---

Päivämäärä: 15.5.2025 Sivumäärä: 47

Liitteet: 31

---

### Tiivistelmä

Rakennusala on tehnyt suuria edistysaskeleita, mutta huolimatta koulutuksen ja tiedon kehityksestä, rakennusvirheitä ja suunnitteluvikojen kaltaisia ongelmia ilmenee edelleen, mikä johtaa siihen, että uudet rakennukset eivät saavuta odotettua käyttöikää. Koska rakennukset ovat pitkäaikaisia investointeja, jotka näyttelevät keskeistä roolia päivittäisessä elämässämme, on elintärkeää, että ne rakennetaan oikein, jotta niiden toiminnallisuus ja kestävyys säilyvät. Rakennuksen pitkän aikavälin kestävyudessa keskeinen osa-alue on sen sulkukerros – tekniset ratkaisut ja kerrokset, jotka suojaavat rakennusta ulkoisilta vaikutuksilta, kuten kosteudelta, tuulelta ja lämpötilan vaihteluilta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten sulkukerros tulisi suunnitella ja asentaa oikein, jotta vahinkojen riskiä voidaan vähentää ja rakennuksen käyttöikää pidentää. Yhdistämällä teoreettisia periaatteita käytännön esimerkkeihin työ pyrkii antamaan syvemmän ymmärryksen siitä, kuinka hyvin suunniteltu sulkukerros ei vain takaa rakennuksen kestävyttä, vaan parantaa myös sisäilman laatua.

Lisäksi työ keskittyy tunnistamaan yleisiä virheitä sulkukerrosten suunnittelussa ja asennuksessa sekä tarjoamaan ratkaisuja ja suosituksia ajankohtaisen tutkimuksen perusteella. Tavoitteena on tarjota rakennusalan ammattilaisille työkaluja rakennusvirheiden välttämiseksi ja kestävämpien ratkaisujen toteuttamiseksi. Tämä työ toimii myös opastuksena kaikille, jotka ovat kiinnostuneita kestävästä rakentamisesta ja pitkäaikaisesta rakennusten ylläpidosta.

---

Kieli: Ruotsiksi

Avainsanat: kestävä rakentaminen, rakennusfysiikka, rakentamisen laatu, kosteusturvallisuus

## BACHELOR'S THESIS

Author: Abbe Enkvist  
Degree Programme: Bachelor of engineering, Civil and construction Engineering, Vaasa  
Specialization: Structural engineering  
Supervisor(s): Kenneth Julin

Title: The Role of Control Layers in Sustainable Building –Conclusions and Recommendations for Sustainable Design of Control Layers

---

Date: 15.5.2025    Number of pages: 47    Appendices: 31

---

### **Abstract**

The construction industry has made significant advancements, but despite the development of education and information, problems such as building errors and planning mistakes still arise, leading to new buildings not achieving their expected lifespan. Since buildings are long-term investments that play a central role in our daily lives, it is crucial that they are constructed correctly to maintain functionality and sustainability. A key component in a building's long-term sustainability is its control layer – the technical solutions and layers that protect the building from external influences such as moisture, wind, and temperature fluctuations.

The aim of this thesis is to investigate how control layers should be constructed and installed correctly to reduce the risk of damage and extend the building's lifespan. By combining theoretical principles with practical examples, the work aims to provide a deeper understanding of how a well-planned control layer not only ensures the building's sustainability but also improves the indoor climate.

Furthermore, the study focuses on identifying common mistakes in the design and installation of control layers, as well as providing solutions and recommendations based on current research. The goal is to provide professionals in the construction industry with tools to avoid building errors and implement more sustainable solutions. This work is also intended to serve as guidance for anyone interested in sustainable construction and long-term building maintenance.

---

Language: Swedish

Key words: control layers, sustainable construction, building physics, construction quality, moisture safety

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Beställare och bakgrund.....	1
1.2	Forskningsfrågor .....	2
1.3	Disposition och avgränsning .....	2
2	Bakgrund.....	3
3	Byggnadsfysikaliska grunder .....	3
3.1	Byggnaders kontrollskikt: funktioner och typer .....	4
3.1.1	Värmekontrollskikt.....	5
3.1.2	Vattenkontrollskikt (fuktskydd) .....	9
3.1.3	Ångkontrollskikt (ångspärr) .....	14
3.1.4	Luftkontrollskikt .....	20
3.2	Material – val och kompatibilitet.....	25
3.2.1	Ångspärr för mineralull .....	26
3.2.2	Ångspärr för träfiber .....	26
3.2.3	Ångspärr för cellulosaisolering.....	27
3.3	Historisk utveckling av kontrollskikt.....	27
4	Vanligt förekommande fel i kontrollskikten i dagens byggnader .....	31
4.1	Fel i värmekontrollskiktet och luftkontrollskiktet.....	31
4.2	Fel i vattenkontrollskiktet .....	32
4.2.1	Träregelväggar och vatteninträngning.....	36
4.3	Fel i kontrollskiktens anslutningar och materialval.....	37
4.4	Konsekvenser av fel i kontrollskiktet .....	38
5	3D-detaljritningar .....	39
6	Resultat och diskussion .....	43
	Litteraturförteckning .....	45

# 1 Inledning

Byggbranschen har genom åren utvecklats kraftigt, och tillgången till både utbildning och information är idag god. Trots detta uppstår fortfarande många problem i praktiken, exempelvis byggfel och brister i planeringen som gör att nya byggnader ibland inte uppnår den livslängd som förväntas. Eftersom byggnader ofta representerar stora, långsiktiga investeringar och spelar en viktig roll i människors vardag oavsett om de används som bostäder, arbetsmiljöer eller offentliga platser, är det avgörande att de konstrueras korrekt redan från början.

En viktig faktor för en byggnads långsiktiga hållbarhet är dess kontrollskikt: tekniska lösningar och materiallager som skyddar konstruktionen mot yttre påfrestningar som fukt, vind och temperaturvariationer. Syftet med detta arbete är att visa hur dessa kontrollskikt bör planeras och installeras för att minska risken för framtida skador och samtidigt bidra till ett stabilt inomhusklimat. Genom att kombinera teoretisk kunskap med praktiska exempel vill arbetet ge en fördjupad förståelse för kontrollskiktets roll i ett hållbart byggande.

Målet är att ge konkreta rekommendationer för hur vanliga misstag i utformningen kan undvikas, samt att visa hur rätt val av material och metod kan förbättra både byggkvalitet och livslängd. Arbetet baseras på aktuella källor och syftar till att fungera som en vägledning för yrkesverksamma inom byggbranschen, men också för alla som är intresserade av hållbara lösningar inom byggnation.

## 1.1 Beställare och bakgrund

Beställare av detta examensarbete är företaget Drytec Oy Ab. Företaget grundades 1979 av Mikael Anderssen och arbetade från början med traditionell byggverksamhet. I slutet av 1980-talet uppmärksammade Mikael och hans bror Dag Anderssen ett växande behov av hjälp med fukt- och vattenskador i Vasaområdet. År 1988 ändrade företaget därför inriktning och började fokusera på att undersöka och åtgärda sådana skador.

Sedan dess har Drytec hanterat över 10 000 fukt- och vattenskador. Genom det har företaget fått bred erfarenhet av hur fukt påverkar byggnader och inomhusmiljöer. Denna

kunskap har de också utvecklat genom att delta i seminarier, konferenser och olika forskningsprojekt – bland annat i samarbete med Yrkeshögskolan Novia.

Under åren har fokus skiftat från att åtgärda skador till att arbeta mer förebyggande med fuktsäkert byggande och inomhusmiljöproblem. Mikael Anderssén föreslog detta ämne för examensarbetet utifrån sin långa erfarenhet, där han ofta sett att problemen har sin grund i brister i byggnaders kontrollskikt.

Mikael Anderssén, Stefan Granqvist och Johan Ångerman arbetar tillsammans i projektet Bygg-Bättre, där målet är att ta fram en handbok eller beslutsmodell som kan stöda framtida byggbeslut. Detta examensarbete kan komma att bidra med material till delar av den handbok som för närvarande utvecklas.

## **1.2 Forskningsfrågor**

I detta arbete fokuserar jag på följande forskningsfrågor:

- Vilka är de vanligaste felen vid konstruktion och installation av kontrollskikt i byggnader?
- Hur bör kontrollskikt utformas och installeras för att uppnå så lång livslängd som möjligt?
- Varför uppstår dessa byggfel fortfarande i dagens byggnader?
- Hur kan dessa fel förebyggas?

## **1.3 Disposition och avgränsning**

Examensarbetet är uppdelat i en teoridel som belyser de grundläggande principerna för kontrollskikt, deras tekniska lösningar samt deras roll i byggnadernas hållbarhet och inomhusklimat. Teoridelen behandlar även vanliga fel och brister i konstruktionen av kontrollskikt, samt presenterar lösningar och rekommendationer baserade på aktuella källor och praktiska exempel.

Eftersom arbetet syftar till att skapa en förståelse för både teoretiska och praktiska aspekter av kontrollskikt, omfattar studien inte fysiska tester. I stället ligger fokus på att

beskriva beprövade metoder och material för hållbar konstruktion och installation av kontrollskikt.

I slutet av detta arbete sammanställs och analyseras teorins resultat, och konkreta rekommendationer ges till yrkesverksamma inom byggbranschen för att säkerställa korrekt konstruktion och långsiktig hållbarhet hos byggnader. Dessutom har detaljritningar tagits fram som visar hur kontrollskikten är uppbyggda och hur anslutningarna bör utformas.

## 2 Bakgrund

För att förstå vikten av korrekt utförda kontrollskikt i byggnader krävs en grundläggande förståelse för byggnadsfysik och hur värme, luft och fukt beter sig i olika byggnadsdelar. Byggnader utsätts ständigt för påverkan från sin omgivning, såsom temperaturväxlingar, nederbörd, vind och fukt. Hur väl en byggnad klarar av att hantera dessa påfrestningar beror till stor del på hur klimatskalet, det vill säga väggar, tak, golv och fönster, är uppbyggt och vilka tekniska lösningar som används i dess kontrollskikt.

Informationen i detta kapitel syftar till att ge en överblick av de fysikaliska principer som styr fukttransport, värmeledning och luftläckage i byggnadskonstruktioner. Här introduceras begrepp som konvektion, diffusion, kapillärsugning, värmeflöde och kondens. Genom att förstå hur dessa processer fungerar kan man också förstå varför kontrollskikten, exempelvis ångspärrar, luftspärrar och isolering, är så viktiga, och hur de bör placeras och utföras för att fungera optimalt. Denna teoretiska grund utgör basen för de följande kapitlen, där olika typer av kontrollskikt presenteras, vanliga fel analyseras, och förslag på lösningar ges.

## 3 Byggnadsfysikaliska grunder

Enligt Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017, kap. 2 § 6) ska byggnadens klimatskal och de ingående delarnas sammanfogningar utformas så att oönskad luft- och ångtransport begränsas. Detta är nödvändigt för att förhindra att fukt tränger sig in i konstruktionen på ett sätt som kan påverka byggnadens funktion negativt.

För att en byggnad ska fungera fuktsäkert och energieffektivt krävs förståelse för hur värme, luft och fukt samverkar i konstruktionen. Det är inte bara de enskilda materialen som avgör prestandan, utan hur materialen samverkar i hela byggnadsdelens uppbyggnad. Om varm, fuktig inomhusluft till exempel tränger ut genom otäta skarvar eller genom en bristfällig ångspärr, kan den nå kalla ytor inne i konstruktionen. Där kondenseras fukten, vilket i förlängningen kan orsaka mögel, röta och skador på både material och inomhusmiljö.

I det sammanhanget spelar kontrollskikten, särskilt ång- och luftspärrar, en avgörande roll. Deras funktion är att styra var fukten kan röra sig, begränsa luftläckage och se till att konstruktionen kan hantera det naturliga fuktflödet utan att ta skada.

### **3.1 Byggnaders kontrollskikt: funktioner och typer**

Kontrollskikten består av flera tekniska lösningar och material som samverkar för att skydda byggnaden mot skador orsakade av yttre påverkan. De kan delas in i olika typer beroende på deras funktion och placering i byggnadsstrukturen. I detta kapitel beskrivs de olika typerna av kontrollskikt och deras specifika funktioner.

Fönster är särskilt intressanta eftersom de måste innehålla alla fyra typer av kontrollskikt inom samma byggnadsdel. För att förstå hur dessa skikt kan bidra till byggnadens hållbarhet, är det viktigt att beakta både de teoretiska principerna bakom kontrollskikten och de praktiska aspekterna av deras installation. (Williams, u.å.)

Kontrollskikten i en byggnad spelar en avgörande roll för att säkerställa långsiktig hållbarhet och skydda konstruktionen mot yttre påfrestningar som fukt, vind och temperaturväxlingar. Dessa skikt fungerar som ett skyddande barriär mellan byggnadens inre och den omgivande miljö. En korrekt utformning och installation är avgörande för att bevara både byggnadens funktionalitet och ett stabilt inomhusklimat över tid. (Benjamin Obdyke, u.å.)

### 3.1.1 Värmekontrollskikt

Värmekontrollskiktets huvudkomponent är isoleringen, som är avgörande för att bevara värmen inomhus och minska energiförluster. Isoleringen kan bestå av material som mineralull, cellplast eller sprutad skumisolering. En viktig aspekt vid utformningen är att minimera eller bryta termiska bryggor, eftersom dessa annars kan leda till värmeförlust genom byggnadsdelar som balkar och pelare. För att uppfylla kraven i Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda (1010/2017, kap. 3 § 24) måste isoleringen dessutom uppnå ett visst U-värde i varje byggnadsdel.

Genom att noggrant välja och installera isoleringsmaterial kan byggnaden uppnå bättre energieffektivitet och inomhuskomfort. Det är också viktigt att kombinera rätt isolering med en lämplig diffusionsspärr, detta behandlas mer ingående i kapitel 5.

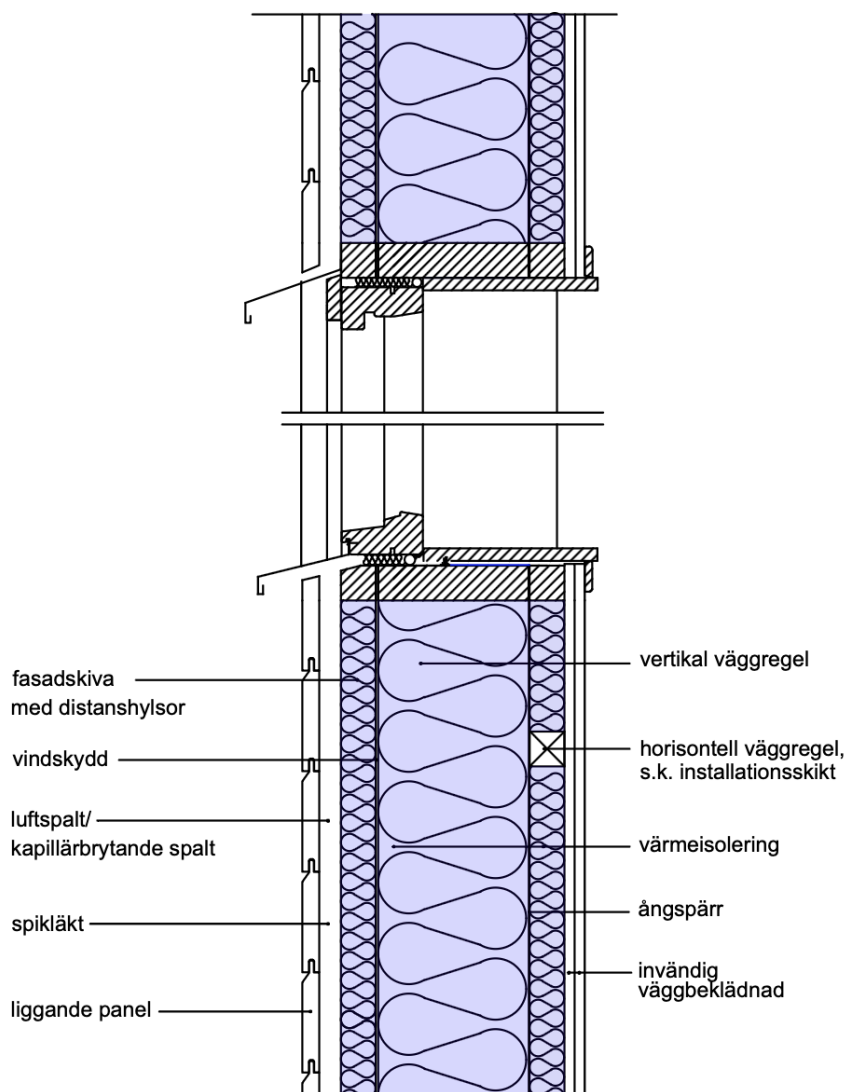
Termiska bryggor uppstår där värme leds snabbare genom byggnadens klimatskal än i de omgivande isolerade delarna. De bildas ofta vid hörn, anslutningar mellan olika byggnadsdelar samt runt fönster och dörrar. (Adams & Shadram, 2010, s. 3)

Material som betong och stål, vilka har hög värmeledningsförmåga, kan också skapa betydande värmebryggor. Problemet med termiska bryggor är att de ökar värmeförlusterna, vilket leder till högre energiförbrukning och risk för kallras. I vissa fall kan de även orsaka kondens, vilket på sikt kan ge upphov till fuktskador och mögel. (Adams & Shadram, 2010, ss. 3–4)

För att tydliggöra hur värmekontrollskiktet ska utformas i praktiken presenteras i följande figurer exempel på konstruktioner vid fönsteranslutning (figur 1), grundanslutningar (figur 2 och 3) samt takanslutning (figur 7). De väggar som visas i detaljritningarna utgör bärande ytterväggar och är uppbyggda enligt en traditionell träregelstomme med utvändigt träpanel. Fönstret i dessa detaljritningar fungerar som en kritisk byggnadsdel där alla fyra grundläggande kontrollskikt måste samverka effektivt.

Dessa ritningar visar hur isoleringen bör placeras för att skapa ett obrutet och effektivt värmeskydd. I detaljritningarna har värmekontrollskiktet markerats med blå färg för att tydligt visualisera dess placering och kontinuitet genom konstruktionen. Färgsättningen

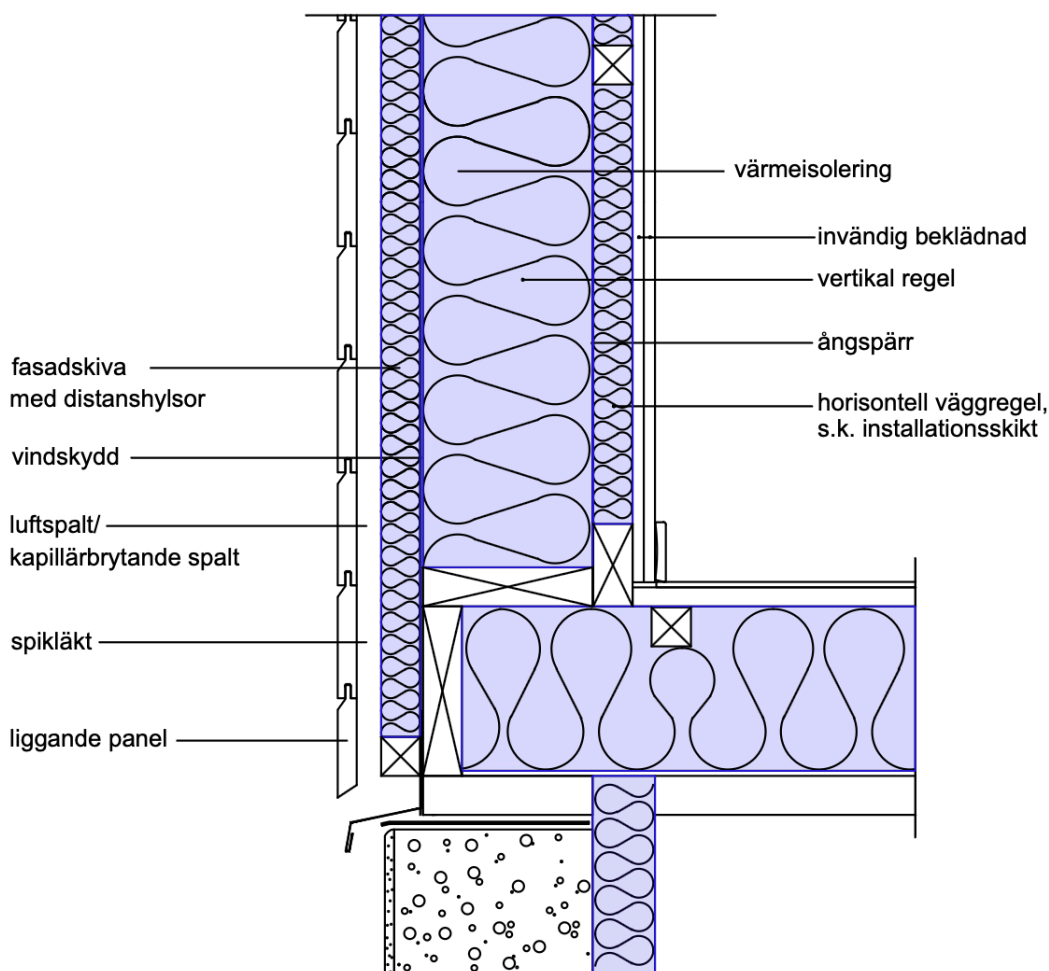
underlättar förståelsen för hur isoleringen är uppbyggd och hur den omsluter byggnadsdelar för att minimera värmeförluster. Detaljerna har utarbetats i AutoCAD 2023 med stöd av underlag från TräGuidens detaljritningar, som utgör en etablerad referens inom träbyggnadsteknik. (Svenskt Trä, u.å.)



**Figur 1: Fönsteranslutning med obrutet värmekontrollskikt**

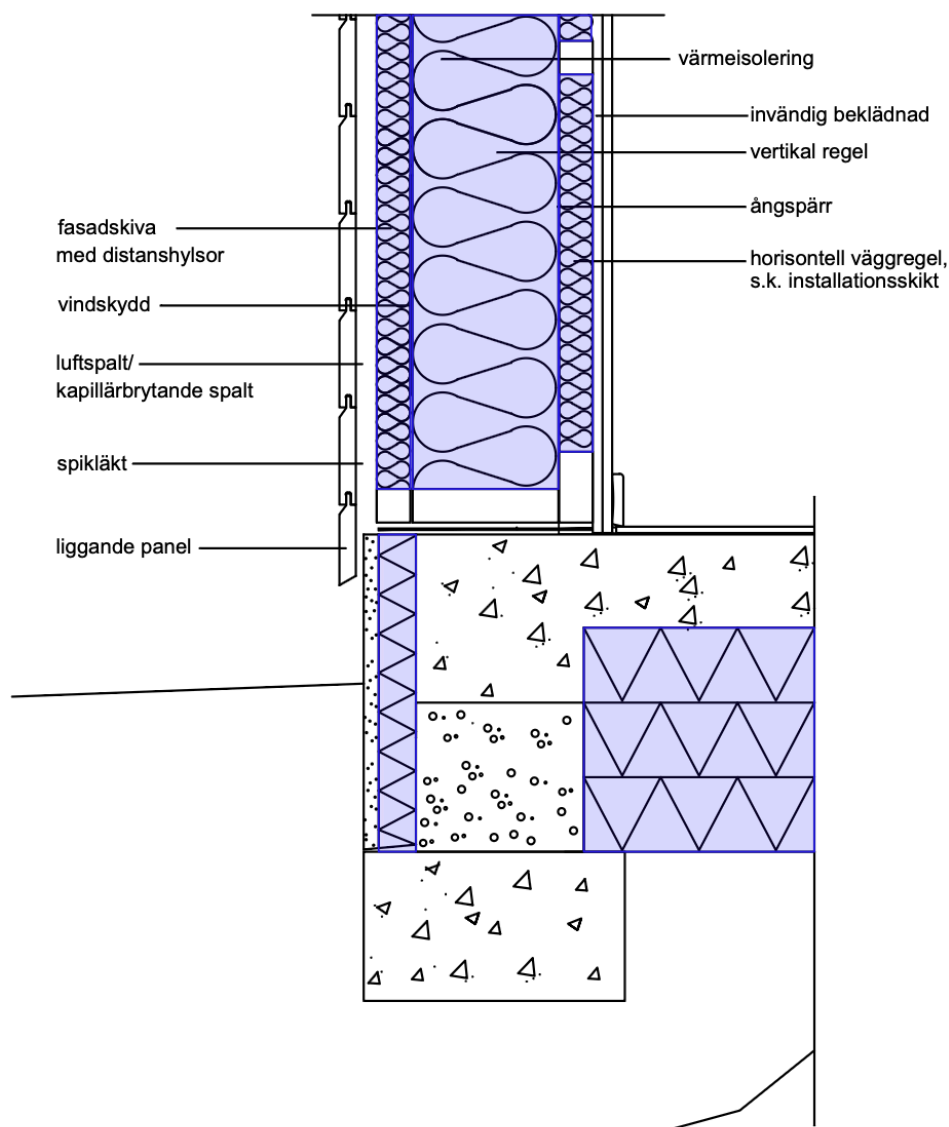
Figur 1 visar hur värmeisoleringen, markerad med blå färg, är kontinuerligt dragen runt hela fönsterpartiet, vilket är avgörande för att undvika köldbryggor. Genom att isoleringen omsluter fönsteröppningen utan avbrott säkerställs en effektiv termisk barriär som minskar värmeförluster och förbättrar byggnadens energiprestanda. En korrekt utförd

fönsteranslutning med obrutet värmekontrollskikt bidrar till både god inomhuskomfort och ökad fuktsäkerhet.



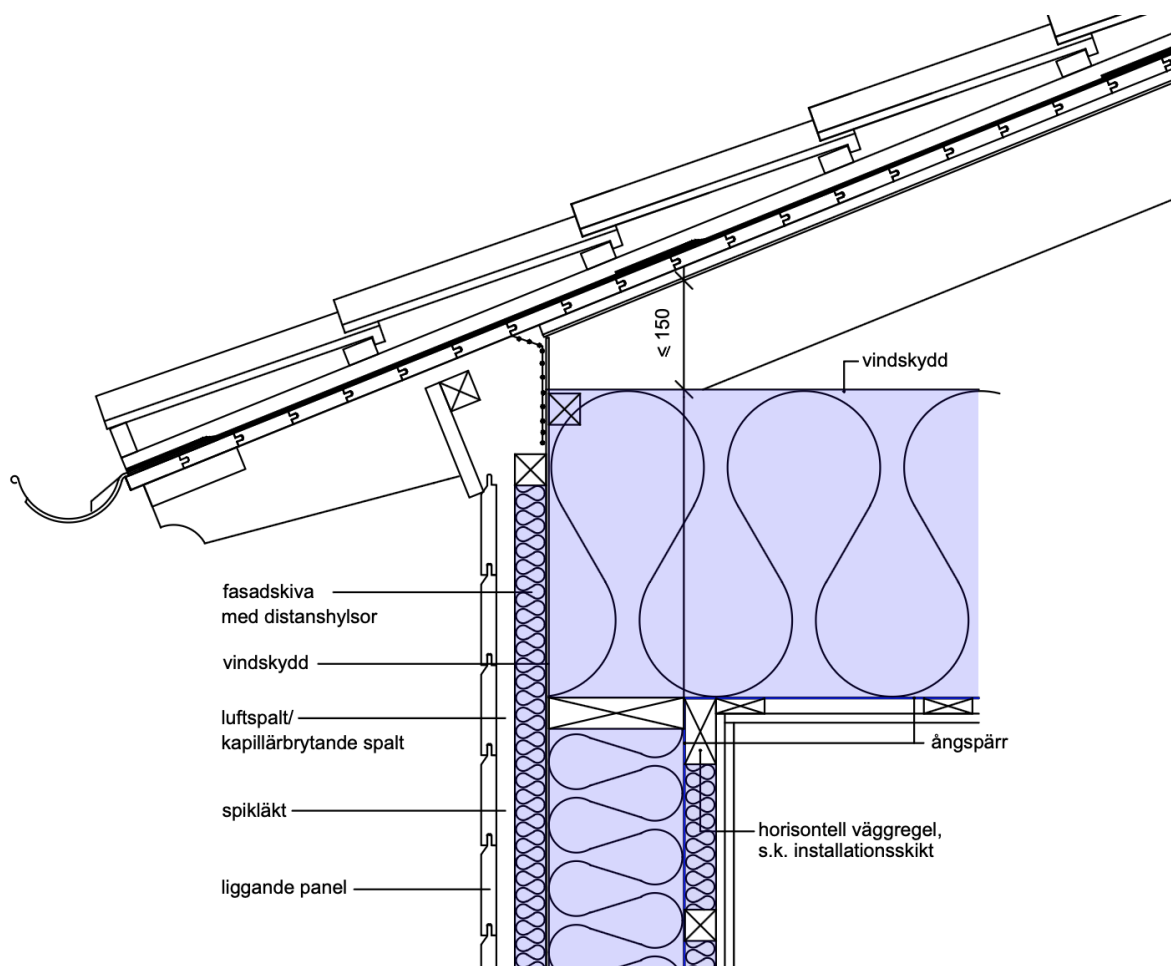
**Figur 2: Grundanslutning 1 med kontinuerligt värmekontrollskikt**

Figur 2 visar hur värmeisoleringen (blå färg) löper obrutet från ytterväggen, genom bjälklaget och ner till grundkonstruktionen. Denna kontinuitet i värmekontrollskiktet minimerar risken för köldbryggor i övergången mellan vägg och grund, vilket bidrar till bättre energieffektivitet och minskar risken för fuktrelaterade skador. Det är särskilt viktigt att isoleringen omsluter hela konstruktionen jämnt för att upprätthålla ett fungerande klimatskal.



**Figur 3: Grundanslutning 2 med kontinuerligt värmekontrollskikt**

Figur 3 visar hur värmeisoleringen (blå färg) löper obrutet från väggens träregelstomme ner i grundkonstruktionen och vidare längs bottenplattan. Denna obrutna isolering förhindrar köldbryggor vid övergången mellan vägg och grund, vilket är avgörande för att minska värmeförluster och risken för kondens. Korrekt isolering i detta område bidrar både till byggnadens energieffektivitet och till ett fuktsäkert inomhusklimat.



**Figur 4: Tak-vägganslutning med obrutet värmekontrollskikt**

Figur 4 visar hur värmeisoleringen (blå färg) är kontinuerligt dragen från ytterväggen upp i takkonstruktionen. Denna obrutna isolering säkerställer ett effektivt klimatskal genom att minimera värmeförluster och eliminera köldbryggor i övergången mellan vägg och tak. Särskilt i detta område är det viktigt att isoleringen är noggrant anpassad och tät, eftersom värmeläckage ofta uppstår där flera byggnadsdelar möts. Ett korrekt utförande bidrar till förbättrad energieffektivitet och ökad inomhuskomfort.

### 3.1.2 Vattenkontrollskikt (fuktskydd)

Vattenkontrollskiktet är avgörande för att skydda byggnaden från fukt och vattenrelaterade skador. Det består av flera olika delar som samverkar för att säkerställa att byggnaden förblir torr och hållbar. Enligt Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017, kap. 6 § 24) ska ytterväggar utformas så att de effektivt

skyddar mot inträngande vatten eller fukt, och därmed förhindrar att skador uppstår i konstruktionen.

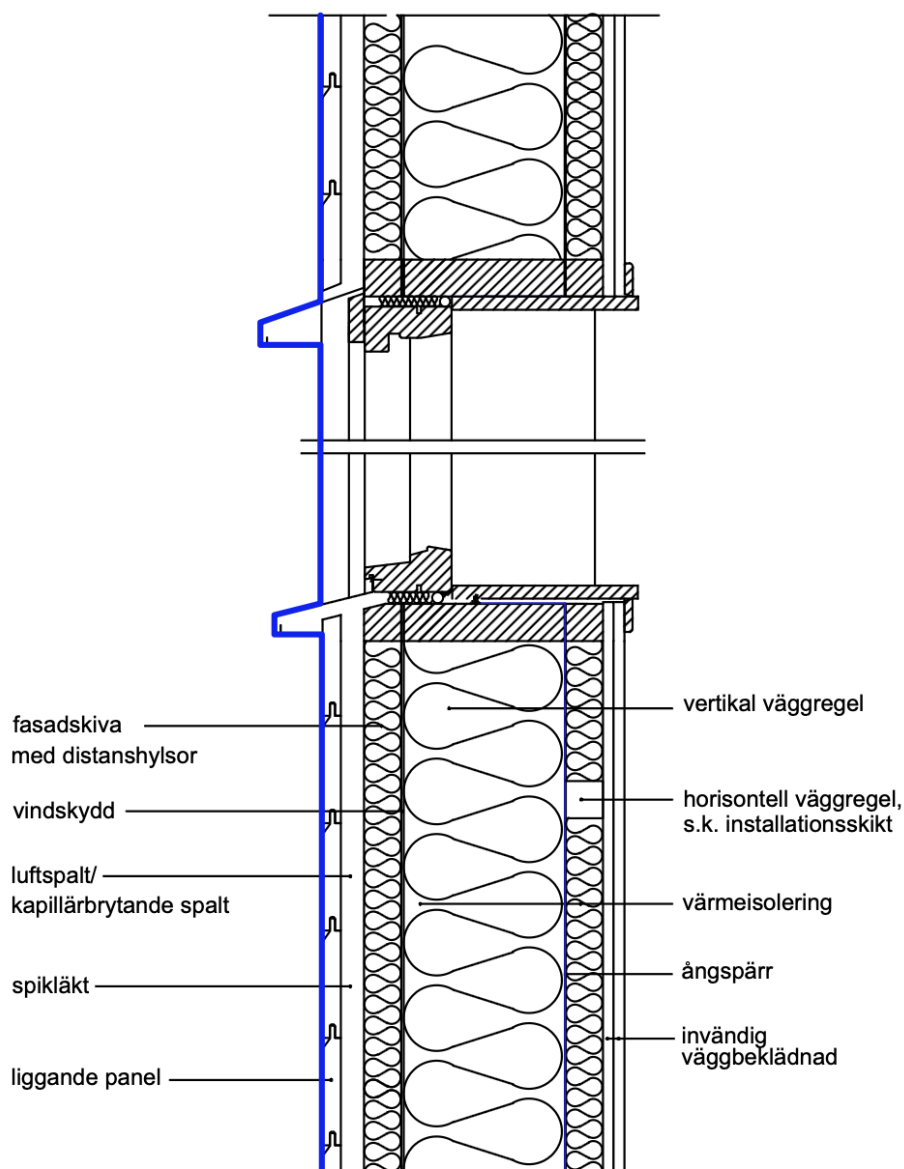
Samma principer gäller för andra delar av byggnaden. På taket används olika takmaterial för att leda bort vatten och hålla innertaket och byggnaden torr. På fasaden används ytskikt som skyddar mot regn och fukt. För att vatten ska ledas bort från byggnaden på ett effektivt sätt behövs också fungerande dräneringssystem, med rännor, stuprör och dräneringsrör. Tillsammans bildar dessa delar ett fuktskydd som är viktigt för byggnadens hållbarhet. (Benjamin Obdyke, u.å.)

För att visa hur vattenkontrollskiktet kan utformas i praktiken presenteras i följande figurer exempel på konstruktioner vid olika anslutningar: fönsteranslutning (figur 5), grundanslutningar (figur 6 och 7) samt takanslutning (figur 8).

De väggar som visas i detaljritningarna är bärande ytterväggar och är uppbyggda med en traditionell träregelstomme med utvändig träpanel. Fönstret i dessa exempel är en särskilt viktig del av konstruktionen, eftersom vattenkontrollskiktet där måste samverka med övriga delar av klimatskalet för att förhindra att fukt tränger in.

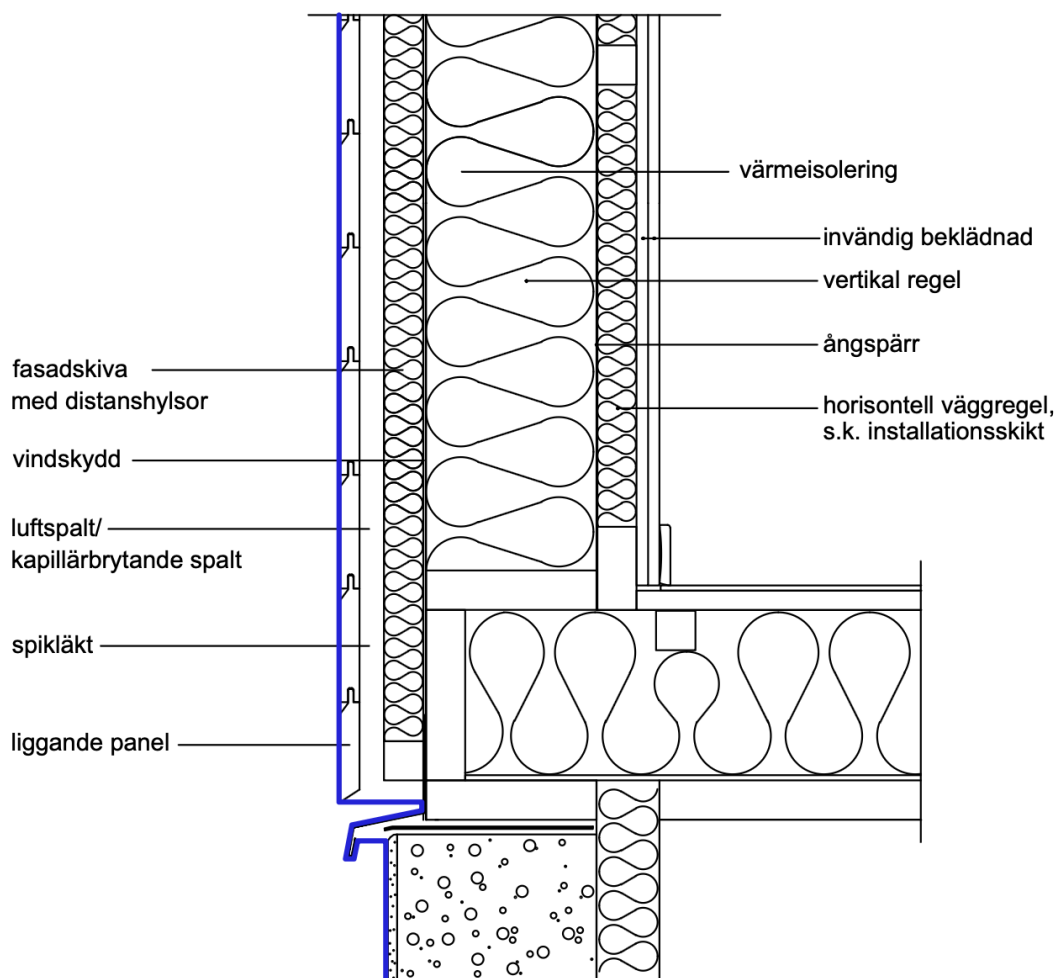
Ritningarna visar hur vattenkontrollskiktet ska placeras och anslutas för att effektivt leda bort regnvatten och skydda bakomliggande material mot fukt. I detaljritningarna har vattenkontrollskiktet markerats med en blå linje för att tydligt visa dess sträckning och kontinuitet genom konstruktionen.

Färgmarkeringen gör det lättare att förstå hur olika vattenavledande lager, som vindskydd, luftspalt och ytskikt, samverkar för att skapa ett hållbart klimatskal. Detaljerna har utarbetats i AutoCAD 2023 med stöd av underlag från TräGuidens detaljritningar, som är en etablerad referens inom träbyggnadsteknik. (Svenskt Trä, u.å.)



**Figur 5: Fönsteranslutning med kontinuerligt vattenkontrollskikt**

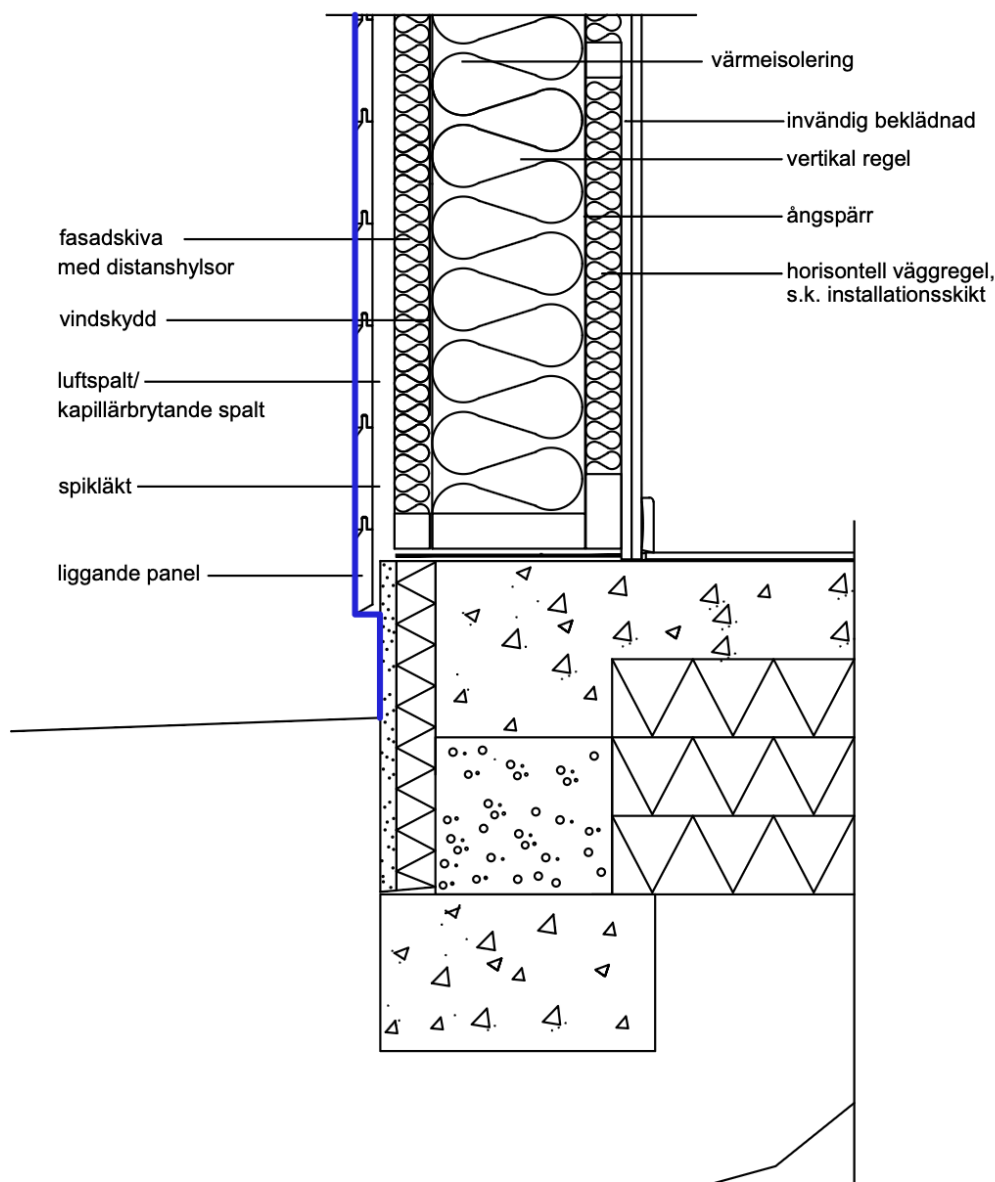
Figur 5 visar hur vattenkontrollskiktet, markerad med blå linje, löper obrutet runt fönsterpartiet, från fasadens ytskikt, över fönsteröppningen och tillbaka till den yttre väggen. Skiktet fungerar som skydd mot inträngande regnvatten och bidrar till att hålla konstruktionen torr. Just vid fönsteranslutningar är det särskilt viktigt att vattenkontrollskiktet är korrekt anslutet för att säkerställa god dränering och minska risken för fuktskador.



**Figur 6: Grundanslutning med kontinuerligt vattenkontrollskikt**

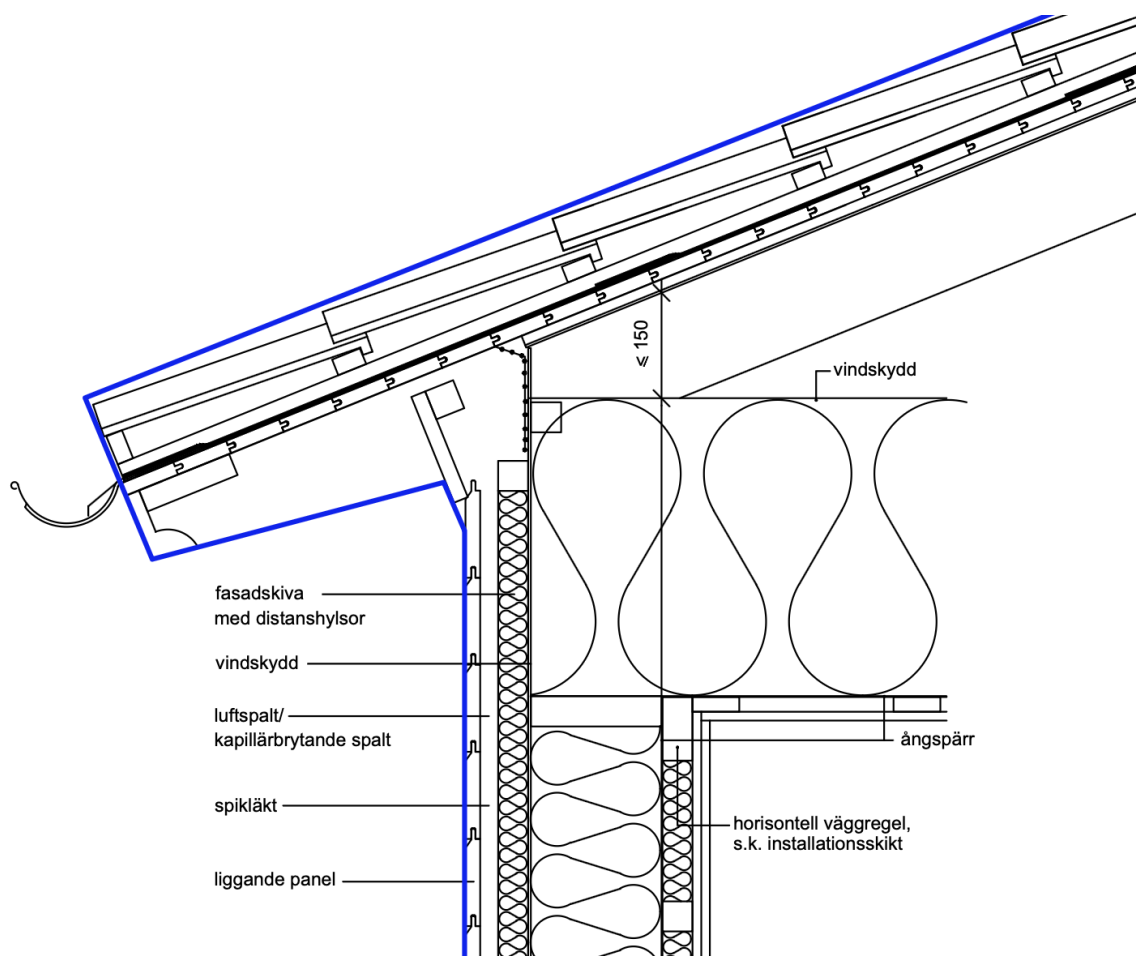
Figur 6 visar hur vattenkontrollskiktet (blå linje) löper obrutet från väggens fasadbeklädnad ner till grundmuren och vidare ner längs sockelns utsida. Skiktet leder bort regnvatten från väggen och skyddar den bakomliggande konstruktionen mot fuktinträngning.

Det är särskilt viktigt att vattenkontrollskiktet är korrekt anslutet vid övergången mellan träregelvägg och betonggrund, för att förhindra att vatten leds in mot väggen eller stannar kvar vid anslutningen.



**Figur 7: Grundanslutning med kontinuerligt vattenkontrollskikt**

Figur 7 visar hur vattenkontrollskiktet (blå linje) löper obrutet från väggens fasadbeklädnad ner över grundsockeln och vidare längs grundmuren. Skiktet består av vindskydd, luftspalt och ytskikt som tillsammans förhindrar att regnvatten och fukt tränger in i väggkonstruktionen. En korrekt utförd övergång mellan vägg och grund är avgörande för att leda bort vatten från byggnadens sockel och skydda bakomliggande isolering och stomme från fuktrelaterade skador.



**Figur 8: Taksanslutning med kontinuerligt vattenkontrollskikt**

Figur 8 visar hur vattenkontrollskiktet (blå linje) löper obrutet från fasadens ytskikt upp över takfoten och vidare längs takets utsida. Skiktet är utformat för att effektivt leda bort vatten från klimatskalet. Kontinuiteten i vattenkontrollskiktet är särskilt viktig i takfotsområdet, där risken för vatteninträngning är hög. En korrekt ansluten och väl dimensionerad luftspalt säkerställer samtidigt uttorkning och minimerar risken för fuktskador i konstruktionen.

### 3.1.3 Ångkontrollskikt (ångspärr)

Ångskyddslagret består vanligtvis av antingen en ångbroms eller en ångspärr. Syftet med detta skikt är att förhindra ångdiffusion och fuktkonvektion inom väggkonstruktionen. I

Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017, kap. 1 § 2) definieras ångspärr som ett skikt i konstruktionen som har till uppgift att begränsa att vattenånga sprids genom materialet på ett sätt som kan orsaka skador.

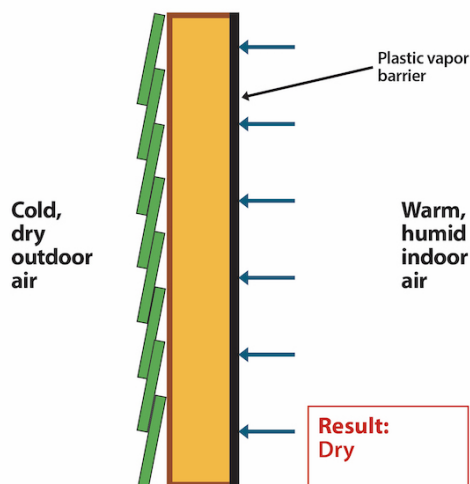
Detta skikt är ofta det primära skyddet mot fuktproblem. För att effektivt blockera ångdiffusion och fuktkonvektion krävs att ångspärren har ett högt ångmotstånd och är lufttät. Vanligtvis innebär ett material med högt ångmotstånd också att det är lufttätt, men det omvända gäller inte alltid – ett material som är lufttätt har inte nödvändigtvis ett högt ångmotstånd. För att uppnå en lufttät byggnad är det avgörande att ångspärrens alla skarvar, genomföringar och anslutningar tätas noggrant. Skarvar bör tejpas, och vid infästning mot exempelvis en trästomme ska även dessa punkter tätas med tejp. (Svenskt Trä, 2021)

I vissa fall kan KL-träskivor med minst fem skikt och en tjocklek över 70 mm själva fungera som ångbroms, vilket kan göra ytterligare skikt onödiga. Detta förutsätter dock att skivorna har tillräckligt diffusionsmotstånd och att alla skarvar, till exempel mellan väggar och bjälklag, utförs så att god lufttätthet uppnås i hela konstruktionen. (Borgström & Fröbel, 2017, s. 160)

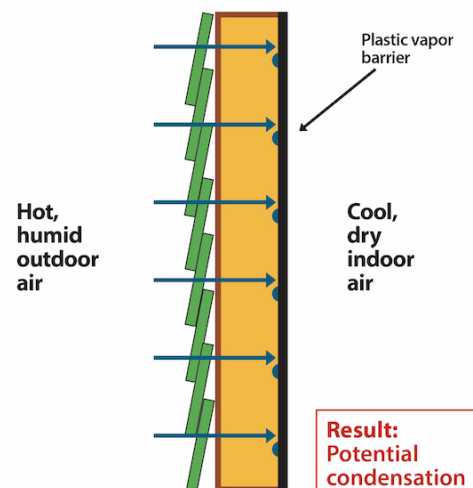
Tätheten kan verifieras genom exempelvis tryckprovning (blower door-test), där eventuella luftläckor identifieras. Enligt Miljöministeriets förordning om energiprestanda (1010/2017, kap. 4 § 27) får en byggnads klimatskal inte ha ett luftläckagetal,  $q_{50}$ , som överstiger  $4,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ , såvida det inte finns särskilda krav utifrån byggnadens användning som motiverar ett annat värde.

Det är alltså en god lufttätthet som bidrar till att ventilationssystemet ska kunna reglera inomhusklimatet effektivt och energieffektivt. Ångspärrar med hög ångmotstånd placeras vanligen på den varmare sidan av isoleringen för att hindra fukt från att tränga in i de kallare delarna av konstruktionen, där kondens kan uppstå. Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017, kap. 6 § 24) anger att om en konstruktion innehåller luft- eller ångspärrar, måste alla skarvar, anslutningar och genomföringar utföras så att de är helt täta.

Ångspärren ska i vissa fall placeras på utsidan, till exempel i varmare och fuktigare klimat som i Florida. I ett klimat där det är hög luftfuktighet utomhus och inomhusluften är kyld, vid användning av luftkonditionering, finns risk för kondens på insidan av väggen om varm, fuktig utomhusluft får vandra in genom fasaden. Detta visas i figur 9 och 10. Den vanligaste typen av ångspärr är PE plast, som har ett högt ångmotstånd.



**Figur 10: Plast ångspärr på insidan i kallt klimat (Bailes,**

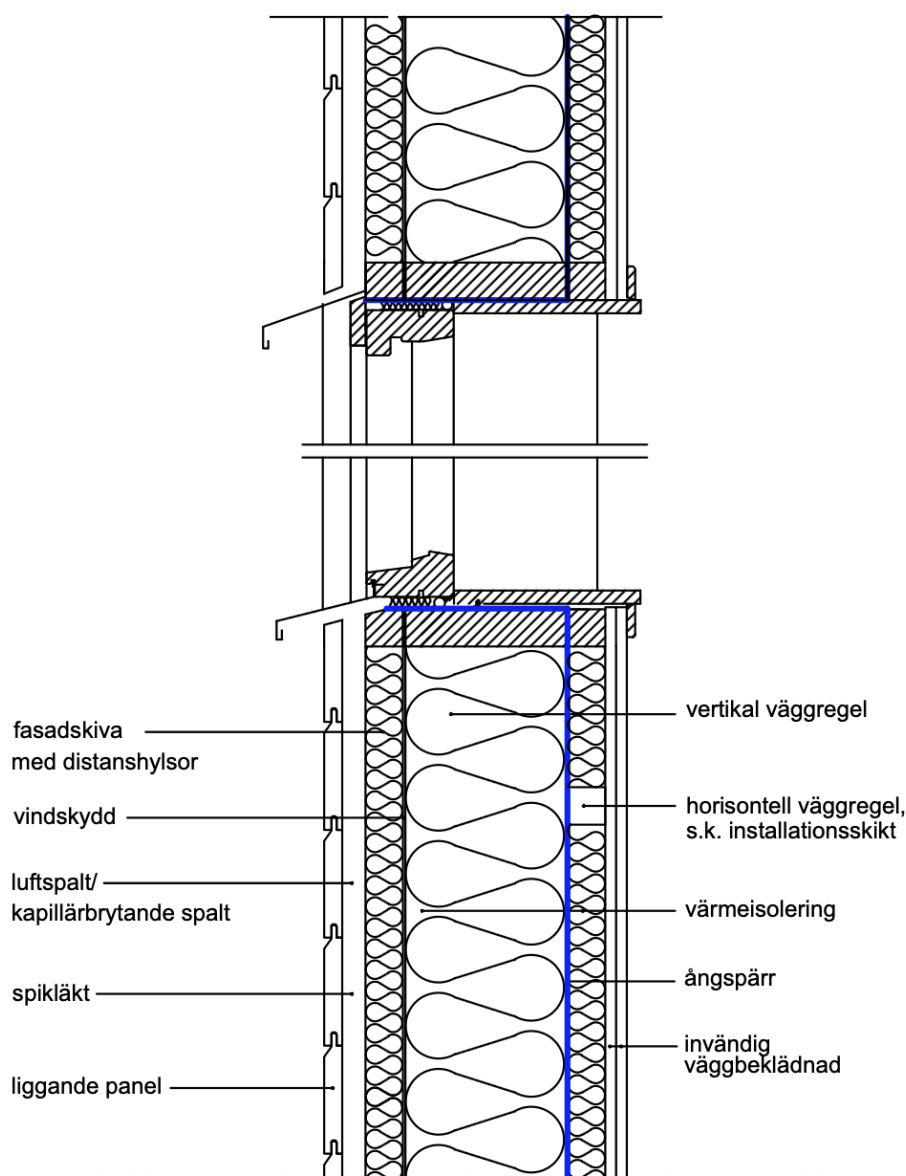


**Figur 9: Plast ångspärr på insidan i varmt klimat (Bailes, 2014)**

För att tydliggöra hur ångkontrollskiktet ska utformas i praktiken presenteras i följande figurer exempel på konstruktioner vid fönsteranslutning (figur 11), grundanslutningar (figur 12 och 13) samt takanslutning (figur 14). De väggar som visas i detaljritningarna utgör bärande ytterväggar och är uppbyggda enligt en traditionell träregelstomme med utvändigt träpanel. Fönstret i dessa detaljritningar utgör en kritisk byggnadsdel där ångkontrollskiktet måste samverka med övriga delar av klimatskalet för att förhindra fuktskador orsakade av kondens.

Dessa ritningar visar hur ångkontrollskiktet ska placeras och anslutas för att effektivt hindra fuktig inomhusluft från att tränga ut i väggens kallare delar, där kondens kan uppstå. Det bidrar även till att säkerställa byggnadens lufttäthet. I detaljritningarna har ångkontrollskiktet markerats med en blå linje för att tydligt visualisera dess sträckning och kontinuitet genom konstruktionen. Färgmarkeringen underlättar förståelsen för hur ångspärren ska placeras på konstruktionens varma sida och anslutas lufttätt mot

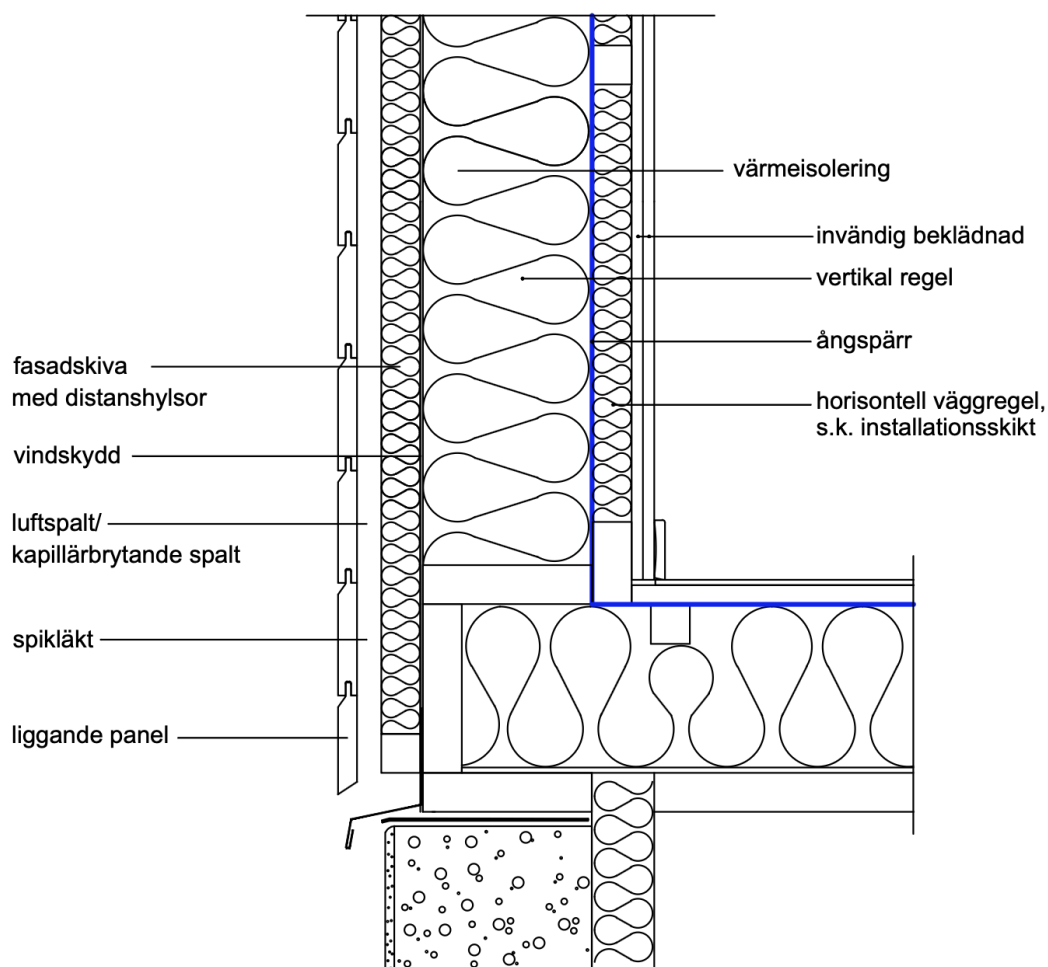
kringliggande byggnadsdelar. Detaljerna har utarbetats i AutoCAD 2023 med stöd av underlag från TräGuidens detaljritningar, som utgör en etablerad referens inom träbyggnadsteknik. (Svenskt Trä, u.å.)



**Figur 11: Fönsteranslutning med kontinuerligt ångkontrollskikt.**

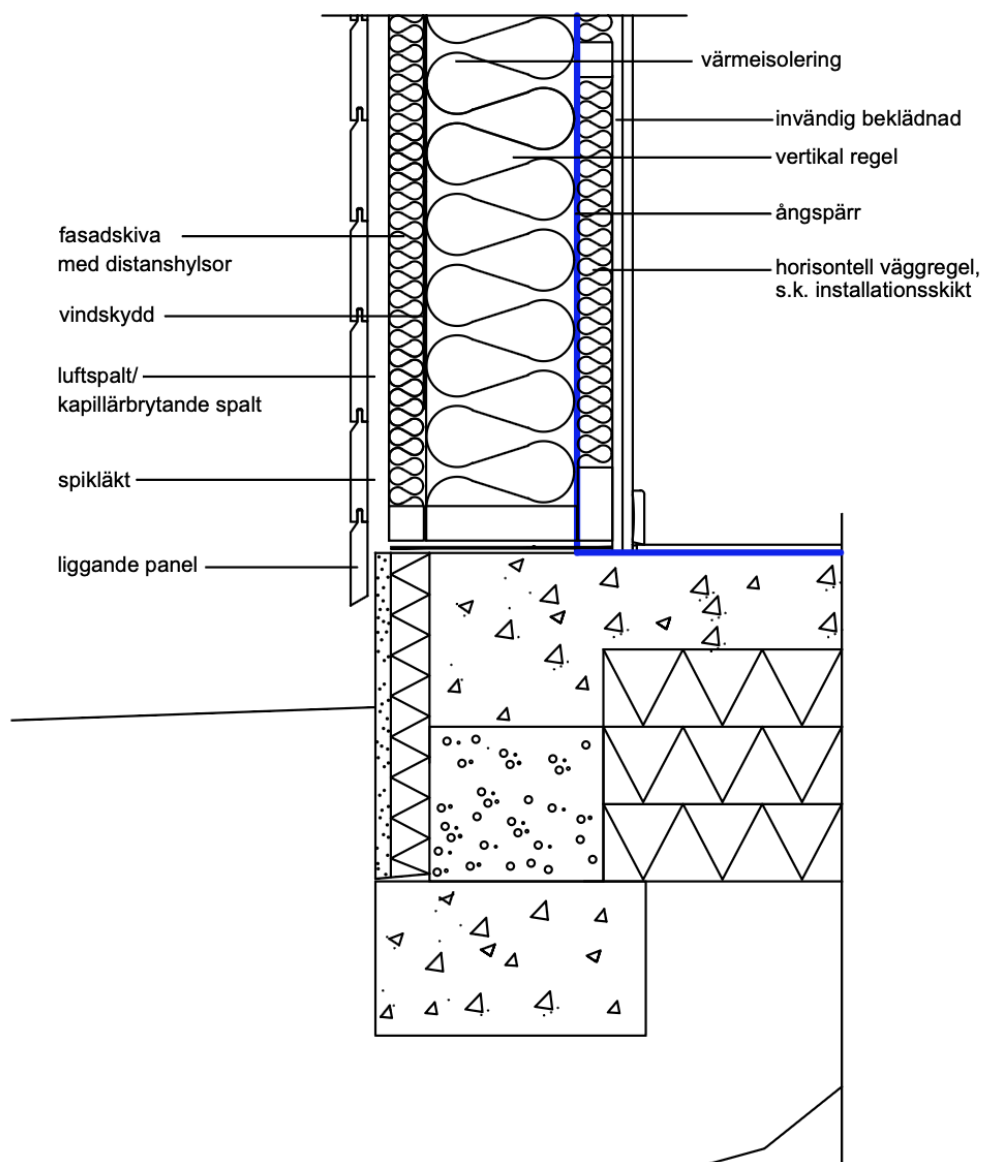
Figur 11 visar hur ångspärren (blå linje) löper obrutet runt fönsterpartiet. Syftet med ångspärren är att förhindra att varm, fuktig inomhusluft tränger ut i väggens kallare delar, där kondens annars kan uppstå. En noggrant utförd ångspärr är avgörande för att

förhindra fuktskador, mögel och försämrad inomhusmiljö. Det är särskilt viktigt att skarvar och genomföringar kring fönstret tätas noggrant för att säkerställa lufttätethet och ångtäthet i hela konstruktionen.



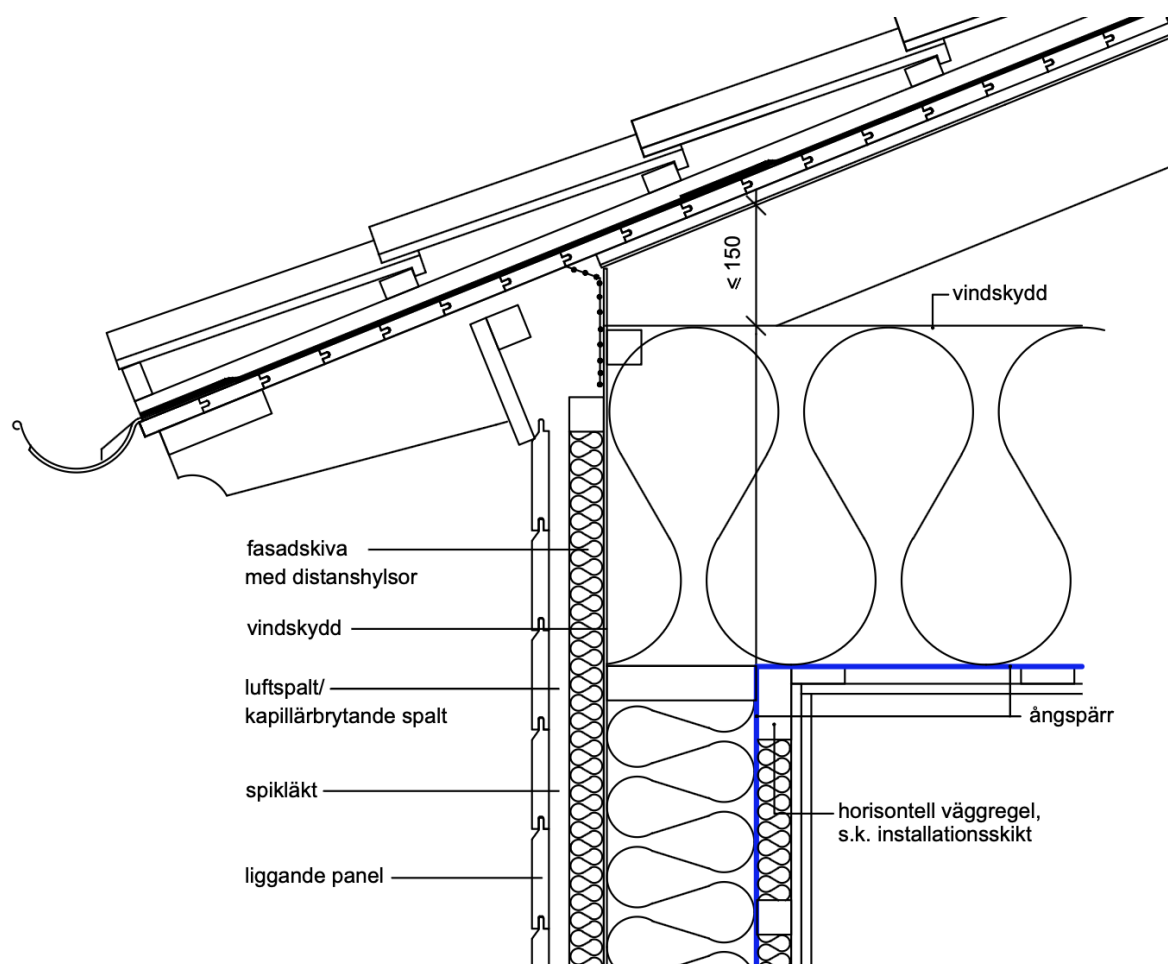
**Figur 12: Grundanslutning 1 med kontinuerligt ångkontrollskikt**

Figur 12 visar hur ångspärren, markerad med blå linje, löper obrutet från väggen ner till golvbjälklaget och säkerställer att fukt från inomhusluften inte tränger ut i den kallare delen av konstruktionen vid grundanslutningen. Den korrekta placeringen och anslutningen av ångspärren vid denna övergång är avgörande för att förhindra kondensbildning och fuktrelaterade skador. Det är särskilt viktigt att skarven mellan vägg och golv tätas noggrant för att upprätthålla luft- och ångtäthet genom hela klimatskalet.



**Figur 13: Grundanslutning 2 med kontinuerligt ångkontrollskikt**

Figur 13 visar hur ångspärren (blå linje) löper obrutet från väggen ner till golvbjälklaget och säkerställer att fukt från inomhusluften inte tränger ut i den kallare delen av konstruktionen vid grundanslutningen. Den korrekta placeringen och anslutningen av ångspärren vid denna övergång är avgörande för att förhindra kondensbildning och fuktrelaterade skador. Särskilt kritiskt är att skarven mellan vägg och golv tätas noggrant för att bibehålla luft- och ångtätheten genom hela klimatskalet.



**Figur 14: Takanslutning med kontinuerligt ångkontrollskikt**

Figur 14 visar hur ångspärren (blå linje) löper obrutet från ytterväggen in i vindsbjälklaget och vidare in i takkonstruktionen. Denna kontinuitet är avgörande för att förhindra att varm, fuktig inomhusluft tränger ut i takets kallare delar, där den annars riskerar att kondensera och orsaka fuktskador. Särskild uppmärksamhet bör ges åt tätning vid skarvar och genomföringar i övergången mellan vägg och tak för att säkerställa ång- och lufttätethet i hela klimatskalet.

### 3.1.4 Luftkontrollskikt

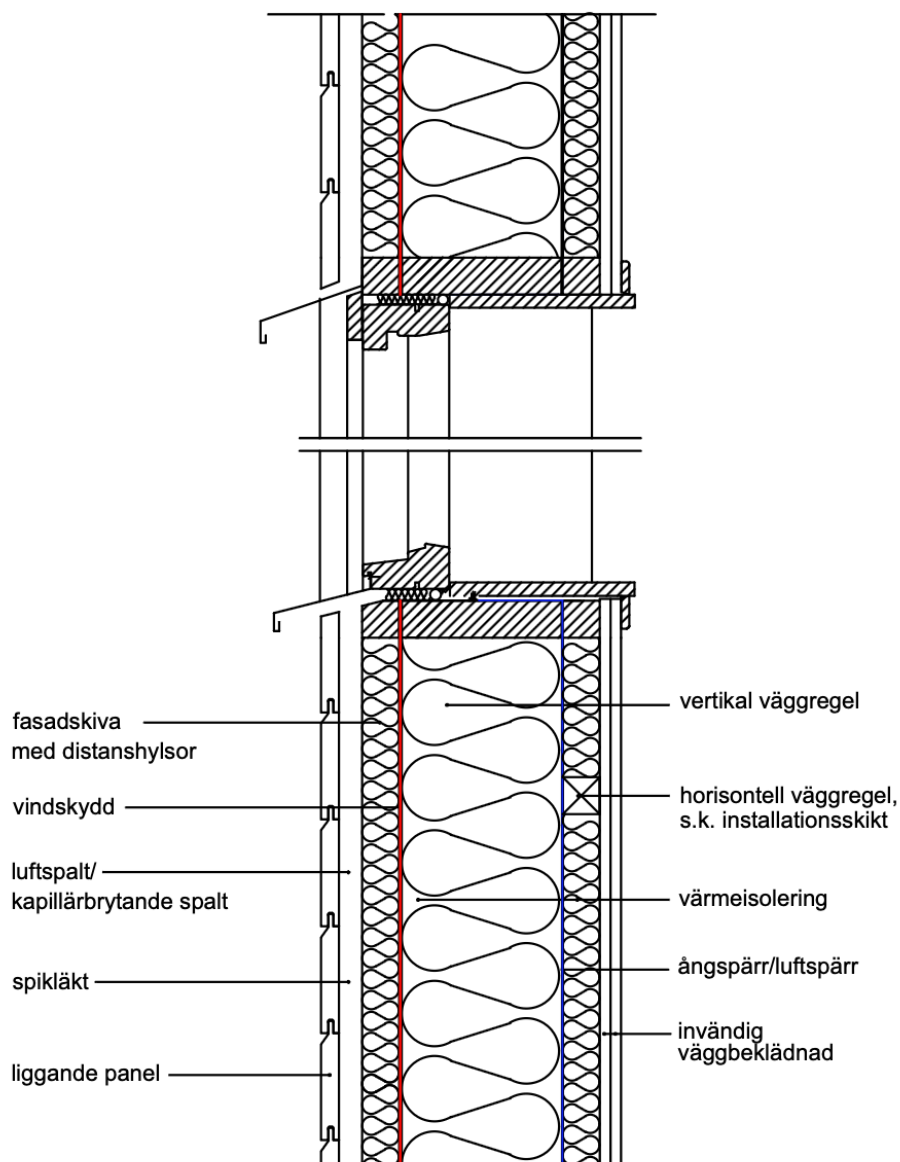
I Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017, kap. 1 § 2) beskrivs luftspärr som ett materialskikt som används för att förhindra att luft rör sig genom en konstruktion på ett sätt som kan orsaka skador. Det är dock i praktiken diffusionsspärren som gör byggnaden tät. Luftkontrollskiktet, exempelvis vindskyddsskivan, har främst

uppgift att hindra utomhusluft att nå isoleringen, men bidrar inte i sig till fullständig lufttäthet i klimatskalet. (Tekdemir, 2024, s. 30)

För att begränsa eller helt förhindra oönskade luftflöden inom en byggnadskonstruktion används särskilda materiallager som fungerar som luftspärr. Detta skikt kallas ofta för vindskyddslager och utgörs vanligtvis av en vindskyddsduk eller skiva med god lufttäthet. Luftspärren kan placeras på olika nivåer i väggkonstruktionen beroende på uppbyggnad och tekniska krav, men dess huvudsakliga syfte är att förhindra luftläckage som kan leda till energiförluster och fuktskador. (Burke, Kumlin & Sjöberg, 2014, s. 6)

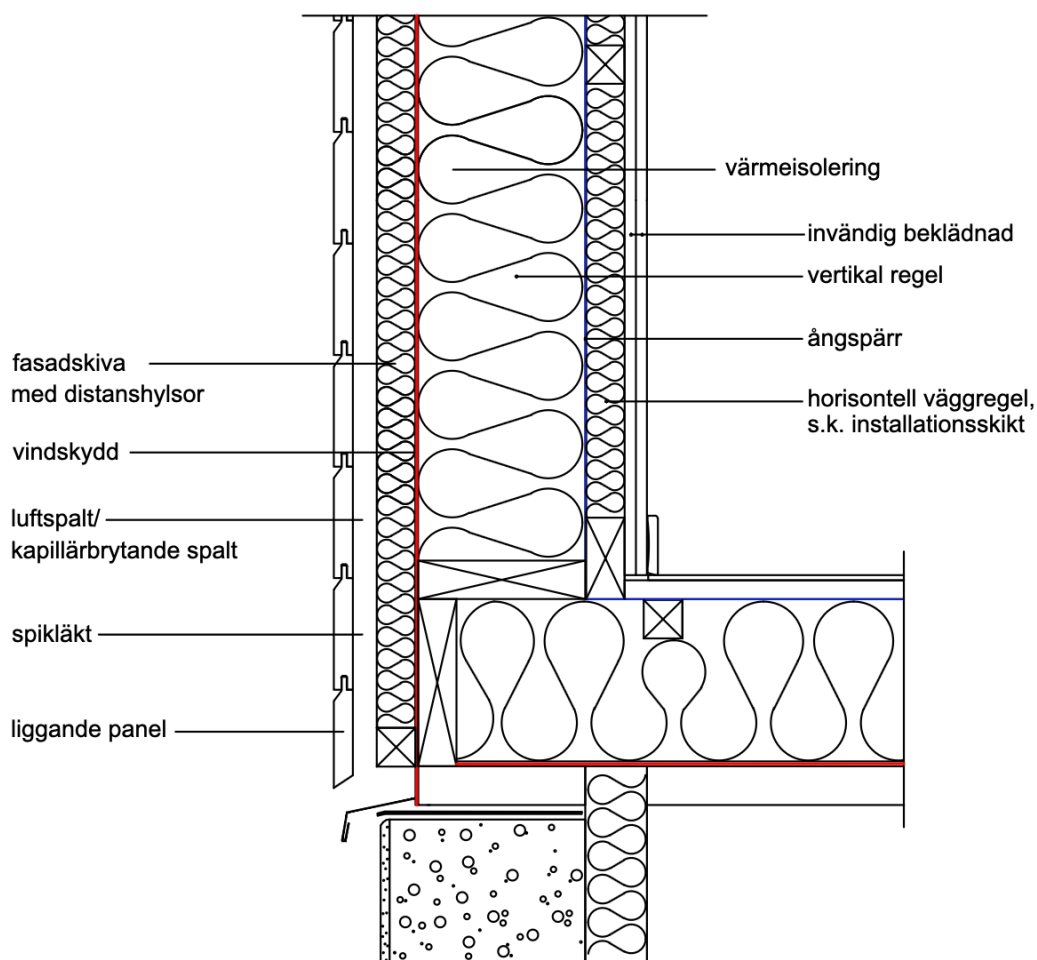
För att tydliggöra hur luftkontrollskiktet ska utformas i praktiken presenteras i följande figurer exempel på konstruktioner vid fönsteranslutning (figur 15), grundanslutningar (figur 16 och 17) samt takanslutning (figur 18). De väggar som visas i detaljritningarna utgör bärande ytterväggar och är uppbyggda enligt en traditionell träregelstomme med utvändiga träpanel. Fönstret i dessa ritningar fungerar som en kritisk byggnadsdel där luftkontrollskiktet måste samverka med övriga delar av klimatskalet för att säkerställa god lufttäthet och energieffektivitet.

Dessa ritningar visar hur luftkontrollskiktet ska placeras och anslutas för att effektivt förhindra luftläckage och oönskad luft genom byggnadens klimatskal. I detaljritningarna har luftkontrollskiktet markerats med röd linje för att tydligt visualisera dess sträckning och kontinuitet genom konstruktionen. Färgmarkeringen underlättar förståelsen för hur lufttäta skikt, såsom vindskyddsskivor och invändiga spärrskikt, samverkar för att skapa en energieffektiv och fuktsäker byggnad. Detaljerna har utarbetats i AutoCAD 2023 med stöd av underlag från TräGuidens detaljritningar, som utgör en etablerad referens inom träbyggnadsteknik. (Svenskt Trä, u.å.)



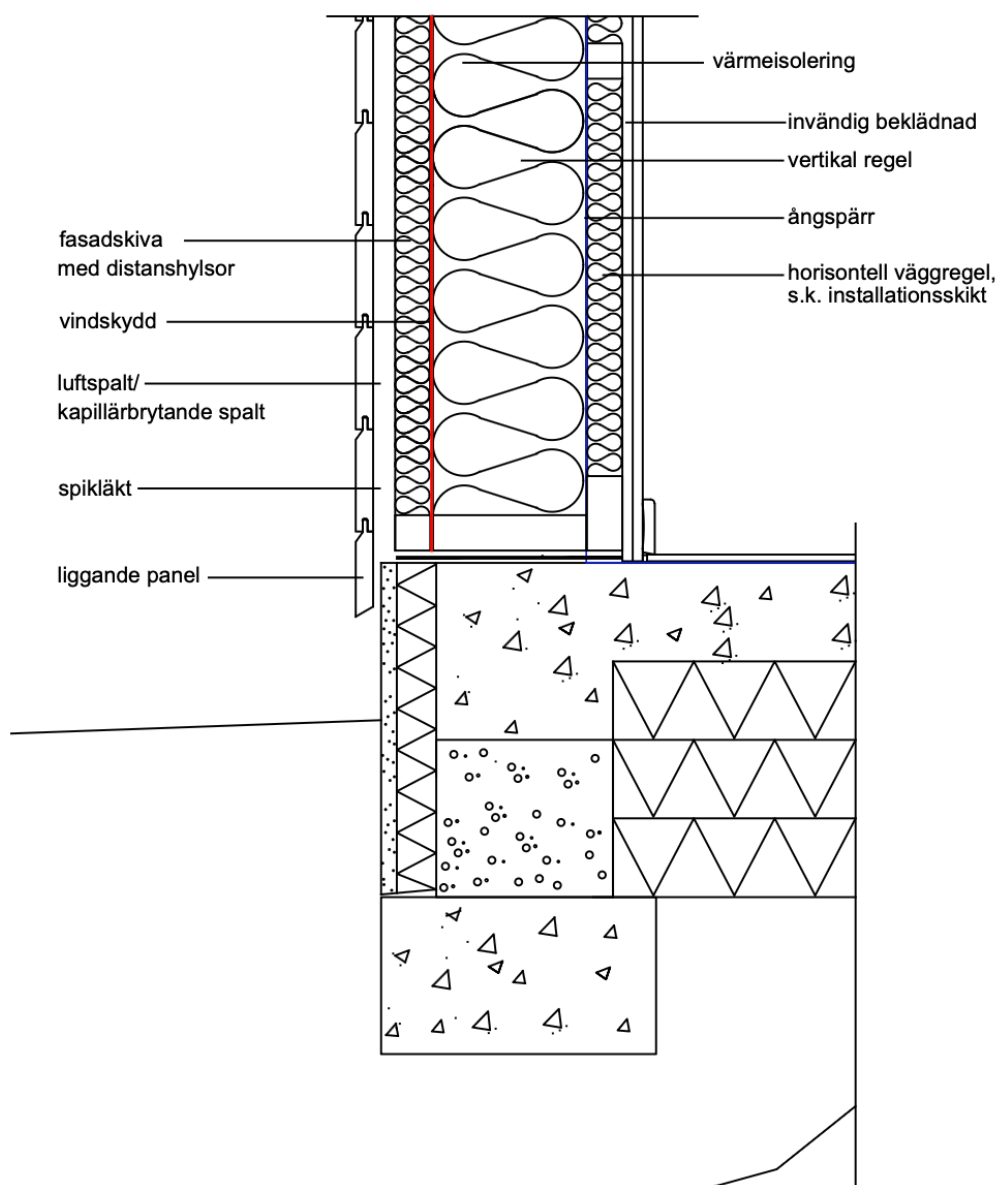
**Figur 15: Fönsteranslutning med kontinuerligt luftkontrollskikt**

Figur 15 visar hur luftkontrollskiktet (röd linje) löper obrutet längs insidan av vindskyddet och runt fönsterpartiet. Syftet med luftkontrollskiktet är att förhindra oavsiktliga luftläckage genom klimatskalet, vilket annars kan leda till värmeförluster, kallras och i värsta fall fuktskador orsakade av kondens. Särskild vikt läggs vid att uppnå täta anslutningar runt fönster och i övergångar mellan byggnadsdelar. Ett korrekt utfört luftkontrollskikt är avgörande för att uppfylla gällande energikrav och säkerställa god inomhuskomfort.



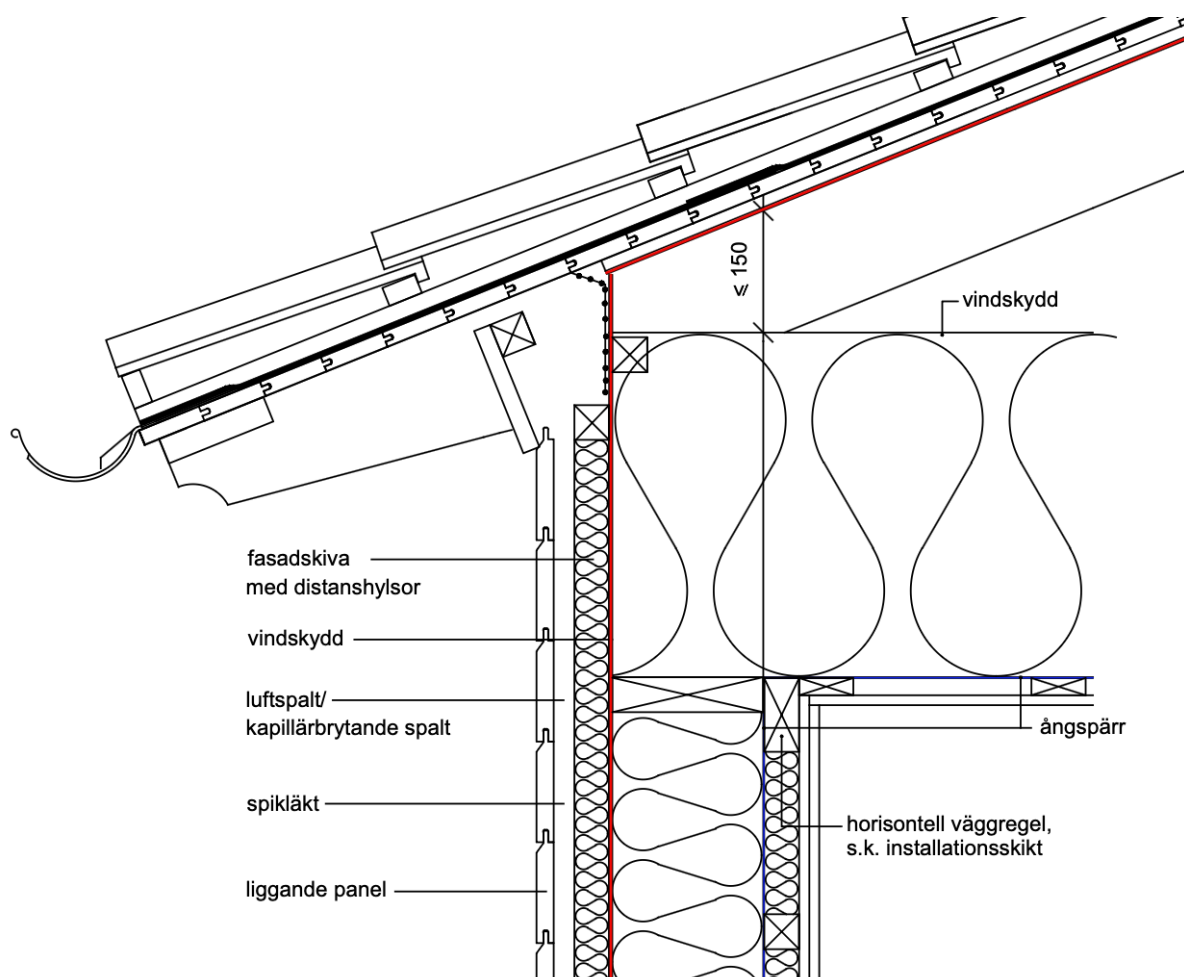
**Figur 16: Grundanslutning 1 med kontinuerligt luftkontrollskikt**

Figur 16 visar hur luftkontrollskiktet (röd linje) löper obrutet längs utsidan av värmeisoleringen och utgörs av en vinds tät vindskyddsskiva. Vindskyddet förhindrar att kall utomhusluft tränger in i konstruktionen och säkerställer att isoleringen bibehåller sin funktion. Kontinuitet i detta skikt, särskilt vid övergången mellan vägg och grund, är avgörande för att undvika luftläckage som kan leda till energiförluster, kallras och i vissa fall fuktskador. En tät och väl ansluten vindskyddsskiva är därmed en viktig komponent för att upprätthålla klimatskalets lufttätthet.



**Figur 17: Grundanslutning 2 med kontinuerligt luftkontrollskikt**

Figur 17 visar hur luftkontrollskiktet (röd linje) löper obrutet längs utsidan av värmeisoleringen, där det utgörs av en vinds tät vindskyddsskiva. Vindskyddet förhindrar att kall utomhusluft tränger in i konstruktionen och säkerställer att isoleringen fungerar optimalt. Kontinuitet i detta skikt, särskilt vid övergången mellan vägg och grund, är avgörande för att undvika luftläckage som kan leda till energiförluster, kallras och i vissa fall fuktskador. En tät och väl ansluten vindskyddsskiva är därmed en viktig komponent i klimatskalets lufttäthet.



**Figur 18: Takanslutning med kontinuerligt luftkontrollskikt**

Figur 18 visar hur luftkontrollskiktet (röd linje) utgörs av en vindtät vindskyddsskiva som löper obrutet från yttervägg upp i takets ytskikt. Vindskyddet fungerar som ett yttre lufttätt skikt och är avgörande för att hindra att kall utomhusluft tränger in i konstruktionen. I övergången mellan vägg och tak säkerställs lufttätthet genom att vindskyddet är noggrant anslutet och tätat mot övriga byggnadsdelar. Den obrutna linjen visar vikten av kontinuitet i luftkontrollskiktet för att förhindra luftläckage samt bibehålla isoleringens funktion.

### 3.2 Material – val och kompatibilitet

Utöver att kontrollskikten är korrekt byggda är det viktigt att välja material som fungerar bra tillsammans och kan samverka för att uppfylla krav som ställs på konstruktionen.

### 3.2.1 Ångspärr för mineralull

Då man använder mjuk mineralull som isoleringsmaterial i en konstruktion, är det bäst att kombinera den med en plastbaserad ångspärr som är mycket lufttät och ångbeständig. (Gustavsson & Öberg, 2021, s. 12) I vissa fall används isolerskivor med mycket låg ånggenomsläpplighet, där ytskiktet består av ett diffusionstätt material, exempelvis en foliebeläggning. Dessa så kallade multifunktionsskivor kombinerar värmeisolering med fuktspärrande egenskaper och kan därmed fungera som både isolering och ångspärr i ett. Förutsatt att skivorna monteras med noggrant tätade skarvar, kan behovet av en separat ångspärr elimineras. Det är viktigt att säkerställa att skivornas placering i konstruktionen är korrekt i förhållande till klimatförhållanden och fuktrisker, då deras ångtäthet påverkar konstruktionens fukttransportförmåga. (Recticel Insulation, 2021)

### 3.2.2 Ångspärr för träfiber

Vid användning av träfiberisolering i väggkonstruktioner är valet mellan ångspärr och ångbroms en central fråga för att uppnå en fuktsäker byggnad. Träfiberisolering är ett hygroskopiskt material, vilket innebär att det har förmåga att ta upp och avge fukt. Denna egenskap bidrar till ett jämnare fuktförhållande inom konstruktionen, då fukten fördelas över en större volym och därmed minskar risken för koncentrerade fuktansamlingar och mikrobiell tillväxt. (Olsson & Petrovic, 2022, ss. 7–13)

Traditionellt har ångspärrar av plastfolie använts för att hindra att varm och fuktig inomhusluft tränger ut i konstruktionen och kondenserar på kallare ytor. I konstruktioner med träfiberisolering finns det dock en risk att denna typ av plastfolie förhindrar fukten från att vandra tillbaka ut, vilket i sin tur kan leda till inneslutning av fukt och mögelproblem. Synen på vilken metod som är mest lämplig varierar. Vissa förespråkar helt täta konstruktioner för att undvika kondens och därmed förebygga mögel, medan andra menar att en viss genomsläpplighet kan vara fördelaktig, särskilt i träbaserade byggnader. Forskning visar att både täta och öppna lösningar kan fungera, beroende på byggnadens uppbyggnad och klimatförhållanden. Sammanfattningsvis bör valet mellan ångspärr och ångbroms i konstruktioner med träfiberisolering baseras på en helhetsbedömning, där både materialegenskaper och externa faktorer vägs in för att uppnå god fuktsäkerhet och långsiktig hållbarhet. (Olsson & Petrovic, 2022, s. 13)

Flera aktörer inom byggbranschen har uttryckt osäkerhet kring hur dessa öppna konstruktioner fungerar på lång sikt. Det saknas ofta tillräcklig dokumentation och långtidserfarenhet som kan bekräfta att en diffusionsöppen vägg med träfiberisolering presterar lika säkert över tid som traditionella lösningar med ångspärr. Detta bidrar till att många föredrar den tryggare, välkända vägen, ofta med mineralull och diffusionstäta lösningar, särskilt i en bransch som ofta beskrivs som konservativ och försiktig med att införa nya material. Samtidigt betonas vikten av att undersöka hur diffusionsöppna konstruktioner fungerar över längre tid, särskilt i kombination med träfiberisoleringens naturliga förmåga att reglera fukt. En sådan studie skulle kunna ge viktiga insikter i hur man balanserar fuktsäkerhet med mer miljövänliga och resurssnåla isoleringslösningar. Att förbättra kunskapen kring dessa aspekter skulle inte bara kunna öka förtroendet för träfiberisolering utan också bidra till bättre beslutsunderlag för konstruktörer och beställare vid val av isoleringssystem. (Olsson & Petrovic, 2022, ss. 35-36)

### **3.2.3 Ångspärr för cellulosaisolering**

Tillverkare lyfter ofta fram cellulosaisoleringens förmåga att reglera fukt som en fördel, vilket kan göra det möjligt att bygga utan att behöva använda plastfolie som ångspärr. Den praktiska nyttan av att utesluta plastfolie i konstruktioner med cellulosaisolering är dock fortfarande föremål för diskussion. Inom byggbranschen finns en väl etablerad kunskap kring användningen av plastfolie, inklusive dess placering i väggkonstruktionen, eftersom det länge varit standard vid nybyggnation. De främsta fördelarna med att undvika plastfolie uppstår vid renoveringar och ombyggnationer, där risken för att folien skadas är större. Det kan även vara ett relevant val i projekt där ambitionen är att använda så mycket naturliga och miljövänliga material som möjligt. (Gustavsson & Öberg, 2021, s. 25) Dock påstår Träguiden att ångbroms alltid skall användas då man har cellulosaisolering. (Svenskt Trä, 2021)

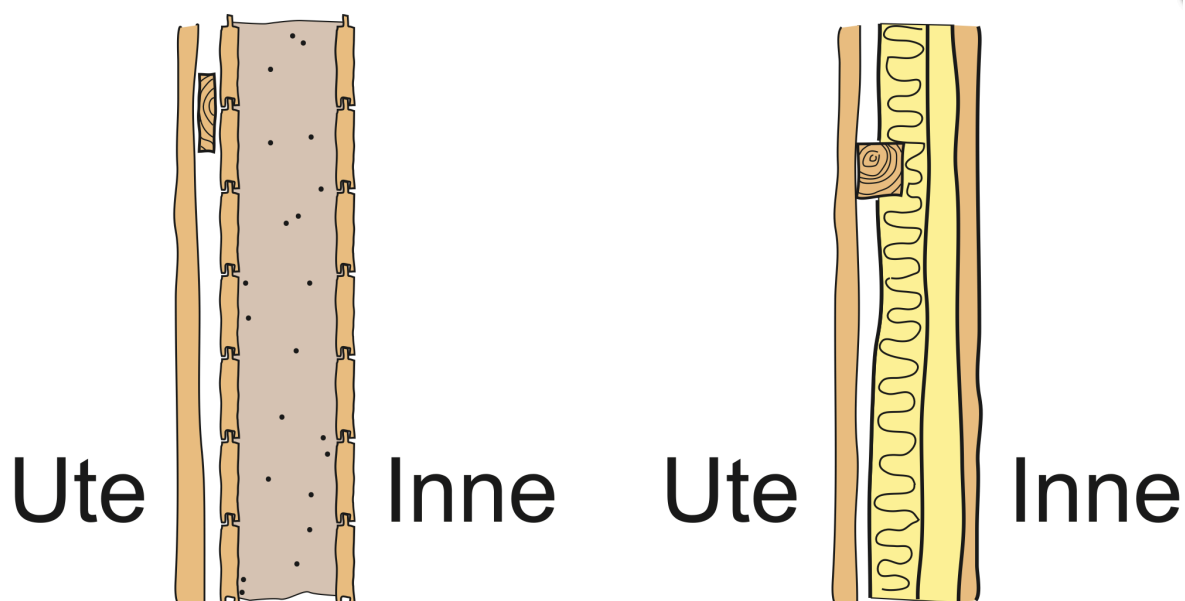
## **3.3 Historisk utveckling av kontrollskikt**

Byggnader har i alla tider haft någon form av kontrollskikt, även om dessa inte alltid varit tekniskt definierade som i dagens byggnader. I detta kapitel presenteras några exempel på hur kontrollskikten har utvecklats med åren.



**Figur 19: Exempel på kontrollskikt i ett äldre hus, bild av Mikael Andersén**

I figur 19 visas ett exempel på ett äldre hus där man, med dåtidens tillgängliga byggmaterial, lyckades uppnå god funktion inom samtliga fyra kontrollskikt. Trots att separata tekniska lager inte användes på samma sätt som i modern byggteknik, skapade materialens placering, egenskaper och överlappande konstruktioner ett klimatskal som kunde hantera både fukt, luftläckage, värmeförluster och nederbörd. Det utgör ett tydligt exempel på hur traditionell byggnadsteknik utnyttjade materialens naturliga egenskaper för att skapa robusta och hållbara lösningar.



**Figur 20: Till vänster exempel på resvirkesvägg och till höger på plankvägg (Boverket, 2023a)**

Utvecklingen av väggkonstruktioner i trä, särskilt träregelväggar, har genomgått flera förändringar över tid, både vad gäller material, byggmetoder och krav på fuktsäkerhet. Varje teknisk förändring har medfört nya utmaningar och risker kopplade till fukt, vilket i sin tur har påverkat hur kontrollskikten utformas och fungerar. En av de mest betydande förändringarna är den gradvisa förbättringen av väggarnas isoleringsförmåga. Detta har främst gjorts för att öka energieffektiviteten och förbättra inomhuskomforten. I takt med att isoleringen blivit tjockare har dock väggarnas yttre delar blivit kallare, vilket gör konstruktionen mer känslig för fukt. Därför har behovet av god luft- och ångtäthet på insidan ökat, för att förhindra att varm, fuktig inomhusluft tränger ut i konstruktionen och kondenserar. (Boverket, 2023a)

Under 1900-talet började träpaneler på ytterväggar målas med moderna färgsystem, exempelvis akrylatfärg. Dessa färger krävde särskild grundbehandling med alkydolja, något som inte alltid följdes i praktiken. I de fall där luftspalt saknades bakom panelen och målningen var otillräcklig, kunde fukt stängas inne i träet, vilket i sin tur ledde till rötskador. (Boverket, 2023a)

På 1990- och 2000-talen blev det vanligt med så kallade enstegstätade fasadsystem, ofta i form av puts direkt på isolering utan luftspalt. Metoden ansågs enkel och kostnadseffektiv, men visade sig i praktiken vara mycket känslig för vatteninträngning. När fasaden skadades kunde vatten tränga in och orsaka omfattande fuktskador i väggens inre delar, eftersom konstruktionen saknade möjlighet till uttorkning. (Boverket, 2023a)

Vid renoveringar har även invändig tilläggsisolering använts för att energieffektivisera äldre byggnader. Även detta har bidragit till att väggarnas yttre delar blivit kallare och därmed mer utsatta för fuktproblem, om inte ångspärrar och detaljer utförts korrekt. I takt med ökad medvetenhet om lufttäthet började väggar konstrueras med invändiga skivmaterial i kombination med luft- och ångspärrar. Detta förbättrade tätheten, men medförde att byggfukt hade svårare att torka ut inåt. Dessutom koncentrerades luftläckage till svagheter i montage, vilket skapade lokala fuktrisker. (Boverket, 2023a)

Flera andra byggtekniska förändringar har påverkat väggens fuktegenskaper. Till exempel har användningen av klorfenolbehandlat trä (i syllar) visat sig kunna orsaka inomhusproblem i form av lukt, trots att syftet var att förhindra röta. Även införandet av stålreglar i kombination med trä har gett oväntade problem; om stålsyllen samlat vatten kan träreglar i kontakt med den bli uppfuktade i ändträet. (Boverket, 2023a)

Ett positivt exempel på utveckling är användningen av obruten isolering på utsidan av träregelstommen. Detta har hjälpt till att hålla den bärande stommen varmare och torrare, vilket minskar risken för kondens. Samtidigt ställer det högre krav på noggrann detaljprojektering, särskilt vid fönster och dörrar där det är svårt att upprätthålla täthet. (Boverket, 2023a)

Sammanfattningsvis visar utvecklingen att varje förändring i väggens uppbyggnad – även de som gjorts för att förbättra energiprestanda måste vägas mot dess inverkan på fuktsäkerheten. Historien visar tydligt att även små brister i kontrollskikten kan få stora konsekvenser om de uppträder i kalla och fuktiga delar av konstruktionen. (Boverket, 2023a)

Under 1930–1950-talet togs fler tekniska egenskapskrav i bruk i byggnadsstadgan. År 1931 infördes krav med fokus på fuktsäkerhet, bland annat paragraf 112 § som lyder: "Då byggnadsnämnden prövar ansökan om byggnadslov skall nämnden förvissa sig om att; -

byggnaden blir konstruktivt tillfredsställande samt erforderligt isolerad mot fukt och kyla". (Åberg, 2018)

## 4 Vanligt förekommande fel i kontrollskikten i dagens byggnader

Byggfel förekommer fortfarande i dagens byggnader, och ofta är det just kontrollskikten som är felaktigt utformade. I detta avsnitt presenteras några av de vanligaste felen som uppstår.

Dessa skador och fel i klimatskalet är ofta de mest kostsamma byggfelen, eftersom de kan påverka både byggnadens funktion och livslängd. (Boverket, 2018, s. 25)

### 4.1 Fel i värmekontrollskiktet och luftkontrollskiktet



**Figur 21: Brister i luftkontrollskiktet och värmekontrollskiktet. Bild tagen av Mikael Andersén**

I figur 21 syns ett äldre tegelhus med brister i både luft- och värmekontrollskiktet. Bilden visar kraftig isbildning vid takfot och snedtak, vilket tyder på värmeläckage genom takets isolering. Den värme som läcker ut inifrån får snön att smälta, medan kallare ytterpartier orsakar isbildning. Detta är ett tydligt exempel på bristande funktion i klimatskalets värme- och luftkontrollskikt.

## 4.2 Fel i vattenkontrollskiktet

Bristande täthet i byggnadens klimatskal kan leda till att vatten tränger in och orsakar fuktskador (Boverket, 2018, s. 10). Detta kan bero på fel i anslutningar och genomföringar i tak eller väggar (Boverket, 2018, s. 14). Detta innebär att bedöma byggnadsdelarnas förväntade fukttillstånd och säkerställa att de inte överskrider materialens högsta tillåtna fuktnivåer. Enligt Boverkets byggregler (BBR) får fukttillståndet i en byggnadsdel inte överskrida de gränsvärden som gäller för de ingående materialen. (Boverket, 2024)

Fuktsäkerhetsprojekteringen kan genomföras på tre sätt:

- Kvantitativ bestämning: Genom beräkningar eller provningar som förutsäger fuktfördelningar och fukttillstånd i byggnadsdelar.
- Beprövad lösning: Genom användning av konstruktioner med dokumenterad och verifierad erfarenhet av god fuktsäkerhet under minst tio år.
- Kvalitativ bedömning: Genom bedömning baserad på anvisningar och utförandeexempel från branschavisningar och handböcker.  
(Gustavsson & Öberg, 2021, ss. 37–38)

Vanliga fuktrisker inkluderar nederbörd, byggfukt, markfukt samt vatten från installationer. Dessa faktorer ökar risken för mögel- och mikrobiell tillväxt, rötskador på träkonstruktioner samt korrosion på metallkomponenter. (Gustavsson & Öberg, 2021, s. 40)

Vanliga felorsaker i vattenkontrollskiktet inkluderar otätheter i skarvar, övergångar och genomföringar - till exempel vid fönster och dörrar - felaktigt utförande av detaljer vid byggnationen, materialutmattning över tid, bristande underhåll samt rörelser i byggnaden, såsom sättningar och temperaturvariationer som kan orsaka sprickbildning. En stor andel av fukt- och vattenskador beror på brister i anslutningar och genomföringar. Det är ofta i dessa punkter som fel uppstår, på grund av komplicerade geometrier och svårigheter vid tätning. Ett fungerande vattenkontrollskikt ska inte bara vara tätt mot vatten, utan även kunna motstå påfrestningar från vindtryck, kapillärkraft och rörelser i klimatskalet. (Gustavsson et al., 2021, s. 20)



**Figur 22: Fasadskada i en ett år gammal byggnad på grund av att fönsterfoder saknas.  
Bild tagen av Mikael Andersén**

Figur 22 visar en träfasad där begynnande mögelpåväxt uppstått vid nederkanten av träpanelen, i anslutning till ett fönster. Byggnaden är ny men uppvisar redan efter ett år skador i fasaden, vilket kan kopplas till den valda designen utan fönsterfoder. Detta tydliggör vikten av korrekt vattenavledning i anslutningar mellan olika byggnadsdelar.

En vanlig orsak till fuktproblem i byggnader är brister i vattenkontrollskiktets anslutningar och ytor, där vatten kan ta sig in genom sprickor, fogar och spalter. Vid slagregn och hög vindbelastning blir särskilt anslutningar kring fönster, fogar mellan fasadskivor, sprickor i puts eller murverk samt skarvar mellan byggnadselement utsatta. Redan små öppningar kan möjliggöra vatteninträngning genom kapillärkrafter eller tryckskillnader. När en byggnadsfasad utsätts för regn sker ofta en omedelbar uppsugning av vatten i porösa material och smala springor. Små spalter kan hålla kvar vatten genom ytspänningseffekter, så kallade vattenmenisker, som hindrar vatten från att rinna ut eller avdunsta snabbt. Omvänt kan förändrade förhållanden, såsom ytterligare regn eller vindtryck, orsaka att vattnet trycks djupare in i konstruktionen. Detta kan ske även om spalten tidigare varit till synes torr. (Gustavsson et al., 2021, ss. 19–22)

Utformningen av spalter och fogar påverkar risken för vatteninträngning. En smal springa kan behålla vatten trots tryckskillnader, men om vindlasten eller vattenfilmen på fasadytan ökar, kan detta vatten pressas in i bakomliggande konstruktion. Särskilt riskabla är konstruktioner utan tryckutjämning, där vindtryck inte kan balanseras av en luftspalt eller dräneringsutrymme bakom fasaden. (Gustavsson et al., 2021, ss. 20–21)

För att säkerställa god fuktsäkerhet bör byggnadens vattenkontrollskikt inte bara förhindra att vatten tränger in, utan även möjliggöra dränering av det vatten som ändå når fasadskalet. Korrekt utformade luftspalter och dräneringssystem är avgörande för att minska risken för skador. (Gustavsson & Öberg, 2021, s. 21)



**Figur 23: Brister i konstruktiva fuktskyddet i grunden med fukt och mögelskador som följd. Bild tagen av Mikael Anderssén**

Figur 23 visar en öppnad del av en yttervägg där fukt har trängt in vid anslutningen mellan träregelväggen och betonggrunden, där det förekommer brister i det konstruktiva fuktskyddet. Isoleringen är synligt fuktskadad och mögelpåväxt kan ses längs både trä- och betongytor. Skadan understryker vikten av att grunden utformas med väl fungerande vatten- och fuktskydd för att undvika långsiktiga problem i klimatskalet.

#### 4.2.1 Träregelväggar och vatteninträngning

Träregelväggar är en vanlig stomlösning i nordiskt byggande, men samtidigt en konstruktionstyp som är särskilt känslig för fukt. Eftersom konstruktionen till stor del består av organiskt material – trä – kan vatteninträngning snabbt leda till allvarliga skador såsom mögel, röta och nedsatt bärighet. Vatten kan tränga in i väggen både under byggskedet och under byggnadens användningstid, särskilt om fasadens ytskikt inte är tillräckligt tätt eller om detaljer som genomföringar och anslutningar är bristfälligt utförda. Risken för inträngande vatten är särskilt hög vid slagregn, då vattentrycket mot fasaden ökar. Även mindre skador, såsom sprickor i fasadmaterialet eller felaktiga tätningar kring fönster, kan fungera som inträdespunkter. (Boverket, 2023b)

Ett vanligt förebyggande åtgärdskoncept är den så kallade tvåstegstätningen. Den bygger på att vatten som passerar det yttre fasadskiktet fångas upp och leds ut av ett inre tätt, vattenavvisande skikt, ofta i kombination med en ventilerad luftspalt. Detta minskar tryckskillnaden och förbättrar möjligheterna till uttorkning. (Boverket, 2023b)

Trots detta har det visat sig svårt att konsekvent uppnå tvåstegstätningens fulla funktion i praktiken. Komplexa anslutningar och genomföringar, särskilt runt fönster och dörrar, är exempel på svaga punkter där vatten lätt kan ta sig in. Om vatten väl når bakom fasadskiktet finns det många utrymmen i en träregelvägg där fukt kan samlas. Eftersom väggen innehåller fuktkänsligt material kan skador uppstå redan vid måttlig fuktbelastning. (Boverket, 2023b)

Vid användning av skalmurar i tegel finns ytterligare fuktrisker. Tegel absorberar vatten kapillärt, och om murbrukspill eller så kallade brukstuggor samlas i luftspalten bakom muren, kan dräneringen blockeras och fukten ledas inåt i väggen. Dessutom kan fenomen som sommarkondens uppstå, särskilt när en soluppvärmd skalmur avger fukt in mot träregelväggens kallare ångspärr, där kondens kan bildas. (Boverket, 2023b)

Sammanfattningsvis är vatteninträngning i träregelväggar en betydande fuktrisk som kräver noggrann riskanalys och genomtänkta konstruktionslösningar. Det är inte enbart fasadmaterialets egenskaper som avgör fuktsäkerheten, utan även utförandet av detaljer, typ av tätning och byggnadens totala förmåga att hantera vatten och uttorkning. (Boverket, 2023b)

### 4.3 Fel i kontrollskiktens anslutningar och materialval

Vatten tränger ofta in genom felaktiga anslutningar, fönsterbleck eller plåtarbeten. Enligt Boverket är otätheter i taktäckningar, särskilt vid genomföringar, skarvar i papptak och plåtdetaljer, en ofta rapporterad orsak till byggsador. Ett vanligt problem är små hål i tätskikt som uppstår när hantverkare trampar på skräp eller metallrester under byggtiden. Även otillräcklig infästning eller bristande tätning enligt monteringsanvisningarna kan med tiden leda till att tak blåser sönder eller vatten tränger in vid kraftigt regn och vind. (Boverket, 2018, s. 12)

Terrasser och platta tak är särskilt utsatta för fuktpåverkan, eftersom de ofta saknar tillräcklig lutning för att säkerställa effektiv avrinning. Vatten kan bli stående, vilket ökar risken för inträngning vid fogar och övergångar. (Gustavsson et al., 2021, ss. 22–23)

Det är också värt att nämna att enstegstätade fasader, där puts applicerats direkt på isolering utan luftspalt, i hög grad har bidragit till skador vid anslutningar mot fönster och dörrar. Dessa konstruktioner har visat sig vara dåligt anpassade till fuktiga klimatförhållanden och har lett till omfattande renoveringsbehov. (Boverket, 2018, ss. 12–14)

Ibland uppstår byggfel på grund av att ett material har valts eller hanterats på ett olämpligt sätt. Det kan handla om material som inte är anpassade för vårt klimat, men där leverantören inte tydligt informerat om dess begränsningar och lämpliga användningsområden. (Boverket, 2018, s. 14)

Det är avgörande att projektören i varje konstruktionsanslutning säkerställer att kontrollskikten hänger ihop och fungerar som en enhet. Om detta inte beaktas redan i projekteringsfasen och tydligt framgår av ritningarna, finns en stor risk att utförandet blir felaktigt. (Quinn, 2018)

#### 4.4 Konsekvenser av fel i kontrollskiktet

Konsekvenserna av dessa olika fel i kontrollskikten kan vara allvarliga och avgörande för byggnadens hållbarhet. Förutom att byggnadens tekniska funktion försämras påverkas även inomhusmiljön. Fuktiga konstruktioner kan leda till förhöjda nivåer av mikrobiell tillväxt, vilket i sin tur kan påverka människors hälsa negativt. (RI.SE, 2024, ss. 30–31)

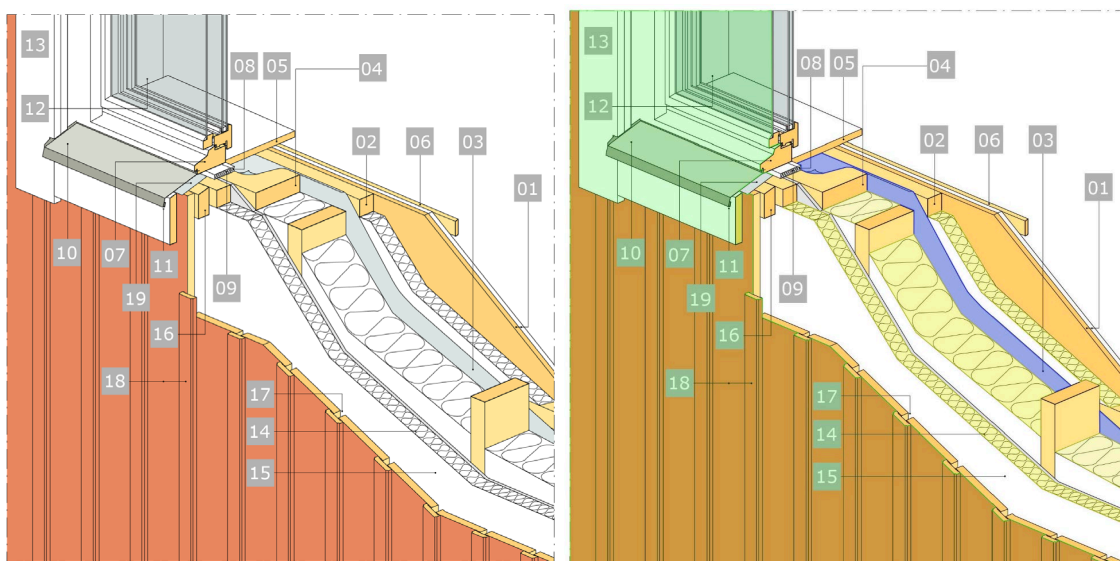
Fuktskadade konstruktioner är ofta kopplade till försämrade inomhusluft och en ökad förekomst av luftvägsbesvär hos de som vistas i byggnaden. Enligt forskning om fuktskador i samband med klimatförändringar är problemen särskilt kopplade till ytterväggar, där förändrat nederbördsmonster och högre luftfuktighet leder till större belastning på byggnadens yttre skydd. (Institutet för hälsa och välfärd, 2023)

Det har konstaterats att fuktskador i ytterväggar och andra delar av klimatskalet kan bidra till symtom som astma och andra luftvägsproblem, särskilt när mikrober sprids in i inomhusluften via otäta skikt. Konstruktionens materialval har stor betydelse för hur känslig den är för skador. Till exempel är tegelväggar utan tillräcklig ventilation bakom beklädnaden, eller betong med hög porositet, extra sårbara för diagonalt regn och fuktupptagning. Om regnvatten inte effektivt kan ledas bort eller om konstruktionen inte kan torka ut, ökar risken för mögel och materialnedbrytning markant. (Institutet för hälsa och välfärd, 2023)

Utöver hälsoriskerna innebär fel i kontrollskiktet även en försämrade energiprestanda. När isolering blir fuktig förlorar den sin isolerande förmåga, vilket leder till ökade värmeförluster och högre energikostnader. I värsta fall kan byggnaden inte längre uppfylla gällande byggregler eller energikrav, vilket även påverkar fastighetens värde. Därför är det viktigt att genomföra systematiska konditionsundersökningar som även inkluderar mätning av byggnadens lufttäthet. På så sätt kan man identifiera om fuktskador påverkar inomhusluften och bedöma var eventuella mikrober riskerar att sprida. (Institutet för hälsa och välfärd, 2023)

## 5 3D-detaljritningar

I detta avsnitt ingår 3D-detaljritningar hämtade från Träguiden, samt bearbetade versioner av dessa. Redigeringarna har gjorts i syfte att tydliggöra kontrollskiktens placering och funktion, och det framgår tydligt vilka förändringar som har gjorts i förhållande till originalmaterialet. Materialet används i enlighet med TräGuidens riktlinjer, med angiven källa och respekt för upphovsrätten. (Svenskt Trä, 2021)



**Figur 24: (Svenskt Trä, 2021)**

**Figur 25: Modifierad illustration baserad på original från (Svenskt Trä, 2021) syns på (figur 24). Färgändringar och tillägg av Abbe Enkvist.**

I figur 24 visas en 3D-detaljritning hämtad från Träguiden. Ritningen illustrerar hur olika kontrollskikt är integrerade i anslutningen mellan yttervägg och fönster i en träregelstomme. (Svenskt Trä, 2021)

Figur 25 har färgändrats av Abbe Enkvist. Färgändringarna är gjorda på ångspärren, isoleringen samt vattenkontrollskiktet (fasaden och fönstret). Fönsteranslutningar är särskilt kritiska eftersom de ofta utgör svaga punkter i klimatskalet, där risken för luftläckage och fuktinträning är hög.

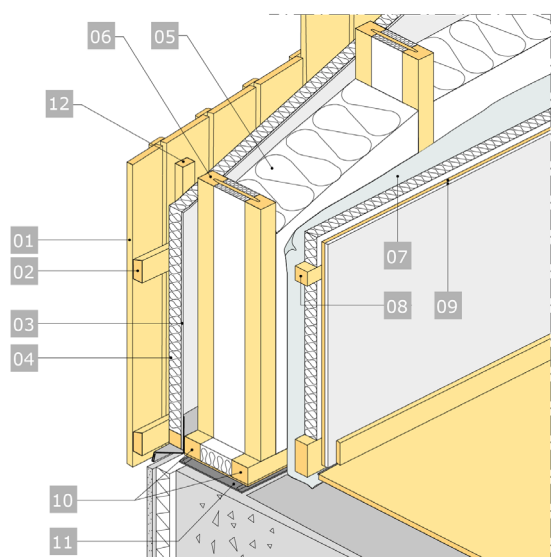
I figur 25 är ångspärren markerad med blå färg och utgör ångkontrollskiktet, placerat på den varma sidan av isoleringen. Denna ska dras fram och anslutas tätt mot

fönsteröppningen och fogas noggrant runt fönsterkarmen. Syftet är att förhindra att varm, fuktig inomhusluft läcker ut i väggens konstruktion, där den annars riskerar att kondensera och orsaka fuktskador. (Tekdemir, 2024, s. 30)

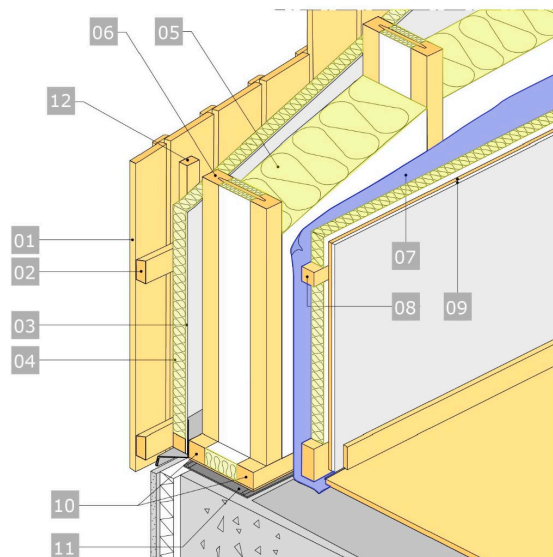
Det gula fältet i figuren representerar värmekontrollskiktet, det vill säga isoleringen, som ska ligga obrutet och väl ansluten runt fönstret för att minimera värmeförluster och köldbryggor.

Det gröna området visar vattenkontrollskiktet, även kallat vind- eller regnskydd, som skyddar konstruktionen mot inträngande vatten utifrån. Detta skikt ska ledas ut och förbi fönsterkarmen så att eventuell fukt leds bort från väggen.

Fönster är särskilt komplexa byggnadsdelar eftersom de i sig själva måste innehålla samtliga kontrollskikt: ett inre ångkontrollskikt, ett isolerande värmeskikt samt ett yttre vattenavledande skikt. Dessa skikt måste dessutom samverka med väggens motsvarande skikt för att skapa en kontinuerlig och obruten klimatskärm. (Williams, u.å.) En korrekt anslutning mellan fönster och väggens kontrollskikt är avgörande för både energieffektivitet och fuktsäkerhet. (Baczek, 2021)



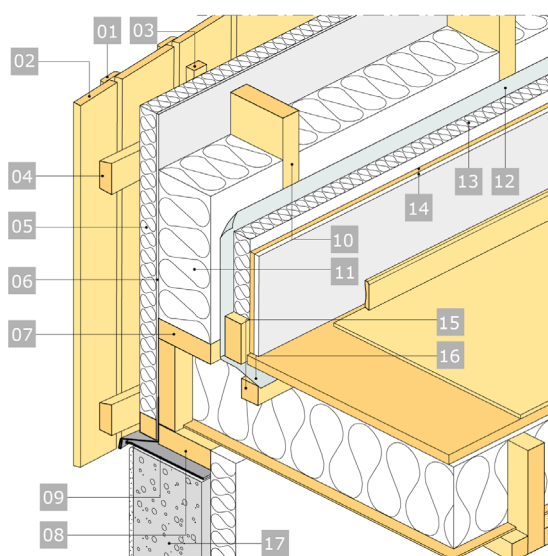
**Figur 26: (Svenskt Trä, 2021)**



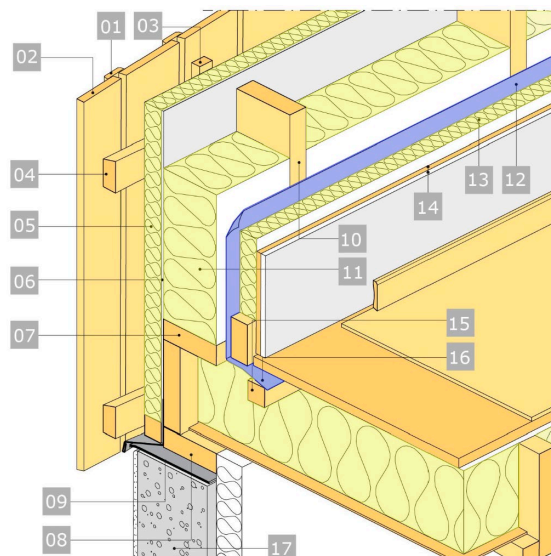
**Figur 27: Modifierad illustration baserad på original från (Svenskt Trä, 2021) syns på (figur 26). Färgändringar och tillägg av Abbe Enkvist.**

I figur 26 ser man en 3D-detaljritning hämtad från Träguiden. Ritningen illustrerar en typisk anslutning mellan en träregelvägg och en betonggrund i ett småhus eller flerbostadshus. Den visar hur olika kontrollskikt är integrerade i anslutningen mellan yttervägg och mellanbjälklag i en träregelstomme. (Svenskt Trä, 2021)

Ritningen ger en tydlig översikt över materialens placering och hur de samverkar för att uppnå god lufttätethet, fuktsäkerhet och värmeisolering. Figur 27 har färgändrats av Abbe Enkvist, där färgändringarna är gjorda på ångspärren samt isoleringen. I figuren är ångspärren färgad med blått och utgör konstruktionens ångkontrollskikt. Värmekontrollskiktet, det vill säga isoleringen, är färgat med gult i både vägg och platta. (Svenskt Trä, 2021)



**Figur 28: (Svenskt Trä, 2021)**



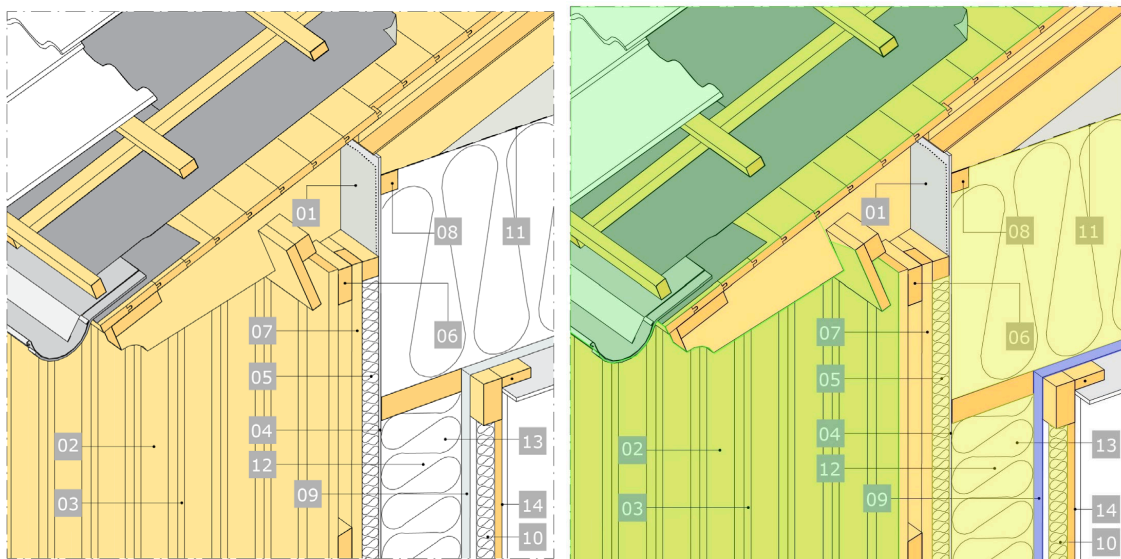
**Figur 29: Modifierad illustration baserad på original från (Svenskt Trä, 2021) syns på (figur 28). Färgändringar och tillägg av Abbe Enkvist.**

I figur 28 visas en 3D-detaljritning hämtad från Träguiden. Den illustrerar hur olika kontrollskikt är integrerade i anslutningen mellan yttervägg och mellanbjälklag i en träregelstomme. (Svenskt Trä, 2021)

Ritningen ger en tydlig översikt över materialens placering och hur de samverkar för att uppnå god lufttätethet, fuktsäkerhet och värmeisolering. Figur 29 har färgändrats av Abbe Enkvist. Färgändringarna är gjorda på ångspärren samt isoleringen. I figuren är ångspärren färgad blå och utgör konstruktionens ångkontrollskikt. Den är placerad på insidan av

värmeisoleringen för att hindra att varm, fuktig inomhusluft tränger in i väggen och kondenseras. För att bibehålla funktionaliteten måste ångspärren föras obrutet genom hela anslutningen och tejpas noggrant vid genomföringar och skarvar. (Tekdemir, 2024, s. 30)

Värmekontrollskiktet är färgat med gult i figur 29, i vägg och bjälklag. Det är kontinuerligt placerad för att undvika köldbryggor vid anslutningen. Isoleringen är även tydligt avgränsad mot intilliggande konstruktionsdelar för att säkerställa obruten värmebarriär. Denna typ av anslutningsdetalj är särskilt kritisk i trähusbyggande eftersom många fuktskador och värmeförluster uppstår vid felaktigt utformade eller otäta övergångar mellan bjälklag och vägg. Bilden illustrerar därför vikten av kontinuitet och samordning mellan kontrollskikten i dess övergångar. (Svenskt Trä, 2021).



**Figur 30: (Svenskt Trä, 2021)**

**Figur 31: Modifierad illustration baserad på original från (Svenskt Trä, 2021) syns på (figur 30). Färgändringar och tillägg av Abbe Enkvist.**

I figur 30 visas en 3D-detaljritning hämtad från TräGuiden. Ritningen visar tydligt hur och var de olika kontrollskikten sitter i konstruktionen mellan vägg och tak. (Svenskt Trä, 2021)

Figur 31 har färgändrats av Abbe Enkvist. Färgändringarna är gjorda på ångspärren, isoleringen samt vattenkontrollskiktet (fasaden och taket). I figur 31 är ångspärren färgad med blått. Den är placerad på den varma sidan av isoleringen och löper kontinuerligt mellan vägg och tak. Det är särskilt viktigt att ångspärren inte bryts vid skarvar, utan tätas

noggrant, för att förhindra att fuktig inomhusluft tränger in i konstruktionen. (Svenskt Trä, 2021) Värmekontrollskiktet är färgat med gult och återfinns både i väggen och i vindsbjälklaget. Det omsluter byggnadsdelarna utan avbrott för att minimera värmeförluster och köldbryggor. Vattenkontrollskiktet är färgat med grönt och utgör fasad- och takkonstruktionen.

## 6 Resultat och diskussion

Syftet med detta examensarbete har varit att undersöka kontrollskiktens funktion i byggnader samt hur brister i dessa skikt kan påverka byggnaders livslängd, inomhusmiljö och energieffektivitet. Genom att kombinera byggnadsfysikalisk teori, regelverk och praktiska exempel har arbetet visat hur avgörande dessa skikt är – och vilka konsekvenser som kan uppstå när de inte är korrekt utformade eller utförda.

En tydlig slutsats är att en stor del av de byggfel som fortfarande uppstår i dagens byggprojekt kan kopplas till brister i kontrollskikten. Det handlar ofta om felaktiga anslutningar, olämpliga materialkombinationer eller bristfällig detaljprojektering. Särskilt kritiska är övergångar mellan olika byggnadsdelar såsom fönster, dörrar, takanslutningar och grund, där otätheter och köldbryggor ofta uppstår.

I de fall som granskats har bland annat träregelväggar med otillräcklig luftspalt och felplacerad ångspärr visat sig särskilt utsatta för fuktproblem. Dessa brister kan leda till kondensbildning och mögel vilket i förlängningen påverkar både byggnadens hållbarhet och inomhusklimat.

Det står klart att orsaken till brister i kontrollskikten sällan är kopplad till enskilda produkter eller materialval, utan snarare hur dessa samverkar inom ett byggsystem. Det är samspelet mellan projektering, materialval och utförandet som avgör om kontrollskikten fungerar som avsett. Här uppstår ofta ett glapp mellan teori och praktik: även om det finns goda regelverk och tekniska riktlinjer, brister det ibland i tillämpningen, särskilt inom småhusproduktion och renoveringsprojekt, där tidspress och bristande kommunikation mellan aktörer är vanligt förekommande.

För att uppnå hållbara konstruktioner krävs en god teknisk förståelse, noggrannhet i utförandet och en helhetssyn som genomsyrar hela byggprocessen, från projektering till färdig byggnad. Kontrollskikten måste utformas enligt byggnadsfysikens principer, och alla skarvar, genomföringar och anslutningar ska vara täta och korrekt placerade. Det räcker alltså inte att välja rätt produkter – det är hur detaljerna utförs som avgör resultatet.

Illustrationer och detaljritningar har varit ett centralt inslag i detta arbete och har använts för att konkret visa hur kontrollskikten ska samverka, särskilt i kritiska övergångar som vägg-tak, vägg-golv och fönsteranslutningar. Genom att visualisera praktiska lösningar tydliggörs hur luftspärr, ångspärr, värmeisolering och vattenavledande skikt ska integreras för att tillsammans bilda en fungerande klimatskärm.

En viktig iakttagelse är att många fel kan förebyggas genom noggrann detaljprojektering, ökad utbildning och bättre samverkan mellan projektörer, entreprenörer och arbetsledare. Trots tydliga regelverk och krav ser vi fortfarande återkommande brister i utförande, vilket visar på behovet av kontinuerlig kompetensutveckling inom branschen.

För att ytterligare minska risken för fel krävs en tydlig fuktsäkerhetsprojektering samt noggrann planering av kritiska detaljer. En särskild rekommendation är att använda digitala verktyg för att identifiera riskpunkter redan i projekteringskedet, vilket kan bidra till ökad kvalitetssäkring och bättre byggbeslut.

Detta examensarbete har även en praktisk tillämpning i det pågående utvecklingsprojektet Bygg-Bättre, där delar av arbetet kan komma att integreras i en handbok. Förhoppningen är att innehållet inte bara ska vara värdefullt för studenter, utan också fungera som ett stöd för yrkesverksamma som strävar efter mer hållbara och fuktsäkra byggnader.

Sammanfattningsvis är korrekt utformade och väl utförda kontrollskikt inte bara en teknisk nödvändighet, utan en grundförutsättning för hållbart byggande. Först när teori, praktisk tillämpning och genomtänkta detaljer samverkar uppnås den funktion, kvalitet och livslängd som eftersträvas i moderna byggnader.

## Litteraturförteckning

- Adams, Z. & Shadram, F. (2010). *Köldbryggor i kantbalkar*. Ingenjörsexamen (YH). Byggingenjörprogrammet. Borås Högskola. Hämtat 6.4.2025 från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1312893/FULLTEXT01.pdf>
- Baczek, A. (2021). Integrating Windows to Ensure Building Performance A detail for wrapping the sill into a wall assembly's four control layers. *Green building advisor*. Hämtat 28.5.2025 från <https://www.greenbuildingadvisor.com/article/integrating-windows-to-ensure-building-performance>
- Benjamin Obdyke roof & wall products. (u.å.) *Understanding the Functions of the 4 Control Layers in Your Building Envelope*. Hämtat 2.4.2025. <https://benjaminobdyke.com/insights/understanding-the-functions-of-the-4-control-layers-in-your-building-envelope/>
- Burke, S., Kumlin, A. & Sjöberg, A. (u.å.). *STOMSKYDD. En metod för lufttätning och fuktsäkring av byggnader med lätta klimatskal*. Svenska byggbranschens utvecklingsfond. Hämtat 1.5.2025 från <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/90da8cf8-ac14-49ec-89ca-1602b358d8a1/FinalReport/SBUF%2012597%20Slutrapport%20Stomskydd%20-%20En%20metod%20för%20lufttätning%20av%20byggnader.pdf>
- Borgström, E. & Fröbel, J. (2017). *KL-trähandbok. Fakta och projektering av KL-träkonstruktioner*. Stockholm: Föreningen Sveriges Skogsindustrier.
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. (Boverkets rapport 2018:36). Hämtad 1.4.2025 från <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/kartlaggning-av-fel-brister-och-skador-inom-byggsektorn.pdf>
- Boverket. (2023a). *Fuktrisker med träregelväggar som har en uteluftsventilerad luftspalt*. Hämtat 17.5.2025. <https://www.boverket.se/sv/byggande/forebygg-fel-brister-skador/risker/risker-fuktskador/fuktrisker-yttervaggar/traregelvaggair-luftspalt/?tab=fordjupning>
- Boverket. (2023b). *Risker med inträngande vatten i träregelvägg*. Hämtat 17.5.2025. <https://www.boverket.se/sv/byggande/forebygg-fel-brister-skador/risker/risker-fuktskador/fuktrisker-yttervaggar/traregelvaggair-luftspalt/risk-itrangande-vatten/>
- Boverket. (2024). *Fuktsäkerhetsprojektering*. Hämtat 29.5.2025. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/fuktsakerhet/fuktsakerhetsprojektering/>

Gustavsson, A. & Öberg, O. (2021). *Cellulosaisolering eller konventionell isolering - En jämförelse utifrån miljö- och kostnadsperspektiv mellan cellulosaisolering, mineralull och cellplast*. Ingenjörsexamen. Institutionen för teknik och naturvetenskap. Norrköping: Linköpings universitet. Hämtat 2.4.2025 från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1626982/FULLTEXT01.pdf>

Gustavsson, T., Björklund, L., Bok, G., Gustafsson, E., Nilsson, L., Persson, M. & Sikander, E. (2021). *Fuktsäkra byggnader – en nulägesbeskrivning*. Hämtad 28.5.2025. från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1729342/FULLTEXT01.pdf>

Institutet för hälsa och välfärd. (2023). *Fuktskador i byggnader och problem med inomhusluften*. Hämtat 2.4.2025.

<https://thl.fi/sv/teman/miljohalsa/klimatforandringen/klimatforandringens-halsokonsekvenser/fuktskador-i-byggnader-och-problem-med-inomhusluften>

MATAKI. (u.å.) *Ångspärrar i låglutande yttertak - Projekteringsunderlag*. Hämtat 29.5.2025. <https://mataki.se/teknik/angsparrar/angsparrar>

Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 782/2017. (2017). Hämtat 2.4.2025 från [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda 1010/2017. (2017). Hämtat 2.4.2025 från [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Olsson, W. & Petrovic, A. (2022). *Faktorer som påverkar möjligheterna att använda träfiberisolering*. Kandidatexamen. Fakulteten för teknik. Växjö: Linnéuniversitet. Hämtat 25.5.2025 från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678222/FULLTEXT01.pdf>

Quinn, J. (2018). *The Four Control Layers – Fundamentals of Building Science. Sustainable Engineering*. Hämtat 2.4.2025 från [https://sustainableengineering.co.nz/controllayers\\_fundamentals-of-building-science/](https://sustainableengineering.co.nz/controllayers_fundamentals-of-building-science/)

Recticel Insulation. (2021). *Tre fakta om fuktbeständigheten i PIR isolering*. Hämtat 28.5.2025. <https://www.recticelinsulation.com/sv/blogg-tre-fakta-om-fuktbestandigheten-i-pir-isolering>

RI.SE. (2024). *Trävärden. Kritiskt fuktillstånd för material – ett verktyg vid fuktsäkerhetsprojektering*, 30–31. <https://www.ri.se/sites/default/files/2024-03/Tidskrift%20Träteknik%202024.pdf>

Svenskt Trä. (u.å.) *Konstruktionsexempel*. Träguiden. Hämtat 5.4.2025. <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktionsexempel/>

Svenskt Trä. (2021) *Vindsbjälklag – bjälkar av konstruktionsvirke eller limträ Ångspärr/ångbroms och värmeisolering*. Träguiden. Hämtat 5.4.2025.

<https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktionsexempel/bjalklag/vindsbjalklag/angsparr-angbroms-och-varmeisolering/>

Svenskt Trä. (2021) *Ytterväggar*. Träguiden. Hämtat 5.4.2025.

<https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomme/vaggar/yttervaggar/>

Tekdemir, M. (2024). Kvalitetssäkring av lufttätethet i träväggskonstruktioner – en metod för att undvika fuktproblem. Civilingenjörsexamen. Civilingenjörstudier inom samhällsbyggnad. Stockholm: Kungliga tekniska högskolan. Hämtat 29.5.2025 från

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1897577/FULLTEXT01.pdf>

Williams, R. (u.å.) Understanding control layers: A fundamental of building science.

*Andersenwindows*. Hämtat från 29.5.2025 från <https://www.andersenwindows.com/professionals/pro-views/understanding-control-layers/>

Åberg, O. (2018) Byggreglerna från förr till framtiden och händelser som utvecklade fuktavsnittet. *Fuktcentrum*. Hämtat 2.4.2025 från

[https://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/PDF-filer/INFOdagar/Infodag\\_Lund/2018\\_Lund/FC-Infodag\\_PP-181129-OAA.pdf](https://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/PDF-filer/INFOdagar/Infodag_Lund/2018_Lund/FC-Infodag_PP-181129-OAA.pdf)