

Stockholm 2015-09-01

Självständiga hus AB



Sakkunnigutlåtande

S. Olof Mundt-Petersen

# Inläckage i träregelväggar

## Bakgrund

---

Trähus med olika typer av bärande träregelväggar med ett fasadskikt av stående- eller liggande träpanel, alternativt skalmurstege, är mycket vanligt förekommande i Sverige, och andra nordiska länder.

Mot bakgrund av krav på lägre energianvändning i hus och byggnader har flera forskningsprojekt genomförts i syfte att studera en eventuell ökad risk för fukt- och mögelrelaterade skador i välisolerade träregelkonstruktioner [1,2].

Vid mätningar inom ramen för dessa forskningsprojekt har det helt oväntat konstaterats att läckage från regn tränger betydligt djupare in i dagens träregelväggar än vad som tidigare varit känt. För att ta hänsyn till dessa läckage och samtidigt kraftigt reducera risken för fukt- och mögelrelaterade skador skall några förhållandevis mindre, men mycket betydelsefulla, byggnadsdelar och moment beaktas i träregelväggars uppförande, utformning, konstruktion och design.

## Uppbyggnad och sammansättning

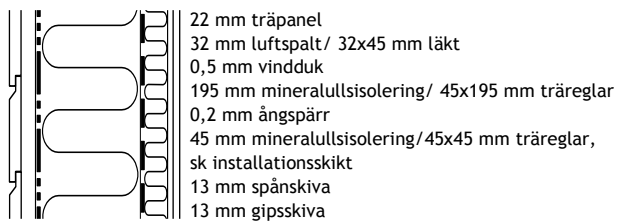
---

Även om det finns lika många väggtyper som det finns trähustillverkare, konstruktörer och snickare förekommer ändå liknande drag i konstruktionen och uppbyggnaden av de flesta träregelväggar, som byggts de senaste 70 åren, alltså från det att man övergick från massiva trä och timmer väggar till träregelstommar.

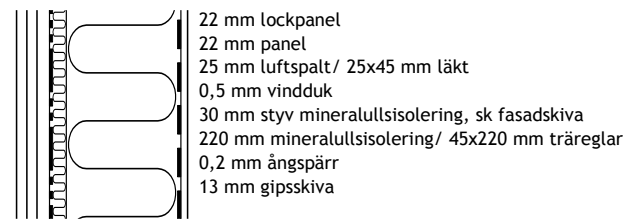
Inifrån sett, på insidan, under tapeten eller annan ytbeklädnad, sitter normalt gipsskivor i syfte att fungera som brandskydd, samt som stomstabilisering för vindlast, så att huset inte välter. Eventuellt finns ytterligare någon form av träskiva bakom gipsskivan för att underlätta upphängning och infästning på väggarna. Väggkonstruktioner av högre kvalitet har många gånger en ca 30 till 70 mm bred installationsspalt för dragning av el och andra installationer innanför ångspärren. Ångspärr, ångbroms eller motsvarande finns i så gott som alla konstruktioner. Ångspärren ska vara helt tät och avser att reducera energianvändningen genom att hindra varm inomhusluft från att läcka ut ur byggnaden, samt att minska risken för fuktskador från fuktig luft som läcker ut i väggen och där kan kondensera. Utanför ångspärren ligger normalt väggens regelstomme med stående träreglar på ett avstånd mellan 450 till 600 mm och mellanliggande isolering mellan reglarna. Regelstommen kan variera mellan ca 95 mm för äldre byggnader upp till ca 220 mm i nyare hus. Välisolerade väggar och andra väggkonstruktioner av högre kvalitet har många gånger en massiv styv isolering på utsidan av träregelstommen. Ibland kallas denna styva skiva något irrationellt för fasadskiva eller västkustskiva. På in- eller utsidan av den styva isoleringen utanför träregelstommen sitter normalt någon form av vindduk, vindskyddsskivor eller vindskyddspapp. Detta i syfte att hindra att vind blåser in i isoleringen, eftersom detta minskar isoleringens isolerförmåga. Vindduken eller vindskyddsskivorna är även vattenavvisande. I vissa fall har

materialtillverkarna försökt inkludera den vindskyddande funktionen i fasadskivan. Utanför vindduken eller vindskyddsskivorna finns en luftspalt vars huvudsakliga funktion är att dränera och ventilera ut regnvatten som tränger in genom fasaden. Luftspalten skall även fungera kapillärbrytande och tryckutjämnande för att hindra regnvatten från att tränga längre in i konstruktionen. Så kallade enstegstätade fasader, vilka varit uppmärksammande i media och rättstvister efter det att många väggar fått omfattande skador, saknar denna luftspalt [3,4]. Utanför luftspalten sitter en liggande eller stående fasadpanel alternativt en skalmurstegelfasad. En skalmurstegelfasad är ett tunt tegelmurverk som är ca 120 mm tjockt.

Ett exempel på en vanlig träregelväggs konstruktion med installationskikt men utan fasadskiva redovisas i figur 1. Motsvarande exempel för en vägg med fasadskiva men utan installationskikt redovisas i figur 2. I båda figurerna har de bärande träreglarna och den läkt som skapar luftspalten innanför panelen försumrats [5].



Figur 1. Exempel på träregelvägg med installationskikt [5,6].



Figur 2. Exempel på träregelvägg med styv mineralullsisolering, så kallad fasadskiva, på utsidan av reglarna [5,6].

Illustrationer: Lilian Johansson

## Tester, försök och provning

Det har länge varit känt att delar av det slagregn som träffar fasaden på en byggnad tränger in genom fasaden på ett eller annat sätt. Vanligast är att vattnet letar sig in vid fönster, dörrar och andra anslutningar och infästningar i väggen men det har även visat sig att vatten kan tränga in i springor och sprickor rakt igenom fasaden. Luftspalten, som ligger bakom fasadskiktet av träpanel eller skalmurstegel, har som huvudsakliga uppgift att dränera samt ventilera ut det vatten som tränger in genom fasaden. Den skall också fungera som kapillärbrytning och tryckutjämnande för att hindra vattnet från att tränga vidare in i konstruktionen.

Nya forskningsresultat visar dock att vatten från slagregn tränger längre in i träregelväggar än vad som tidigare varit känt. Mätningar i flera olika bebodda hus och hustyper på flera olika orter i Sverige visar att vatten tränger in innanför luftspalten och in innanför den vattenavvisande vindduken, samt i förekommande fall även in innanför fasadskivan [5,6,7,8,9,10,11]. Även laborietester utförda av SP visar på inläckage längre in i konstruktionen innanför vindduken i flera olika testade väggtyper. Precis som fallet med de enstegstätade fasaderna [3] finns det tydliga indikationer på att läckagen är vanligast förekommande runt fönster, dörrar och andra anslutningar och infästningar. Även läckage rakt genom väggar utan anslutningar eller genomföringar har noterats.

Inläckagen från slagregn, som noterats genom mätningar i de bebodda husen, har upptäckts utan att det primära syftet med mätningarna har varit att leta efter potentiella inläckage.

Av resultaten från mätningar och laborietester kan man konstatera att inläckage djupare in i väggarna troligtvis är betydligt vanligare än vad som tidigare erfarits. Anledningen till att läckagen inte har uppmärksamats tidigare i någon större omfattning beror troligtvis på att några större skador inte heller uppstått. Detta beror i sin tur på att tunnare väggar torkar snabbare jämfört med moderna

välisolerade konstruktioner, precis på samma sätt som en nytvättad tunn skjorta torkar snabbare än en nytvättad tjock yllekofta. Vidare finns med största säkerhet redan många gånger de åtgärder, vilka rekommenderas enligt nedan, i befintliga väggkonstruktioner av andra byggnadstekniska skäl.

Parameterstudier visar att risken för fukt- och mögelrelaterade skador ökar i mer välisolerade konstruktioner om inte nödvändiga åtgärder vidtas [5,6,8,12]. Tidigare lägre krav på byggnaders energianvändning och isolerförmåga gör således att träregelväggar i äldre hus generellt sett är mer robusta mot fukt jämfört nya mer välisolerade konstruktioner. Detta eftersom det tar en viss tid för mögelsporer att gro och därmed en viss tid för en mögelskada att uppstå. Om fukten som tränger in torkat ut innan mögelpåväxt skett, uppstår därför inte heller någon skada. I fallet med en nytvättad skjorta (sämre isolerat hus) som torkar fortare än vad en tjockare nytvättad ylletröja (välisolerat hus) gör, så hinner skjortan torka ut innan möglet hinner gro och skapa en skada, medan ylletröjan inte hinner torka tillräckligt snabbt.

Eftersom dagens nya hus har tjockare isolering går det inte för hustillverkare och byggtreprenörer att hänvisa till att man tidigare inte behövt vidta rekommenderade åtgärder med motiveringen att det inte föreligger några problem i tidigare byggda hus. Det går helt enkelt inte att jämföra tidigare byggda hus med tunnare isolering med dem som byggs idag med tjockare isolering. Beroende på avtal och entreprenadform är det inte heller ovanligt att hustillverkare och byggtreprenör helt går fria från ansvar. Ett vanligt missförstånd är att köparen/ beställaren, som ofta utgörs av privatpersoner i frågan om enbostadshus, inte förstår att denne själv är byggherre, och det ansvar som följer med detta.

## Rekommendationer och förslag till åtgärder

---

Studier utförda med det verifierade kopplade- fukt och värmeberäkningsprogrammet WUFI visar att det går att uppföra fuktsäkra träregelkonstruktioner så länge en rad betydelsefulla åtgärder vidtas i träregelväggens konstruktion, design, utförande och uppförande. Åtgärderna bekräftas även av mätningar i bebodda hus som undvikit skador [5,6,7,12].

### Väl ventilerad luftspalt med vertikal stående läkt

En grundläggande förutsättning för att undvika fukt och mögelrelaterade skador i en träregelvägg är att ha en väl ventilerad, dränerad samt kapillärbrytande och tryckutjämnande luftspalt bakom fasadskiktet. I Norge, som förvisso överlag är mer utsatt för slagregn jämfört med Sverige, är detta idag ett krav.

En väl ventilerad, dränerad, kapillärbrytande och tryckutjämnande luftspalt skall ha minst ett skikt av vertikalt stående läkt, som skapar en minst 20 mm bred luftspalt där vatten fritt kan rinna nedåt och sedan ledas ut ur konstruktionen. Vatten som rinner ut ur luftspalten skall ledas ut och bort från grunden med hjälp av en fotplåt eller motsvarande. Det är även av största vikt att luftspalten är väl ventilerad. Den höga ventilationen behövs för att torka ut den fukt, som trängt in i luftspalten och eventuellt läcker längre in i väggen. En väl ventilerad luftspalt erhålls genom att den minst 20 mm breda luftspalten, som skapats med vertikalt stående läkt, även är öppen i överkant. Vid öppningen i överkant är det av vikt att tillse så att den fukt som ventileras ut genom spalten inte ges möjlighet att transporteras in på kallvinden eller andra delar av takkonstruktionen. Bortsett från eventuella musskydd eller andra nät för skydd mot skadedjur skall således spalten vara helt öppen i både över- och underkant.

Endast horisontellt liggande läkt, alternativt den luftspalt som horisontellt liggande läkt i kombination med lock- eller lockläktpanel skapar, bedöms inte skapa tillräckligt goda förutsättningar för en fullgod ventilation och för att vatten fritt ska kunna rinna nedåt och ledas ut ur konstruktionen. Studier utförda visar att en liggande ställäkt med stora hål väl perforerad kan skapa en väl ventilerad luftspalt [13].

Väggar med ett fasadskikt av skalmurstege saknar normalt sett olika typer av läkt viken är bra, då det skapar goda förutsättningar för ventilation och vatten att rinna fritt nedåt i själva luftspalten. Olyckligtvis täpps dock många gånger luftspalten av skalmurstege igen utav brukssuggor, d.v.s. rester från murbruk. Det är därför viktigt att säkerställa så att så inget ytterligare murbruk förekommer i luftspalten. För att ge möjligheter för en fullgod ventilation bakom skalmurstegefasaderna, rekommenderas även att spaltens bredd ökas till 50 mm. Tyvärr saknas normalt sett även tillräckliga öppningar i underkant på skalmurstegefasaderna för att en hög ventilation skall uppnås. I dag lämnas normalt sett var fjärde stötfog (hål om ca 10 x 60 mm per m) öppen i första och eventuellt andra skiftet i underkant av skalmurstegefasaderna, för ventilation och att vatten ska kunna rinna ut. Detta är långt ifrån tillräckliga öppningar för att säkerställa en hög ventilation. Uppskattnings krävs att var fjärde sten ersätts med ett ventilationsgaller eller motsvarande (hål/ galler om ca 240 x 60 mm per m). En lösning skulle kunna vara att sätta det nedersta skiftet med stående håltege och på så vis skapa väsentligen fler öppningar för ventilation i skalmurstegefasadens botten [5,6,12,14].

Följaktligen, och med hänvisning till pågående rättprocesser samt kända forskningsresultat, föreligger det även omfattande risk för skador i träregelkonstruktioner som helt saknar luftspalt, så kallade enstegstätade fasader [3,4].

### Diffusionsöppna isolermaterial

Vatten från slagregn, som trängt längre in i en konstruktion, in till träregelstommen innanför vindduken och en eventuell fasadskiva, orsakar normalt sett ingen omedelbar skada. För att säkerställa att det vatten och den fukt som trängt längre in i konstruktionen kan torka ut på ett snabbt och enkelt sätt innan mögelrelaterade skador uppstår krävs att diffusionsöppna isolermaterial används. Den styva isoleringen på utsidan av träregelstommen, ibland så kallad fasadskiva eller västkustskiva, måste således vara diffusionsöppen, så att vatten som trängt in längre in i konstruktionen kan torka ut. Även isoleringen mellan reglarna rekommenderas vara av diffusionsöppna material. I praktiken innebär detta att den styva isoleringen på utsidan av träregelstommen, och även mellan reglarna, skall vara av diffusionsöppna mineralullsbaserade material eller motsvarande. Cellulosabaserade isolermaterial går att använda, men bör undvikas längst ut i väggarna för att kraftigt minska risken för fukt och mögelrelaterade skador. Cellplastbaserade isolermaterial är normalt sett styvare än mineralullskivor och därför tacksammare att montera. Dock skall cellplastskivor undvikas i träregelstommar, eftersom de normalt sett är alldeles för ångtäta och hindrar fukt som trängt in i konstruktionen innanför skivorna från att torka ut [5,6,12].

### Undvik fuktkänsliga skrivmaterial i väggens yttre delar

Normalt sett används olika typer av skrivmaterial såsom till exempel gips-, plywood-, OSB- eller spånskivor som vindstabilisering för att hindra att en byggnad inte ska välta. Vanligast är att dessa skivor placeras på insidan av väggen och även används för andra funktioner såsom brandskydd, för upphängning av hyllor mm samt för att fästa ytbeklädnad på.

De inläckage som konstaterats, på insidan av luftspalten, innanför vindduken och innanför en eventuell fasadskiva eller motsvarande visar på risker med att använda fuktkänsliga skivor långt ut i konstruktionen [5,6,7,8,9]. Fuktkänsliga skivor som har en vindstabiliserande funktion för att undvika att huset inte välter, långt ut konstruktionen, precis innanför luftspalten, vindduken eller fasadskivan, kan drabbas av mögelskador. Framförallt ska inte fuktkänsliga gipsskivor som inte är avsedda för ändamålet eller så kallade magnesiumoxidskivor användas långt ut i träregelstommen för vindstabilisering, eftersom de kan förlora sin hållfasthet vid väta och på så vis äventyra en byggnads stabilitet [15,16,17]. En byggnad som förlorat sin vindstabilitet riskerar att rasa vid hård vind.

## Bygg under tält och montera prefabricerade hus element regnfria dagar

Omfattande inläckage i väggar, och även andra byggnadsdelar, sker även vid regn under produktionsfasen, d.v.s. när huset byggs, innan underlagstaket är lagt. Mätningar och provtagning i nyproducerade hus visar att en ordentlig regnskur kan ge upphov till fuktrelaterade skador och mögelpåväxt [7,11].

För att skydda sig mot regn krävs därför att man skyddar trähus mot regn även under hela produktionsfasen. Om huset byggs som lösvirkeshus, d.v.s. regel för regel, även kallat "pinna hus", så görs detta till exempel genom att ett tält appliceras över huset under produktionen. Idag är det också vanligt med olika typer av prefabricerade trähus där stora delar av konstruktionen byggs på fabrik och transporteras som plan- eller volymelement på lastbil till byggarbetsplatsen. I en sådan situation monteras huset oftast på en eller två dagar och det är då av stor vikt att uppehållsväder råder under dessa dagar fram till dess att underlagstaket är lagt [7,11].

Flera seriösa entreprenörer erbjuder sig att uppföra byggnaden under tält eller annat väderskydd, oftast mot en extra kostnad. Det finns även en rad seriösa trähustillverkare som ställer in sina husmontage och flyttar dem framåt i tiden om risk för regn föreligger just den eller de aktuella dagarna då husets prefabricerade väggar och tak monteras.

## Slutsatser

---

Det går att bygga fuktsäkra träregelväggar under förutsättning att en rad åtgärder enligt ovan beskrivet vidtas, för att säkerställa att vatten inte tränger in i konstruktionen samt att det vatten som tränger in ges möjlighet att torka ut.

Detta görs främst genom att tillse så huset:

- Har en väl ventilerad, dränerad och kapillärbrytande samt tryckutjämnande luftspalt med vertikalt stående läkt och som är öppen i botten och toppen. Inträngande vatten ska också kunna ledas ut ur luftspalten bort från huset och fukt skall inte kunna ventileras in i andra byggnadsdelar.
- Har diffusionsöppna isolermaterial, främst i de yttre delarna av väggarna. I de yttre delarna av konstruktionen bör också fukttåliga diffusionsöppna isolermaterial användas.
- Inte har fuktkänsliga skrivmaterial långt ut i konstruktionen, framförallt inte vindstabiliserande gips- eller magnesiumoxidskivor.
- Byggs under tält eller annat väderskydd. Vid uppförande av prefabricerade hus ska detta ske under uppehållsväder utan risk för regn fram till dess att underlagstaket eller motsvarande är lagt.

Stockholm 2015-09-01



S. Olof Mundt-Petersen  
Tekn. dr  
Civ. ing.

## Referenser:

---

- [1] Framtidens trähus, [www.framtidenstrahus.se](http://www.framtidenstrahus.se), 2015-07-20.
- [2] Woodbuild, [www.sp.se/sv/index/research/woodbuild/sidor/default.aspx](http://www.sp.se/sv/index/research/woodbuild/sidor/default.aspx), 2015-07-20.
- [3] A. Jansson, M Hansén, Putsade enstegstätade regelväggar - Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört, Hållbar samhällsbyggnad, SP Rapport 2015:01.
- [4] Högsta domstolen, mål nr T916-13.
- [5] S. O. Mundt-Petersen, Moisture safety in Wood Frame Walls, Licentiate thesis, Report TVBH-3059, Department of Building Physics, Lund University, Lund 2013.
- [6] S. O. Mundt-Petersen, Moisture safety in Wood Frame Buildings, Doktorsavhandling, Report TVBH-1021, Department of Building Physics, Lund University, Lund 2015.
- [7] L. Olsson, Moisture Conditions in Exterior Wooden Walls and Timber During Production and Use, Licentiate thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Building Technology, Chalmers University of Technology, Gothenburg 2014.
- [8] L. Olsson, Är det risk för mögelpåväxt i välisolerade träregelväggar?, Bygg och Teknik nr 5/2014, sid 44.
- [9] L. Olsson, Slagregnstäthet hos fasader och vindskydd, Bygg och Teknik nr 2/2014, sid 32.
- [10] Canada Mortgage and Housing Corporation. Water Penetration Resistance of Windows - Study of Codes, Standards, Testing, and Certification, Research Highlights, Technical Series 02- 125. Ottawa, 2003.
- [11] L. Olsson, Torrt träbyggande krävs, Bygg och Teknik nr 5/2011, sid 16.
- [12] S. O. Hägerstedt, Fuktsäkra Träkonstruktioner - Vägledning för utformning av träbaserade ytterväggar, Rapport TVBH-3052, Avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2012.
- [13] J. Falk, Ventilrad luftspalt i yttervägg - Luftomsättningar och konvektiv fukttransport Licentiat uppsats, Rapport TVBM-3155, Avdelningen för Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2010.
- [14] L. Wadsö, Luftrörelser i skalmurfasader, Examesarbete, Rapport TVBM-5009, Lund University, Lund 1996.
- [15] Ingenjøren, Dyrt slagsmål om vindspærreplader på vej, [www.ing.dk/artikel/dyrt-slagsmaal-om-vindspaerrelader-paa-vej-174712](http://www.ing.dk/artikel/dyrt-slagsmaal-om-vindspaerrelader-paa-vej-174712), 2015-05-21.
- [16] Ingenjøren, Entreprenører dropper udbrent vindspærre - frygter kamp om alternativer, [www.ing.dk/artikel/entreprenoerer-dropper-udbredt-vindspaerre-frygter-kamp-om-alternativer-174765](http://www.ing.dk/artikel/entreprenoerer-dropper-udbredt-vindspaerre-frygter-kamp-om-alternativer-174765), 2015-05-21.
- [17] D. Pehrsson, A. Persson, Fuktrörelser i oorganiska våtrums- och vindskyddsskivor, Rapport TVBM-5090, Avdelningen för Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2013.