

Joakim Norén, RISE Byggteknik, Träbyggande och Boende
Alar Just, RISE Fire Research, Resistance



Brandsäkra detaljlösningar i trähus

Kunskapsläge

Joakim Norén, Alar Just

RISE

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	2
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Brandsäkra detaljlösningar	4
Brandstopp i hålrum.....	5
Brandstopp i oventilerade hålrum.....	6
Brandstopp i ventilerade luftspalter	9
Fasader.....	9
Takfot och vindar	11
Viktigaste resultat	13
Fortsättning.....	14
Referenser	14

Sammanfattning

Denna förstudie är ett projekt som initierats inom SHS Temagrupp "Brandsäkert byggande i trä och glas". Målet med förstudien är att sammanställa kunskaps- och behovsläget för brandtekniska detaljlösningar i trähus samt peka på de kunskapsluckor och hinder som behöver adresseras.

Förstudien har utgått från detaljlösningar enligt "Brandsäkra trähus 3" [1] och "Fire safety in timber buildings-Technical guideline for Europe [2] samt forskningsresultat från nyare studier inom området. Studien är avgränsad till detaljlösningar som har en avgörande betydelse för brandspridning och brandsäkerheten i flervåningshus med bärande stomme av trä, i detta fall *brandstopp i hålrum, fasader samt takfot och vindar*.

Studien visar att det finns ett tydligt behov att utveckla standardiserade provningsmetoder för att verifiera detaljlösningar i konstruktioner med brännbara material. Detta gäller särskilt för brandstopp i hålrum mellan moduler och ventilerade luftspalter i fasader. Nyttan med förstudien är främst att gå igenom och diskutera befintliga detaljlösningar tillsammans med trähusindustrin för att kunna lyfta fram deras behov av brandtekniska detaljlösningar och verifiering av dessa.

Bakgrund

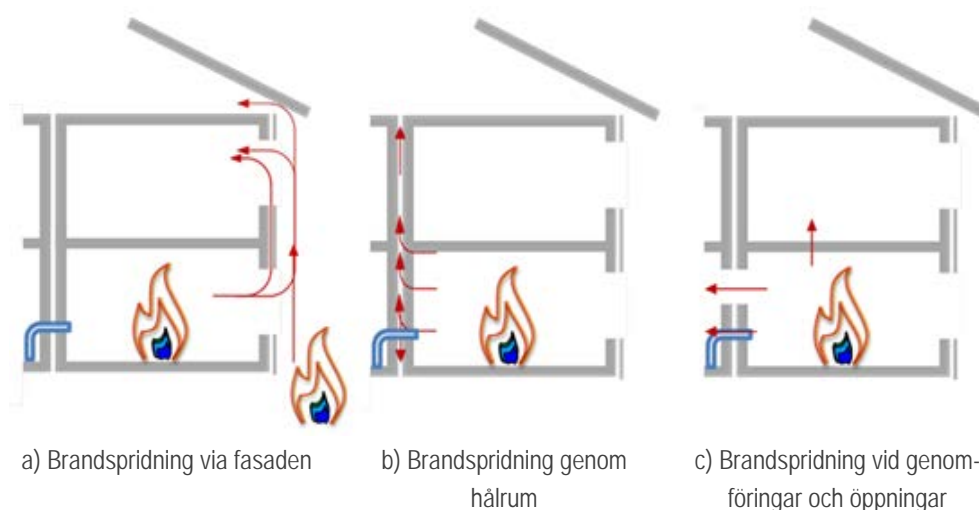
Träbyggindustrin är en växande bransch som ständigt arbetar med teknikutveckling och återförande av kunskap. SHS Temagrupp "Brandsäkert byggande i trä och glas" startades för att dela kunskap kring teknikutvecklingen till olika relevanta parter, samt att kunna identifiera och initiera fortsatta forsknings-, utbildnings- och informationsinsatser. Det övergripande målet för SHS Temagrupp brandsäkert byggande i trä och glas är att hitta "best practice" för träbyggande.

SHS-förstudien "Brandtekniska lösningar i trähus – kunskapsläge är ett projekt som initierats av SHS Temagrupp "Brandsäkert byggande i trä och glas". Målet med förstudien är att sammanställa kunskaps- och behovsläget för brandtekniska detaljlösningar i trähus samt peka på de kunskapsluckor och hinder som behöver adresseras. Resultatet från förstudien ligger till grund för arbetet med att ta fram "best practice" för brandsäkert byggande av flerbostadshus i trä som genomförs inom temagruppen. Detta arbete bygger på att skapa samsyn med andra aktörer bl a försäkringsbolag, räddningstjänsten och brandkonsulter avseende utförandet av brandsäkra detaljlösningar. Förstudien har genomförts av RISE och resultaten har diskuterats på en workshop inom SHS Temagrupp Brandsäkert byggande i trä och glas. Projektet har finansierats av Smart Housing Småland.

Brandsäkra detaljlösningar

Utformningen av detaljlösningar påverkar byggnadsdelars brandmotstånd liksom byggnadens totala brandsäkerhet. Olämpligt utförande av dessa kan leda till snabb brandspridning och svårsläckta bränder. En analys av bränder i trähus med tre eller fler våningar i USA som resulterat i stora skador visar att en brand som initialt uppstår i en brandcell sprider sig i 54 % av fallen genom ett fönster och via fasaden till andra brandceller, se figur 1 [3]. I 23 % av fallen sker brandspridningen i hålrum och i resterande 23 % direkt från brandcell till brandcell t ex vid genomföringar och öppningar. I Sverige finns statistik sammanställd för brandincidenter i flervåningshus med trästomme byggda 1994-2015 [4]. Dessa båda analyser är dock inte jämförbara beroende på att skadeorsaken beskrivs på olika sätt. Det finns dock några uppmärksammade bränder i Sverige där brister i utförandet hos vissa detaljer har fått avgörande betydelse för brandförloppet [5]. Med utgångspunkt från dessa bränder och analysen av bränder i trähus i USA har förstudien avgränsats till att omfatta följande detaljer:

- Brandstopp i hålrum
- Fasader
- Takfot och vindar



Figur 1. Scenarier för brandspridning i trähus [3]

Brandstopp i hålrum

Brandstopp ska säkerställa att byggnadsdelens brandmotstånd bibehålls under angiven tid t ex 30 eller 60 minuter. Fullisolerade och massiva konstruktioner t ex med stomme av KL-trä har färre hålrum. Lätta och sammansatta konstruktioner som t ex regelkonstruktioner är mer känsliga och kräver vanligtvis brandstopp i hålrum och vid anslutningar mellan olika byggnadsdelar, se figur 2.

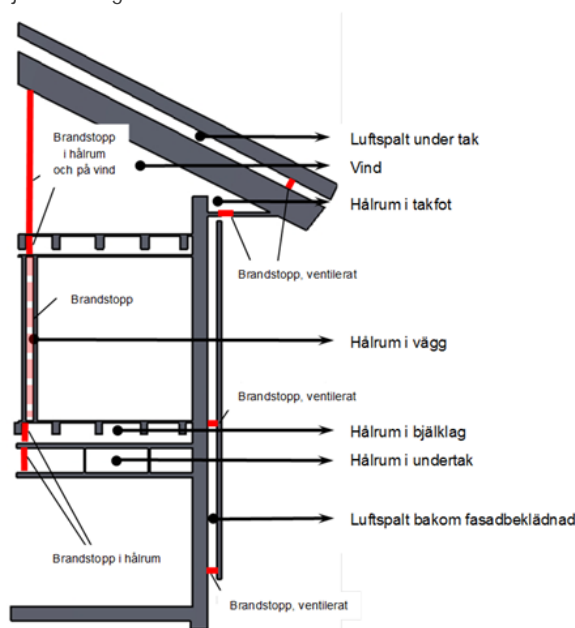
Brandstop kan delas in i massiva för slutna eller ventilerade hålrum och ventilerade för fasader och vindar [1].

Massiva brandstopp (lufttäta) kan bestå av trä, stenull eller gips. Vissa massiva brandstopp har provats enligt EN 1364 och visat sig klara avskiljande förmåga EI 30 eller EI 60. Verifiering av massiva brandstopp ska ske genom brandprovning enligt EN 1364-6 [6] som för närvarande är under omröstning inom CEN.

Ventilerade brandstopp (brandavskiljande med verifierat brandmotstånd) används i ventilerade hålrum som passerar brandcellsgränser. Vissa av dessa har provats enligt EN 1364 eller EN 1366-4 [7] som är en provningsmetod för linjära tätningar. Ventilerade brandstopp kan bestå av trä, metall eller brandsvällande material.

Ventilerade brandstopp (brandfördröjande) används på ventilerade vindar, fasader eller tak. De kan bestå av bafflar eller smala spalter. Dessa brandstop har normalt inte brandprovats och standardkriterier saknas.

Utformningen av brandstopp varierar och måste anpassas efter andra funktionskrav på byggnaden t ex fuksäkerhet och ljudisolering



Figur 2. Brandstopp i hålrum och dolda utrymmen [1].

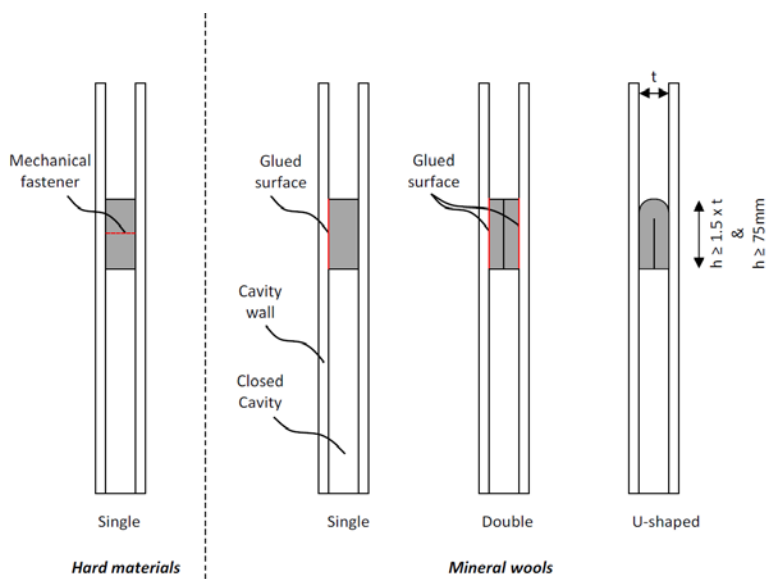
Brandstopp i oventilerade hålrum

Vid SP har en experimentell studie av brandstopp i hålrum genomförts [8,9]. Baserat på resultaten från denna studie har riktlinjer och rekommendationer tagits fram för användning av brandstopp i oventilerade hålrum med brännbara ytmaterial [10, 11]. Dessa rekommendationer avser material, design och installation. Dessutom ges råd om släckning av brand slutna hålrum. Syftet med dessa riktlinjer är att öka brandsäkerheten hos byggnader med håligheter med brännbara ytmaterial. Rekommendationerna bör användas om det finns krav på brandmotstånd i upp till 60 minuter.

Brandstopp för hålrum bör helst vara icke brännbara och tillverkade av ett mjukt komprimerbart isoleringsmaterial med låg densitet. Efter installation rekommenderas en komprimerad densitet på 50 kg/m³ för mineralull, såsom glasull, stenull och extruderad mineralull för hög temperatur.

Brandstoppen bör inte ha något plastöverdrag som kan bilda veck och orsaka små luftkanaler, vilket ökar mängden varm luft som läcker in i hålrummet. Plasten kan dessutom smälta och bilda droppar, som kan sprida branden.

Exempel på metoder som rekommenderas vid installation av brandstopp ges i figur 3. Vid brandstopp av mineralull, rekommenderas att tjockleken väljs, så att dess komprimerade densitet efter installationen är 50 kg / m³ eller högre. Dessutom bör höjden h efter installationen vara minst lika med eller större än 75 mm och 1,5 t, där t är hålrummets bredd. För en U-formplacering av brandstoppet bör tvärsnittet vara minst t x 3t. Dessutom bör den minsta densiteten hos det okomprimerade materialet vara 25 kg / m³.

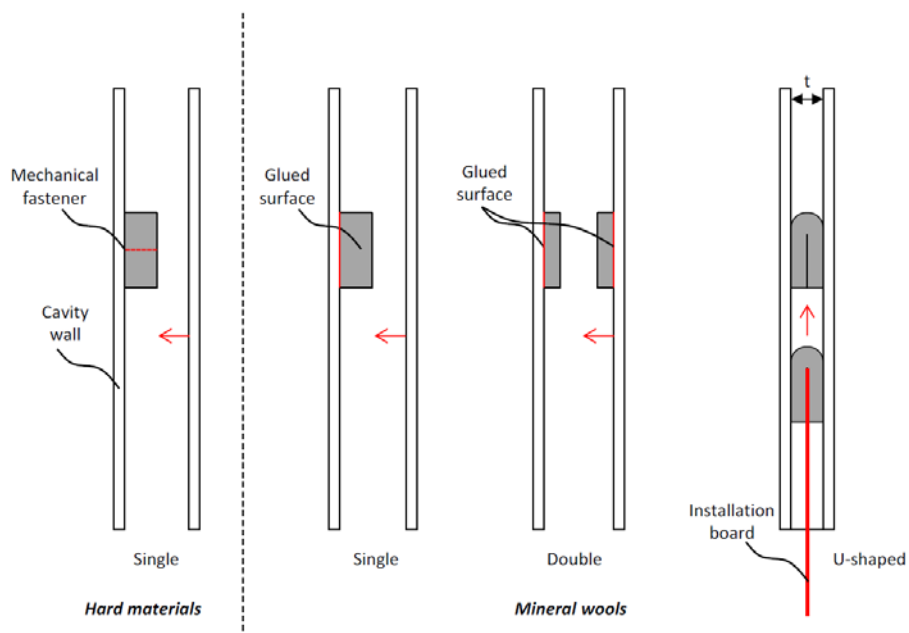


Figur 3. Olika metoder för installation av brandstopp i hålrum [11].

Vid brandstopp av trä ska minsta höjden hos brandstoppet beräknas med en endimensionell förkolningshastighet enligt EN1995-1-2: 2004 [12]. Den återstående oförkolnade höjden ska vara 25 mm efter önskat brandmotstånd (till exempel 60 minuter). Det bör också säkerställas att fästdonen behåller sin funktion för det önskade brandmotståndet i en standardbrand. Ett brandstopp av trä skall placeras tätt mot båda motstående ytorna i hålrummet så att glipor/springor över eller längs träet undviks.

Utformningen av brandstopp skall syfta till att brandstoppet inte faller ned i hålrummet, även om den primära fixeringsmetoden (med lim, fästelement eller klämning) förlorar sin funktion. Oönskade luftkanaler/glipor kan undvikas genom rätt utförande t ex separata brandstopp som möts i hörnet i stället för att böjas runt hörnet. I figur 4 visas montering av enkelt, dubbelt eller U-format placerad brandstopp. Enkel och dubbel placering av brandstopp är speciellt tillämplig för hålrum mellan moduler i modulbyggnader. I detta fall bör brandstoppen fästas i hålrumsväggen innan håligheten är stängd. Limning av brandstoppet med högtemperaturbeständiga lim rekommenderas.

Kontroll av tredje part rekommenderas vid installation av brandstopp i hålrum med brännbara material.



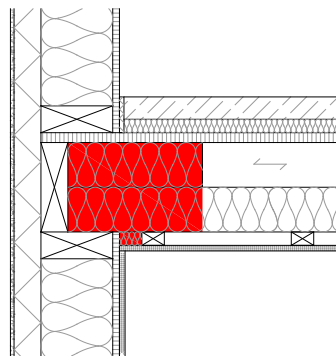
Figur 4. Schematisk beskrivning för installation av enkelt, dubbelt och u-format brandstopp i hålrum [11].

Kravet på egendomsskydd vid brand är en fråga som ofta tas upp av försäkringsbolagen. Detta krav innebär att man behöver fler krav än de krav som byggreglerna anger avseende brandsäkerhet och som främst betonar personskydd.

I den tyska byggkatalogen [13] ingår principer för att uppfylla försäkringskraven, avseende graden av skada i förhållande till brandens varaktighet. Detta åstadkoms med extra åtgärder som t ex tätningar av skarvar som förlänger brandmotståndet, se figur 5.

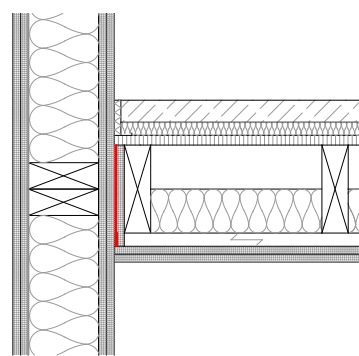
a) Timber-frame construction

Floor \perp External wall



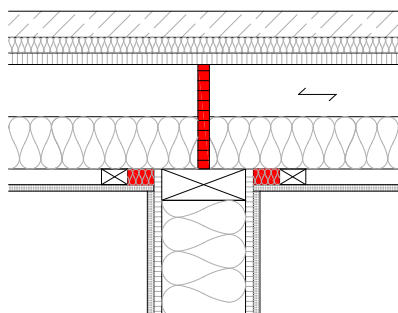
b) Timber-frame construction

Floor || External wall



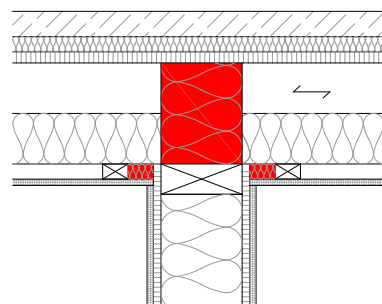
c) Timber-frame construction

Floor \perp Internal wall



d) Timber-frame construction

Floor \perp Internal wall

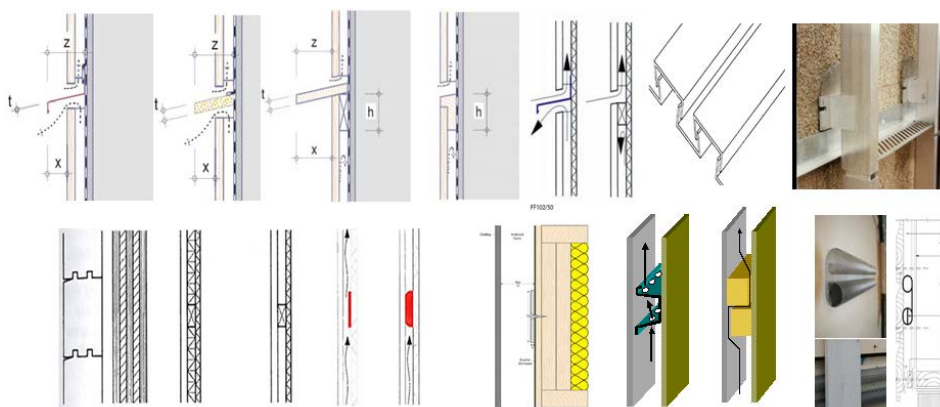


Figur 5. Exempel på brandstopp vid anslutningar mellan byggnadsdelar med regelstomme och hålrum [13]. I figur 5 c och 5d har extra åtgärder vidtagits med brandstopp i luftspalten vid takläkt närmast vägg för att öka skyddet vid anslutningen mellan vägg och bjälklag.

Brandstopp i ventilerade luftspalter

Ventilerade luftspalter används i fasader för att undvika fuktproblem från slagregn eller annat vatten som tagit sig in i väggen genom fasadbeklädnaden. Den ventilerade spalten kan även sprida brand från fasadens underkant till dess överkant. Brandspridningen kan dessutom ske snabbare i spalten bakom fasadbeklädnaden än på fasadytan. Utan brandstopp i spalten kan hela fasaden involveras i branden och konsekvenserna kan bli allvarliga, särskilt i höga byggnader. Brandstopp i luftspalten placeras i brandcellsgränser, både horisontellt och vertikalt. Vertikala brandstopp kan vara massiva av t ex trä och de horisontella öppna och ventilerande.

Det finns idag ingen standardiserad metod för klassificering av ventilerade brandstopp i luftspalter med brännbara ytor. Verifiering för EI-klassificering kan göras enligt EN 1363-1 [14] (mätning och kriterier), EN 1366-3(tätningar och genomföringar) [15], 1366-4 (linjära tätningar)[7] och EN 1366-6 (hålbjälklag) [16]. SP Fire105 [17] kan användas för verifiering av brandstopp i fasad. Exempel på olika lösningar av ventilerade horisontella brandstopp i luftspalt bakom fasadbeklädnader visas i figur 6.



Figur 6. Exempel på brandstopp i luftspalt bakom fasadbeklädnader [1]

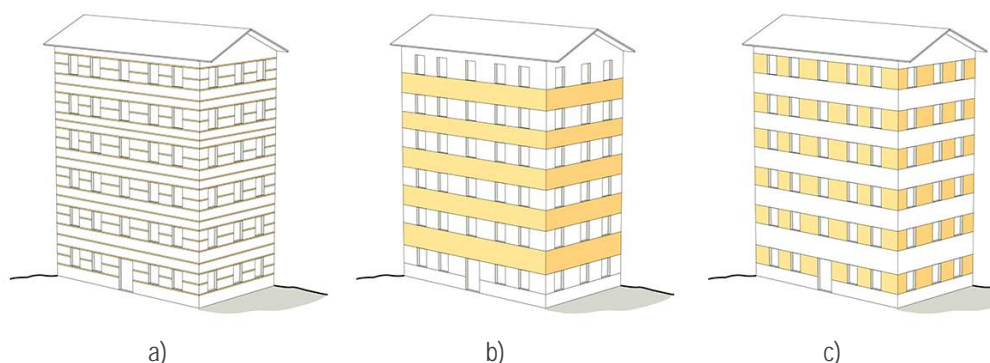
Fasader

Med fasaden menas fasadmaterialet och dess bärverk med infästningar. På moderna flervånings trähus byggda i Sverige mellan 1994-2015 är putsfasader det vanligaste fasadmaterialet ca 63 % andel (som huvudsakligt fasadmateriale) [4]. Andelen fasad med trämaterial är 17 %, skivmaterial (cementbundna, kompositmaterial etc) 14 % och tegel ca 6 %. Byggnader i mer än två våningar med dominerande träfasad har antingen en brandskyddad träpanel eller är utrustade med sprinkler.

Enligt svensk lagstiftning kan träfasader användas i hus med mer än två våningar kan i följande fall:

- Sprinkler har installerats samt obrännbar fasad på nedersta våningen
- Brandskyddad träpanel som uppfyller krav enligt SP Fire 105 och långtidsbeständighet enligt EN 16755 [18]
- Fasaden har brandklassade fönster som måste vara låsta

Trä kan även användas på delar av fasaden enligt figur 7 och 8.



Figur 7. Exempel på tillåten placering av trä i fasaden. a) horisontellt brutet panel, b) mellan fönster på olika våningar, c) mellan fönster i samma våning [1]



Figur 8. Exempel på tillåten placering av träfasad. Kombination av brutet fasad och skydd mot brandspridning med balkonger.

Brandskyddad träpanel kan vara målad med en brandskyddande färg eller vara impregnerad med ett brandskyddsmedel. En ytbehandling krävs normalt även för impregnerade paneler för att klara

beständighetskravet men det finns även produkter på marknaden som uppfyller dessa krav utan ytbehandling. Ytbehandlade paneler kräver ett regelbundet underhåll motsvarande en vanlig målad panel för att uppfylla sin brandskyddande effekt. På svenska marknaden finns flera produkter som uppfyller kraven för brandskyddad träpanel. Det finns dock inte tillräcklig kunskap om hur produktens långtidsegenskaper som bestämts med accelererad åldring överensstämmer med verklig åldring.

I dagsläget finns ingen Europeisk provningsmetod för fasdamaterial men arbete med att ta fram en sådan pågår.

Takfot och vindar

Takfotens utformning är viktig för att brandspridning till vind och takkonstruktion ska förhindras. Vanligtvis sprider sig branden via ett fönster upp genom takfoten och vidare till vinden. Detta leder ibland till svårsläckta vindsbränder och vattenskador i underliggande lägenheter. Exempel på olika takfotslösningar finns sammanställda i Brandsäkra trähus 3, se figur 9

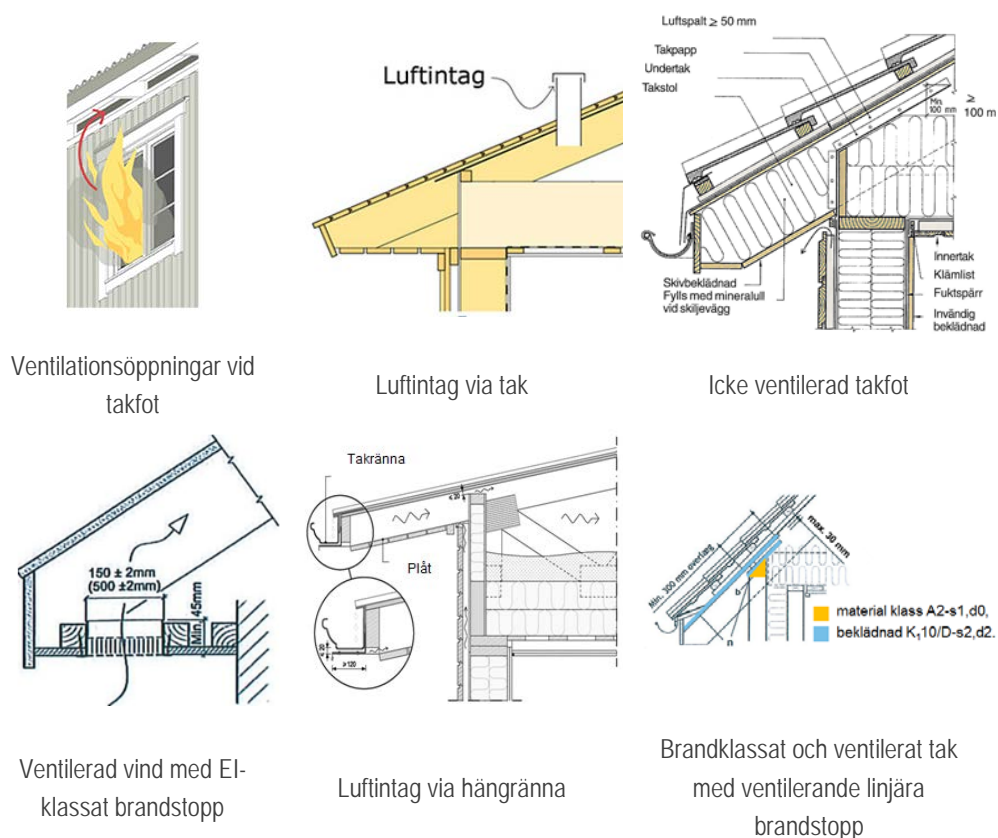
Brandklass för takfot bör komplettera brandmotståndet hos övriga byggdelar så att den totala brandmotståndstiden från en brandcell till vinden, eller via vinden till andra brandceller kan uppfyllas. I praktiken bör takfoten uppfylla minst EI 30 eller EI 60 brandmotstånd. Massivt trä, träskivor, t ex plywood ≥ 45 mm eller gipsskivor typ F ≥ 15 mm rekommenderas. Ventilerad takfot ska utföras så att en brandspridning till vinden försvåras eller förhindras under en viss tid. Ventilationsöppningar måste vara av samma brandklass och motstå direkta lågor i öppet läge. Ventilationsöppningar i takfoten skall inte placeras direkt ovanför fönster. Ett alternativ är att utföra takfoten tät utan ventilationsöppningar och istället placera ventilationen på taket.

Vinds- och undertaksutrymmen bör utformas så att skyddet mot brandspridning mellan brandceller upprätthålls. De ska dessutom utformas så att omfattande brandspridning begränsas. Undertaksutrymmen som sträcker sig över flera brandceller bör vara avskilda i samma omfattning och i lägst samma brandtekniska klass som krävs för underliggande brandcellsskiljande väggar, vilket dock inte är ett krav i BBR

För att upprätthålla skyddet mot brandspridning mellan brandceller, bör särskild hänsyn tas till behovet av skydd mot brandspridning till och på vinden, och takkonstruktionens bärförmåga vid brand. Risker för brandspridning från fönster via takfot till vind, som utgör en annan brandcell bör begränsas. Detta kan exempelvis ske genom att takfoten utförs med avskiljande förmåga i lägst klass EI 30.

Om vind och underliggande plan utgör skilda brandceller ska vinden delas in i brandceller om

högst 400 m² med brandcellsgränser i lägst klass EI 30 enligt BBR. Därutöver ska vindar i Br1-byggnader under samma förutsättning delas upp i delar om högst 1 200 m² med brandcellsgränser i lägst klass EI 60. Uppdelning behöver inte göras om isoleringen i vindsbjälklaget är av klass A2-s1,d0 och det endast finns en begränsad mängd brännbart material eller brännbara byggnadsdelar ovanför vindsbjälklaget. Byggnadsdelar bör då vara av lägst klass B-s1,d0. (BFS 2014:3). BBRs krav är inte tillräckligt för egendomsskydd.



Figur 9. Exempel på takfotslösningar [1]

Viktigaste resultat

Studien visar att det finns ett tydligt behov att utveckla standardiserade provningsmetoder för att verifiera detaljlösningar i konstruktioner med brännbara material. De provningsmetoder som används för brandstopp idag är framtagna för obrännbara material som betong och ger inte representativa resultat för brännbara konstruktioner. I en ny studie ges förslag på provningsmetod för brandstopp i slutna hålrum t ex mellan moduler kan anpassas med kriterier som även beaktar risken för uppkomst av glödbland. Utförandet och montage av brandstopp är viktigt för tätheten i hålrummet.

Detaljer har stor betydelse för brandsäkerheten totalt och för enskilda byggnadsdelar. Utförandet av detaljlösningar är viktigt och små ändringar i material och ingående komponenter kan vara helt avgörande för en byggnadsdels funktion vid brand. Tredjeparts granskning med fotografering bör utföras för att säkerställa utförandet på byggarbetsplats. Detta är särskilt viktigt vid montage av brandstopp i modulhus och i fasader.

Nyttan med förstudien är främst att gå igenom och diskutera befintliga detaljlösningar tillsammans med industrin för att kunna lyfta fram deras behov av brandtekniska detaljlösningar och verifiering av dessa.

Det finns lite redovisat om brandsäkra detaljlösningar i litteraturen. Trähusföretagen har oftast olika varianter som de använder och anpassar beroende på byggnadssystem. Få av dessa är provade och funktionen med avseende på brand är ofta bedömd.

Detaljers funktion vid brand går inte att beräkna. De måste verifieras genom provning.

Metoder för att upptäcka och släcka pyrande bränder i spalter behöver utvecklas för att stärka egendomsskyddet.

Fler Robusta lösningar som ger bra täthet i luftspalten vid brand behöver tas fram och verifieras.

Ett vindsbjälklag som uppfyller EI60 från ovsidan och som behåller sin täthet om takkonstruktionen faller ner minskar risken för vattensador och förbättrar egendomsskyddet vid vindsbränder.

Fortsättning

Resultatet från förstudien ligger till grund för arbetet med att ta fram "best practice" för brandsäkert byggande av flerbostadshus i trä som pågår inom Temagruppen. I detta arbete kommer robusta detaljlösningar från medverkande företag att sammanställas och verifieras med avseende på brand.

En viktig del i arbetet är att generera nya projekt för att täcka kunskapsluckor som finns inom området. Dessa projekt kan leda till nya provningsmetoder för verifiering av detaljer och riktlinjer för utförande. I vissa fall behöver även nya produkter utvecklas.

Referenser

- [1] Brandsäkra trähus – Nordisk-baltisk kunskapsöversikt och vägledning. SP rapport 2012:18, 2012.
- [2] Fire safety in timber buildings – Technical guideline for Europe. SP Report 2010:19, 2010
- [3] Brandon D, Just A, Andersson P and Östman B. Mitigation of Fire Spread in Multi-Storey Timber Buildings – statistical analysis and guidelines for design. RISE Report 2018:43
- [4] Eriksson, P-E, Nord, T, Östman, Birgit. Kartläggning av brandincidenter i flervåningshus med trästomme. Erfarenhet av 20 års brukande. SP rapport 2016:12, 2016
- [5] Östman B, Stehn L. (2014), Brand i flerbostadshus – Analys, rekommendationer och FoU-behov, SP rapport 2014:07. 2014.
- [6] EN 1364-6 (2016). Fire resistance tests for non-loadbearing elements – Part 6: Cavity Barriers.
- [7] EN 1366-4:2006. Fire resistance tests for service installations. Linear joint seals.
- [8] Just A. Model scale tests with fire stops. SP Report 4P04857 for SBUF project 12993, 2016-02-29
- [9] Just A, Brandon, Östman. Riktlinjer – Brandstopp i modulkonstruktioner. Resultat från SBUF projekt 12993. SP Riktlinjer 4P04857, 2016-02-30.
- [10] Östman B, Brandon D, Just A. Brandstopp i modulbyggnader. Bygg & teknik nr 6 2016.
- [11] Just A, Daniel B. Fire Stops in Buildings. SP Report 2017:10. 2017

- [12] EN 1995-1-2:2004. Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-2: General - Structural fire design

- [13] Winter, S., Stein, R., Werther, N.: Konstruktionskatalog für Gebäude in Holzbauweise unter Berücksichtigung bauordnungsrechtlicher und versicherungstechnischer Aspekte, 2014

- [14] EN 1363-1 (2012). Fire resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements.

- [15] EN 1366-3:2009 .Fire resistance tests for service installations. Penetration seals

- [16] EN 1366-6:2004. Fire resistance tests for service installations. Raised access and hollow core floors.

- [17] SP FIRE 105. External wall assemblies and facade claddings- Reaction to fire. Swedish National Testing and Research Institute. Rev 1994-09-09.

- [18] EN 16755. Durability of reaction to fire performance of FRT wood-based products in interior and exterior end-use applications. Europeisk standard, 2017



Glasbransch
FÖRENINGEN

Glasforskningsföreningen
Glafo



Region
Jönköpings län

REGION FÖRBUNDET
I KALMAR LÄN



Länsstyrelsen
i Jönköpings län



Länsstyrelsen
Kalmar län



LÄNSSTYRELSEN
I KRONOBERGS LÄN



RI.SE



JÖNKÖPING UNIVERSITY



Linnéuniversitetet

SMART HOUSING SMÅLAND

351 96 VÄXJÖ
TEL 010-516 50 00
E-MAIL INFO@SMARTHOUSING.NU
SMARTHOUSING.NU