



**MÄLARDALENS HÖGSKOLA
ESKILSTUNA VÄSTERÅS**

BRANDSKYDD I BYGGNADER MED EXPONERAD STOMME AV KL-TRÄ

En kartläggning av olika brandtekniska lösningar för flerbostadshus

ANDREAS ÖBERG

FREDRIK LEJDSTRÖM

Akademien för ekonomi, samhälle och teknik

Kurs: Examensarbete

Kurskod: BTA205

Ämne: Brandskydd

Högskolepoäng: 15 hp

Program: Högskoleingenjörsprogrammet inom byggnadsteknik

Handledare: Patrik Nedar, Michael Försth

Examinator: Lena Johansson Westholm

Uppdragsgivare: Mälardalens högskola

Datum: 2021-06-13

E-post:

Aog18004@student.mdh.se

Flm18003@student.mdh.se

ABSTRACT

Purpose: The purpose with this work has been to investigate and map selected fire protection methods in a number of projects. The possibilities and limitations with exposed CLT have been investigated. **Method:** The method consists of a literature study, interview study, construction site visit and survey. The literature study has been carried out with the aim of presenting relevant facts to the subject and creating a basis for the interview study. The interviews were conducted with fire consultants for the work's investigated projects. Two of the projects also included construction site visit, of which one of the projects belongs to the partner of this work, Peab. During the visits of the construction sites a tour of the building were carried out and shown where the exposed CLT was placed. The results from the interviews and construction sites visits are the basis for the survey. **Results:** The results show that analytical dimension of the fire protection is required when constructing multi story residence with internally exposed CLT. Limitations with exposed CLT are due, among other things, to the fact that untreated wood does not fulfils the requirements set in BBR for the surface layer. Delamination contributes to increased fire load as the underlying slats are exposed to fire. The current study contains two projects carried out with exposed CLT, Notuddsparken and ETC apartment buildings. The projects have dimensioned each with analytical dimension but with different fire protection methods. Notuddsparken has been constructed with automatic sprinkler systems and the ETC apartment buildings have been constructed with fire protection impregnation of the exposed CLT. **Conclusions:** Conclusions established in the work shows that when using exposed CLT analytical dimension of the fire protection is required. Most of the fire consultants in this work have expressed that they do not feel comfortable with dimensioning fire protection for buildings with exposed CLT, based on the current state of knowledge.

Keywords: CLT, fire protection, delamination, technical exchanges, exposed CLT, fire load, simplified dimensioning, analytical dimensioning.

FÖRORD

Detta examensarbete avslutar högskoleingenjörsutbildningen i byggnadsteknik på Mälardalens högskola. Idén bakom arbetet är framtaget tillsammans med Peab, Västerås.

Ämnet som arbetet har behandlat var både lärorikt och intressant.

Vi vill tacka:

John Eriksson, projektchef Peab, Västerås för samarbetet med framtagandet av idén till arbetet och frågeställningarna.

Alla brandkonsulter som tagit sig tid att medverka i intervjuerna för de undersökta projekten.

Birgit Östman, brandforskare Linnéuniversitetet, som tagit sig tid att besvara frågor som uppkom under arbetets gång.

Patrik Nedar, handledare Mälardalens högskola, för stöd i framdriften av arbetet.

Michael Försth, handledare Luleå tekniska universitet, för expertis inom brand.

Västerås i juni 2021

Andreas Öberg och Fredrik Lejdström



SAMMANFATTNING

Efterfrågan på att bygga flervåningsbyggnader med trästomme i Sverige har ökat under de senaste åren. En av de stora utmaningarna med uppförande av höga träbyggnader är dimensioneringen av brandskyddet. *Syftet* med detta examensarbete har varit att undersöka och kartlägga valda brandskyddsmetoder i ett antal projekt. Arbetet har även undersökt möjligheterna och begränsningarna med invändigt exponerad KL-trästomme.

Metoden består av litteraturstudie, intervjustudie, platsbesök och en kartläggning. Litteraturstudien har genomförts i syfte att framställa relevant fakta till ämnet samt skapa underlag till intervjustudien. Intervjuer genomfördes med brandkonsulter för arbetets respektive undersökta projekt. På två av projekten genomfördes även platsbesök varav ett av projekten tillhör samarbetspartnern Peab. Vid platsbesöken utfördes rundvandring av byggnaderna där de exponerade ytorna av KL-trästommen visades. Resultatet från intervjustudien och platsbesöken är grunden till kartläggningen som genomfördes.

Resultaten visar att analytisk dimensionering av brandskyddet krävs vid uppförande av flervåningsbostäder med invändigt exponerad KL-trästomme. Begränsningar med exponerad KL-trästomme beror bland annat på att obehandlat trä inte uppnår de ytskiktetskrav som ställs i BBR. Delaminering bidrar till ökad brandbelastning då bakomliggande lameller exponeras för branden. Den aktuella studien innehåller två projekt utförda med exponerad KL-trästomme, Notuddsparken och ETC hyreshus. Dessa projekt har genomförts med analytisk dimensionering men med olika brandskyddsmetoder. Notuddsparken har utförts med automatiska sprinklersystem och ETC hyreshus har utförts med brandskyddsimpregnering av den exponerade stommen.

I *diskussionen* implementeras resultatet som framkommit i arbetet med den information som berikats utifrån den ämnesmässiga referensramen. Framtida möjligheter har diskuterats där införandet av brandsäkra lim skulle kunna bidra till reduktion av delaminering.

Slutsatser som fastställts i arbetet är att vid användning av exponerad KL-trästomme krävs analytisk dimensionering av brandskyddet. Flertalet brandskyddskonsulter i det här arbetet har uttryckt att de inte känner sig bekväma med att dimensionera brandskydd för byggnader med exponerad KL-trästomme utifrån dagens kunskapsläge.

Nyckelord: KL-trä, brandskydd, delaminering, tekniska byten, exponerad KL-trästomme, brandbelastning, förenklad dimensionering, analytisk dimensionering.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte	2
1.3	Frågeställningar.....	3
1.4	Avgränsning	3
2	METOD	3
2.1	Kvalitativ metod.....	3
2.1.1	Litteraturstudie	4
2.1.2	Intervjustudie	4
2.1.3	Platsbesök	4
2.2	Kartläggning	4
3	ÄMNESMÄSSIG REFERENSRAM	5
3.1	Europeisk konstruktionsstandard, EKS.....	5
3.2	Boverkets byggregler, BBR	6
3.3	Brandklasser och eurokoder	6
3.4	Beskrivning av KL-trä.....	7
3.5	Brandförlopp.....	7
3.5.1	Initialbrand	7
3.5.2	Övertändning som leder till fullt utvecklad brand	8
3.5.3	Avsvalningsfasen	8
3.6	Förenklad dimensionering.....	8
3.7	Analytisk dimensionering och BBRAD	8
3.8	Brandbelastning	9
3.9	Ytskikt	10
3.9.1	K ₂ -klass.....	11
3.10	Delaminering.....	11

3.10.1	Värmebeständighet hos lim.....	12
3.10.2	Limtyper	12
3.10.3	Framtida utvecklingsprocess.....	13
3.11	Brandskydd.....	13
3.11.1	Allmänt om brandskydd.....	14
3.11.2	Verifiering.....	14
3.11.2.1.	<i>Kvalitativ analys</i>	14
3.11.2.2.	<i>Kvantitativ analys</i>	14
3.11.2.3.	<i>Scenarioanalys</i>	15
3.11.3	Aktivt brandskydd.....	15
3.11.4	Passivt brandskydd.....	15
3.12	Tekniska byten.....	16
4	AKTUELL STUDIE	17
4.1	Notuddsparken	17
4.1.1	Brandtekniska lösningar.....	18
4.1.2	Utmaningar	19
4.2	Norrstjärnan, Örebro	19
4.2.1	Brandtekniska lösningar.....	20
4.2.2	Utmaningar	20
4.3	ETC hyreshus, Västerås.....	20
4.3.1	Brandtekniska lösningar.....	21
4.3.2	Utmaningar	22
4.4	Kajstaden, Västerås	22
4.4.1	Brandtekniska lösningar.....	23
4.4.2	Utmaningar	23
4.5	Valla Berså, Linköping	23
4.5.1	Brandtekniska lösningar.....	24
4.5.2	Utmaningar	24
5	RESULTAT.....	25
5.1	Brandskyddsåtgärder som krävs för att utforma byggnader med invändigt exponerad KL-trästomme	25
5.1.1	Brandkonsulternas analytiska dimensionering	25
5.1.1.1.	<i>Notuddsparken</i>	25
5.1.1.2.	<i>ETC, hyreshus</i>	25
5.2	Begränsningar för invändigt exponerad stomme av KL-trä	26

5.2.1	Brandbelastning	26
5.2.2	Ytskiktssklass	26
5.2.3	Egendomsskydd	26
5.3	Kartläggning	26
6	DISKUSSION.....	27
6.1	Materialneutralitet och bristfällig information i BBR om KL-trä	27
6.2	Exponerad stomme i dagens läge utifrån kunskapsinnehållet	28
6.3	Brandkonsulternas inställning till exponerad stomme.....	28
6.4	Framtida möjligheter	29
6.5	Metod.....	29
7	SLUTSATSER.....	30
8	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE.....	31

REFERENSER

**BILAGA 1: INTERVJU NORRSTJÄRNAN, KRISTOFFER RINDHOFF,
BRANDSKYDDSLAGET**

BILAGA 2: INTERVJU KAJSTADEN, JOAKIM SANDSTRÖM, BRANDSKYDDSLAGET

BILAGA 3: PLATSBESÖK ETC HYRESHUS MED HANS EEK

**BILAGA 4: INTERVJU NOTUDDSPARKEN, ALEXANDER ALNIEMI,
BRANDPROJEKTERING**

**BILAGA 5: INTERVJU VALLA BERSÅ, ALEXANDER ALNIEMI,
BRANDPROJEKTERING**

BILAGA 6: INTERVJU BIRGIT ÖSTMAN, LINNÉUNIVERSITETET

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Brandförloppets olika faser.....	7
Figur 2 Förkolning med och utan delaminering av förkolade brädsikt	12
Figur 3 Fenomen vid förkolningsprocessen.....	14
Figur 4 Yttervägg som kommer förbli exponerad	18
Figur 5 Sprinklerhuvud i snedtak.	19
Figur 6 Lägenhetsutrymme, kök och hall.	21
Figur 7 Cementplattor intill entrén.....	22

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 Verksamhetsklasser.	5
Tabell 2 Byggnadsklass.	5
Tabell 3 Brandbelastning för olika verksamheter.....	9
Tabell 4 Europeiska brandklasser för ytmaterial utom golvbeläggningar.....	10
Tabell 5 K2 klasser på trämaterial.	11
Tabell 6 Resultat kartläggning.	27

BETECKNINGAR

Beteckning	Beskrivning
°C	Grader Celsius
m ²	Kvadratmeter
MJ	Megajoule

FÖRKORTNINGAR

Förkortning	Beskrivning
BBR	Boverkets byggregler
BBRAD	Boverkets byggregler, analytisk dimensionering
Br	Byggnadsklass
BSK	Brandsäkerhetsklass
CE	Europeisk certifiering
EKS	Europeiska konstruktionsstandarder
KL-trä	Korslimmat trä
MDH	Mälardalens högskola
MUF	Melamin Urea Formaldehyd
PBL	Plan- och bygglagen
Vk	Verksamhetsklass

Förkortning	Beskrivning
R	Bärförmåga
E	Integritet (täthet)
I	Isolering
M	Mekanisk påverkan

DEFINITIONER

Definition	Beskrivning
A _{1,2}	Obrännbart, ingen övertändning.
B	Ingen övertändning, låg risk för ökning till brand.
C	Risk för ökning till brand, en mindre låga.
D	Risk för ökning till brand, mindre lågor.
E	Risk för ökning till brand.
F	Ej definierat.
S _{1,2,3}	Brandgaser.
d _{0,1,2}	Brinnande droppar och partiklar.

1 INLEDNING

Vid val av byggnadsmaterial till uppförande av en byggnad är brandsäkerhet en av de absolut viktigaste punkterna som ska uppfyllas (Träguiden, 2019-11-26). Efterfrågan på byggnader med trästomme ökar världen över (Hadden et al., 2017). Brandsäkerheten i byggnader uppförda med exponerad trästomme begränsas i sin utveckling på grund av den restriktiva inställningen som existerar för dessa typer av byggnader.

Användning av trä inom byggnadshistorien går tillbaka flera sekel och anses vara det äldsta materialvalet inom byggsektorn i Sverige (Träguiden, u.d.). Sveriges landskap är berikat med växtlighet och skogsområden. Utnyttjandet av det som är förnybart gynnar inte endast den inhemska skogsindustrin men också klimatet. Trä är ett material med egenskaper vilket binder koldioxid i större omfattning än något annat byggnadsmaterial (Stehn, Rask, Nygren & Östman, 2008).

I samarbetet med Peab Västerås har en undersökning genomförts i syfte att framställa en kartläggning av utförda brandskyddsmetoder för flerbostadshus med korslimmad trästomme (KL-trästomme). Utöver kartläggningen har en studie genomförts med djupare inriktning på brandskyddsmetoder för byggnader utförda med invändigt exponerad KL-trästomme.

1.1 Bakgrund

Intresset att bygga större konstruktioner i trä har gradvis ökat under de senaste tre decennierna (RISE, u.d.). Den europeiska konstruktionsstandarden tillät byggnader i trä att uppföras i mer än två våningar, vilket var begränsningen fram till 1994. Under samma år upprättades boverkets byggregler BBR 1 innehållande bland annat föreskrifter inom brand, bärförmåga, stadga och beständighet (BFS 1993:57). Sedan dess har byggnader med trästomme blivit mer populärt och används i flerfamiljshus och större byggnader (Boverket, 2018). Eftersom efterfrågan av materialet ökar, växer också intresset för forskning och kunskapsökande vilket kan påverka möjligheterna till uppförande av flervåningshus med trästomme. Till skillnad mot betong som stommaterial råder det en del osäkerheter angående tillämpandet av trästomme i flervåningsbostäder. Osäkerheterna är kopplade till hur trästommen förändras med tiden och materialets motståndsförmåga vid exponering av brand.

I Sverige har efterfrågan av träkänsla i bostäderna ökat (Borgström & Fröbel, 2017). Exponerade ytor av trä både invändigt i bostäderna och utvändigt på fasaden skapar ett naturligt uttryck. Detta syftar till att spegla samhällets mål att uppnå en hållbar utveckling och bättre miljö.

Brandrisken i trähus var grunden till att det inte var tillåtet att bygga trähus i mer än två våningar fram till 1994 (Brandskyddsföreningen, u.d.). I och med att byggreglerna gjordes om till att uppfylla en viss funktion kan det idag byggas höga hus med trästomme om brandskyddsfunktionen uppfylls. De funktionskrav som finns angående brandskydd är främst framtagna för personskydd.

Utvecklingen av brandskyddsmetoderna under de senaste åren har möjliggjort uppförandet av flervåningsbyggnader med KL-trästomme med upp till fem till åtta våningar (Östman, Brandon & Frantzich, 2017). Vilket avser antalet våningar räddningstjänsten kan nå med brandstegen. Begränsning av våningsantalet, bortsett från räddningstjänstens utsträckningskapacitet, beror på materialets lättantändliga yta vid exponering och tidsbegränsningen vid brand. Tidsbegränsningen avser den säkerhet för människor i byggnaden och blir mer väsentlig för ökat antal våningsplan. Vilket innebär större sannolikhet att fler människor riskerar livet vid brand.

Trä är ett brännbart material och skapar en hel del utmaningar för brandskyddet (Östman et al., 2017). Utmaningen existerar världen över och forskningsprojekt implementeras i syfte att öka nyttjandet av materialet. Med tanke på den historiskt relativt korta period som det byggts höga trähus i Sverige råder det fortfarande bristande kunskap inom området (Brandskyddsföreningen, u.d.).

En av de största utmaningarna samhället idag står inför är att minska klimatpåverkan för att kunna uppnå målen i Parisavtalet (Boverket, 2018). Byggsektorn står för en betydande del av utsläppen av koldioxid och andra växthusgaser. 2015 noterades byggsektorns utsläpp av koldioxidekvivalenter till ca 11 miljoner ton vilket motsvarar cirka 18 % av Sveriges totala utsläpp. Att bygga i trä anses vara en lämplig metod för att minska branschens påverkan på klimatet.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka och kartlägga hur man i flerfamiljshus byggda med KL-trästomme valt att lösa brandskyddet. Vidare ska arbetet se över möjligheter och begränsningar av brandskyddet då man invändigt exponerar stommen, det vill säga låter delar av stommen vara synlig i rummet.

1.3 Frågeställningar

I denna rapport har följande frågeställningar behandlats. Frågeställningarna har tagits fram i samråd med Peab, Västerås.

- Vilka tekniska brandskyddsåtgärder krävs för att uppföra flervåningshus med invändig exponerad stomme av KL-trä?
- I vilken utsträckning är det möjligt att invändigt exponera stommen i flervåningsbostäder?
- Hur har man tekniskt sett valt att lösa brandskyddet i de undersökta projekten?

1.4 Avgränsning

Studien har endast behandlat valen av brandskydd i flerfamiljshus med minst tre våningar uppförda med KL-trästomme. Brandtekniska lösningar för genomföringar har inte beaktats i detta arbete. Endast invändigt exponerad KL-trästomme beaktas i arbetet.

Brandskyddslösningar för fasad och utvändigt träbeklädnad har inte behandlats i arbetet.

Genomföringar av bland annat ventilation och elektricitet är viktiga aspekter ur brandskyddssynpunkt (Borgström & Föbel, 2017). Arbetet kommer att innehålla information avsett för dimensionering av byggnadens stomme i KL-trä, därmed utesluts brandskydd vid genomföringar.

2 METOD

Examensarbetet har genomförts med hjälp av intervjustudie med personer som varit med om att utformat brandskyddet i de undersökta projekten. Två platsbesök har dessutom genomförts. En litteraturstudie har parallellt genomförts för att skapa en förståelse till de svar som uppkommit i intervjuerna.

2.1 Kvalitativ metod

Den information som berörs förekommer i form av litteraturstudier innehållande vetenskapliga publiceringar, artiklar, rapporter, böcker och information från branschorganisationer. Intervjuer med brandskyddsexpert har kompletterat informationen i den ämnesmässiga referensramen.

2.1.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie har gjorts med hjälp av sökningar i MDHs biblioteksdatabaser samt på kommersiella sökmotorer på nätet. Information har också hämtats från regelverk, standarder, böcker och från branschorganisationer.

Nyckelord som använts i sökningen: Brandsäkerhet, brandsäkerhets krav, brandskyddsmetoder, exponerad trästomme, KL-trä, brand i trä, delaminering, tekniska byten, cross laminated timber (CLT), fire safty, fire in timber och exposed CLT.

2.1.2 Intervjustudie

Intervjuer har genomförts med de inblandade i brandskyddets utformning för de olika projekten som undersöks. Frågorna inriktades mot de tekniska lösningarna till hur brandskyddet har dimensionerats. Det ställdes även frågor relaterade till hur regelverken är utformade. De granskade projekten i arbetet har tagits fram med sökningar hos leverantörer av KL-trä. Liknande objekt har efterfrågats under intervjuerna. Intervjuerna har genomförts via digitala mötesrum, Zoom och Microsoft Teams. Båda intervjuerna med Alexander Alniemi har genomförts via mailkonversation.

2.1.3 Platsbesök

Två av de undersökta projekten har besökts, Notuddsparken och ETC hyreshus. Vid besöken var projekten under byggnation. Rundvandring i byggnaderna tillsammans med involverad personal genomfördes under båda besöken. Detta bidrog till att visuellt se vilka ytor av KL-trästommen som skulle förbli exponerade efter färdigställandet av byggnaderna.

2.2 Kartläggning

Kartläggningen av brandskyddsmetoder upprättas i form av en tabell innehållande ett antal rubriker. Rubrikerna baseras utifrån den information som samlats från intervjustudien. Kartläggningen speglar en rad faktorer som måste beaktas vid dimensionering av brandskyddet. Bland annat val av dimensioneringsmetod, om aktivt brandskydd ska användas och i vilken utsträckning man använder sig av passivt brandskydd.

3 ÄMNESMÄSSIG REFERENS RAM

Vid dimensionering av brandskyddet för en byggnad finns det en rad olika parametrar att beakta. I denna litteraturstudie granskas de parametrar som avgör om det är möjligt att utföra höga bostadshus med en exponerad KL-trästomme i lägenheterna. För denna typ av byggnad gäller således reglerna för verksamhetsklass (Vk) 3A, enligt tabell 1 och byggnadsklass (Br) 1, enligt tabell 2 (BFS 2011:6, avsnitt 5:2).

Tabell 1 Verksamhetsklasser. Utformad efter BFS 2011:6, avsnitt 5:21

Verksamhetsklass	Typ av verksamhet
Vk 1	Industri, kontor m.m.
Vk 2	Samlingslokaler m.m.
Vk 3A	Bostäder bortsett från Vk 3B
Vk 3B	Gemensamhetsboenden
Vk 4	Hotell m.m.
Vk 5	Vårdmiljöer m.m.
Vk 6	Förhöjd sannolikhet för brand eller mycket snabbt och omfattande brandförlopp

Tabell 2 Byggnadsklass. Utformad efter BFS 2011:6, avsnitt 5:22

Byggnadsklass	Skyddsbehov	Antal våningar med hänsyn till Vk 3A
Br 0	Mycket stort skyddsbehov	Färre än två våningar
Br 1	Stort skyddsbehov	Två våningar
Br 2	Måttligt skyddsbehov	Tre eller fler våningar
Br 3	Litet skyddsbehov	Fler än 16 våningar

3.1 Europeisk konstruktionsstandard, EKS

Europeisk konstruktionsstandard (EKS) är ett sammansatt system uppbyggt med innehåll från plan- och bygglagen (PBL) och upprätthålls av Boverket (Boverket, 2020-02-12). Innehållet i EKS baseras på de föreskrifter och allmänna råd från PBL angående bärförmåga, stadga och beständighet. Syftet med EKS är att implementera de lagar och förordningar i PBL med de europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder) anpassat till de krav som ställs på konstruktioner i Sverige. Enligt de allmänna råden avdelning A i Boverkets byggregler (BFS 2011:10) är kraven aktuella vid uppförande av nybyggnad och tillbyggnad, arbeten inom rivning eller mark samt eventuella ändringar som avser tillämpade byggnadsdelar för en byggnad. Tillämpade regler om bärförmåga vid brand är implementerade i BFS 2011:10, kapitel 2.1.1 (BFS 2011:6, avsnitt 5).

3.2 Boverkets byggregler, BBR

”Boverkets byggregler, BBR, innehåller föreskrifter och allmänna råd till vissa krav i plan- och bygglagen, PBL, och plan- och byggförordningen, PBF.” (Boverket, 2020-05-27).

BBR består av åtta avsnitt, de två första är övergripande och gäller i kombination med de övriga sex (Boverket, 2020-05-27). Avsnitten behandlar de tekniska krav som ställs i PBL bortsett från de som behandlas i EKS (tidigare behandlat i avsnitt fyra) samt bredbandsanslutning och laddning av elfordon. Reglerna gäller för alla former av byggnation, rivningsarbeten, markarbeten samt tomter där det planeras framtida byggnader.

De åtta avsnitten i BBR är (Boverket, 2020-05-27):

- ”Avsnitt 1 Inledning
- Avsnitt 2 Allmänna regler
- Avsnitt 3 Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen
- Avsnitt 5 Brandskydd
- Avsnitt 6 Hygien, hälsa och miljö
- Avsnitt 7 Bullerskydd
- Avsnitt 8 Säkerhet vid användning
- Avsnitt 9 Energihushållning”

3.3 Brandklasser och eurokoder

Brandsäkerhet är ett krav enligt det svenska regelverket BBR, i syfte att uppnå tillfredställande säkerhet (BFS 2011:6, avsnitt 5:1). Brandskyddet ska dimensioneras efter respektive byggnadsklass. Brandklasser för ytskikt betecknas med bokstäver för att klassificera materialets ytskikt efter brännbarhet. Obrännbart ytskikt betecknas som högst med A1 och brännbart ytskikt som lägst med E. Obehandlat och exponerat KL-trä betecknas med ytskiktsklass D. Enligt Boverket (2019-02-15) innebär ytskiktsklass D att materialet riskerar att övertändas efter ungefär två minuter med en mindre brandkälla på 100 kW.

Tilläggsklasser förekommer i form av brandgasspridning (s) samt flammande droppar och partiklar (d) (Boverket, 2019-02-15). Tilläggsklasserna betecknas med siffror (0-3) med hänsyn till den mängd som riskeras att förekomma för respektive ytskikt.

Brandklasserna för ytskikt är tillämpat inom området reaktion vid brand (reaction to fire) och avser ytskikten för både väggar och tak, både invändigt och utvändigt.

Brandklasser med hänsyn till brandmotstånd avser att materialet uppfyller kraven utifrån respektive byggnadsdel (Boverket, 2019-02-15). I brandklasserna ingår bärförmåga R, integritet E och isolering I. Kraven för vilken funktion respektive byggnadsdel ska uppfylla beskrivs i BFS 2011:6. Beroende på byggnadsdelens krav efterföljs funktionerna av en bestämd tid, vilket materialet ska upprätthålla under brandförloppet (Borgström & Fröbel, 2017). Materialet ska uppfylla den förutbestämda funktionen inom den bestämda tidsramen

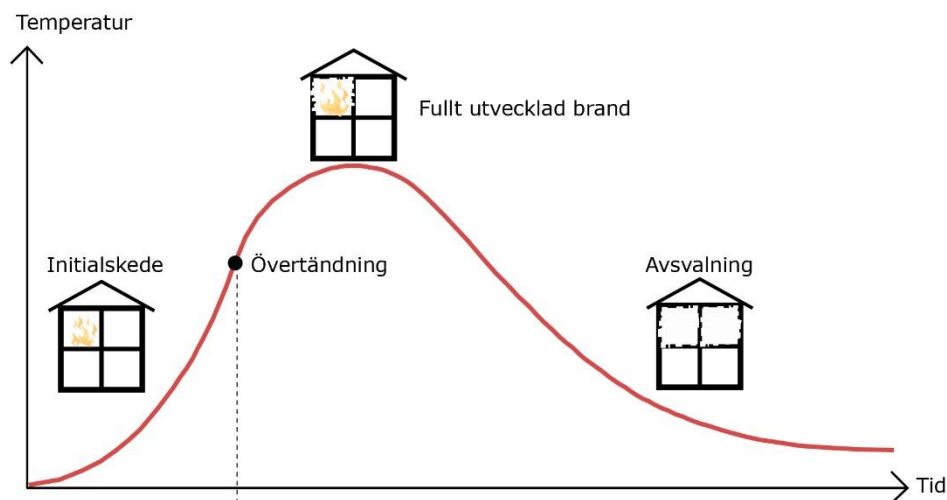
under brandpåverkan. Eventuell dimensionering för tillkommande påverkningar med mekanisk påfrestning på byggnadens stomme betecknas med bokstaven M.

3.4 Beskrivning av KL-trä

Korslimmat trä, eller KL-trä, består av brädor som sammanfogas i tvärliggande skikt med hjälp av lim (Träguiden, 2017-07-07). Skikten består alltid av ett udda antal lager, från tre lager upp till tjugofem. Brädorna består av konstruktionsvirke, vilket är virke som är hållfasthetsklassat ämnat för bärande konstruktioner (Skogen, u.d.). Hållfastheten på virket, tjockleken på lagren och antal lager bestäms av den efterfrågade bärförmågan hos KL-träelementet (Träguiden, 2017-07-07). Vanligtvis används en hög hållfasthet i virket både för de yttersta lagren samt de skikt som upptar huvuddelen av den vertikala lasten.

3.5 Brandförlopp

Ett brandförlopp kan normalt delas in i tre faser enligt figur 1, initialbrand, övertändning som övergår till fullt utvecklad brand och avsvälningsskedet (Träguiden, 2015-06-10).



Figur 1 Brandförloppets olika faser. Från Träguiden (2015). Återgiven med tillstånd.

3.5.1 Initialbrand

Initialbrand avser starten på en brand och sker när det kommer till byggnader oftast i inredning i form av lösa föremål, möbler eller gardiner (Östman & Tsantaridis, 2016). I denna fas bildas ett brandgaslager i rummets övre del. Detta skede har ett accelererande förlopp (Träguiden, 2015-06-10).

3.5.2 Övertändning som leder till fullt utvecklad brand

Vid övertändning har allt brännbart material i rummet börjat brinna (Bengtsson, 2001). Om fönster går sönder leder detta till att branden fortsatt har tillgång till syre. Efter detta ses branden som fullt utvecklad och tills vidare det finns syre att tillgå fortsätter branden tills det är slut på brännbart material. Det kan vara väldigt svårt att släcka bränder i denna omfattning.

3.5.3 Avsvalningsfasen

När det brännbara materialet är slut inleds avsvalningsfasen som normalt pågår under flertalet timmar (Träguiden, 2015-06-10). I denna fas sjunker temperaturen i rummet succesivt.

3.6 Förenklad dimensionering

Förenklad dimensionering kan beskrivas som standardmetod vid dimensionering av brandbelastning för bland annat bostäder (Boverket, 2020-08-12b). Brandbelastning avser det potentiella energiutsläpp vid fullständigt utvecklad brand. Dimensioneringsmetoden utgår ifrån de allmänna råden i BBR och bestämda tabellvärden. Energinivån från brandbelastningen kopplas till respektive verksamhetsklass (BFS 2013:11).

Till skillnad mot analytisk dimensioneringsmetod innehåller den förenklade dimensioneringen förutbestämda säkerhetsmetoder (Lundin, 2001). Vilket medför relativt fåtal osäkerheter angående framtagna beräkningar och tillämpningar vid brandskyddsdimensioneringen. Justeringar av dimensioneringsmetoden har genomförts i syfte att uppnå fullständig reduktion av komplexitet och ökad säkerhet. Förekommande av sammankopplade brandskyddsmetoder i förenklad dimensionering kan tillsammans uppfylla ett större antal brandskyddskrav än förutbestämt. Brandskyddet blir därmed bundet till dimensioneringsmetodens fastställda krav och innebär att genomförande av tekniska byten är komplicerat. Eftersom genomförande av tekniska byten kan påverka den sammankopplade funktionen mellan de förutbestämda brandskyddsmetoderna i förenklad dimensionering.

3.7 Analytisk dimensionering och BBRAD

Tillämpande av analytisk dimensionering är aktuellt vid frångående av de standardiserade värden för brandbelastning (Boverket, 2020-08-12a). Till skillnad från förenklad dimensionering förutsätter den analytiska metoden en dimensionering av den framräknade brandbelastningen för det specifika objektet (Boverket, 2020-08-12b). BBRAD är ett tillämpat område innehållande allmänna råd i syfte att säkerställa den analytiska dimensioneringsmetoden motsvarande säkerhetsnivån som för den förenklade dimensioneringen. Den analytiska dimensioneringen är relativt sällan förekommande vid

dimensionering av brandbelastning för flervåningsbostäder. Metoden används när brandbelastningen kan påvisas vara reducerad vid specifika konstruktioner jämfört med förenklad dimensionering.

Det förekommer högre risk för osäkerhet vid analytisk dimensionering vilket ingår i projektörens ansvarsområde (Lundin, 2001). Dessa osäkerheter uppstår på grund av bristfällig information angående bland annat beräkningsmodeller samt tidigare tillämpad dimensionering. Detta påverkar resultatet av det dimensionerade brandskyddet och hantering av osäkerheter vid utformning utgår ifrån den bärande stommen och relevanta handböcker inom området.

3.8 Brandbelastning

Brandbelastning beskriver den energi per m² golvarea som kan förbrännas vid ett fullständigt brandförlopp och anges i MJ/m² golvarea (BFS 2013:11, avsnitt 1:3). Det finns två sätt att bestämma ett utrymmes brandbelastning. Det är förenklad dimensionering eller analytisk dimensionering (BFS 2013:11, avsnitt 1:2). Vid förenklad dimensionering tas ett tabellvärde beroende på vilken sorts verksamhet som bedrivs i det berörda utrymmet. Analytisk dimensionering genomförs med hjälp av beräkningsmetoder.

Vid förenklad dimensionering används för verksamhetsklass 3, brandbelastning ≤ 800 MJ/m² enligt tabell 3 (BFS 2013:11, avsnitt 2).

Tabell 3 Brandbelastning för olika verksamheter. Från (BFS 2013:11, sid 3), Återgiven med tillstånd.

Brandbelastning f [MJ/m ²]	Verksamhet
$f \leq 250$	Betongvaruindustri och bryggeri i verksamhetsklass 1
$f \leq 800$	Biograf, restaurang och teater i verksamhetsklass 2 Kontor i verksamhetsklass 1 Lokaler i verksamhetsklass 5 Personbilsgarage* Skolor och livsmedelsbutiker i verksamhetsklass 2A och 2B Utrymmen i verksamhetsklass 3, 4 och 5B
$f \leq 1\,600$	Galleria och shoppingcenter i verksamhetsklass 2A och 2B
$f > 1\,600$	Arkiv* Bibliotek* Lager* Utrymmen i verksamhetsklass 6

* oberoende av verksamhetsklass.

Su, Lafrance, Hoehler & Bundy (2018) har utfört tester för att se hur KL-trästommar bidrar till brandbelastningen. Testerna utfördes i uppbyggda lägenhetsmodeller av KL-träelement. Modellerna var inte försedda med sprinklersystem. I referensmodulen var alla ytor inklädda med brandgips. I följande tre tester var en viss del av KL-ytan exponerad.

- Exponerat innertak.
- En exponerad innervägg.
- Exponerat innertak och en exponerad innervägg.

(Su et al., 2018).

Testerna visar tydligt att den exponerade stommen bidrar till en ökad värmeutveckling och ett betydligt längre brandförlopp (Su et al., 2018). Delaminering inträffade och skapade ökad värmeutveckling när lamellskikten separerades från varandra. I fallet där både innertak och en vägg var exponerad visade sig ha störst påverkan till den ökade värmeutvecklingen den blottade stommen bidrog till. Fler tester behöver utföras för att se om användandet av ett mer värmetåligt lim kan förhindra delaminering.

3.9 Ytskikt

Enligt de allmänna råden i avsnitt 5:521 i BBR (BFS 2011:6) ska följande brandtekniska klasser för ytskikt minst uppnå:

- Tak: "B-s1,do, fäst på material av A2-s1,do eller på beklädnad i brandteknisk klass K210/B-s1,do." (BFS 2011:6, avsnitt 5:521, s. 70).

- Vägg: C-s2,do (BFS 2011:6).

Se tabell 4 för brandklasser i ytskikt hos byggnadsmaterial. En obehandlad KL-träskiva uppnår ytskiktetsklass D-s2,do och uppfyller således inte BBRs föreskrifter av brandklass på ytskikt (Martinsons, 2020-10-19). Således krävs åtgärder för att kunna exponera stommen, exempelvis inklädnad med gips, brandskyddsmålning eller brandskyddsimpregnering.

Tabell 4 Europeiska brandklasser för ytmaterial utom golveläggningar. Från Träguiden (2015-06-10). Återgiven med tillstånd.

Huvudklass	Rökclass	Droppklass	Krav enligt			FIGRA	Exempel på produkter
			Obrännbarhet	SBI	Liten låga		
A1	-	-	x	-	-	-	Sten, glas, stål
A2	s1, s2 eller s3	d0, d1 eller d2	x	x	-	≤ 120	Gipsskivor (tunt papper), mineralull
B	s1, s2 eller s3	d0, d1 eller d2	-	x	x	≤ 120	Gipsskivor (tjockt papper), brandskyddat trä
C	s1, s2 eller s3	d0, d1 eller d2	-	x	x	≤ 250	Tapet på gipsskiva, brandskyddat trä
D	s1, s2 eller s3	d0, d1 eller d2	-	x	x	≤ 750	Trä och träbaserade skivor
E	-	- eller d2	-	-	x	-	Vissa syntetmaterial
F	-	-	-	-	-	-	Ingen brandklass bestämd

3.9.1 K₂-klass

K₂ är ett mått på hur väl ett material som ytskikt kan skydda bakomvarande material (Träguiden, 2015-09-21). Efter K₂ läggs en siffra till som talar om hur lång tid ytskiktet skyddar till en sådan grad att temperaturhöjningen innanför det skyddande skiktet inte överstiger 250°C samt att ingen förkolning sker. De tidsintervall som finns för denna klass är 10, 30 och 60 minuter. Det finns en mängd K₂-klassade träprodukter enligt tabell 5. Det är främst materialets tjocklek som bestämmer vilken tidsklassificering produkten får (Östman & Boström, 2015). Detta innebär att om ytskiktets klassen med hjälp av skyddande produkter kan uppnå de krav som ställs kan träprodukter även användas som brandskyddande beklädnad.

Tabell 5 K₂ klasser på trämaterial. Från Träguiden (2015-09-21). Återgiven med tillstånd.

K-klass	Träprodukt	Skarvar ^b	Fästdon			Min. densitet kg/m ³	Min. tjocklek mm
			Typ	Min längd mm	Max kantavstånd mm		
K ₂ 10 ^a	Spånskiva	Not och spont	skruv	30	150	600	10
	Spånskiva	-	skruv	30	200	600	12
	Plywood	-	skruv	30	200	450	12
	OSB	-	skruv	30	200	600	10
	Hård board/ Medium board	-	spik	40	100	800	9
	Massivträskiva	-	skruv	30	200	450	13
K ₂ 30	Träpanel	Not och spont	spik	60	600	450	15
	Spånskiva	Not och spont	skruv	50	200	600	25
	Plywood	Not och spont	skruv	50	200	450	24
	OSB	Not och spont	skruv	50	200	600	30
	Massivträskiva	Not och spont	skruv	50	200	450	26
	Träpanel	Not och spont	spik	60	600	450	27
K ₂ 60	Massivträskiva	Not och spont	skruv	75	200	450	52
	Träpanel	Not och spont	spik	60 för varje skikt	600	450	2 x 27

^a Uppfyller även K₁10 för underlag bakom beklädnaden ≥ 300 kg/m³

^b Samma tjocklek som träprodukten och utan spalt

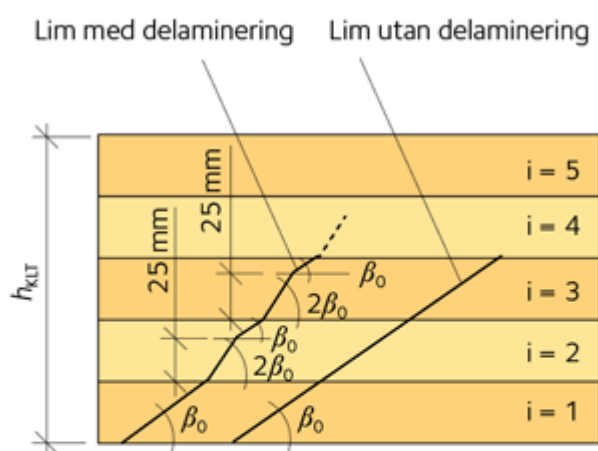
(Träguiden 2015-09-21).

3.10 Delaminering

Delaminering definieras som separering mellan lamellskikt, vilket kan förekomma vid förkolningsprocessen under brandförloppet (Berkal & Hallqvist, 2017). Delaminering uppstår när den höga temperaturen under brandförloppet penetrerar lamellskikten i KL- stommen och når limspalten. Limmet anses vara en kritisk punkt för hållfasthet och kvalitet i KL-trä (Borgström & Fröbel, 2017). I syfte att uppnå europeisk certifiering (CE-märkning) ska tillverkare genomföra egenkontroller med observation från en certifierad tredjepartsorganisation. Kontrollerna genomförs kontinuerligt och ska delvis säkerställa limspalternas kvalitet, vilket avser både hållfastheten och risken för delaminering vid brand.

3.10.1 Värmebeständighet hos lim

Under temperaturökningen som inträffar under brandförloppet påverkas KL-trästommen olika beroende på brandskyddet och hållbarheten i limmet (Östman, Brandon & Just, 2018). Limmets vidhäftningsförmåga håller samman de korslimmade lamellskikten och riskerar att förlora hållfastheten vid ökad temperatur. I syfte att minimera risken för delaminering under brandförloppet ska stommaterialet förses med ett värmebeständigt lim. Vid användning av lim utan värmebeständighet ökar risken för delaminering och ökad förkolningshastighet av stammen under brandförloppet. Hastigheten beräknas att fördubblas 25 mm av varje skikt jämfört med om stammen förses med värmebeständigt lim, se figur 2. Detta eftersom förbränningshastigheten reduceras efter 25 mm och ökar igen efter förbränningsprocessen när ytterligare en limspalt (Berkal & Hallqvist, 2017).



Figur 2 Förkolning med och utan delaminering av förkolade brädsnitt (Trägudien, 2017-07-07a). Återgiven med tillstånd.

3.10.2 Limtyper

Det finns olika sorter av lim innehållande olika substanser för KL-trä (Östman, 2019). Alla sorter genomgår tester för kravstandard innan användande i KL-trä. Polyuretan och Melamin Urea Formaldehyd (MUF) är de mest förekommande limtyperna för KL-trä i Europa. Det finns fler godkända limtyper i Europa och andra regioner i världen. I Europa ska limmet genomgå provtagningsprocesser med högsta temperatur på 90 °C innan godkännande. Provtagningarna är standardiserade processer i syfte att kontrollera limmets hållfasthet, men inte ur brandteknisk synpunkt. I Europa är de standardiserade kraven utvecklade med hänsyn till cykler gällande differenser för temperatur och fukthalt.

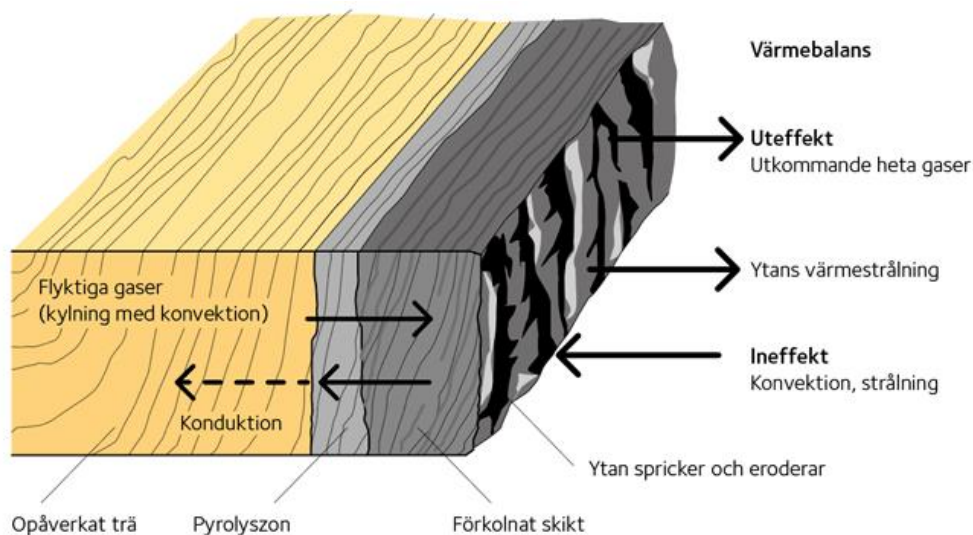
3.10.3 Framtida utvecklingsprocess

KL-trä är ett relativt nytt konstruktionsmaterial och växer i efterfrågan som stomme till nybyggnader (Östman, 2019). Utvecklingen och efterfrågan skapar tryck i frågan om materialets hållbarhet under brandförloppet. Framställande av genomgångsprocesser där de brandtekniska egenskaperna tas i beaktande upprättades i USA och Kanada 2018. Två tester varav det första är ett mindre brandtest och det andra testet sker under ett mer utvecklat brandförlopp. Dessa tester är upprättade enligt den amerikanska national standarden för KL-trä (Ansi/Apa PRG 320 – 2018) och syftar till att granska i vilket skede av brandförloppet materialet delamineras och om det är ett användbart stommaterial. Denna metod av tester har framställt ett system att certifiera godkända limtyper för KL-trä i USA och Kanada.

Enligt B. Östman, brandforskare på Linnéuniversitetet (personlig kommunikation, 2021-05-14) utvecklas ett system i Europa i syfte att certifiera limmer till KL-trä med hänsyn till hållbarhet under brandpåverkan. Systemet planeras att utgå ifrån brandskyddstester och forskningsprojekt, vilket delvis efterliknar det nordamerikanska systemet. Det europeiska systemet planeras att genomgå tester med huvudsyftet att framställa hållbara limtyper. Jämfört med det nordamerikanska systemet är det europeiska systemet inte lika storskaligt. B. Östman anser att om systemutvecklingen blir verkställande i framtiden kan brandskyddsdimensioneringen av flervåningsbostäder med exponerad KL-trästomme utföras utan brandskyddsbeklädnader.

3.11 Brandskydd

Trä till skillnad mot andra stommaterial, exempelvis betong och stål innehar en risk för antändning vid höga temperaturförhållanden (Borgström & Fröbel, 2017). Trä är ett material som brinner relativt långsamt och anses inneha god värmeisoleringsförmåga. Det kolskikt som bildas av brandgaserna skapar ett isolerande skikt. Vilket tillsammans med pyrolysskiktet sänker genomförbränningshastigheten med tiden, med andra ord har materialet egenskaper vilket skyddar sig självt, se figur 3. Pyrolysskiktet uppstår mellan kolskiktet och den orörda delen av materialet.



Figur 3 Fenomen vid förkolningsprocessen (Träguiden, 2017-07-07b). Återgiven med tillstånd.

3.11.1 Allmänt om brandskydd

Enligt allmänna råden i avsnitt 5:521 i BBR (BFS 2011:6) ska ytskikten i byggnadsklass Br1 uppfylla de lägsta brandtekniska kraven B-s1,d0 för tak respektive C-s2,d0 för vägg. Stommateriäl i obehandlat trä uppnår brandteknisk klass D-s1,d0 (Pousette & Tsantaridis, 2016) och ska uppnå brandteknisk klass EI 60 för brandavskiljande konstruktion vid brandbelastning på maximalt 800 MJ/m² (BFS 2011:6, avsnitt 5:531).

3.11.2 Verifiering

Vid genomförande av analytisk dimensionering kan granskning av brandskyddet kontrolleras genom olika metoder, till specifikt område med eventuell kombination (Nystedt & Östman, 2012). Syftet är att påvisa att den analytiska dimensioneringen uppfyller motsvarande säkerhetskrav som förenklad dimensionering (Boverket, 2020-08-12b).

3.11.2.1 Kvalitativ analys

Vid kvalitativ analys som metod för brandskyddets utformning regleras flertalet faktorer (Nystedt & Östman, 2012). Dessa faktorer bedöms utefter bland annat statistik, beräkningar och provning i syfte att minska risktagandet (BFS 2013:12, avsnitt 2.2.1). Enligt Nystedt & Östman (2012) ska underlag redovisas av projektören i syfte att säkerhetskraven är uppfyllda. Ytterst få avvikelser från förenklad dimensionering tillåts och projektet ska påvisas vara okomplicerat genomförbart om metoden ska vara brukbar.

3.11.2.2 Kvantitativ analys

Till skillnad mot kvalitativ analys används både kvantitativ- och scenarioanalys vid införande av nya lösningar (Nystedt & Östman, 2012). I större och mer komplicerade projekt där

brandskyddet utformas med otydliga lösningar, i följd av nya eller sammansatta tekniska lösningar, tillämpas metoderna för kvantitativ analys. Vid antagande av flera och eventuella väsentliga omställningar av brandskyddet ska verifiering med antingen kvantitativ- eller scenarioanalys genomföras.

3.11.2.3. Scenarioanalys

Innehåller likvärdiga ramar som den kvantitativa analysen men används vid lösningar som eftersträvar de traditionella lösningarna (Nystedt & Östman, 2012). Till skillnad mot kvantitativ analys baseras scenarioanalys utifrån en riskanalys innehållande utvalda brandscenarier (BFS 2013:12, avsnitt 2.2.2). Det utvalda variablerna bör omfatta eventuella scenarier med varierande och hög påfrestning på brandskyddet.

3.11.3 Aktivt brandskydd

Det aktiva brandskyddet syftar till den funktion försedd av skydd i form av larm och automatiska släcksystem (Träguiden, 2015). Automatiskt släcksystem i form av sprinkler syftar till att tidigt i brandförlopp kunna reducera utvecklingen och eventuellt lyckas släcka mindre initiala bränder (Nystedt & Östman, 2012).

Installation av sprinklersystem i byggnader medför att modifieringar kan tillämpas för ytskikt, både invändigt och utvändigt (Östman et al, 1997). Detta eftersom risken för flamspridning genom fönstret från en fullständigt utvecklad rumsbrand reduceras efter avlastningen från sprinklersystemet. Med andra ord är val av träfasad och ytskikt i bostäderna med lägre ytskiktssklass genomförbart i flervåningsbostäder försedda med automatiskt släcksystem.

3.11.4 Passivt brandskydd

Det passiva brandskyddet berör skydd av stomme och konstruktion (Träguiden, 2015-08-21). Vid uppförande av flervåningsbostadshus ska stommen skyddas mot brandexponering i syfte att upprätthålla stommen i minst 60 minuter (REI 60) under brandförloppet (Östman et al, 1997). Brandskyddsbeklädnad i form av skivor är en vanligt förekommande metod i syfte att skydda de bärande delarna av konstruktionen under en avsatt tid vid brand.

Brandskyddsbeklädnad i form av gipsskivor används som ytskiktmaterial för att uppnå det brandtekniska funktionskravet EI 60.

Brandskyddsbehandling av trä syftar till applicering av ytbehandling i form av brandskyddsimpregneringsmedel eller brandskyddsfärg (Pousette & Tsantaridis, 2016). Dessa behandlingsmetoder är funktionella på invändiga och utvändiga ytor och förbättrar materialets brandmotstånd. Brandskyddsbehandlingar ska vara kontrollerade och godkända

efter brandskyddstester för säkerställande att uppnå kraven som ställs på dess beständighet i BBR.

Enligt Nussbaum & Östman (1986) påverkar brandskyddsimpregnering den nedbrytningsprocess som utvecklas under brandförloppet. Nedbrytningsprocessen för trä delas in i olika skeden för att definiera termikens påverkan på materialet. Eftersom impregneringen påverkar materialets förbränningsegenskaper och medför ökad mängd kolskikt i förhållande till exponerad träyta, med andra ord kolutbyte. Vilket medför en skyddande effekt eftersom kolskiktet reducerar den brännbara mängden av materialet. Brandskyddsimpregnering tillskillnad mot brandskyddsmålning medför försämrade effekter på materialets mekaniska egenskaper. I följd av ökad fuktkvot eftersom impregneringsmedel oftast tillsätts med vatten innan applicering. Det medför att materialet torkas ut vid höga temperaturer. Brandskyddsmålning bör därför användas för KL-trästomme i stället för impregnering.

3.12 Tekniska byten

Automatiska släcksystem i form av sprinkler är en aktiv brandskyddsmetod vilket medför tillgänglighet att genomföra tekniska byten av andra brandskydd i bygganden (Nystedt & Östman, 2012). Det finns fler olika typer av sprinklersystem. Vanligast för bostäder är boendesprinkler. Systemet syftar till att kontrollera branden tidigt i brandförloppet och förhindra spridning. Boendesprinkler har lägre förutsättningar gällande kapaciteten till skillnad mot exempelvis konventionella sprinklersystem. Beroende på vattenkravet för avsatt sprinklersystem i bostaden kan avverkande tid under brandförloppet dimensioneras. Boendesprinkler uppnår normalt ett aktivt tidsspann mellan 10 – 30 minuter, beroende på vattenkällans kapacitet.

Val av brandskyddsmetod bestäms utefter beräknad storlek för den dimensionerade brandbelastningen vid fullt utvecklat brandförlopp (Boverket, 2020-08-12a). Detta eftersom brandskyddet ska bland annat uppfylla kraven angående bärförmåga under brandförlopp. Det dimensionerande brandförloppet avser den potentiella energin som frigörs under brandförloppet. Sprinklersystem räknas inte med vid dimensionering av brandbelastningens potentiella storlek eftersom brandbelastningen avser kraven för avskiljande konstruktioner, bärförmåga och sektionering. Sprinklersystem kan implementeras i efterhand med tillgänglighet för utbyte av eventuella tekniska brandskyddsmetoder, med andra ord genomföra tekniska byten.

Planerat utförande av fler än två tekniska byten tillåts endast genom analytisk dimensionering av brandskyddet (Boverket, 2020-08-12b). Om inte fler än ett tekniskt byte sker tillåts förenklad dimensionering. Enligt Lundin (2001) finns det flera olika motiveringar till avvikelser från förenklad dimensionering.

Valda metoder vid tekniskt byte ska granskas i syfte att tillgodose kraven i BBR (Nystedt & Östman, 2012). Kontrollerna avser de områden i högsta grad lämpliga för bedömning av brandskyddet, bland annat utförs bedömning efter mänskliga handlingar, flexibilitet och

funktion (Lundin, 2005). Bedömning av funktion för det tekniska bytet analyseras efter eventuella risker och förändrade förutsättningar på brandskyddet. Flexibilitet syftar till den utsträckning de valda brandskyddsmetoderna ska innefatta. Systemet designas med förmågan att detektera nya och potentiella oväntade utfall.

Enligt B. Östman, brandforskare på Linnéuniversitetet (personlig kommunikation, 2021-05-14) är utförande av tekniska byten med automatiska släcksystem tillräckligt för att ha möjligheten till invändig exponering av KL-trästommen. Dimensionering av brandskyddet med automatiska sprinklersystem syftar till att förhindra brandförloppets utveckling till en fullständigt utvecklade brand. B. Östman berättar att sprinklersystemet inte alltid lyckas reducera brandutvecklingen i det tidiga brandförloppet. Det är en teknik som uppfyller funktionen väl över 90 procent av fallen.

4 AKTUELL STUDIE

Den aktuella studien omfattar studiens undersökta objekt. Intervjuerna har genomförts tillsammans med respektive objekts brandskyddsansvarige. För ETC hyreshusprojekt genomfördes intervjun under platsbesök med projektets arkitekt. Frågorna har utformats efter frågeställningarna och kartläggningen. Svaren från intervjuerna har använts till kartläggningens resultat utefter respektive objekts brandskyddsmetoder. Studieobjekten har utförts med olika stor mängd exponering av KL-trästommen och brandskyddsutförning.

4.1 Notuddsparken

Kvarteret Notuddsparken är beläget intill Mälaren i Västerås och är ett trähusprojekt som Peab håller på att uppföra (Peab, u.d.). Projektet är uppdelat i två huskroppar och ska utföras med både fasad och stomme i trä. Detta är Peabs första flervåningsprojekt med trästomme i Västerås. Projektet avser framställningen av totalt 46 lägenheter med variation på boendeytan mellan cirka 24 och 120 m². Detta är ett pågående projekt med byggstart hösten år 2020 och beräknas att vara färdigställt i slutet av år 2021.

Peab arbetar med att producera en energieffektiv byggnad och ett hållbart boende med solcellspaneler på taket och avfallsutrymmen för källsortering (Peab, u.d.). Boende erbjuds tillgång till el - cykelutlåning i syfte att minimera behovet av bil.

Beställaren hade enligt J. Eriksson, Projektchef PEAB (personlig kommunikation, 2021-04-20) önskemål om att möjligt ha exponerad stomme i lägenheterna. Brandkonsulten konstaterade att det var möjligt att låta insidan av ytterväggarna vara exponerade om sprinklersystem installerades. Förslaget godtogs och det är på det sättet byggnaderna uppförs. Figur 4 visar en av lägenheterna där väggen som syns kommer förbli exponerad medan golv och tak kommer att kläs in.



*Figur 4 Yttervägg som kommer förbli exponerad (golv och tak kommer att kläs med gips).
Författarnas egentagna foto.*

4.1.1 Brandtekniska lösningar

Analytisk dimensionering har använts för att projektera brandskyddet för byggnaderna i Notuddsparken, vilket krävs för att göra det möjligt med invändigt exponerad stomme enligt A. Alniemi, brandingenjör på Brandprojektering (personlig kommunikation, 2021-05-04). Brandskyddet har utöver BBRs krav även tagit hänsyn till egendomsskydd. Hur mycket av stommen man kunde låta vara exponerad avgjordes med hänsyn till delaminering i kombination med att ett sprinklersystem visade sig vara nödvändigt för att innehålla kraven enligt BBR. Med ett lim som på ett bättre sätt minimerar risken för delaminering kunde mer synligt trä möjliggöras. Men A. Alniemi fick informationen till sig att sådana typer av lim inte är tillåtna i Sverige med avseende på miljöaspekter. Det enda alternativet som sågs möjligt utöver det valda var brandskyddsmålning eller mer inklädnad, vilket beställaren valde bort.

Den automatiska vattensprinkleranläggningen har möjliggjort exponering av KL-trästemmen invändigt via tekniska byten. I figur 5 visas hur de färdigmonterade sprinklerhuvudena är monterade i snedtaket i den ena byggnadens högst belägna lägenhet. De byten som tillgodosågs är att man kunde sänka från brandsäkerhetsklass BSK 5 till brandsäkerhetsklass BSK 4. Man kunde även tillåta ytskiktet av den exponerade stommen vilket inte når upp till BBRs krav för denna typ av byggnad vid förenklad dimensionering. Även lägre krav på kabelytiskt tillgodosågs med hjälp av de tekniska bytena.



Figur 5 Sprinklerhuvud i snedtak. Författarnas egentagna foto.

4.1.2 Utmaningar

A. Alniemi menar att BBR i vissa aspekter kunde tydliggöras för projektering av byggnader med KL-trä om materialneutralitet inte funnits. Han uttrycker även svårigheten att projektera brandskyddet angående brandbelastningskraven i BBR då KL-trästommen bidrar till en ökad brandbelastning.

De tuffaste utmaningarna med att projektera brandskyddet för byggnader med trästomme är enligt A. Alniemi att förklara för beställaren de konsekvenser och tolkningar av regelverket som görs då det idag inte är riktigt anpassat för KL-trä. Vidare påtalar han även en rad installationstekniska utmaningar som, installationer och genomföringar i brandcellsgränser, ventilationsbrandskydd och utformningen av fasaden.

4.2 Norrstjärnan, Örebro

Projektet Norrstjärnan innehåller nybyggnation av tre flervåningsbostäder och en intilliggande förskola (NCC, u.d). Entreprenören NCC har tillsammans med Örebrobostäder uppfört de tre sex våningshusen i trä. Väggar och stomme består av KL-trä. Syftet med materialvalet har bland annat syftat till att generera en mindre klimatpåverkan och skapa möjligheten till snabbt montage. Materialet har framställts och levererats av Martinssons Ab (Martinssons, u.d).

4.2.1 Brandtekniska lösningar

I en intervju med K. Rindhoff, brandskyddskonsult på Brandskyddslaget (personlig kommunikation, 2021-04-16) förklarade han hur brandskyddet har dimensionerats. Enligt K. Rindhoff har de involverade brandskyddskonsulterna tillsammans med beställaren utformat ”bästa möjliga skyddet” för den bestämda konstruktionen. Trästommen är skyddad i lägenheterna med gips och promatect, med andra ord är ingen del av stommen exponerad i lägenheterna. Promatect är ett skivmaterial som har brandtekniska egenskaper i syfte att skydda byggnadskonstruktioner (Promat, u.d). De enda platserna i byggnaderna som exponerar stommaterialet är byggnadernas trapphus, inklusive utrymningsvägar. K. Rindhoff förklarar att trapphusen är de mest funktionella platsen att exponera stommen eftersom ytorna kan behandlas med brandskyddsmålning. Till skillnad från ytorna i bostäderna blir inte stommen utsatt för de eventuella belastningarna orsakad av inneboende vid exempelvis ommålning eller tapetsering. Enligt K. Rindhoff är det möjligt att uppföra flervåningshus med fullständigt exponerad trästomme. Den brandtekniska lösningen avser en ökad volym, med andra ord en överdimensionering av stommen vilket skapar ett skyddande skikt och fördröjer brandens genomträningsförmåga.

4.2.2 Utmaningar

Enligt K. Rindhoff är flervåningsbyggnader med trästomme ”en känslig konstruktion” och hela stommen bör skyddas mot bränder, antingen med aktivt eller passivt brandskydd. Användningen av trä som konstruktionsmaterial är relativt komplicerat då materialet har låg densitet i jämförelse med betong och stål. Det medför att konstruktionen har svårt att motstå vindlaster och därför inte kan uppföras mer än sex till åtta våningar. Enligt K. Rindhoff är det relativt enkelt att förklara hur utförande med KL-trästomme kommer att genomföras och att det förutsatta brandskyddet kommer att bestå de förutsatta tiderna under brandförloppet.

4.3 ETC hyreshus, Västerås

Intill Notuddsparken vid Öster mälstrand i Västerås arbetar ETC bygg med uppförande av två flerbostadsbyggnader innehållande fyra våningar och vindsloft. Byggnaderna är identiska och utförs i princip helt och hållet i trä. Bärande och avskiljande väggar utförs i trä och exponeras både i lägenheterna, trapphus och på fasaden, se figur 6. Balkongerna är uppförda i form av en extern konstruktion och monteras på vardera sida intill flervåningshusen. Information erhålls från platsbesök av projektet tillsammans med arkitekt H. Eek (personlig kommunikation, 2021-04-19).



Figur 6 Lägenhetsutrymme, kök och hall. Författarnas egentagna foto.

4.3.1 Brandtekniska lösningar

Fasaden är utförd med värmebehandlad furu och är impregnerad från grunden med Woodsafe system och sedan med Burnblocks giftfria och naturligt framställda impregneringsmedel. H. Eek berättar att fasaden uppnår brandklass B- s1, d0 med respektive brandskyddsimpregneringar. Woodsafe är ett svenskt produktionsföretag av brandskyddsimpregneringsmedel både för fasad och invändiga ytor (Woodsafe, u.d). Burnblock är ett danskt produktionsföretag av giftfritt brandskyddsmedel för byggnadsmaterial (Burnblock, u.d).

De synliga delarna av stommen i byggnaden har brandskyddsbehandlats på plats med impregnering från Nordtreat. Impregneringen appliceras upp till cirka fem gånger under en förutbestämd tid. Eek förklarar att impregneringen sätter sig i stommen och skapar ett skydd vilket motsvarar brandskyddskapaciteten hos en gipsskiva. Vid byggnadens brandcellsgränser utformas väggar med stenullsisolering och gipsskivor i syfte att uppfylla kraven i BBR (brandbelastning 800 MJ/m²). Trapphusen i byggnaderna utförs med ett dimensioneringsmått av trästommen vilket överstiger den nödvändiga bärförmågan. Stommen i trapphusen tillämpas med extra 10 millimeter dimensionering, vilket ska motsvara brandskyddskapaciteten för en 13 millimeter djup gipsskiva och uppnå brandskyddskravet på EI60 enligt H. Eek.



Figur 7 Cementplattor intill entrén. Författarnas egentagna foto.

4.3.2 Utmaningar

Brandskyddstester har utförts av fasadkonstruktionen tillsammans med RISE på provtagningsanläggningen i Borås. Testerna indikerade att förslutning av otätheter med obrännbart material intill dörr- och fönsteröppningar var nödvändigt. Cementplattor med brandklass A- s1, do används för att motverka att spridning av brand genom otätheter i fasaden, se figur 7.

Ökad dimensionering av stommen i trapphusen är en lösning som medfört högre kostnader för stommaterialet. Enligt H. Eek är kostnaden för ökad dimensionering med 10 millimeter högre jämfört med genomförande av gipsskivor på 13 millimeter. Invändiga ytor av KL-trästommen är impregnerade på plats och inte i fabrik. Detta har påverkat projektet tidsmässigt och medfört en högre kostnad på utförandet av entreprenaden. Enligt H. Eek är brandskyddsimpregneringen en del av arbetet som ska skötas med noggrannhet. Vilket kan kontrolleras jämfört med prefabricerad impregnering av materialet.

4.4 Kajstaden, Västerås

Kajstaden i Västerås består av fem byggnader med totalt 99 lägenheter (Consto AB, u.d.). Samtliga byggnader är utförda med träpanel som fasad. Det är bara en av dessa byggnader, ett nio våningshus, som byggts helt med trästomme. Stommen i denna byggnad består av KL-trä och således den enda byggnaden av de fem som behandlas i denna rapport. Samtliga hus byggdes av Consto AB och brandkonsult från Brandskyddslaget.

4.4.1 Brandtekniska lösningar

Följande beskrivningar är sammanfattade och tolkade från intervju med J. Sandström, en av brandkonsulterna i projektet.

Brandskyddet är utformat efter att på bästa tänkbara sätt skydda byggnaden vid uppkomst av brand utan krav eller önskemål från kunden om exponerad stomme (personlig kommunikation, 2021-04-19). Alla lägenheter har därför valts att kläs in med skyddande gipsskivor. Stommen skulle skyddas med K₂ 60. Med ett sprinklersystem kunde man gått ner till K₂ 30. Man valde dock att behålla K₂ 60 och därmed inte installera något sprinklersystem i byggnaden. Sprinklersystem är väldigt bra vid mindre bränder och för att släcka initialbränder. Dock hjälper det inte vid kraftigt utvecklade bränder och J. Sandström är därför väldigt restriktiv på att göra lättnader i det övriga brandskyddet vid användandet av sprinklersystem. J. Sandström menar att det finns god kunskap om det initiala brandförloppet i KL-trästommar men att det saknas erfarenhet vid fullt utvecklad brand och vad som händer efter man uppnått det. Beräkning av brandskyddet med exponerad trästomme i lägenheter kan J. Sandström göra för att uppnå BBRs krav. J. Sandström är själv väldigt skeptisk till att uppföra byggnader högre än tre våningar utan inklädnad innan större erfarenhet finns. Problemet menar han att till skillnad från en betongstomme tar det brännbara materialet aldrig slut innan byggnaden är helt nedbränd. Denna moraliska gräns vid tre våningar grundar han på möjligheten att utrymma via fönster om det skulle leda till den enda utrymningsvägen.

4.4.2 Utmaningar

Vidare menar J. Sandström att BBR och EKS är tydliga men något fyrkantiga. Det finns utrymmen för tolkningar. Han ställer sig frågande till om regelverket hinner med utvecklingen vi ser i byggbranschen idag där det blir allt vanligare med höga träbyggnader. BBRs brandskyddsregler är helt materialneutrala i dagsläget och syftar helt och hållet till funktionskrav. Förr var detta inget problem då höga byggnader inte utfördes med trästomme. Men med tiden menar J. Sandström att det kanske kan bli läge att göra skillnader på om stommen är brännbar eller obrännbar.

4.5 Valla Berså, Linköping

I närheten till Johannesborgsparken i Linköping står det ”runda huset” Valla Berså, ett fem våningshus innehållande hyreslägenheter med butik- och restauranglokal på entréplan (Åhlins & Ekeroth, 2017-11-02). Lindstén fastigheter har tillsammans med Åhlins och Ekeroth framställt Linköpings första flervångsbyggnad med KL-trästomme. Projektet på börjades våren 2016 och färdigställdes hösten 2017 och innehåller totalt 69 lägenheter. Projektets brandskydd utformades av brandskyddskonsulter på företaget Brandprojektering.

4.5.1 Brandtekniska lösningar

Enligt A. Alniemi, (personlig kommunikation, 2021-05-03) utformades byggnaden utan invändig exponerad stomme. Exponering av KL-trästomme diskuterades mellan beställaren och brandskyddskonsulterna. I slutändan fastställdes att brandskyddet skulle utföras med fullständig inklädnad av stommen. Beslutet genomfördes på grund av de osäkerheter som kan uppstå med exponerad stomme och risken för delaminering under brand. Inklädnad av stommen är utförd med gips och därmed har ingen behandlingsmetod i form av brandskyddsimpregnering eller brandskyddsmålning tillämpats. Lägenheterna i byggnaden är försedda med boendesprinklers. Det automatiska släcksystemet har underlättat de krav utifrån BBR gällande utförande av fasadens ytskikt, vilket är utfört med cederträ.

Eftersom tillämpningen av boendesprinklers inte avser fler än ett tekniskt byte har brandskyddet projekterats med förenklad dimensioneringsmetod. Enligt A. Alniemi är det möjligt att uppnå respektive byggnads brandklass med exponerad stomme förutsatt att analytisk dimensionering är tillämpad. Utformningen av brandskyddet har grundats efter kraven i BBR och samtidigt i beaktning till byggnadens egendomsskydd och de krav som ställs från försäkringsbolagen.

4.5.2 Utmaningar

A. Alniemi förklarar att en del av utmaningarna i projektet påminner om utmaningarna för Peabs projekt Notuddsparken i Västerås. A. Alniemi berättar om problem som uppstår vid motivering av brandskyddsvalet till beställaren beror bland annat på bristfällig information i regelverken gällande KL-trä som stommaterial. Det avser speciellt de osäkerheter och konsekvenser som ska utförligt redovisas i syfte för beställarens förståelse till att genomföra en mer brandsäker konstruktion. Vid önskad exponerad stomme av beställare förklarar A. Alniemi att kunskapsnivån gällande delaminering är för låg, både för sakkunniga och leverantörer.

Vid projekteringen av byggnaden uppstod en del tuffare utmaningar inom installationsteknik. Enligt A. Alniemi var utmaningarna med installationer bland annat genomföringar vid brandcellsgränser, tätningar vid hålrum och dimensionering av brandskydd för att motverka brandgasspridning genom ventilationskanaler. Omständigheter med bristfällig information och materialneutralitet i BBR har medfört utmaningar med förenklad dimensionering av brandbelastning. Uppnå en maximal brandbelastning på 800 MJ/m² med förenklad dimensioneringsmetod berättar A. Alniemi är en utmaning eftersom KL-trä bidrar till en ökad brandbelastning.

5 RESULTAT

Resultaten som presenteras är baserade på litteraturstudien som gjorts i kombination med den inblick vi fått tagit del av via intervjuer i de granskade projekten som återfinns i den aktuella studien.

5.1 Brandskyddsåtgärder som krävs för att utforma byggnader med invändigt exponerad KL-trästomme

Genom att granska de krav som finns i BBR som även stöds via flertalet intervjuer kan konstateras att det ej går att använda sig av exponerad trästomme vid förenklad dimensionering. Den förenklade dimensioneringsmetoden utgår från framtagna tabellvärden. Vid användande av exponerad KL-trästomme är flertalet av dessa tabellvärden inte uppfyllda. Genomförande av tekniska byten exempelvis med automatiskt sprinklersystem kan reducera risken för brandspridning. Med brandskyddsbehandling av KL-trästommen kan de krav på ytskikt som ställs i BBR uppnås. Implementering av liknande åtgärder kräver analytisk dimensionering.

5.1.1 *Brandkonsulternas analytiska dimensionering*

Vid de två objekten i den aktuella studien som är uppförda med exponerad invändig KL-trästomme har två helt skilda brandskyddsmetoder använts.

5.1.1.1 *Notuddsparken*

Brandkonsulten för Notuddsparken A. Alniemi projekterade brandskyddet med automatiskt vattensprinklersystem. Detta var enligt honom nödvändigt i detta projekt för att kunna tillåta exponerad invändig stomme. Installationen av sprinklersystemet möjliggjorde de tekniska bytena som krävdes med avseende på brandbelastning och det ytskiktets krav som ställs i regelverken.

5.1.1.2 *ETC, hyreshus*

I projektet som ETC uppför utförs samtliga exponerade ytor av stommen, både väggar och innertak med en brandskyddsimpregnering. Denna brandskyddsimpregnering appliceras på plats och medför att man uppnår de ställda kraven på ytskikt. Vi fick även förklarat för oss att appliceringen av impregneringen har brandmotstånd likt en gipsskiva.

5.2 Begränsningar för invändigt exponerad stomme av KL-trä

Samtliga brandkonsulter vi varit i kontakt med har uttryckt det utmanande i att projektera KL-träbyggnader med exponerad stomme. Under nedanstående rubriker presenteras de aspekter som begränsar möjligheten till att exponera stommen invändigt.

5.2.1 Brandbelastning

Trä klassas som ett brännbart material. Detta leder till att stommen i byggnader av trä kommer att bidra till en ökad brandbelastning vid händelse av brand. Sker delaminering kommer brandförloppets intensitet att gå i vågor då brandbelastningen ökar när lameller faller av och ett nytt lager av trä exponeras fritt mot branden.

5.2.2 Ytskiktssklass

Obehandlat trä uppfyller inte de krav på ytskikt som ställs i BBR. Någon åtgärd måste således tillföras för att göra det möjligt att exponera trä invändigt. Här finns det två vägar att gå för att kunna behålla en viss yta av stommen exponerad. Utföra ett tekniskt byte med hjälp av sprinklersystem som då tillåter ett lägre krav på ytskiktet. Annars måste själva träytan behandlas för att nå upp till de föreskrivna kraven för ytskikt, detta kan ske via brandskyddsmålning eller brandskyddsimpregnering.

5.2.3 Egendomsskydd

Utöver de krav som ställs i BBR som är en självklar utgångspunkt i dimensionering av brandskyddet har de brandkonsulter vi varit i kontakt med även uttryckt att hänsyn till egendomsskyddet av byggnaderna även måste beaktas. De brandtekniska kraven som ställs i BBR hänför i största del till personskyddet. Byggnaden ska vara tillräckligt säker under förutsagd tid att räddningsinsatser ska kunna ske säkert. Utöver det menar personerna vi intervjuat att man vid händelse av brand även måste tänka på att byggnaden ska kunna stå kvar efter en brand. Försäkringsbolagen är även de intresserade av just denna del och har enligt några av de intervjuade även ställt krav på hur brandskyddet måste utformas i byggnader med KL-trästomme.

5.3 Kartläggning

Resultat av kartläggningen i form en jämförelse av de ingående projekten i intervjustudien. Rubrikerna i tabell 6 är upprättade efter de brandskyddsmetoder som använts för respektive projekt.

Tabell 6 Resultat kartläggning.

	Notudds- parken, Västerås	Norr- stjärnan, Örebro	ETC Hyreshus, Västerås	Kajstaden, Västerås	Valla Berså, Linköping
Exponerad stomme	Ytter- väggar	Trapphus (mindre yta)	Ytter- och innerväggar, tak, golv, balkar och balkonger	Balkonger och trapphus.	-
Brandskyddsbeklädnad stomme	Inner- väggar, golv och tak	Väggar, golv och tak	Brand- väggar och brand- cells- gränser.	Väggar, golv och tak.	Väggar, golv och tak
Aktivt brandskydd	Aktiva sprinkler- system	-	-	-	-
Passivt brandskydd	Brand- skydds- beklädnad med gips	Brand- skydds- beklädnad med gips och brand- skydds- målning (trapphus)	Brand- skydds impregne- ring och brand- skydds- beklädnad med gips	Brand- skydds- beklädnad med gips	Brand- skydds- beklädnad med gips
Dimensionerings- metod	Analytisk dimen- sionering	Analytisk dimen- sionering	Analytisk dimen- sionering.	Förenklad dimen- sionering	Förenklad dimen- sionering

6 DISKUSSION

Baserat på de fakta som framkommit under arbetet i kombination med författarnas egna tankar och värderingar har diskussionen utformats.

6.1 Materialneutralitet och bristfällig information i BBR om KL-trä

Materialneutralitet innebär att ingen hänsyn tas till vilket material som används vid uppförande av en byggnad. I BBRs föreskrifter råder det materialneutralitet. Vilket innebär att uppförande av en specifik byggnadskropp kan genomföras med valfritt material med hänvisning till att det uppfyller de krav som ställs för respektive verksamhetsklass och byggnadsklass. Detta kan exempelvis betraktas utifrån Boverkets föreskrifter, BFS 2011:6, avsnitt 5. Det här anser de brandkonsulter som intervjuas under arbetet är en komplicerande aspekt i BBR och att material bör klassificeras som brännbart respektive obrännbart. Enligt

B. Östman (personlig kommunikation, 2021-05-14) är BBR i en revideringsprocess där målet är att avskaffa allmänna råden vilket planeras att ersätts med föreskrifter.

6.2 Exponerad stomme i dagens läge utifrån kunskapsinnehållet

Resultatet visar att det endast är två av objekten i kartläggningen som utförts med exponerad stomme i lägenheterna. I den mängd objekt som kartläggningen innehåller avser det 40 % av flervåningshusen. Förfrågan ställdes under intervjuerna om dimensionering av brandskydd med exponerad KL-trästomme har genomförts i fler flervåningsprojekt. Svaret resulterade oftast att brandskyddet av stommen har genomförts med brandskyddsbeklädnad. Orsakerna beror bland annat på osäkerheter på grund av materialneutralitet och ekonomi. Projektet Valla Berså genomfördes med total brandskyddsbeklädd stomme, delvis på grund av att byggnaden skulle vara försäkringsanpassad. Brandskyddsansvarige A. Alniemi förklarade att materialneutralitet i BBR innebär att det inte är anpassat till att utföra flervåningsbostäder med KL-trä.

I både ETC hyreshus och Peabs Notuddsparken har brandskyddet dimensioneras för exponerad stomme med antingen brandskyddsimpregnering eller automatiskt sprinklersystem. Projektet Valla Berså uppfördes mellan 2016 till 2017 medan ETC hyreshus och Notuddsparken är pågående projekt. Brandskyddsutformningen med impregnering eller sprinklersystem ska genomföras med analytisk dimensioneringsmetod enligt Lundin (2001). Detta avser de brandskyddsmetoder som inte ingår i den förenklade dimensioneringsmetoden.

6.3 Brandkonsulternas inställning till exponerad stomme

Utifrån intervjuerna med brandskyddskonsulterna på Brandskyddslaget utgick både K. Rindhoff och J. Sandström från att utformning av brandskydd för exponerad KL-trästomme är i dagens läge svårt att dimensionera. I följd av moraliska svårigheter har brandkonsulterna bestämt att inte dimensionera brandskyddet för respektive projekt med exponering av KL-trästommen. De moraliska svårigheterna anser brandkonsulterna innebära att medvetet tillåta genomföring av ett opålitligt brandskydd vilket kan innebära eventuell fara för boenden. Det i syfte för att uppfylla beställarens eller arkitektens begäran om exponerad stomme.

Enligt B. Östman tillhör brandskyddet för flervåningsbostäder med exponerad KL-trästomme den tekniska frågan och inte den moraliska. Om det förutbestämda brandskyddet för exponerad KL-trästomme uppnår föreskrifterna utifrån BBR är det tekniskt genomförbart. Eftersom det handlar om kraven på bärförmågan samt förbestämd tid under brandbelastning. Enligt J. Sandström handlar det likaväl om bärförmågan efter den förutbestämda tiden för brandmotståndet. Vilket avser den tid som stommen kan motstå

risken att kollapsa. Något som inte ingår i BBRs föreskrifter men bör enligt J. Sandström beaktas och influera valet av stommaterial. Boende på de högre våningsplanen vid förhinder av utrymning kan inte utrymma från fönster utan att riskera livet. Det innebär att stommen bör bestå under en längre tid än förutsatt för att räddningstjänsten ska kunna genomföra räddnings- och släckprocessen innan stommen förlorar sin bärförmåga.

6.4 Framtida möjligheter

Att bygga med exponerad stomme skulle underlättas om delaminering inte sker vid händelse av brand. Delaminering kan uppstå under brandförloppets höga temperaturer vilket innebär separering mellan lamellskikten i KL-trä (Berkal & Hallqvist, 2017). Enligt B. Östman (personlig kommunikation, 2021-05-14) är de limtyper som idag används i den svenska tillverkningen av KL-trä inte anpassade för att klara en hög brandbelastning. B. Östman menar att när man tog fram vilka limmer som skulle användas till KL-trä tog man mer hänsyn till miljöaspekter och det estetiska snarare än att motverka delaminering vid brand. Enligt Su et al. (2018) brandtester med exponerad KL-trästomme konstaterades att värmebeständigt lim måste testas för att förhindra delaminering. Det skulle underlätta att räkna på brandförloppet om limerna byttes ut mot de som motverkar delaminering. Vilket kan leda till att brandförloppet blir mer förutsägbart eftersom lamellerna i stommen håller samman. Förkolningen av stommens ytskikt reducerar den mängd trä som brinner och stommen behåller sin bärförmåga under en längre tid. Detta skulle kunna leda till att fler brandkonsulter skulle vara mer villiga till att tillåta exponerad stomme i framtida projekt.

6.5 Metod

Eftersom den samlade informationen till den aktuella studien och kartläggningen har baserats på intervjuer från brandskyddsansvariga i respektive projekt har utmaningen varit att få kontakt med de ansvariga. Det visar sig att det oftast är en ansvarig för utformning av brandskyddet som arbetar som konsult för projektet. Därför har kontaktvägarna automatiskt blivit längre och mer beroende på om entreprenören återkommer med information och kontaktuppgifter till brandskyddsansvarige. I det här arbetet har en hel del intervju- och kontaktförfrågningar skickats ut både via mejl och telefonsamtal. Dessvärre har en del intressanta objekt utslutits från arbetet i följd av saknad återkoppling. Två av intervjuerna genomfördes via mailkonversation, dessa följdes upp med följdfrågor på det som behövdes förtydligas och utvecklas. I de muntliga intervjuerna kunde dessa vävas in i grundfrågorna då dessa intervjuer blev mer diskussionsutformade.

I ETCs projekt med uppförande av hyreslägenheter återkopplade brandskyddsansvarig med besked på grund av tidspress inte bestod möjligheten att ställa upp på intervju. I stället ställde arkitekten upp och erbjöd möjligheten att genomföra ett platsbesök. I och med att hyreshuset är ett flervåningshus med flertalet exponerade ytor av stommen efterföljde en del förklaringar från arkitekten hur brandskyddet är utformat och vilka delar som skickats på

brandprovning för certifiering. Det var en del frågor gällande valet av brandskyddet som gärna önskats besvaras av brandskyddsansvarige för projektet.

7 SLUTSATSER

Syftet med det här arbetet var att framställa en kartläggning angående brandskyddsutformningen i flervåningsbostäder med KL-trästomme. Det har också innehållit en studie om möjligheter och begränsningar angående invändig exponering av KL-trästomme. Med hjälp av intervjuer med olika brandskyddskonsulter och med stöd från den ämnesmässiga referensramen har följande slutsatser fastställts.

Det kan konstateras för att möjliggöra invändigt exponerad KL-trästomme krävs det en analytisk dimensionering av brandskyddet. I den förenklade dimensioneringsmetoden finns det idag inte utrymme för detta.

Det finns idag två olika sätt att med BBRs krav via analytisk dimensionering kunna utforma byggnader med exponerad stomme. Första alternativet är via ett aktivt brandskydd då man kan utföra tekniska byten med hjälp av installation av ett sprinklersystem. Det andra alternativet är att i någon form brandskyddsbehandla KL-trästommen. Detta kan ske med brandskyddsimpregnering eller brandskyddsmålning och på detta sätt uppnå de krav som ställs på ytskiktetsklass i BBR.

Samtliga brandkonsulter vi har intervjuat medger att det är teoretiskt möjligt att uppnå BBRs krav på brandskydd via analytisk dimensionering med exponerad stomme. Det finns dock stor skillnad på hur villiga dessa konsulter är till att utforma ett sådant brandskydd. Några av de intervjuade påstod att de med dagens kunskapsläge inte skulle utforma brandskyddet utan beklädnad i form av gips, trots möjligheterna till det.

Av de fem studerade projekten har två av dem utförts med invändigt exponerad stomme.

- Notuddsparken genomfördes med invändigt exponerade ytterväggar och brandskyddet utfördes med automatiska sprinklersystem. I övrigt var de exponerade ytorna obehandlade.
- ETC hyreshus upprättades med invändigt exponerad stomme bortsatt från brandcellsväggar. Samtliga exponerade ytor utfördes med brandskyddsimpregnering.
- Övriga projekt studerade i arbetet genomfördes stommen med gipsbeklädnad som brandskydd.

8 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Nedan följer några förslag som författarna finner intressant att studera vidare.

- Studera hur brandskyddsmedel påverkar förkolningshastigheten, d.v.s. kolskiktets inbränningsdjup per tidsenhet.
- Kartläggning av flervåningsbostäder med endast exponerad stomme. Syftar till att eftersöka byggnader ute i Europa (i hänsyn till eurokoder).
- Undersöka vilket typ av brandskydd som är lämpligast vid uppförande av byggnader med invändigt exponerad KL-trästomme. Denna fråga kan ses ur olika aspekter, ekonomiskt, miljömässigt eller tekniskt.

REFERENSER

- Berkal, C., & Hallqvist, S. (2017). *Branddimensionering av CLT-element i bärande väggkonstruktioner*. (Examensarbete, Kungliga tekniska högskola). Nerladdad från <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1220691/FULLTEXT01.pdf>
- BFS 1993:57. Boverkets byggregler: Boverkets författningssamling, BBR. Karlskrona: Boverket.
- BFS 2011:6. Boverkets byggregler: Föreskrifter och allmänna råd, BBR. Karlskrona: Boverket.
- BFS 2013:11. Boverkets allmänna råd om brandbelastning, BBRBE 1. Karlskrona: Boverket.
- BFS 2013:12. Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BBRAD 3. Karlskrona: Boverket.
- Bengtsson, L-G. 2001. Inomhusbrand. Tryckeri Knappen AB, Karlstad
- Borgström, E., & Fröbel, J. (2017). *KL-trähandbok*. Svenskt trä. Nerladdad från <https://www.svensktra.se/siteassets/5-publikationer/pdfer/svt-kl-trahandbok-2017.pdf>
- Boverket. (2018). Hållbart byggande med minskad klimatpåverkan (Rapport 2018:5). Karlskrona: Boverket. Nerladdad från <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/hallbart-byggande-med-minskad-klimatpaverkan.pdf>
- Boverket. (2020-05-27). Om Boverkets byggregler, BBR. Nerladdad 2021-05-16, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/om-bbr/>
- Boverket. (2020-08-12a). *Allmänt råd om beräkning av brandbelastning*. Nerladdad 2021-04-28, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/allmant-rad-om-brandbelastning-bbrbe/>
- Boverket. (2020-08-12b). *Verifiering av analytisk dimensionering med BBRAD*. Nerladdad 2021-04-28, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/analytisk-dimensionering-med-bbrad/>
- Boverket. (2011). *5 Brandskydd*. Hämtad från 2021-04-25 från https://mdh.instructure.com/courses/3972/files/212880/download?download_frd=1
- Brandskyddsföreningen. (u.d.). Hållbart brandskydd i höga trähus. Nerladdad 2021-04-09 från <https://www.brandskyddsforeningen.se/brandsakerhet/byggsektorn/trahus/>
- Burnblocks. (u.d.). About Burnblock. Nerladdad 2021-05-17 från <https://burnblock.com/>

- Consto AB. (u.d.). Stadskajen. Nerladdad 2121-04-21 från <https://www.constoab.se/projekt/stadskajen->
- Hadden, R.M., Bartlett, A.I., Hidalgo, J.P., Santamaria, S., Wiesner, F., Bisby, L.A., Deeny, S. & Lane, B. (2017). Effects of exposed cross laminated timber on compartment fire dynamics. *Fire Safety Journal*, 91, 480-489.
- Lundin, J. (2001). Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering. (LUTVDG/TVBB--3122-- SE; Vol. 3122). [Publisher information missing]. <https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/5223990/1668819.pdf>
- Lundin, J. (2005). *Safety in Case of Fire-The Effect of Changing Regulations* (Doctoral dissertation, Lund University). <https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/4793881/26604.pdf>
- Martinsons. (2020-10-19). Materialguide för Martinsons KL-trä. Nerladdad från https://martinsons.se/wp-content/uploads/2020/10/Mson_Materialguide_KL_Tra_201019.pdf
- Nussbaum, R., & Östman, B. (1987). Brandskyddsmedel för träkonstruktioner kunskapsöversikt 1986. Hämtad från <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-28804>
- Nystedt, F., & Östman, B. (2012). *Tekniska byten i sprinklade byggnader–Fallstudier*. Nerladdad 2021-04-25 från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962695/FULLTEXT01.pdf>
- Peab. (u.d.). *Peab bygger trähus i Västerås*. Nedladdad 2021-04-08, från <https://peab.se/projekt/bostader/notuddsparken-vasteras/>
- RISE. (u.d.). Träbyggande och träkonstruktioner. Nerladdad 2021-04-06, från <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/trabyggande>
- Pousette, A., & Tsantaridis, L. (2016). *Brandskyddat trä – egenskaper och användning*. (State of the art, SP). Nedladdad 2021-04-25 från https://www.ltu.se/cms_fs/1.153604!/file/TCN%20Slutrapport.pdf
- Promat. (u.d.). *Brandskivor*. Nerladdad 2021-05-17 från https://www.promat.com/sv-se/konstruktion/produkter-och-system/produkter/brandskivor/?page=1&page_size=18&sort=Id&sort_type=desc
- Skogen. (u.d.). Konstruktionsvirke, K-virke. Nerladdad 2021-05-17 från <https://www.skogen.se/glossary/konstruktionsvirke-k-virke>
- Stehn, L., Rask, L.-O., Nygren, I., & Östman, B. (2008). Byggandet av flervåningshus i trä : erfarenheter efter tre års observation av träbyggandets utveckling. Nerladdad från <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-5492>

- Su, J., Lafrance, P. S., Hoehler, M. S., & Bundy, M. F. (2018). Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings—Phase 2: Task 3-Cross Laminated Timber Compartment Fire Tests.
- Träguiden (2015-06-10). Brandförlopp i byggnader. Nerladdad 2021-05-03, från <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/brandsakerhet/brandforlopp-i-byggnader/>
- Träguiden. (2015-08-21). *Brandskyddsprojektering*. Nerladdad 2021-04-25 från <https://www.traguiden.se/planering/planera-ett-trabygge/projektering-av-trahus---generellt/projektering-av-trahus---generellt/brandskyddsprojektering/>
- Träguiden. (2015-09-21). K-klasser. Nerladdad 2021-04-25, från <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/brandsakerhet/brandteknisk-dimensionering-av-trakonstruktioner/k-klasser/k-klasser/>
- Träguiden. (2017-07-07). 1.5 Tillverkning av KL-trä. Nerladdad 2021-04-25, från <https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-som-konstruktionsmaterial/1.5-tillverkning-av-kl-tra/tillverkning-av-kl-tra/>
- Träguiden. (2017-07-07a). Förkolning. Nerladdad 2021-05-17 från <https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-och-brand/7.2-brandmotstand-hos-kl-tra/7.2.1-forkolning/>
- Träguiden. (2017-07-07b). Trä och brand. Nerladdad 2021-05-17 från <https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-och-brand/7.1-tra-och-brand/tra-och-brand/?previousState=1000>
- Träguiden. (2019-11-26). *Brandsäkerhet*. Nerladdad 2021-04-06, från <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/brandsakerhet/>
- Träguiden. (u.å). *Materialet trä*. Nerladdas 2021-04-06, från <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/>
- Woodsafe. (u.d). *Woodsafe är behörig tillverkare*. Nerladdad 2021-05-17 från <https://www.woodsafes.se/sv/content/woodsafes-ar-behorig-tillverkare>
- Åhlin & Ekeröth. (2017-11-02). *Det runda huset Valla Berså*. Nerladdat 2021-05-06 från <https://ahlin-ekeroth.se/det-runda-huset-valla-bersa/>
- Östman, B. (2019). Olika internationella krav på KL-trä påverkar den brandtekniska dimensioneringen. *Bygg & teknik*, (6), 30-32. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1423704/FULLTEXT01.pdf>
- Östman, B. & Boström, L. (2015). Fire protection ability of wood coverings. *Fire technology*, 25:3, s. 13-20
- Östman, B., Brandon, D., & Frantzich, H. (2017). Fire safety engineering in timber buildings. *Fire Safety Journal*, 91, 11-20.

Östman, B., Brandon, D., & Just, A. (2018). Brandteknisk dimensionering av CLT-konstruktioner. *Bygg & teknik*, (6), 50–53.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-77617>

Östman, B., Hammer, P., Mårtensson, A., Riberholt, H., Adelhoj, J., Lethinen, T., & Persson, S. (1997). *Flervånings trähus*. Söderby: Söderby tryckeri.

Östman, B. & Tsantaridis, L. (2016). Fire retardant treated wood products – Properties and uses. Proceedings of the International Research Group Annual Meeting 2016

BILAGA 1: INTERVJU NORRSTJÄRNAN, KRISTOFFER RINDHOFF, BRANDSKYDDSLAGET

Frågor:	Svar:
<p>1. Finns något av stommen exponerat i lägenheterna? Om ja: I vilken utsträckning?</p>	<p>Stommen exponeras inte i lägenheterna, endast delvis i trapphus (samt utrymningsväg) och är brandskyddsmålat.</p> <p>Beakta brandbelastning, BBR; max 800 MJ/kvm, angiven brandbelastning.</p>
<p>2. Vilka parametrar var det som avgjorde hur mycket som skulle kläs med gips?</p>	<p>Utfört med promatect och gips, stommen är förvek utan inklädnad p.g.a. brandbelastning.</p> <p>Exponerad stomme är "OK" enligt EKS, dock rekommenderas skydd (i form av behandling/beklädnad).</p> <p>Brandskyddsmålning skyddar inte måttligt vid normalt brandförlopp. Behövs en grövre stomme! Svårt att hantera mängden och att kontrollera boendes handlingar på väggarna (målning, tapetsering etc.).</p>
<p>3. Fanns det fler brandskyddsmetoder som presenterades för entreprenören/beställaren?</p>	<p>Utfördes genom dialog och överenskommelse om "bästa möjliga skydd" för bestämd konstruktion.</p> <p>Höga krav på genomföringar.</p>
<p>4. När ni utformar brandskyddet, läggs all fokus på att uppfylla BBRs krav eller finns det mer ni beaktar?</p>	<p>Första prioritet är att uppfylla BBRs och EKS krav, beakta att BBR ställer krav utifrån en lägsta nivå. Utöver det vill man också självklart uppfylla beställarens krav.</p>
<p>5. Tycker ni att det råder otydligheter kring hur man uppnår BBRs funktionskrav?</p>	<p>Klart och tydligt. Det går att räkna på men moraliskt svårt.</p> <p>Exempelvis; brandförlopp varar längre än 60min (approx. 240min), jobbar man med trä tar det till slut på stommen och den måste bytas ut.</p>
<p>6. Vad skulle ni säga är den tuffaste utmaningen vid projektering av brandskyddet i en byggnad med trästomme (jämfört med betong eller stål)?</p>	<p>Olämpligt att bygga högt, trä är för lätt konstruktionsvirke och klarar inte vindlasterna över 8 våningar.</p> <p>Pool appliceras för att öka lasten på objekt i Skellefteå.</p> <p>Byggkänslig konstruktion, allt trä ska skyddas. Lätt att påstå hur det ska utföras men svårt att faktiskt utföra! Schakten är viktiga att göra</p>

	rätt. Utmaningar i fasaden som ska provas med SP Fire 105 (provning finns inte för trä bara betong och stål).
7. Är det möjligt att uppnå förutsatta brandklasser för flervåningshus med invändig exponerad trästomme?	Det går, dock måste stommen överdimensioneras. Det är funktionellt juridiskt men oftast beror bortvalet av exponerad stomme av den höga kostnaden för materialet.
8. Förslag på flera projekt med trästomme?	Inga projekt färdiga. Sök efter hus i Skellefteå kulturhus. Kontakta Örebro bostäder om dokumentation.
9. Har några tekniska byten genomförts med sprinklersystem? - Om ja, vilket typ av system har använts? - Vilka (lättnader) i BBRs krav har tillgodosetts av det tekniska bidraget?	Nej, inget sprinklersystem har tillämpats
10. Har ni projekterat brandskyddet för något annat flervåningsprojekt (Br1, Vk3) med (invändig) exponerad trästomme?	Nej.

BILAGA 2: INTERVJU KAJSTADEN, JOAKIM SANDSTRÖM, BRANDSKYDDSLAGET

Frågor:	Svar:
<p>1. Finns något av stommen exponerat i lägenheten? Om ja: I vilken utsträckning? Om nej: varför inte?</p>	<p>Ingen exponerad stomme i lägenheterna. Material neutralitet i Sverige 2010, inget bemärks efter brännbart eller obrännbart. Boverket släpper inte material neutralitet, osäkert beroende på hur träet klarar fullständigt brandförlopp. Detta projekt valde man skydd i K2 60, och därför valde att beklä med gipsskivor. Pulserande brand beroende på olika skikt och limmets hållbarhet vid brandförloppet. Tills man vet hur trä förhåller sig till fullständigt brandförlopp helt och hållet råder det en viss säkerhet. Tryckimpregnering hjälper till en viss punk (tills det brunnit genom) därefter är brandegenskaperna för materialet osäkert.</p>
<p>2. Vilka parametrar var det som avgjorde hur mycket som skulle kläs med gips? Eller bestämdes den mängden för att lyckas undvika sprinklersystem?</p>	<p>Byggnadens stomme kläs in med gips. Med sprinklersystem kan man uppnå K2 30. Dock gjorde valet utefter kriterier. Kriterierna bestämt efter hur branden förväntas att utvecklas i denna typ av byggnad och hur varmt den blir. Dimensioneringen av brandskyddet tas fram efter mycket om och men, man ska ta hänsyn till att branden kommer från områden som innebär att den enda utvägen är genom fönstret. Vid tre våningar och uppåt är det en svårare fråga (och konkurrensfråga i Sverige) och hur räddningstjänsten ligger till vid brandtillfället o.s.v. (i princip värsta fall scenario). Fyra till fem vånings gränser är att föredra vid krav på obrännbar stomme.</p>
<p>3. Fanns det fler brandskyddsmetoder som presenterades för entreprenören/beställaren?</p>	<p>Nej.</p>
<p>4. När ni utformar brandskyddet, läggs all fokus på att uppfylla BBRs krav eller finns det mer ni beaktar?</p>	<p>Väldigt sällan som kunden kräver något, beror också på kunden och dess krav på yteffektivitet. Mycket beror på relationer mellan konsult och entreprenör hur lätt det är att genomföra/övertala gällande valet av brandskyddet.</p>
<p>5. Tycker ni att det råder otydligheter kring hur man uppnår BBRs funktionskrav?</p>	<p>Finns mycket otydligheter i både BBR och EKS, samtidigt som regelverket är väldigt tydligt men fyrkantigt! Mycket kan uppfattas som tolkningsfrågor. Hänger regelverket med</p>

	<p>och skapar relevanta krav eller baseras mycket på hypoteser? Ytskiktsskisser finns det inget uttalat om gällande hur man uppnår kraven (en akilleshäla). Indirekta skydd för när det aktiva brandskyddet inte fungerar. Sprinkler är ett bra skydd mot mindre brandförlopp och bra personskydd men är kanske inte väsentligt för skydd av stommen.</p>
6. Vad skulle ni säga är den tuffaste utmaningen vid projektering av brandskyddet i en byggnad med trästomme (jämfört med betong eller stål)?	Inga större problem förrän brandförloppet är fullständigt. Vad händer i det långa loppet.
7. Är det möjligt att uppnå förutsatta brandklasser för flervåningshus med invändig exponerad trästomme?	<p>Det går men det beror på information kring byggnaden Viktigt att tänka på hur branden kan färdas mellan brandceller, speciellt för genomföringar och vindsplan exempelvis. Viktigt för brandkonsulter att känna sig säkra på det försedda brandskyddet, att valet var säkert och att minimala risker tas.</p> <p>Tomas Bengtsson (Woodsafe, Västerås) – viktigt att brandskyddet blir rätt och att inga större brandförlopp inträffar p.g.a. brandskyddsvalet i träbyggnader. Annars är vi tillbaka till att bygga stenbyggnader kommande 100 åren.</p>
8. Förslag på flera projekt med trästomme? Har du tillgång till brandskyddsdocumentation för projektet?	Kolla upp kv. Ekorren, Skellefteå.
9. Har några tekniska byten genomförts med sprinklersystem? - Om ja, vilket typ av system har använts? - Vilka (lättnader) i BBRs krav har tillgodosetts av det tekniska bidraget?	Nej, inget sprinklersystem har tillämpats.
10. Har ni projekterat brandskyddet för något annat flervåningsprojekt (Br1, Vk3) med (invändig) exponerad trästomme?	Nej.

BILAGA 3: PLATSBESÖK ETC HYRESHUS MED HANS EEK

Utvändigt

Fasaden är försedd med värmebehandlad furu kallad ThermoWood vilket impregnerats med naturligt impregneringsmedel från Burnblock. Fasaden är också impregnerad med Woodsafe system.

Fasaden uppnår B-s1,do, vilket inte var ett tillräckligt brandskydd. Brandskyddsprovning med RISE indikera att tätning med obrännbart material behövdes appliceras intill fasadens fönsteröppningar. Förseglingen utfördes med cementplattor med brandklass A-s1,do. Tillförande av plattorna i brandklass A-s1, do har införts eftersom konstruktionen intill fasaden endast uppnår brandklass E-s1, do och därför har behövts brandtestats.

Invändigt

Invändiga väggar av korslimmat trä, både bärande väggar i massivträ samt avskiljande väggar med 40mm träullsskiva och lösull som träfiberisolering och stenull.

Invändiga väggar behandlas med impregnering från Nordtreat vilket appliceras ca fyra till fem gånger på plats. Detta uppfyller en brandklass B-s1-do. Eventuell om målning får endast genomföras med brandsäker målarfärg.

Andra väggar som bland annat avskiljer brandceller förses med naturligt framställda gipsskivor.

Trapp(huset) överdimensioneras med ca 10mm i varje riktning för att bevara bärförmågan vid brand.

Delar av materialet som använts i projektet ska brand testas om ca fem år i syfte att dokumentera brandskyddet.

Lägenheterna består av exponerad trästomme samt gipsade väggar vid eventuella brandcellsgränser. Både kök och badrum består nästan helt och hållet med ytskikt i trä. Vissa ytskikt består av en blandning mellan trä och plast utan PVC.

Stenull används som isolering mellan brandcellerna samt ytskikt av gipsskivor.

H. Eek påstår att Nordtreat impregneringen motsvarar liknande funktion som gips.

Komplikationer:

- På grund av den mängd exponerad träyta i byggnad och fasad har medfört en hel del byggnadstekniker som behövs testa brandmotståndet. Testerna är inte gratis att utföra.
- Lösningar som överdimensionerad stomme är en kostnad som entreprenörer oftast undviker att räkna med.
- Plats impregnerat trä är en arbetskostnad och tidupptagande tillskillnad mot färdig impregnerat trä.

Badrummens väggar består av en vattentät träskiva kallad Fiboboard. Golvet är gjort med liknande material som till golvplattorna i köket, d.v.s. en blandning mellan trä och plast utan PVC. Taket är utfört med exponerad nedsänkt "glespanel liknande".

BILAGA 4: INTERVJU NOTUDDSPARKEN, ALEXANDER ALNIEMI, BRANDPROJEKTERING

Frågor:	Svar (besvarat)	Följdfrågor	Svar (följdfrågor)
1. Finns något av stommen exponerat i lägenheterna? Om ja: I vilken utsträckning?	Ja, ytterväggar	-	
2. Vilka parametrar var det som avgjorde hur mycket som skulle kläs med gips?	Delaminering och aktiva system i form av ett automatisk vatten-sprinkleranläggning	Med hänsyn till delaminering, hade ni något specifikt krav på vilket lim som skulle användas i förhållande till delaminering?	Lim som fungerar accepteras inte i Sverige m.a.p. miljöaspekter fick vi till oss. Vi begränsande istället mängden synligt trä.
3. Fanns det fler brandskyddsmetoder som presenterades för entreprenören/beställaren?	Ja, t ex brandskyddsmålning eller mer inklädnad	Vad avgjorde valet mellan brandskydden?	Högre egendomsskydd och personskydd med sprinkler.
4. När ni utformar brandskyddet, läggs all fokus på att uppfylla BBRs krav eller finns det mer ni beaktar?	BBR i kombination med egendomsskydd då BBR inte tar hänsyn till KL-trä	Är din åsikt att BBR borde gå ifrån materialneutralitet för att få ett tydligare regelverk? För Valla bersån fanns det försäkringskrav på brandskyddet, saknades sådana extra krav för Notuddsparken?	Ja i vissa aspekter för att underlätta en tydligare linje på hur man ska projektera med KL-trä. Minns ej.
5. Tycker ni att det råder otydligheter kring hur man uppnår BBRs funktionskrav?	Ja, om man ska köra förenklad dimensionering och maximalt 800 MJ/m ² eller analytiskt då KL-trästomme innebär en ökad brandbelastning	-	
6. Vad skulle ni säga är den tuffaste utmaningen vid projektering av brandskyddet i en byggnad med trästomme	Förklara konsekvenser och osäkerheter i tolkning för beställare då regelverk inte riktigt anpassat för KL-trä. Installationstekniskt är	-	

(jämfört med betong eller stål)?	utmaningen också installationer och genomföringar i brandcellsgränser, ventilationsbrandskydd (strömmande brandgaser) samt eventuella hålrum och fasad utformning		
7. Är det möjligt att uppnå förutsatta brandklasser för flervåningshus med invändig exponerad trästomme?	Ja, men med analytisk dimensionering kopplat till delaminering och ytskikt	Dimensioneras brandskyddet alltså med analytisk dimensioneringsmetod ?	Ja för att få kunna ha exponerad trästomme krävs analytisk dimensionering.
8. Har brandskyddsbehandling av stommen i form av impregnering eller målning applicerats? - Om ja, vilken typ av produkt?	Nej	-	
9. Har några tekniska byten genomförts med sprinklersystem? - Om ja, vilket typ av system har använts? - Vilka (lättnader) i BBRs krav har tillgodosetts av det tekniska bidraget?	Automatisk vattensprinkleranläggning Lägre bärförmåga BSK 5 till BSK 4 Lägre krav på kabelytskikt	Ytskiktet på exponerad KL-stomme uppfyller inte BBRs krav, har detta tillgodoräknas med sprinklers?	Ja i form av analytisk dimensionering.
10. Har ni projekterat brandskyddet för något annat flervåningsprojekt (Br1, Vk3) med (invändig) exponerad trästomme?	Nej	-	

Bilaga 5: Intervju Valla Berså, alexander alniemi, brandprojektering

Frågor:	Svar:	Följdfrågor	Svar (följdfrågor)
1. Finns något av stommen exponerat i lägenheterna? Om ja: I vilken utsträckning?	Nej, med avseende på delaminering och ytskikt	Finns det några andra utrymmen med exponerad stomme?	Nej
2. Vilka parametrar var det som avgjorde hur mycket som skulle kläs med gips?	Mängden synligt ytskikt kopplat till delaminering kopplat till vilka delar som man önskade ha synligt.	Efterfrågade kunden några exponerade ytor av stommen?	Minns inte till 100 % men diskussion var uppe men beslutet togs m.a.p. osäkerheter med delaminering.
3. Fanns det fler brandskyddsmetoder som presenterades för entreprenören/beställaren?	Nej	Besvaras endast om kunden önskade exponerad stomme: - Varför redovisade ni ingen annan lösning med hänsyn till exponerad stomme?	För lite kunskap/forskning kring delaminering vid denna tidpunkt. Även hos KL-trä leverantörer.
4. När ni utformar brandskyddet, läggs all fokus på att uppfylla BBRs krav eller finns det mer ni beaktar?	BBR men här hade vi även stor del baserat på egendomsskydd och försäkringskrav.	Så försäkringsbolaget ställde egna krav som är högre än kraven utifrån BBR?	Dialog med försäkringsbolag skedde. Omfattning har byggherre snarare koll på.
5. Tycker ni att det råder otydligheter kring hur man uppnår BBRs funktionskrav?	Ja, om man ska köra förenklad dimensionering och maximalt 800 MJ/m ² eller analytiskt då KL-trästomme innebär en ökad brandbelastning	-	
6. Vad skulle ni säga är den tuffaste utmaningen vid projektering av brandskyddet i en byggnad med trästomme (jämfört med betong eller stål)?	Förklara konsekvenser och osäkerheter i tolkning för beställare då regelverk inte riktigt anpassat för KL-trä. Installationstekniskt är utmaningen också installationer och genomföringar i brandcellsgränser, ventilationsbrandskydd (strömmande brandgaser) samt	-	

	eventuella hålrum och fasad utformning		
7. Är det möjligt att uppnå förutsatta brandklasser för flervåningshus med invändig exponerad trästomme?	Ja, men med analytisk dimensionering kopplat till delaminering och ytskikt	Innebär det att Valla Bersån är genomfört med förenklad dimensioneringsmetod?	Ja, förenklad dimensionering.
8. Har brandskyddsbehandling av stommen i form av impregnering eller målning applicerats? - Om ja, vilken typ av produkt?	Nej	-	
9. Har några tekniska byten genomförts med sprinklersystem? - Om ja, vilket typ av system har använts? - Vilka (lätnader) i BBRs krav har tillgodosetts av det tekniska bidraget?	Boendesprinkler Lägre krav på ytskikt i fasad	-	
10. Har ni projekterat brandskyddet för något annat flervåningsprojekt (Br1, Vk3) med (invändig) exponerad trästomme?	Ja, Notuddsparken	-	

BILAGA 6: INTERVJU BIRGIT ÖSTMAN, LINNÉUNIVERSITETET

Frågor	Svar
1. Hur utformas ett ideellt brandskydd för flervåningsbostäder med invändig exponerad KL-trästomme?	<p>Automatiska släcksystem.</p> <p>Brandskyddsmålning.</p> <p>Impregnering har problem med långtidsbeständigheten, speciellt utomhus p.g.a. väder. Inomhus är impregneringen mer användbar men ska uppfylla vissa krav för användning till de långsiktiga kraven. DRF interiör kollar hur impregnering förhåller sig till kraven.</p> <p>Impregnering inom kretsloppet för återanvändning och liknande räknas inte med och bör ses över för hållbarhet.</p>
2. Vilket automatiskt släcksystem har bäst funktion för skydd av stommen?	<p>Automatiskt sprinklersystem är funktionellt med exponerad yttervägg, som Peab har gjort vid Notuddsparken.</p> <p>Fungerar sprinklersystemet kommer brandförloppet aldrig utvecklas till en fullständigt utvecklad brand. Sannolikheten att sprinklersystemet fungerar vid brand är väl över 90 %, men inte riktigt 100 %.</p> <p>B. Östman anser att detta inte är en moralisk fråga, utan mer teknisk. En tidsuppsättning för vad stommen ska klara är 60 min enligt BBR, därmed ska stommen skyddas för under den tiden och inte mer nödvändigtvis.</p>
3. Finns det någon/några metoder som uppfyller samma krav som gips vid brandcellsgränser?	<p>Överdimensionering av stommen med större lameller är en dyr och knepig metod för att skapa ett brandmotstånd och uppnå motsvarande tid för bärförmåga vid brand som en gipsskiva.</p>
4. Trä blir mer populärt, hur ser du på möjligheterna till att utföra brandskyddet på trästommen utan beklädnad? Framtiden?	<p>Eftersträva ett bättre lim, vilket B. Östman tror att vi får i och med nya systemet som utvecklas. Idag har vi inte standarder och regelverk för det men hon tror att det kommer inom kort tid.</p>
5. Många brandskyddskonsulter beaktar risken för delaminering. Vad ska hända för att delamineringsrisken ska minimeras för exponerade ytor? (Brandkonsult vi pratat med menade att lim som "funkar" inte är tillåtna i Sverige med hänsyn till miljökrav.)	<p>När det gäller delaminering är det beroende på limmet. Det finns limmer som klarar av höga brandbelastning, finns ej i Europa. Tyvärr har de limtyper som EU har använt vid certifiering till trämaterial har man inte dimensionerat brand och risken för delaminering.</p>

	<p>Valet av limmet till KL trä skulle vara ljus lim, i syfte för att inte synas i materialet (syns ändå inte). Limmerna som man använder är en typ av polyuretan limmer, dessa avger andra problem med emittering av partiklar. Man har tagit mer hänsyn till miljön och estetik vid val av lim istället för delaminering vid brand.</p> <p>Systemet som utvecklas innehåller en del metoder som ska genomgå genom forskningsprojekt. Tillskillnad mot USAs system som är storskaligt och extremt kommer EU inte ligga på samma nivå men anpassas till att framställa brandklassade limtyper.</p>
6. Brandskyddsmedel för träkonstruktioner från 1986, är den fortfarande relevant idag eller finns det en förnyad version?	<p>Källan fungerar att använda, Östman använder den själv ibland. Viktigt att nämna i fortsatt forskning har vissa förkolningshastigheter påstått ökat istället för reducerats. Dock är det inget som vetenskapligt påvisats och rapporten är fortfarande giltig informationskällan.</p>
7. Tycker du det råder några otydligheter i regelverken (BBR och EKS) vid brandskyddsdimensionering av byggnader med KL-stomme (syftat till materialneutraliteten bland annat)?	<p>BBR är det som gäller men föreskrifterna håller på att revideras. Målet är att plocka bort de allmänna råden ur regelverket för att eventuellt kunna ersätta vissa råd till föreskrifter. Även fast det är funktionskrav måste beaktas för brännbara och obrännbara material tas i hänsyn.</p> <p>Materialneutraliteten är något som bör ses över.</p> <p>Förenkla och förbilliga: Möjligheterna byggregler.</p>
8. Övrigt	<p>Gipsskivor riskerar också att "delaminera". Brandgipsskivor är armerade och faller inte ner vid brand. Först avdunstar vätskan i skivan och sedan faller pulvret av.</p>



MÄLARDALENS HÖGSKOLA
ESKILSTUNA VÄSTERÅS