



Ministry of Economics
Republic of Latvia

Apmācību semināru cikls **«Moderno koka konstrukciju projektēšana un ugunsaizsardzība»**

ID Nr. EM 2021/42

Rīga, 2021



Ministry of Economics
Republic of Latvia

Training seminar / Apmācību seminārs
Fire Design of Timber Structures
Ugunsdrošo koka konstrukciju modelēšana

October 26, 2021, Riga

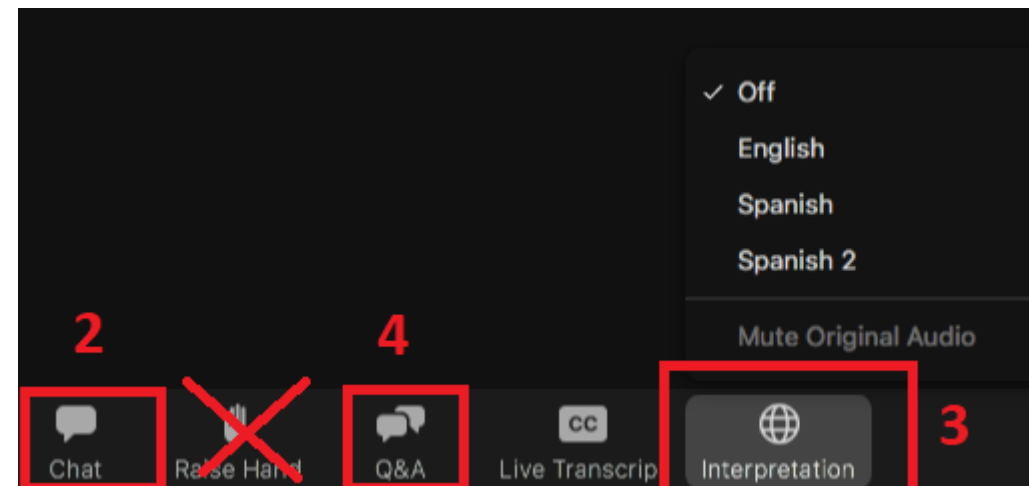
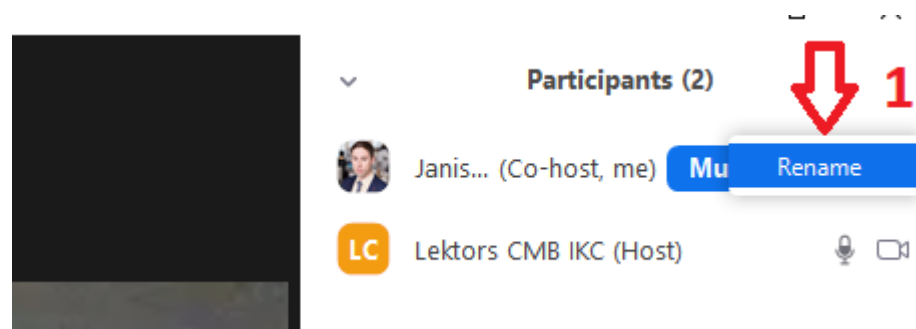
Michael Klippel (ETH Zürich, Switzerland/ Šveice)

Programma

09:00 – 10:00	Reģistrācija
10:00 – 11:30	<p><i>Ievads</i></p> <p><i>Zāgmateriāli / kārtās līmēti konstrukciju zāgmateriāli (GLT) / Krusteniski kārtās līmētas koka konstrukciju plātnes (CLT) / citi koksnes konstrukciju būvizstrādājumi, to ugunsizturība un šķērsriezuma pārogļošanās ātrumi, aprēķinu metodes.</i></p> <p><i>Kārtās līmēto konstrukciju koka būvizstrādājumu (GLT, CLT) delaminācija uguns iedarbes rezultātā</i></p> <p><i>Papildu uguns aizsardzības efekta noteikšana izmantojot ģipškartona plātnes u.c. Uguns aizsardzības slāņa ietekme uz konstrukciju zāgmateriālu un kārtās līmētu konstrukciju zāgmateriālu ugunsizturību</i></p>
11:30 – 12:00	Kafijas pauze
12:00 – 13:30	<p><i>Koka konstrukciju nesošo savienojumu ugunsizturība;</i></p> <p><i>Ieskats uzlabotajās koka konstrukciju ugunsizturības aprēķinu metodēs</i></p> <p><i>Koka ēku konstrukciju ugunsdrošības risinājuma modelēšanas piemēri</i></p>
13:30 – 14:00	Pusdienu pārtraukums
14:00 – 15:30	<p><i>Uguns aizsardzības stratēģijas vidēja augstuma un augstām daudzstāvu koka ēkām – ugunsizturības un degtspējas robežas, koka konstrukciju papildu uguns aizsardzība, papildu aizsardzības pasākumi u.c.</i></p> <p><i>Uguns aizsardzības risinājumu piemēri vidēja un liela augstuma daudzstāvu koka ēkām;</i></p> <p><i>Jautājumi un atbildes</i></p>
15:30 – 16:00	Jautājumu uzdošanas sesija

Tehniskā informācija

1. Ierakstiet savu vārdu, uzvārdu
2. Reģistrējiet savu vārdu, uzvārdu tērzētavā (chat)
3. Pieejams tulkojums latviešu valodā
4. Jautājumu uzdošanai lietojiet Q&A sadaļu
5. Nelietojiet emocijas, neceļiet roku



Īsumā par lektoru

Dr. Michael Klippel

Patreizējā darba vieta:

- **Cīrihes Tehniskās universitātes** lektors un pētniecības grupas «Fire and Timber» vadītājs
- Līdzdibinātājs un līdzīpašnieks uguns aizsardzības konsultāciju un projektēšanas pakalpojumu uzņēmumam **IGNIS – Fire Design Consulting**

ETH zürich

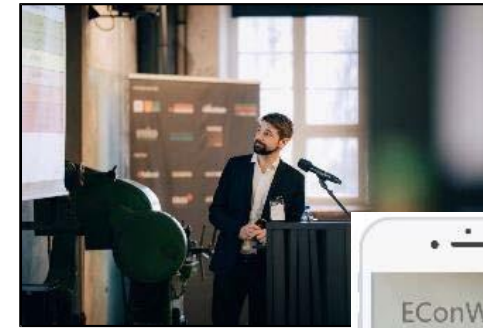
IGNIS
Fire • Design • Consulting

Spinoff
ETH zürich

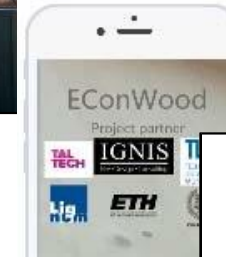
IGNIS uzņēmējdarbības virzieni



IGNIS-semināri
Izglītība un apmācības



IGNIS-Rīki
Lietojumprogrammas un mobilās aplikācijas



Uguns aizsardzības inženierija un principi
Ēku projektēšana un būvniecība



Ugunsizturības testēšana
Testu veikšana un konsultācijas



Ugunsdrošo konstrukciju projektēšana
Projektēšana un standartizācija



Būvizstrādājumu attīstība
Konsultācijas un būvizstrādājumu testēšana



Veikto ugunsizturības testu klāsts

Vairāk nekā **1300 ugunsizturības testu pieredze** pēdējo 15 gadu laikā



CLT pārsegums – liela izmēra tests



Norobežojošās funkcijas tests – liela izmēra tests



Konstrukciju nesošie savienojumi



Ķīļtāpas savienojumi



Sprinkleri

Fasādes

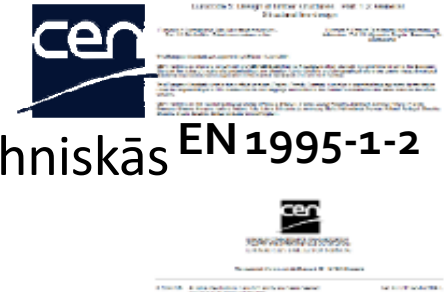
Degtspējīgas virsmas

IGNIS piensums uzskaitītajos dokumentos

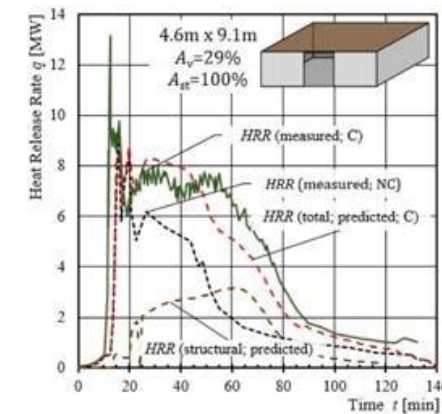


IGNIS un partneru piensums standartizācijā, *vadlīnijām* un *rokasgrāmatām*:

- EN 1995-1-2 (Eirokodekss 5, uguns daļa), DIN 4102-4, DIN 18234
- "Fire safety in timber buildings – technical guideline for Europe»- Koka ēku ugunsdrošības tehniskās vadlīnijas Eiropai
- COST FP 1404 Vadlīnijas, Lignum - koka ēku projektēšanas vadlīnijas Šveicei
- «The CLT Handbook» CLT rokasgrāmata Zviedrijā, «Building with CLT » tehniskā literatūra par CLT Vācijā
- Daudzas doktora disertācijas un pētniecības projekti par «koku un uguni», kas veikti Cīrihes Tehniskajā universitātē, Minhenes Tehniskajā augstskolā un Tallinas Tehniskajā universitātē



1. Konstrukciju ugunsizturības projektēšana (modelēšana un “gudrā testēšana”)
2. Koka un koka kompozīta konstrukciju Kvalitātes vadība
3. Izstrādājumu optimizācija
4. Uguns attīstības dinamikas aprēķini, uztverot koka konstrukcijas kā “ugunsslodzi”
5. Risku novērtējums/ pieļaujamo noviržu izvērtējums
6. Sistēmas robustums
7. Pārskati pa Ugunsaizsardzības inženierijas disciplīnām
8. Detalizācija





Laipni lūgti apmeklēt: www.menti.com

Kas esat Jūs?

Agenda / 10:00 - 11:30

- Ievads
- Zāgmateriāli / kārtās līmēti konstrukciju zāgmateriāli (GLT) / krusteniski kārtās līmētas koka konstrukciju plātnes (CLT) / citi koksnes konstrukciju būvizstrādājumi, to ugunsizturība un šķērsriezuma pārogļošanās ātrumi, aprēķinu metodes.
- Kārtās līmēto konstrukciju koka būvizstrādājumu (GLT, CLT) delaminācija uguns iedarbes rezultātā
- Papildu uguns aizsardzības efekta noteikšana, izmantojot ģipškartona plātnes u.c. uguns aizsardzības slāņa ietekme uz konstrukciju zāgmateriālu un kārtās līmētu konstrukciju zāgmateriālu ugunsizturību

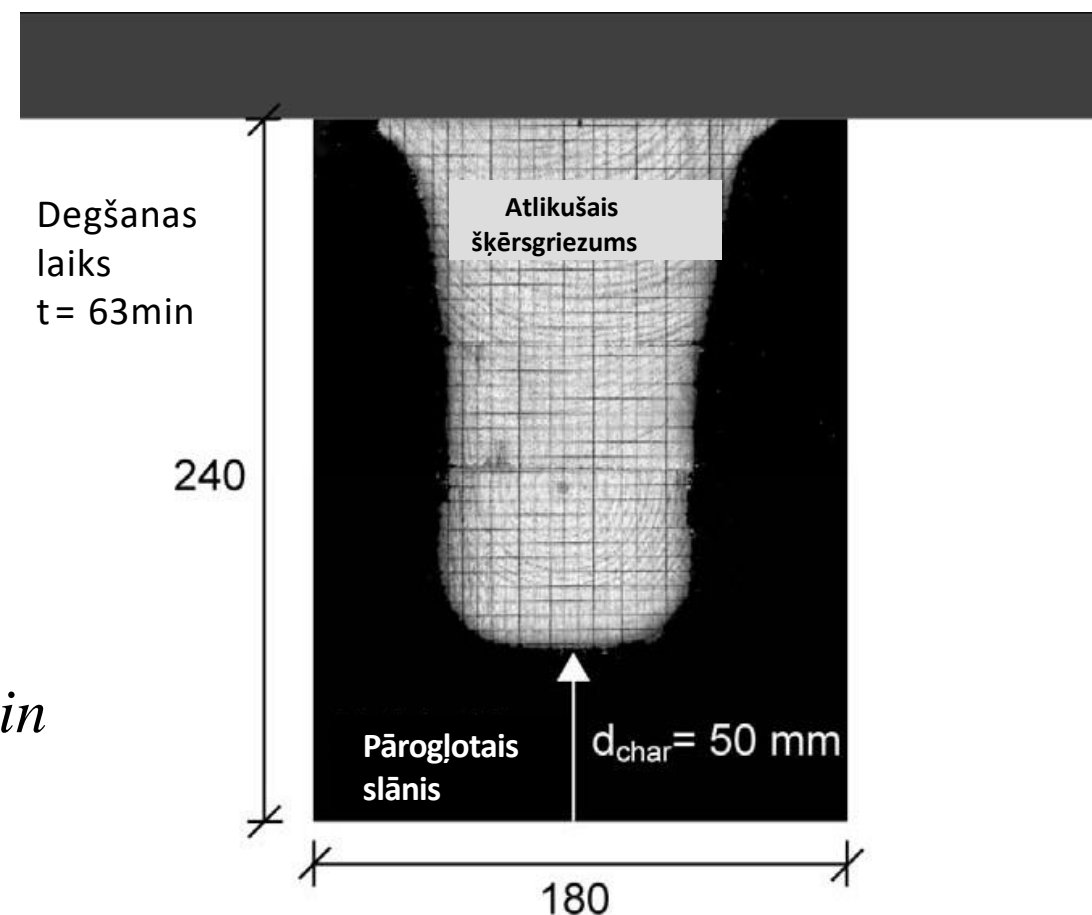
Koka īpatnības degot

- Pirolīze: Karstuma iedarbes izraisīta koksnes noārdīšanās, kuras rezultātā rodas sadegšanas gāzes un kuru pavada masas zudums (sākot no aptuveni 250°C)
- Pārogļošanās ātrums β :
Pārogļojuma dziļuma d_{char}

Un degšanas laika t (in mm/min)
attiecība

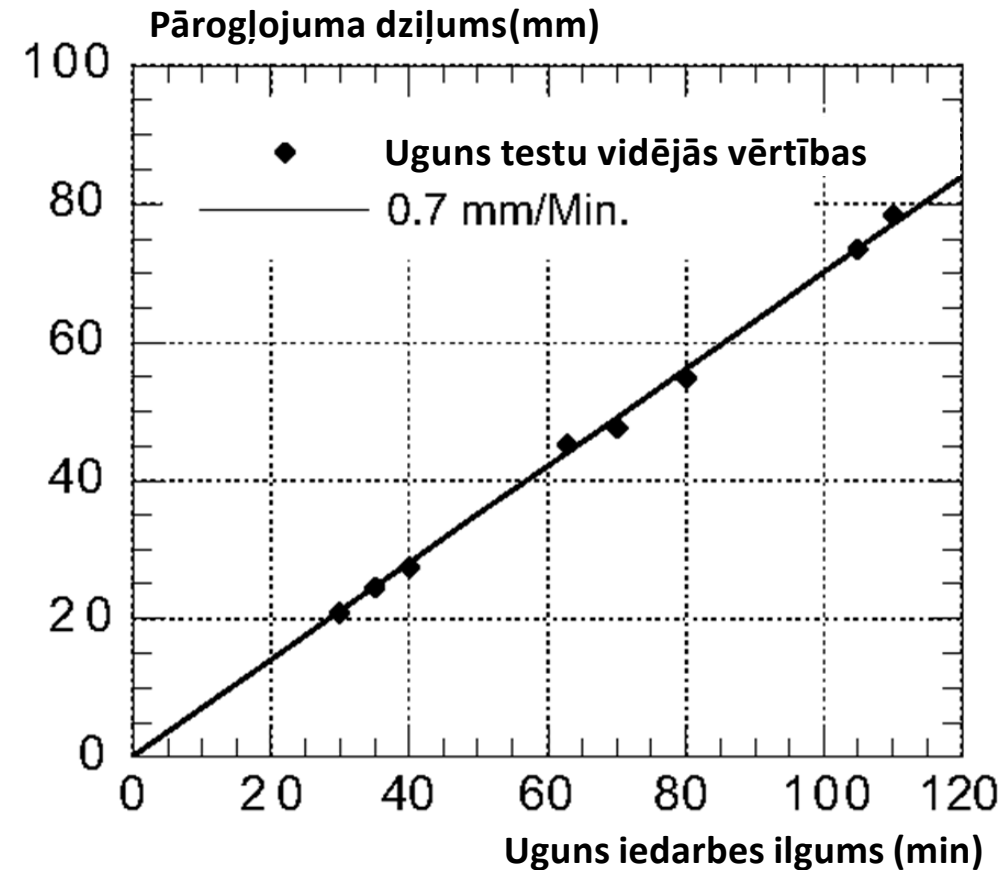
$$\beta = \frac{d_{char}}{t}$$

$$\beta = \frac{d_{char}}{t} = \frac{50\text{mm}}{63\text{min}} = 0.8\text{mm/min}$$

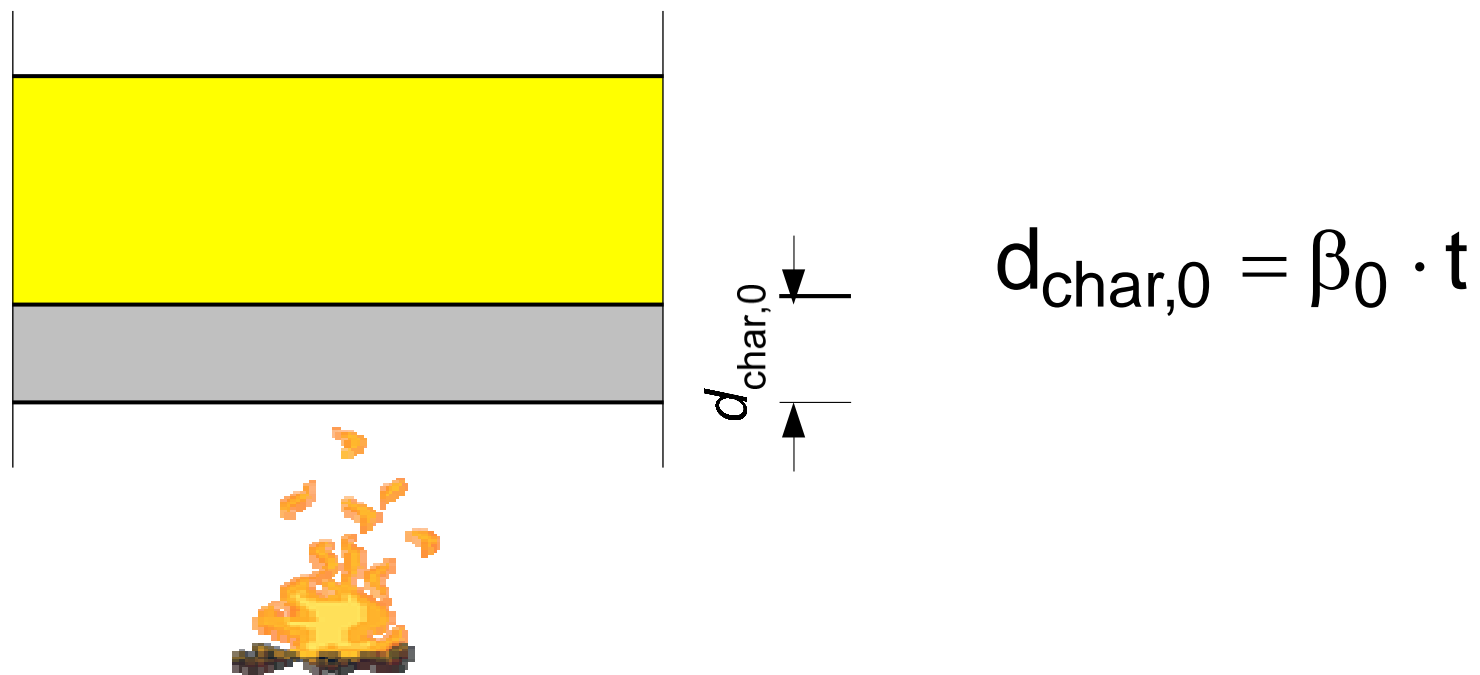


Pāroģļošanās ātrums

- Atkarīgs no uguns iedarbes modeļa
 - Nemainīga vērtība ISO-uguns iedarbes gadījumā
- Atkarīgs no koka sugas
 - Egļei: $\beta \approx 0.7 \text{ mm/Min.}$
- Neliela ietekme no koksnes mitruma un blīvuma

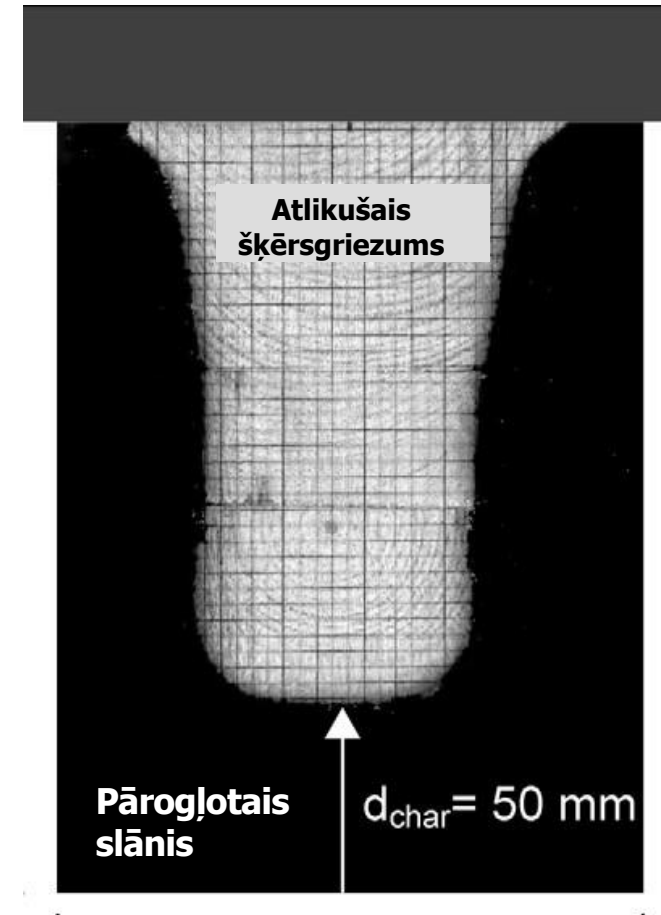
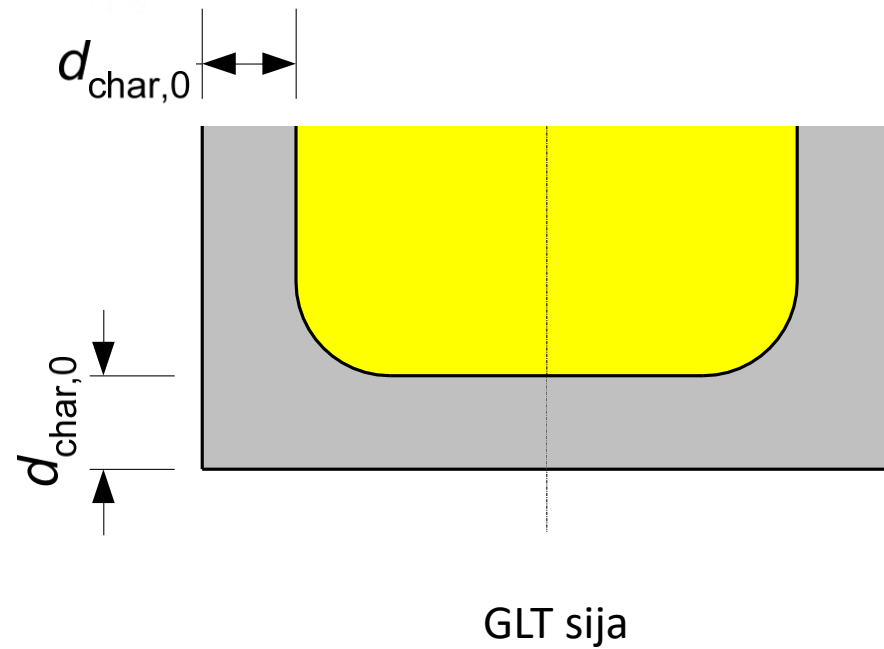


A. Frangi, M. Fontana: "Charring rates and temperature profiles of wood sections", *Fire and Materials* 2003; 27: 91–102, [DOI: 10.1002/fam.819](https://doi.org/10.1002/fam.819).

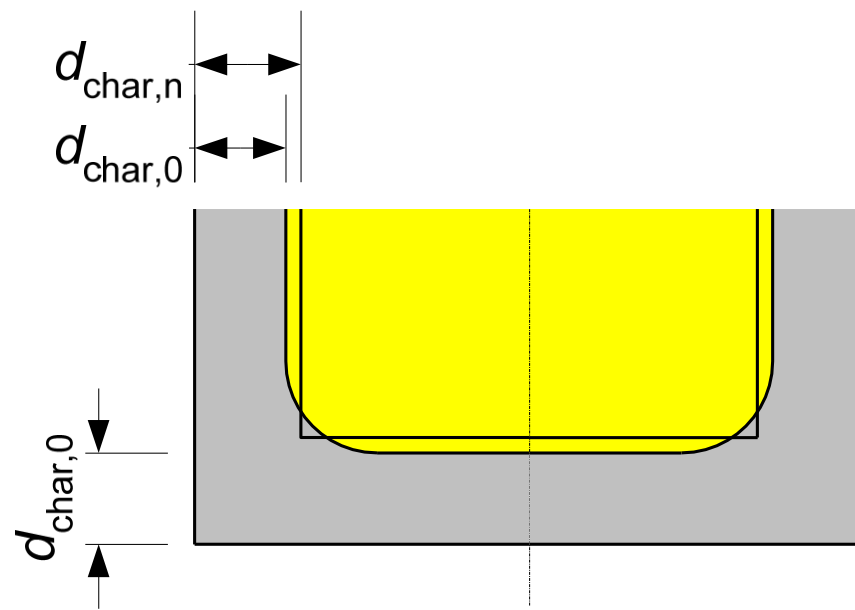


Vienvirziena pārogļošanās: pārogļošanās ātrums β_0

Pāroģošnās



Pārogļošanās



$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t$$

Pieņemtā pārogļošanās: Pieņemtais pārogļošanās ātrums β_n
Ekvivalents atlikušais šķērsriezums

Pārogļošanās ātrumi saskaņā ar EN 1995-1-2:2004

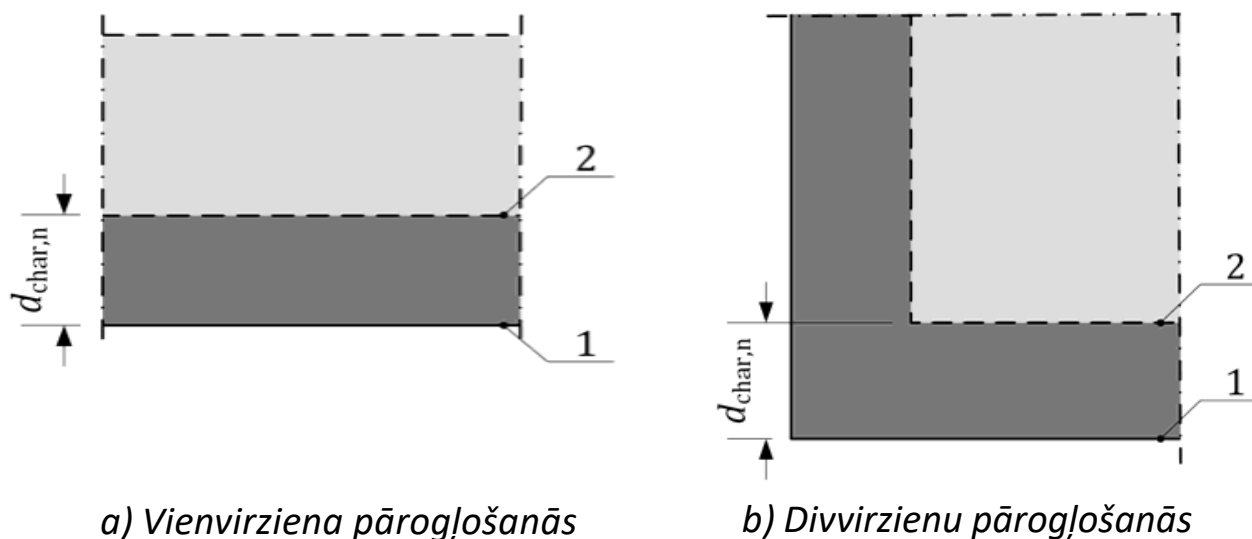
	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) Skujkoki un dižskābardis:		
līmēta koksne ar blīvuma raksturvērtību $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
masīva koksne ar blīvuma raksturvērtību $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
b) Lapu koki:		
līmēta vai masīva lapu koku koksne ar blīvuma raksturvērtību 290 kg/m^3	0,65	0,7
līmēta vai masīva lapu koku koksne ar blīvuma raksturvērtību $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,5	0,55
c) LVL:		
ar blīvuma raksturvērtību $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Plātnes:		
koka apšuvums	0,9 ^a	-
saplāksnis	1,0 ^a	-
cita tipa koksnes materiālu plātnes	0,9 ^a	-
^a Vērtības lietojamas atbilstoši materiālu blīvuma raksturvērtībām 450 kg/m^3 un plātnes biezumam 20 mm, attiecībā uz atšķirīga biezuma un blīvuma vērtībām skatīt pantu 3.4.2(9).		

Eiropas pārroģošanās modelis

(1) Eiropas pārroģošanās modeli ieteicams pielietot tikai **standarta ugunsiedarbju modelos**.

(2) Ja koka konstrukcijas pārroģošanās notiek dažādās degšanas fāzēs (dabīgās ugunsiedarbes modelis), tad Eiropas pārroģošanās modeli drīkst izmantot, katrai degšanas fāzei atsevišķi un rezultātu kombinē secīgi atbilstoši degšanas fāzei.

Iedomātais pārroģošanās dziļums



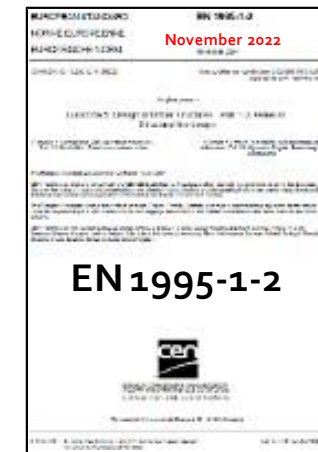
Key: 1 Fire exposed side
2 Residual cross-section

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t$$

$d_{char,n}$ Iedomātais pārroģošanās dziļums mm;

β_n Iedomātais aprēķina pārroģošanās ātrums mm/min;

t Aplūkotās ugunsiedarbes fāzes ilgums, in min.

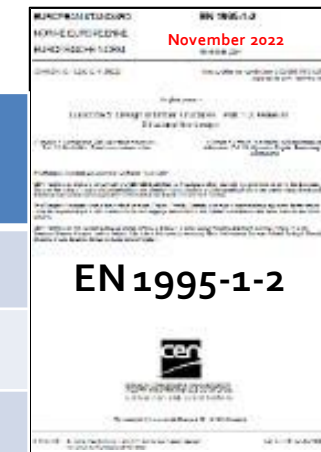


Jaunumi no prEN 1995-1-2:2021

Iedomātais aprēķina pārogļošanās ātrums

$$\beta_n = \prod k_i \cdot \beta_0$$

Modifikāciju koeficients	Nosaukums	Atsauces
k_{gd}	Šķiedru virziena koeficients	5.4.2.2 (4)
k_g	Spraugu koeficients	5.4.2.2 (6)
k_h	Biezuma koeficients	5.4.2.2 (8)
k_n	Konversijas koeficients	5.4.2.2 (5), 7.2.2 (2)
$k_{s,n,1}$	Uguns iedarbei pakļautās puses kombinētais šķērsriezuma un konversijas koeficients	5.4.2.2 (7), 7.2.2 (12)
$k_{s,n,2}$	Konstrukcijas sāna kombinētais šķērsriezuma un konversijas koeficients	5.4.2.2 (7), 7.2.2 (12)
k_ρ	Blīvuma koeficients	5.4.2.2 (9)
k_2	Aizsardzības koeficients priekš 2. fāzes	5.4.2.2 (10)-(12)
k_3	Pēc-aizsardzības koeficients priekš 3. fāzes	5.4.2.2 (13)
$k_{3,1}$	Pēc-aizsardzības koeficients priekš 3. fāzes uguns iedarbes pakļautajai pusei	7.2.4 Tabula 7.6
$k_{3,2}$	Pēc-aizsardzības koeficients priekš 3. fāzes konstrukcijas sānam	7.2.4 Tabula 7.6
k_4	konsolidācijas koeficients 4. fāzei	5.4.2.2 (14)



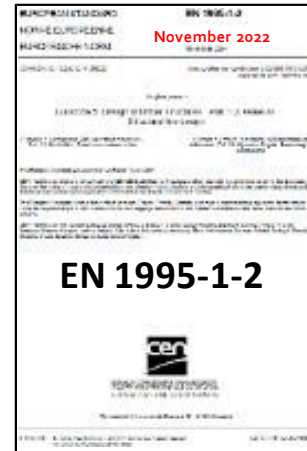
Jaunumi no prEN 1995-1-2:2021

Aprēķina pārogļošanās ātrumi – bāzes vērtības

$$\beta_n = \prod_i k_i \cdot \beta_0$$

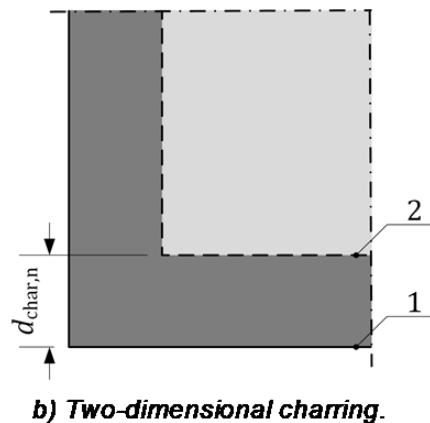
	β_0 [mm/min]
a) Konstrukcijas no skujkoka (1) (3) (4)	0,65
b) Konstrukcijas no lapkoka (1)	
Dižskābardis (5)	0,70
Paralēli līmētu dižskābarža finierskaidu zāgmateriāli (LVL) (5)	0,65
Osis (6)	0,60
Ozols (7)	0,50
c) Konstrukciju plātnes (2)	
Masīvkoka apdares dēļi, vienslāņa masīvkoka plātnes	0,65
LVL plātnes (3), skaiduplātnes, šķiedruplātnes	0,65
OSB, vairākslāņu masīvkoka plātnes	0,90
Saplāksnis	1,00
(1) Koka konstrukciju elementi saskaņā ar 7.1.1 (5), apakšgrupas koka konstrukciju elementi	
(2) Konstrukciju plātnes saskaņā ar 7.1.1 (5), apakšgrupas plātnes	
(3) LVL un GLVL ar raksturīgo blīvumu $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	
(4) Tabula B.2 no EN 14081-1	
(5) FASY no EN 14081-1	
(6) FXEX no EN 14081-1	
(7) QCXA, QCXE, QCXR no EN 14081-1	

T. Engel, et. al., "TIMpuls Grundlagenforschung zum Brandschutz im Holzbau - Abbrandraten, Schutzzeiten von Bekleidungen und Nachbrandverhalten von Holz", Bautechnik 97 (2020), Sonderheft Holzbau, Ausgabe, DOI:[10.1002/bate.202000043](https://doi.org/10.1002/bate.202000043).

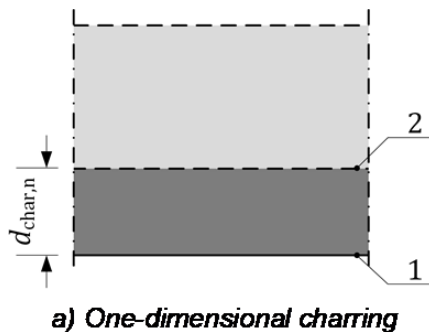


Neaizsargātas koka konstrukcijas

$$\beta_n = \beta_0 \cdot k_{gd} \cdot k_g \cdot k_h \cdot k_n \cdot k_\rho$$



Key: 1 Fire exposed side
2 Residual cross-section



Sijas

Masīvkoka un
līmētie
zāgmateriāli

$$\beta_n = \beta_0 \cdot k_n$$

$$\beta_n = 0,65 \cdot 1,23 = 0,8 \text{ mm/min}$$

$$\beta_n = 0,65 \cdot 1,08 = 0,7 \text{ mm/min}$$

Plātnes (Masīvkoka un līmētie zāgmateriāli , LVL, CLT)

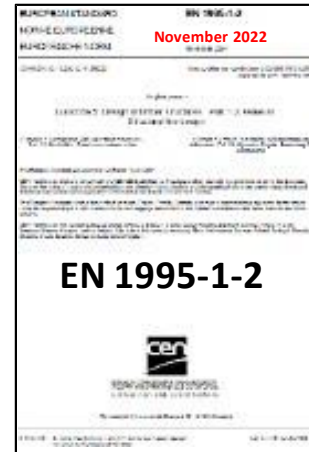
$$\beta_n = \beta_0 \cdot k_g$$

• Spraugas ≤ 2 mm

$$\beta_n = 0,65 \cdot 1 = 0,65 \text{ mm/min}$$

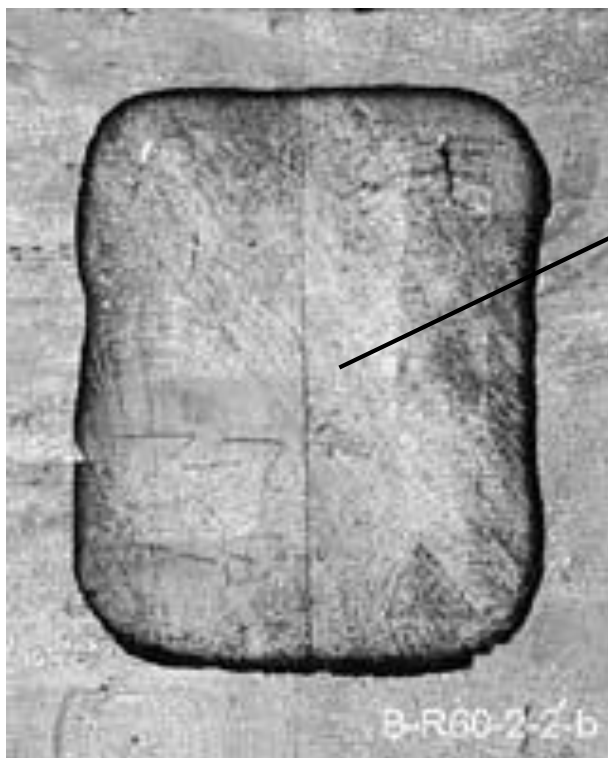
• Spraugas 2..5 mm

$$\beta_n = 0,65 \cdot 1,2 = 0,78 \text{ mm/min}$$



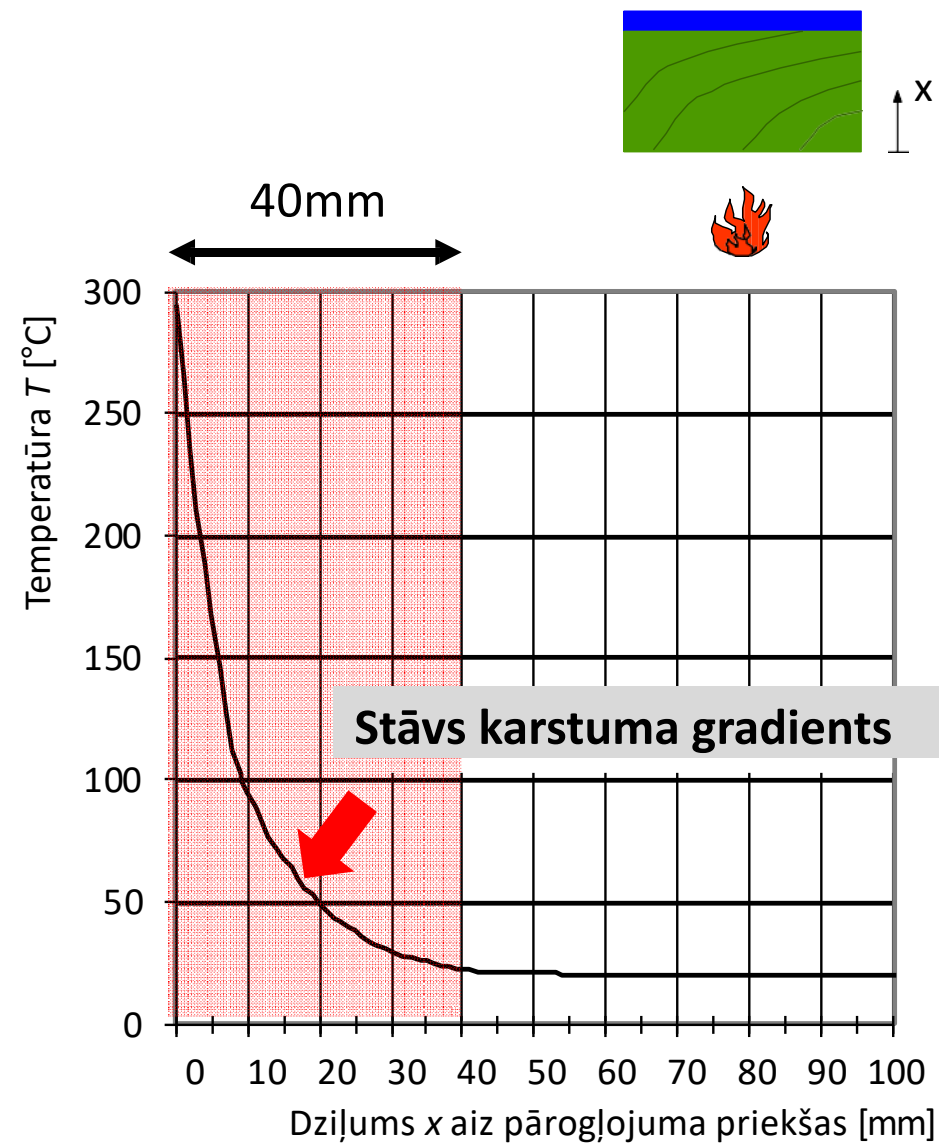
Koka uzvedība degot

Pāroglotais slānis aizsargā atlikušo šķērsriezumu no karstuma



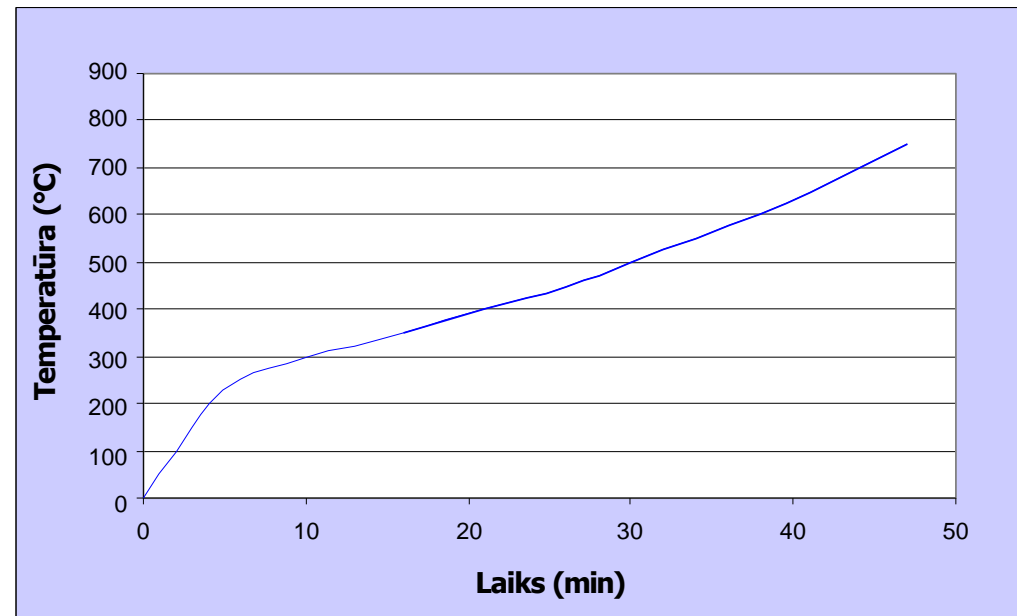
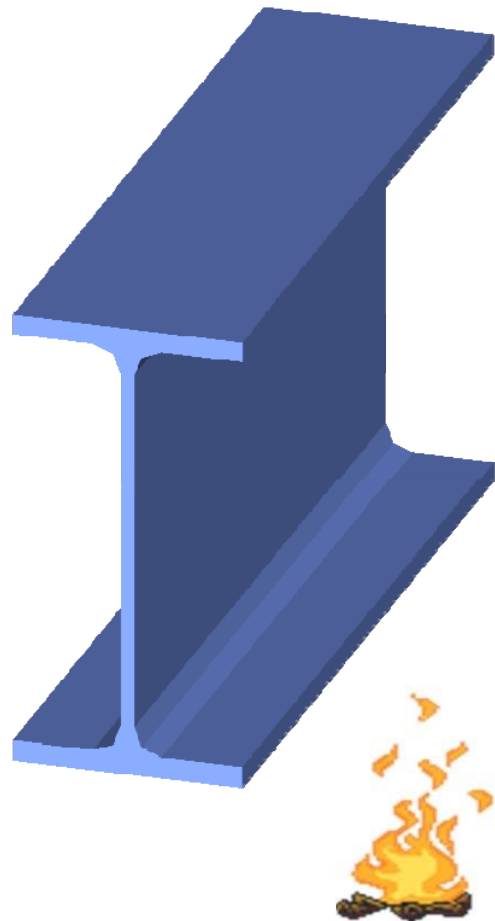
Quelle: proHolz, Österreich

Atlikušais šķērsriezums
- "auksts"
- nesošais



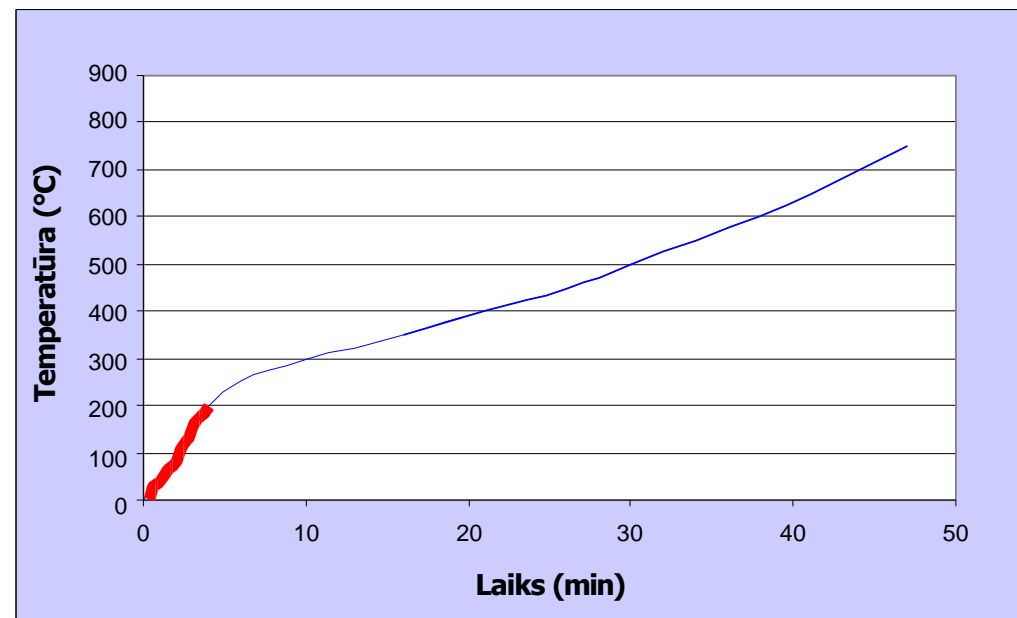
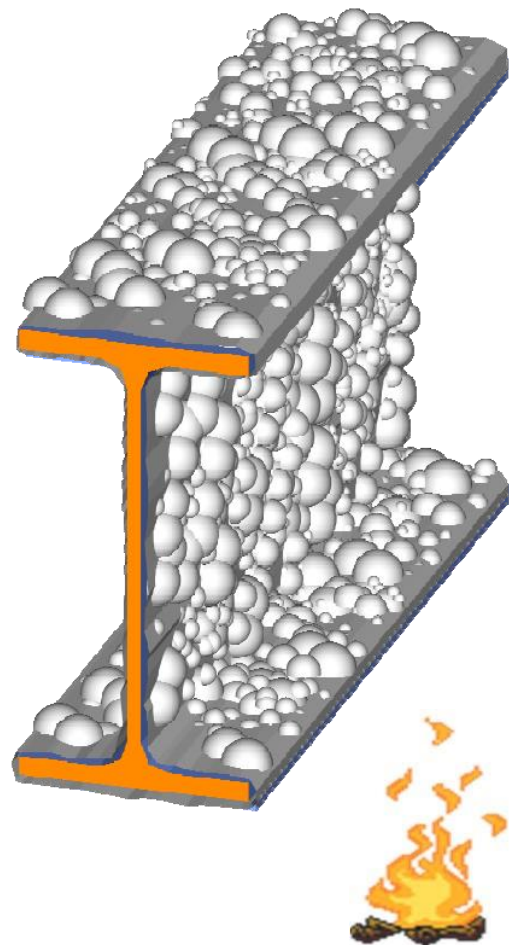
Karstumjutīgo aizsargpārklājumu sistēma tērauda konstrukciju elementiem

- Notikumu secība: karstumjutīgais pārklājums reaģē aptuveni pie 200°C piebriestot 30 līdz 60 reizes un veidojot kompaktu karstumizolācijas slāni.



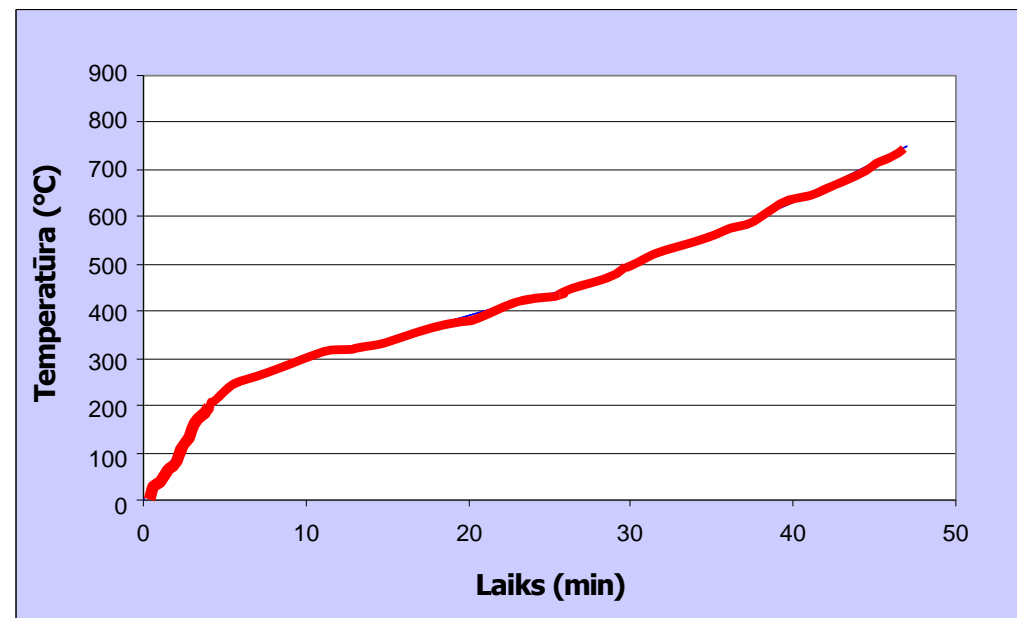
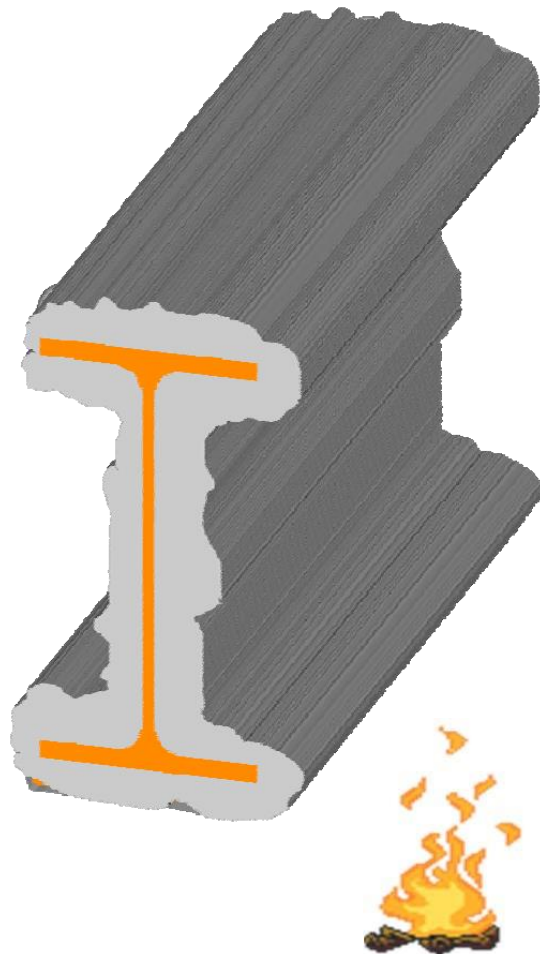
Karstumjutīgo aizsargpārklājumu sistēma tērauda konstrukciju elementiem

- Notikumu secība: karstumjutīgais pārklājums reaģē aptuveni pie 200°C piebriestot 30 līdz 60 reizes un veidojot kompakto karstumizolācijas slāni.



Karstumjutīgo aizsargpārklājumu sistēma tērauda konstrukciju elementiem

- Notikumu secība: karstumjutīgais pārklājums reaģē aptuveni pie 200°C piebriestot 30 līdz 60 reizes un veidojot kompakto karstumizolācijas slāni.



Karstumjutīgās aizsargpārklājumu sistēmas

“Modernie cilvēku radītie karstumjutīgie aizsargmateriāli tērauda konstrukcijām pašos pamatos ir mēģinājums atdarināt to, ko koks dara dabīgi.”

“Overview of design issues for tall timber buildings”, I. Smith, A. Frangi, Structural Engineering International 2008; 18: 141–147, DOI: [10.2749/101686608784218833](https://doi.org/10.2749/101686608784218833).

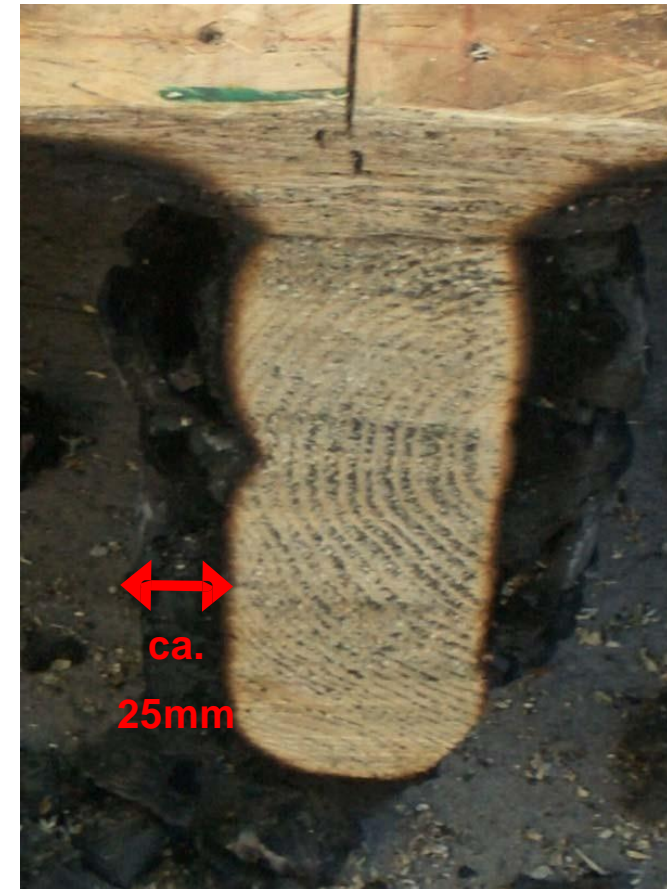
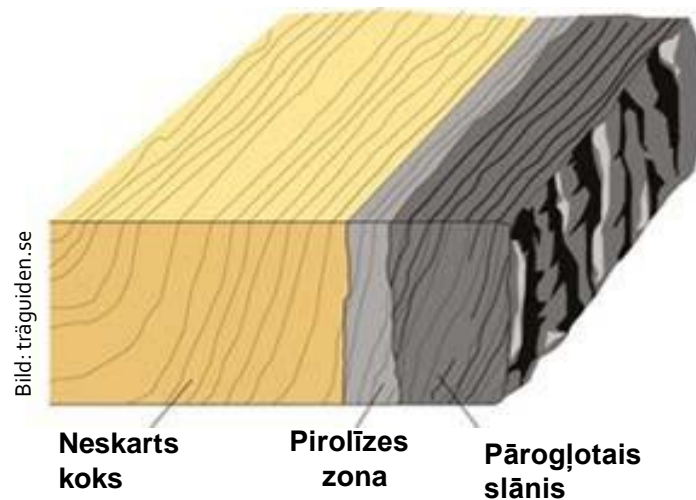


Foto: ETH

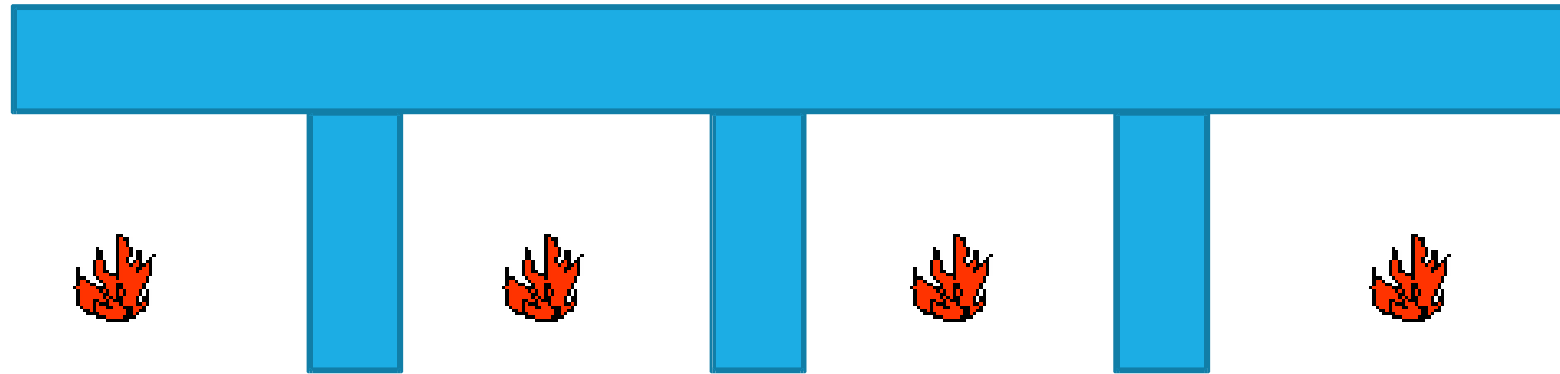
Koka konstrukciju ugunsizturība

Ugunsizturības paaugstināšana

- Masīvs šķērsriezums
- Izmēru palielināšana
- Apšūšana ar ģipša vai koka plātnēm

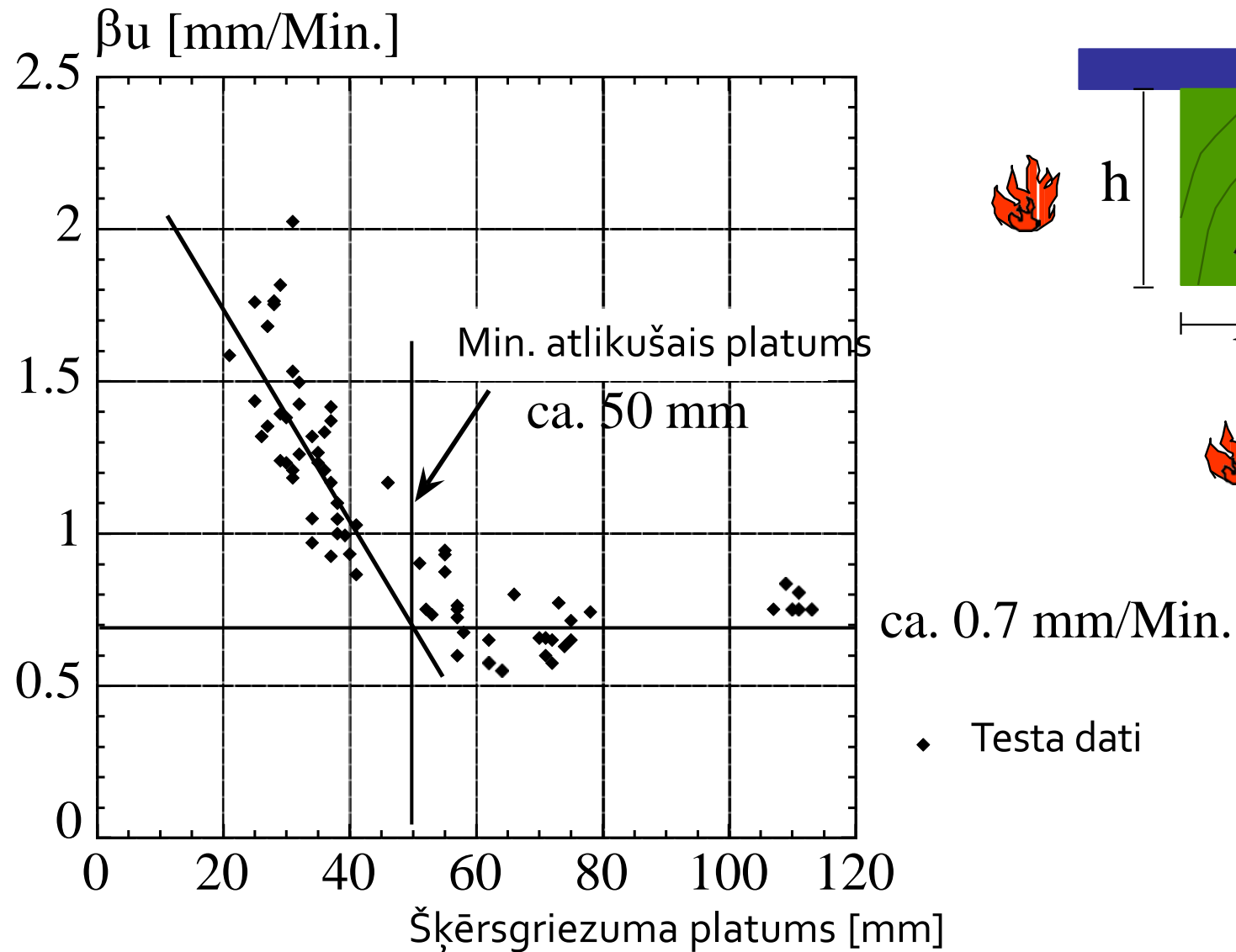


Nelielu šķērsriezumu īpatnības degot



Ribotās koka pārseguma plātnes atlikušais šķērsriezums pēc 30 min. ISO standarta uguns iedarbes

Pārogļošanās ātrums



Dobto un riboto pārseguma plātņu degšanas īpatnības

■ Novērojumi

- Ja plāni uz kanīti novietoti koka konstrukciju elementi ir pakļauti uguns iedarbei no trim pusēm, to atlikušais šķērsriezums veidojas neregulārs un pārogļojuma dziļums ir daudz lielāks, nekā tas būtu masīvām koka konstrukcijām



■ Secinājums

- No uguns aizsardzības viedokļa, plānu koka konstrukciju pakļaušana uguns iedarbei no trim pusēm ir nevēlama

Dobto un riboto pārseguma plātņu degšanas īpatnības

- Uguns iedarbei pakļautais koksnes slānis ir projektēts tā, lai novērstu uguns iekļūšanu dobumos

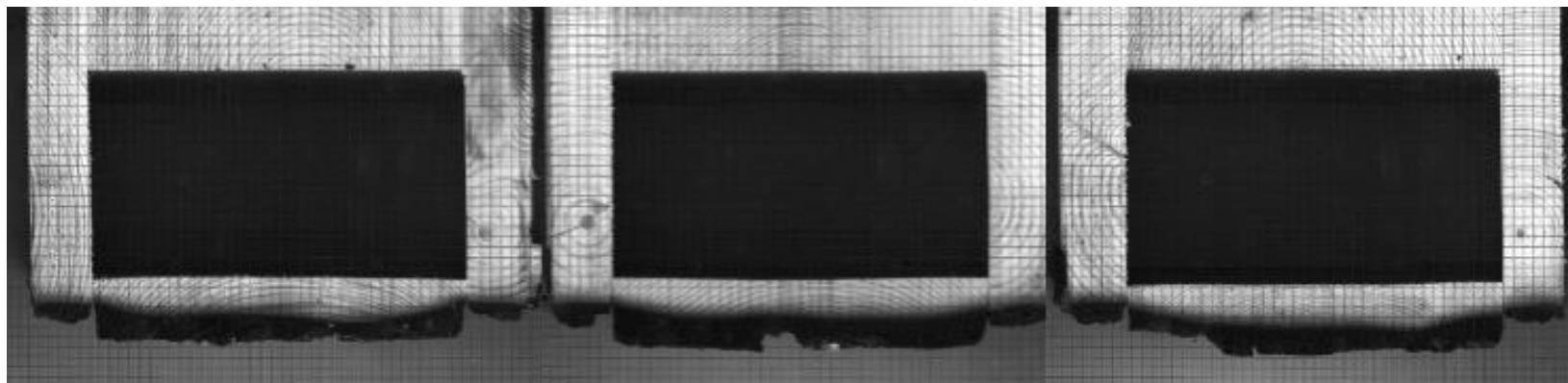


Foto: ETH

- Dobumos ir iestrādāts siltumizolācijas materiāls

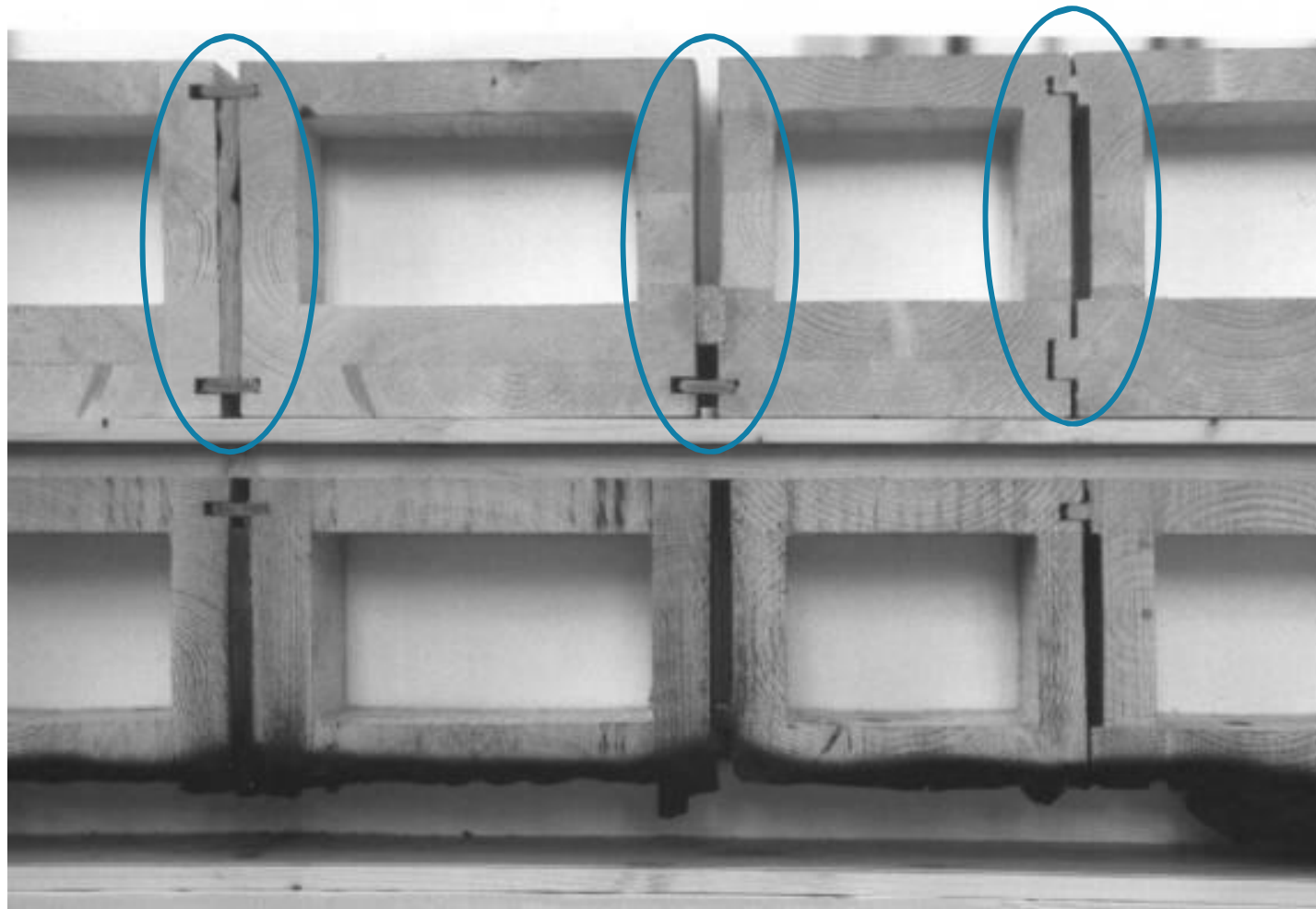


Foto: ETH

Stikla minerālvate Akmens minerālvate Stikla minerālvate Akmens minerālvate

A. Frangi, M. Knobloch, M. Fontana: “Fire design of timber slabs made of hollow core elements”,
Engineering Structures 2009; 31: 150–157, DOI: [10.1016/j.engstruct.2008.08.002](https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2008.08.002).

Dobto koka pārsegumu elementu savienojuma veida ietekme



Atlikušais šķērs griezumā pēc 60 minūšu ISO-uguns iedarbes

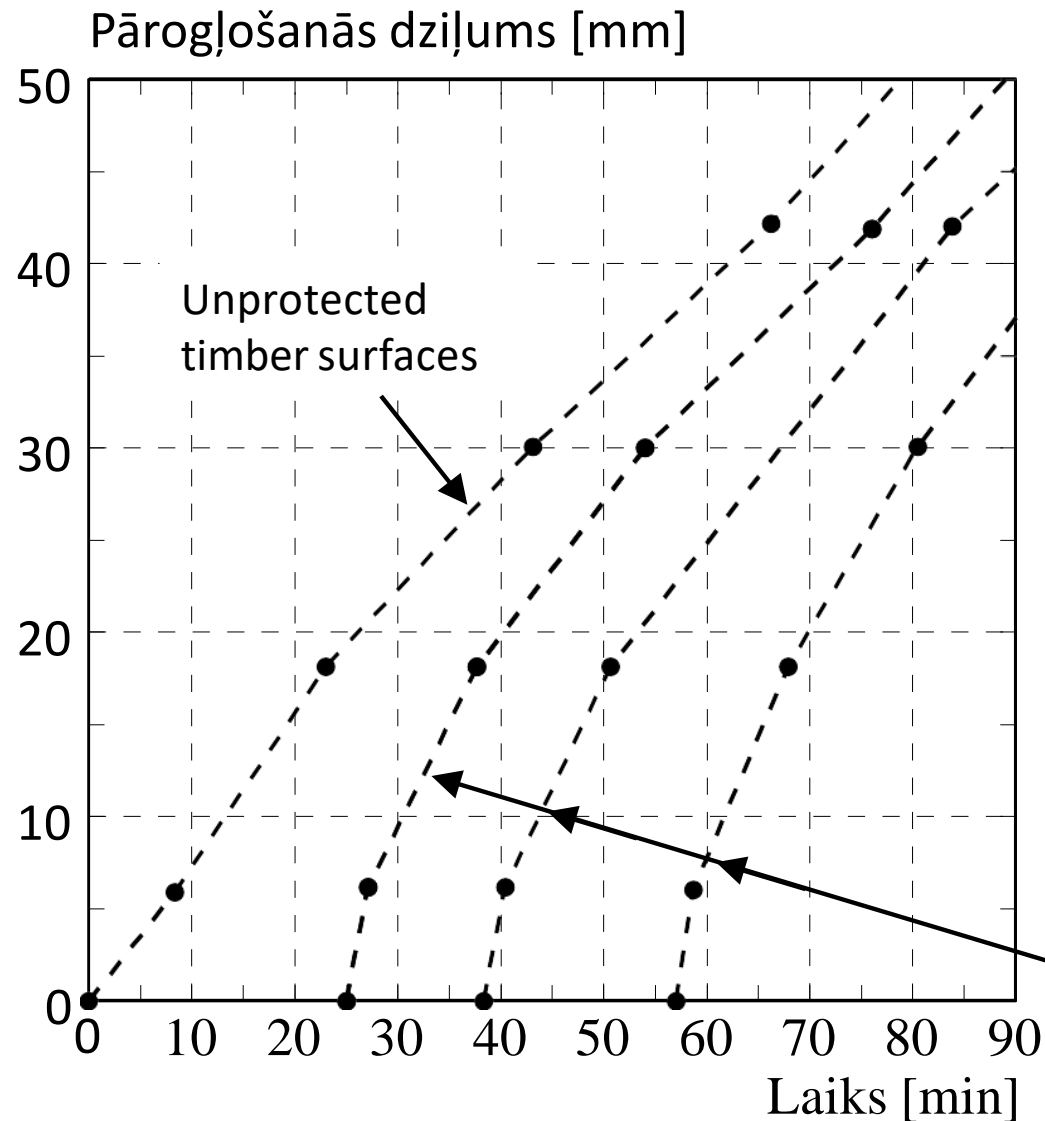
Uguns aizsardzības pārklājuma sistēmas nokrišana



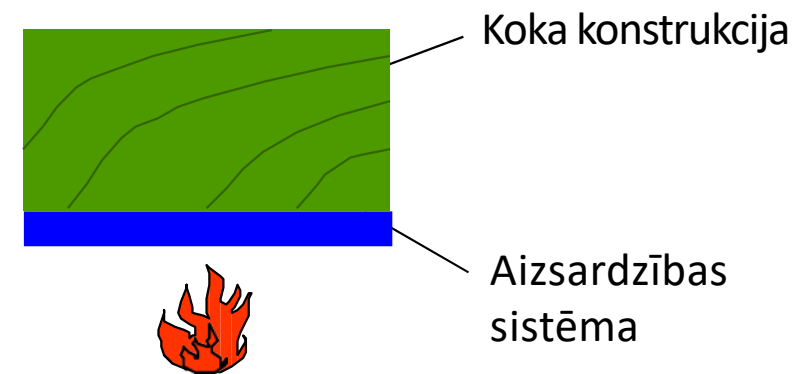
Foto: ETH

Aizsargātu koka konstrukciju īpatnības degot

Aizsardzības sistēmas sabrukšanas ietekme



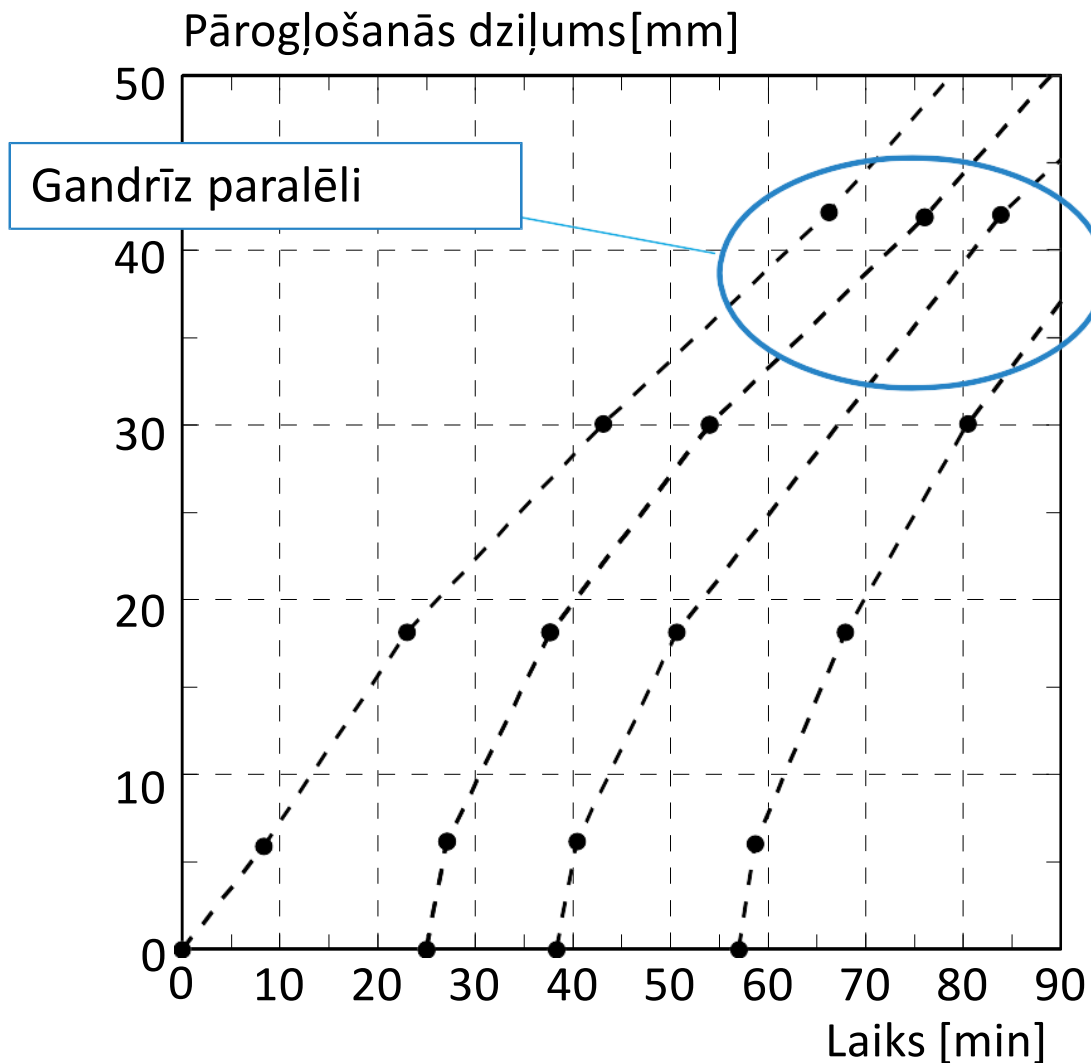
- Pāroģļošanās ātrums ir mainīgs
- Plielināts pāroģļošanās ātrums pēc aizsardzības sistēmas sabrukšanas



Aizsargātās koksnes virsma

Aizsargātu koka konstrukciju īpatnības degot

Aizsardzības sistēmas sabrukšanas ietekme



Palielināts pārogļošanās ātrums novērots pēc aizsargslāņa sabrukšanas dēļ **lielā karstuma** kamēr nav izveidojies **pārogļojuma slānis**, kas samazinātu karstuma pieaugumu. **Iepriekšējās uzkaršanas** ietekmei nav nozīmes!

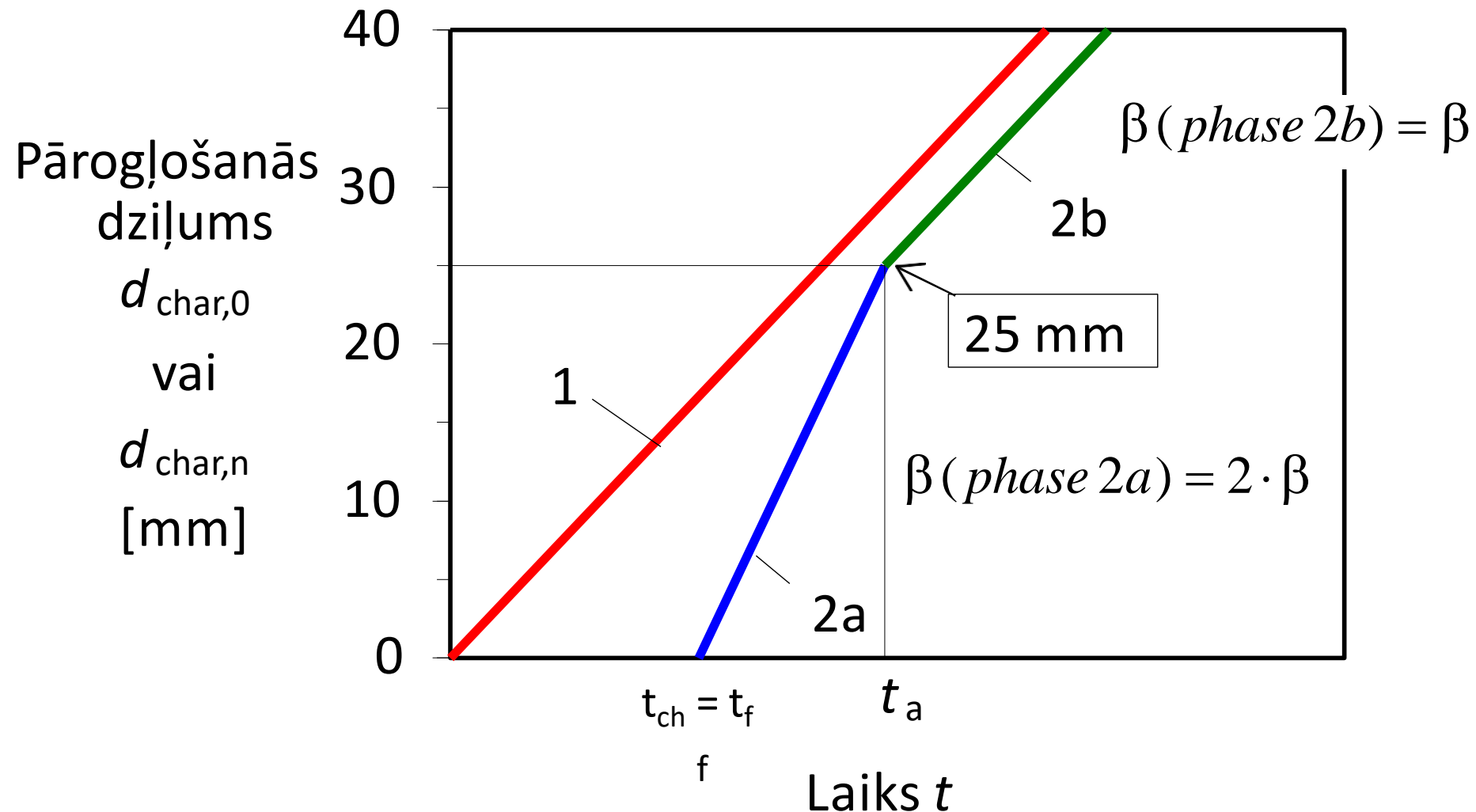
A. Frangi, C. Erchinger, M. Fontana: "Charring model for timber frame floor assemblies with void cavities", *Fire Safety Journal* 2008; 43: 551–564, DOI: [10.1016/j.firesaf.2007.12.009](https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2007.12.009).

Atšķirīgas pārogļošanās fāzes

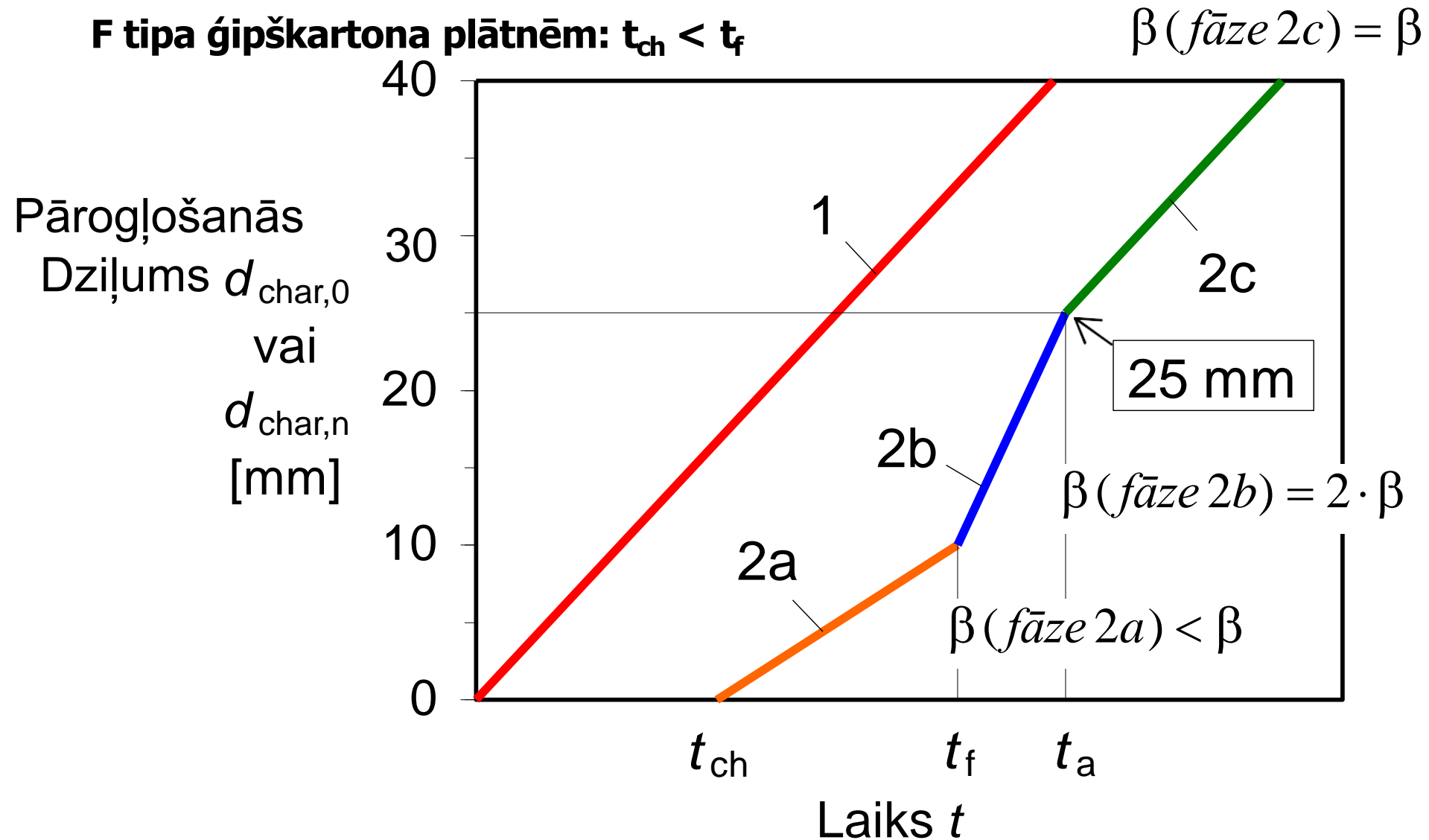
- t_{ch} = Pārogļošanās sākuma laiks
- t_f = Aizsargslāņa sabrukšanas laiks (nokrišana)
- Koksnes plātnēm un A vai H tipa šģipškartona plāksnēm: $t_{ch} = t_f$
- F tipa ģipškartona plāksnēm: $t_{ch} < t_f$

Aizsargātas koka virsmas pārogļošanās modelis

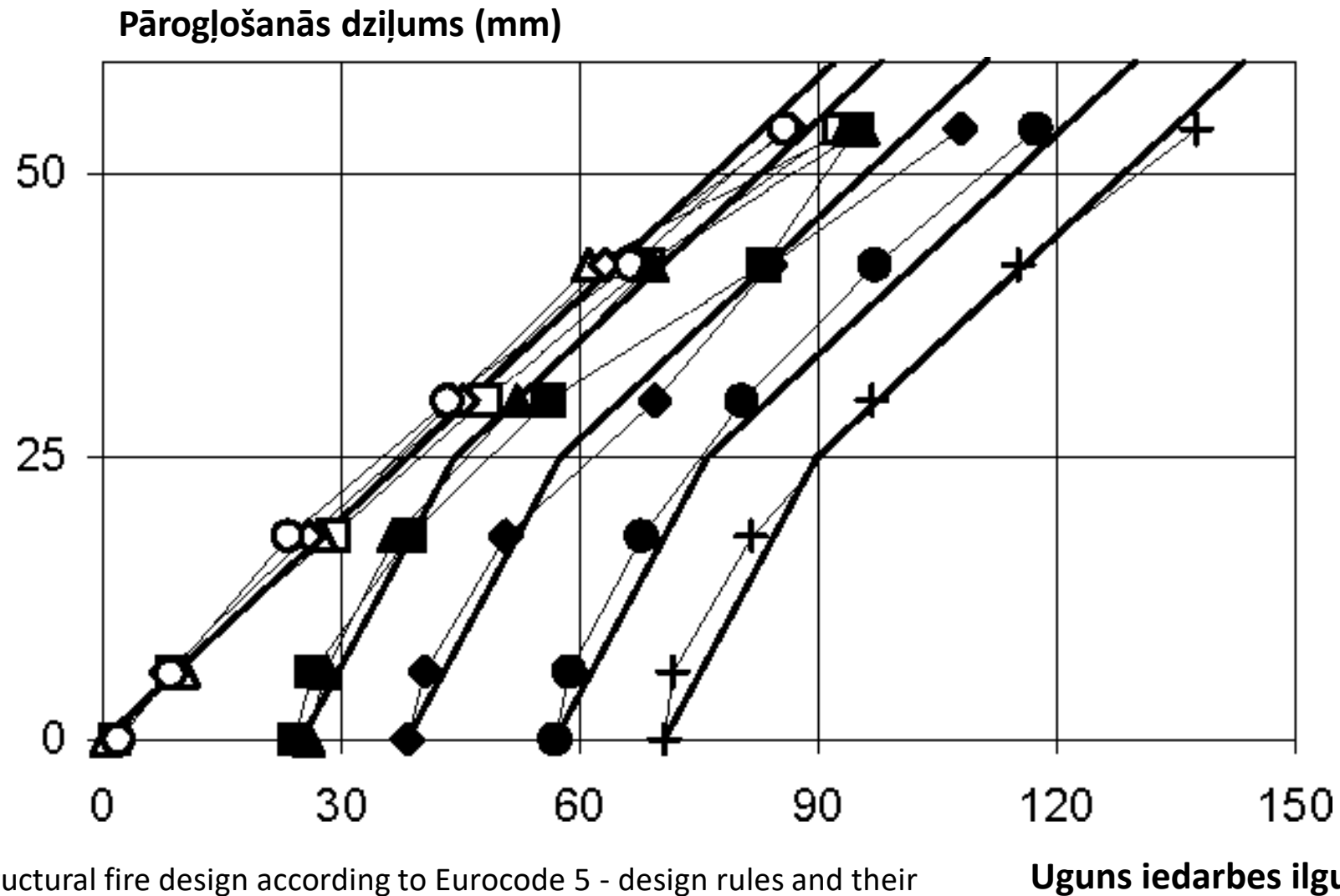
Koksnes plātņu un A vai H tipa ģipškartona plātnēm: $t_{ch} = t_f$



Aizsargātas koka virsmas pārogļošanās modelis



Aizsargātas koka virsmas pārogļošanās modelis



J. König, "Structural fire design according to Eurocode 5 - design rules and their background", Fire Mater. 2005; 29:147–163. [DOI: 10.1002/fam.873](https://doi.org/10.1002/fam.873)

Aizsargātas koka konstrukcijas pārrogļošanās

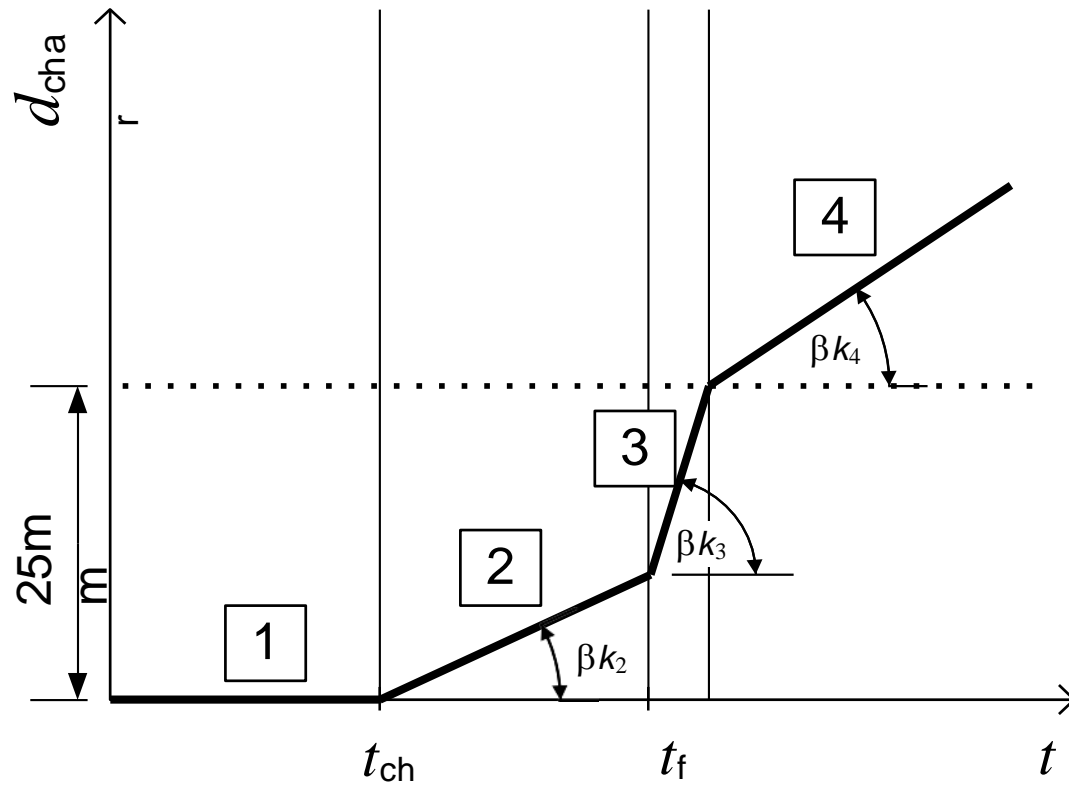


Foto: Just

Aizsargātas koka konstrukcijas pāroģļošanās



Foto: Just

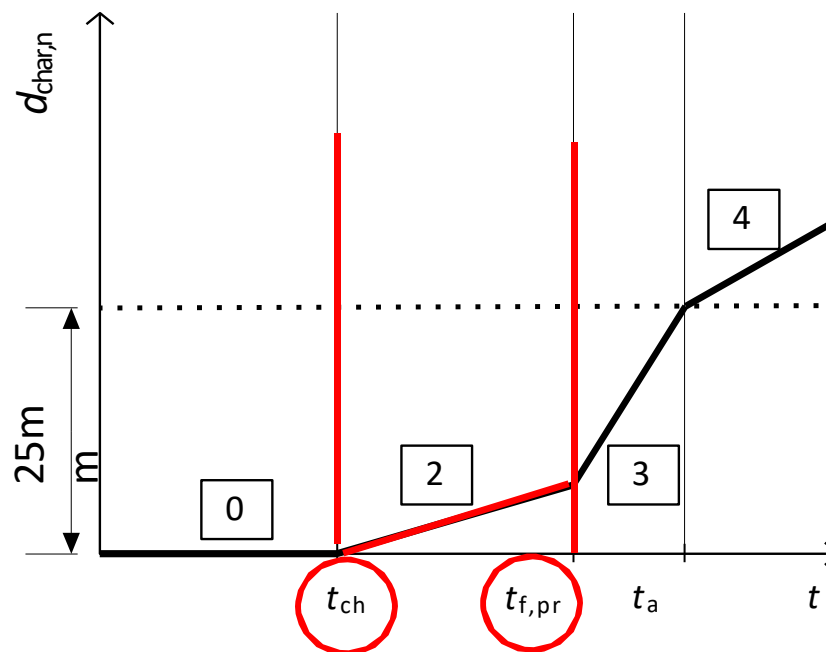


Foto: Just

$$t_{ch} < t < t_{f,pr}$$

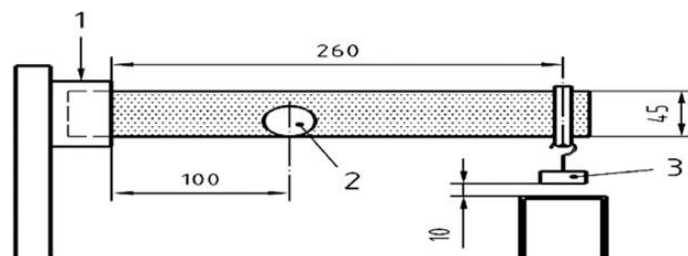
$$t > t_{f,pr}$$

t_{ch} : koksnes pāroģļošanās sākums aiz aizsargslāņa

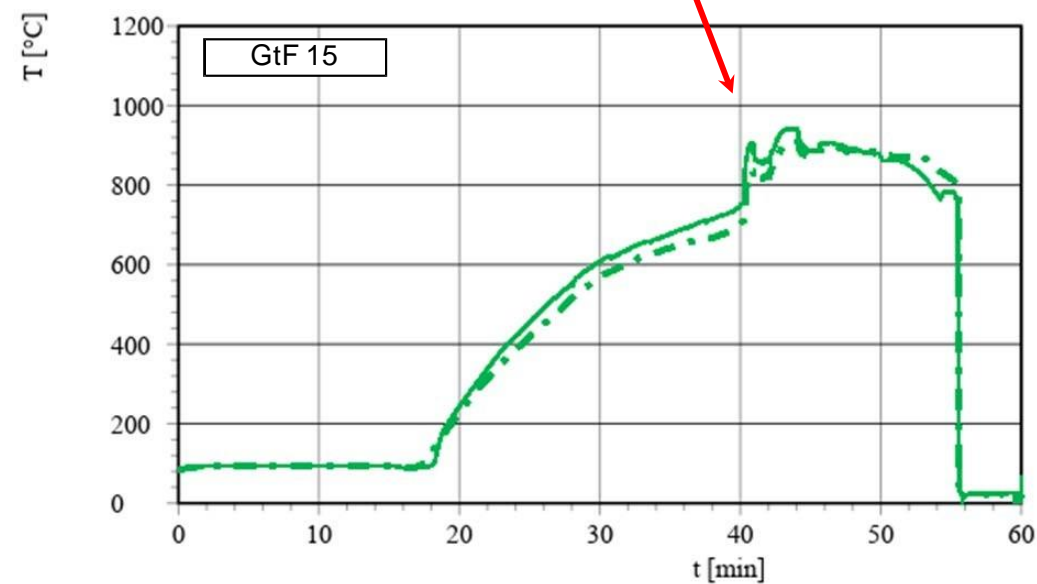
$t_{f,pr}$: sabrukšanas laiks (ugunsaizsrgsistēmai)

Aizsargātas koka konstrukcijas pārrogļošanās

- EN 520



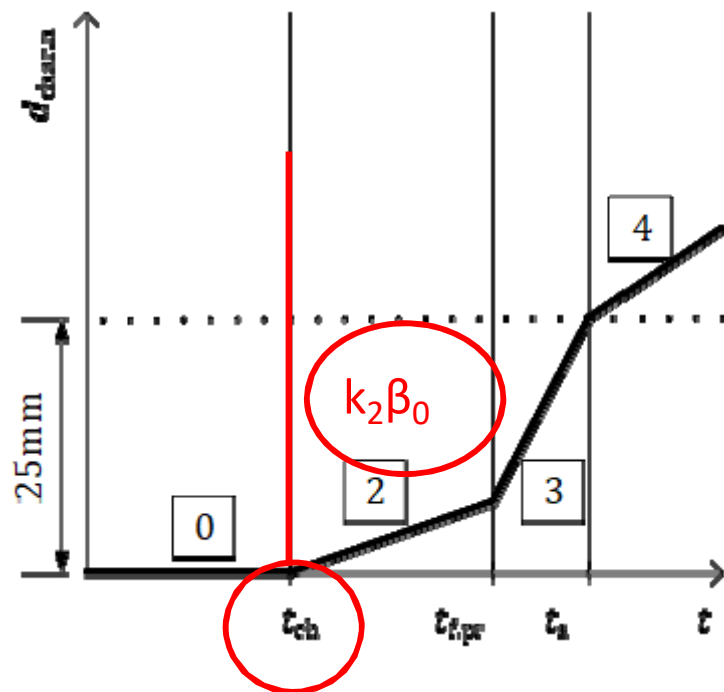
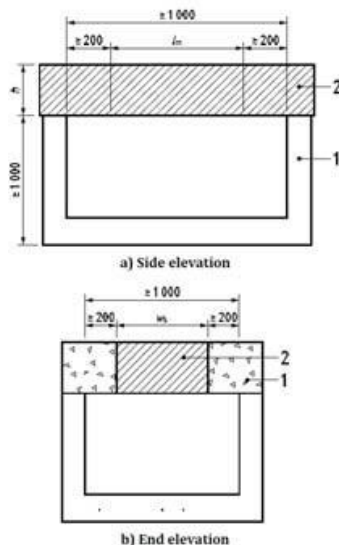
Ca 40 min



Aizsargātas koka konstrukcijas pārogļošanās

- Atsevišķu izstrādājumu testētās vērtības

- EN 13381-7



Pārogļošanās sākums (t_{ch})
un pārogļošanās ātrums
(k_2)



- K-klases (EN 13501-2, noteikts aizsardzības laiks tikai!)

Aizsargātas koka konstrukcijas pārrogļošanās

- Vispārīgas vērtības

- COST ACTION FP 1404 dokumenti:

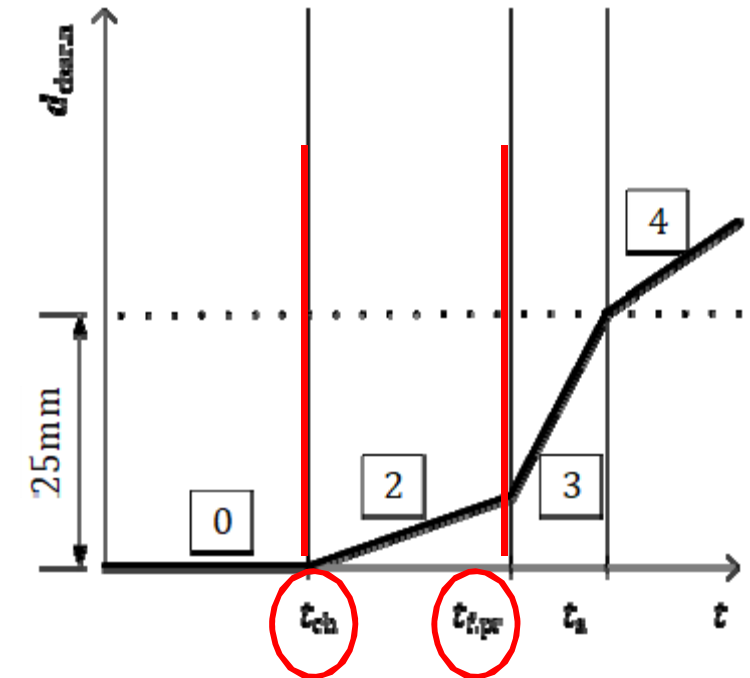
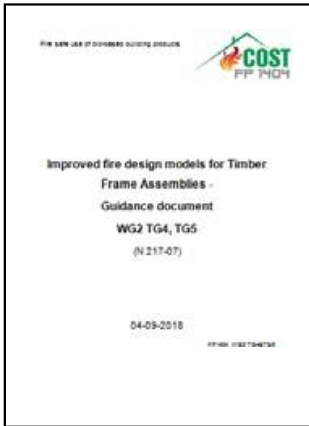
Just et al. (2018), Improved fire design models for Timber Frame Assemblies - Guidance document N 217-07
<https://costfp1404.ethz.ch/publications.html>

- Fire Safety in Timber Buildings handbook:

Östman et al. (2010) Fire Safety in Timber Buildings. Technical guideline for Europe.

- EN 1995-1-2:2025 (drīzumā)

☐ t_{ch} un $t_{f,pr}$ kā tabulētas vērtības



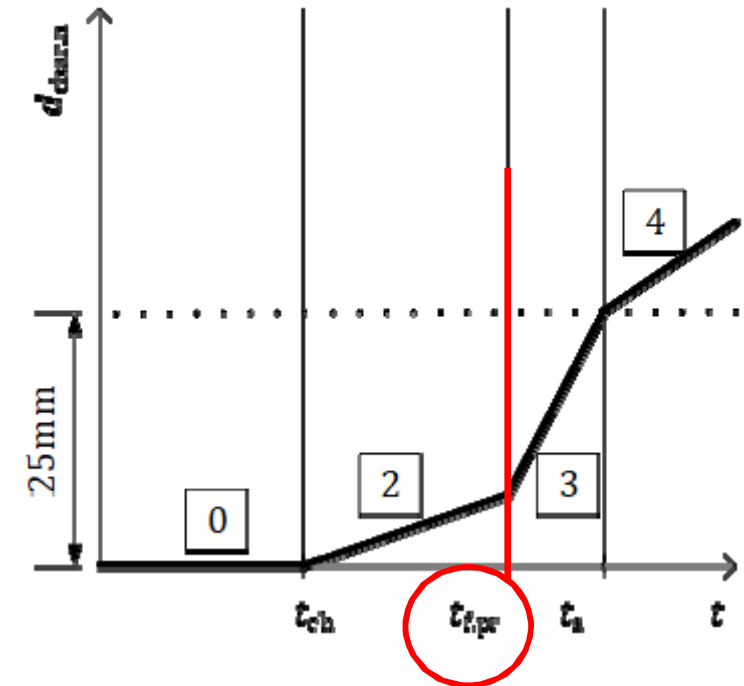
Aizsargātas koka konstrukcijas pārrogļošanās

Apdares sabrukšana

Mehāniska noārdīšanās



Stiprinājumu izraušana



Aizsargātas koka konstrukcijas pārroģlošanās

Table 6.1 – Start time of charring t_{ch} and the failure time of the fire protection systems $t_{f,pr}$ vertically oriented (e.g. walls)

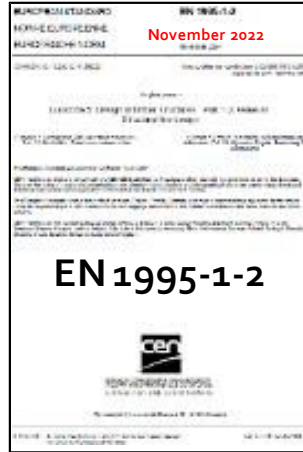
Panels	Thickness of the fire protection system h_p [mm] ^a		Layers backed by ^b	Start of charring t_{ch} [min]	Failure time $t_{f,pr}$ [min]
	layer 1 h_1	layer 2 h_2			
Gypsum plaster board type A	12,5	-	Insulation	17	20
	12,5	-	Panel	22	22
	12,5	12,5	Insulation	26	41
	12,5	12,5	Panel	36	45
Gypsum plaster board type F	12,5	-	Insulation	17	32
	12,5	-	Panel	24	35
	15	-	Insulation	22	44
	15	-	Panel	30	48
	18	-	Insulation	29	58
	18	-	Panel	37	63
	12,5	12,5	Insulation	39	60
	12,5	12,5	Panel	49	66
	15	15	Insulation	50	82
	15	15	Panel	60	90
	18	18	Insulation	63	108
	18	18	Panel	75	119
Gypsum plaster board type F+A (type F is layer 1)	12,5	12,5	Insulation	39	60
	12,5	12,5	Panel	49	66
	15	12,5	Insulation	45	71
	15	12,5	Panel	55	78
Gypsum fibre board	12,5	-	Insulation	17	26
	12,5	-	Panel	24	29
	12,5	12,5	Insulation	39	50
	12,5	12,5	Panel	49	55
Particle board, $\rho_k \geq 500 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	19	19
	18	-	Panel	27	27
OSB, $\rho_k \geq 550 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	16	16
	18	-	Panel	21	21
Softwood plywood, $\rho_k \geq 400 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	12	12
	18	-	Panel	16	16
Solid wood panels, $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	17	17
	18	-	Panel	26	26
LVL, $\rho_k \geq 480 \text{ kg/m}^3$	27	-	Insulation	29	29
	27	-	Panel	41	41

where:
 ρ_k is the characteristic density, in kg/m^3
^a Layer 1 is at the fire exposed side
^b The unexposed side for layers may be backed by panel or plane timber member.

Table 6.2 – Start time of charring t_{ch} and the failure time of the fire protection systems $t_{f,pr}$ horizontally orientation (e.g. floors)

Panels	Thickness of the fire protection system h_p [mm] ^a		Layers backed by ^b	Start of charring t_{ch} [min]	Failure time $t_{f,pr}$ [min]
	layer 1 h_1	layer 2 h_2			
Gypsum plaster board type A	12,5	-	Insulation	17	17
	12,5	-	Panel	19	19
	12,5	12,5	Insulation	26	29
	12,5	12,5	Panel	32	32
Gypsum plaster board type F	12,5	-	Insulation	17	25
	12,5	-	Panel	24	28
	15	-	Insulation	22	28
	15	-	Panel	30	31
	18	-	Insulation	28	32
	18	-	Panel	35	35
	12,5	12,5	Insulation	39	52
	12,5	12,5	Panel	49	57
	15	15	Insulation	50	60
	15	15	Panel	60	66
	18	18	Insulation	63	69
	18	18	Panel	75	76
Gypsum plaster board type F+A (type F is layer 1)	12,5	12,5	Insulation	39	52
	12,5	12,5	Panel	49	58
	15	12,5	Insulation	45	56
	15	12,5	Panel	55	62
Gypsum fibre board	12,5	-	Insulation	17	23
	12,5	-	Panel	24	25
	12,5	12,5	Insulation	39	46
	12,5	12,5	Panel	49	51
Particle board, $\rho_k \geq 500 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	19	19
	18	-	Panel	27	27
OSB, $\rho_k \geq 550 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	16	16
	18	-	Panel	21	21
Softwood plywood, $\rho_k \geq 400 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	12	12
	18	-	Panel	16	16
Solid wood panels, $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$	18	-	Insulation	17	17
	18	-	Panel	26	26
LVL, $\rho_k \geq 480 \text{ kg/m}^3$	27	-	Insulation	29	29
	27	-	Panel	41	41

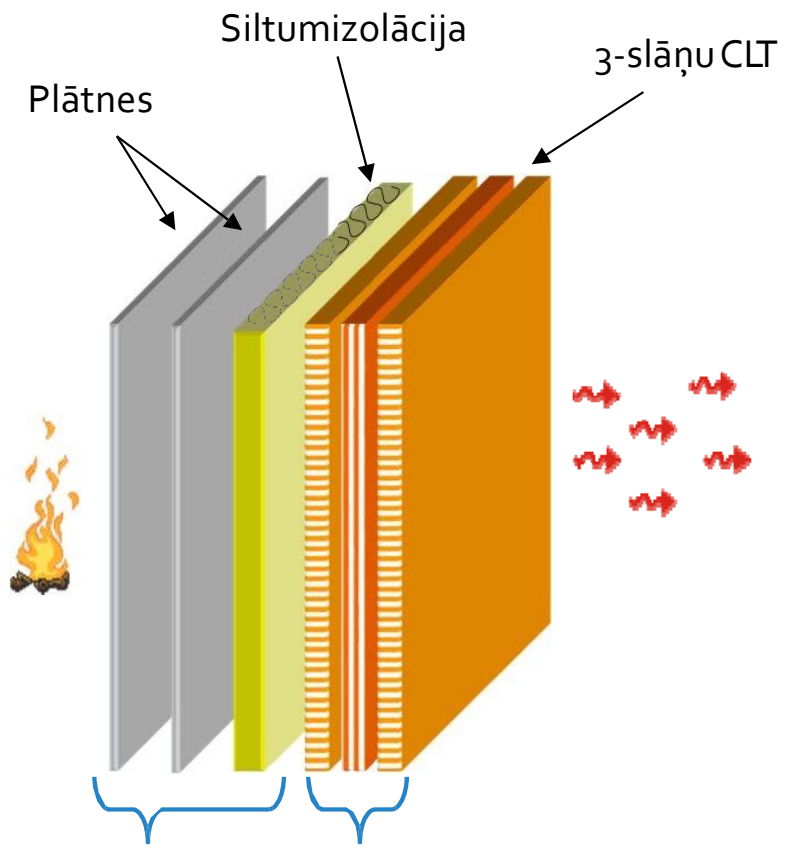
where:
 ρ_k is the characteristic density, in kg/m^3
^a Layer 1 is at the fire exposed side
^b The unexposed side for layers may be backed by panel or plane timber member.



Aprēķina piemērs

Norobežojošās funkcijas metode

$$t_{ch} = \sum t_{prot, cladding}$$



Uguns aizsardzības sistēma $T_{prot} = 270^{\circ}\text{C}$

Aizsargāts CLT $T_{ch} = 300^{\circ}\text{C}$

$$t_{prot,i} = (t_{prot,0,i} \cdot k_{pos,exp,i} \cdot k_{pos,unexp,i} + \Delta t_i) \cdot k_{j,i}$$

Nr	Materiāls	Aizsardzības laiks $t_{prot,i}$	Aizsardzības laiku summa
		min	min
1	F tipa ģipškartons (GtF)	30	30
2	F tipa ģipškartons (GtF)	11,3	41,3
3	Akmens minerālvate (SW)	28,7	69,9
4	CLT		

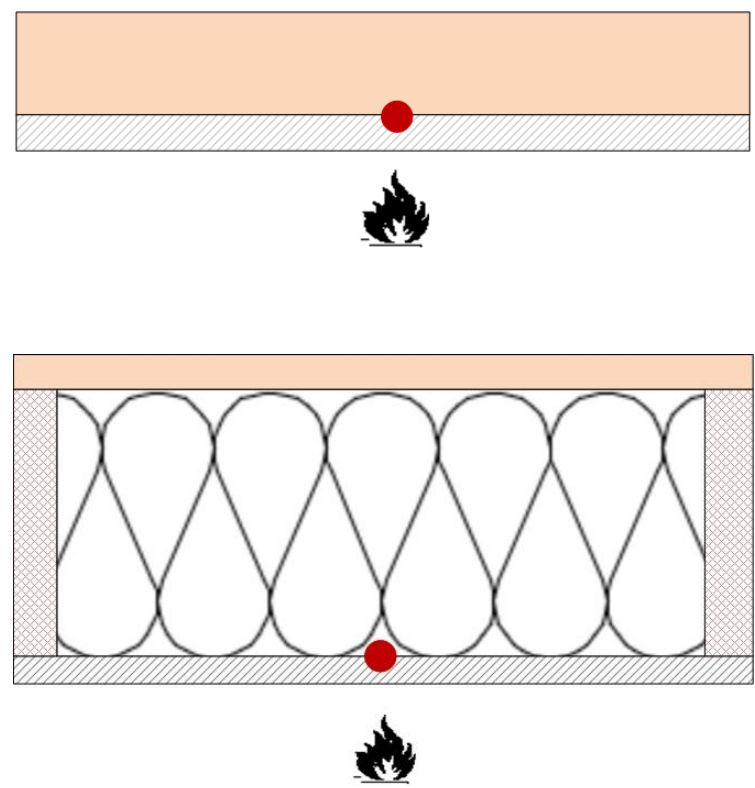
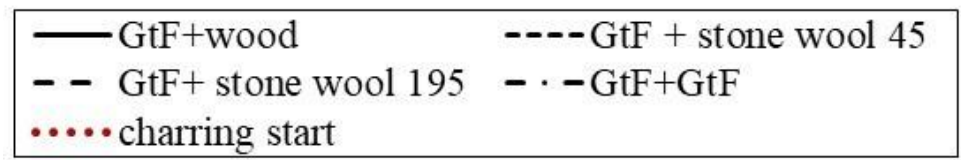
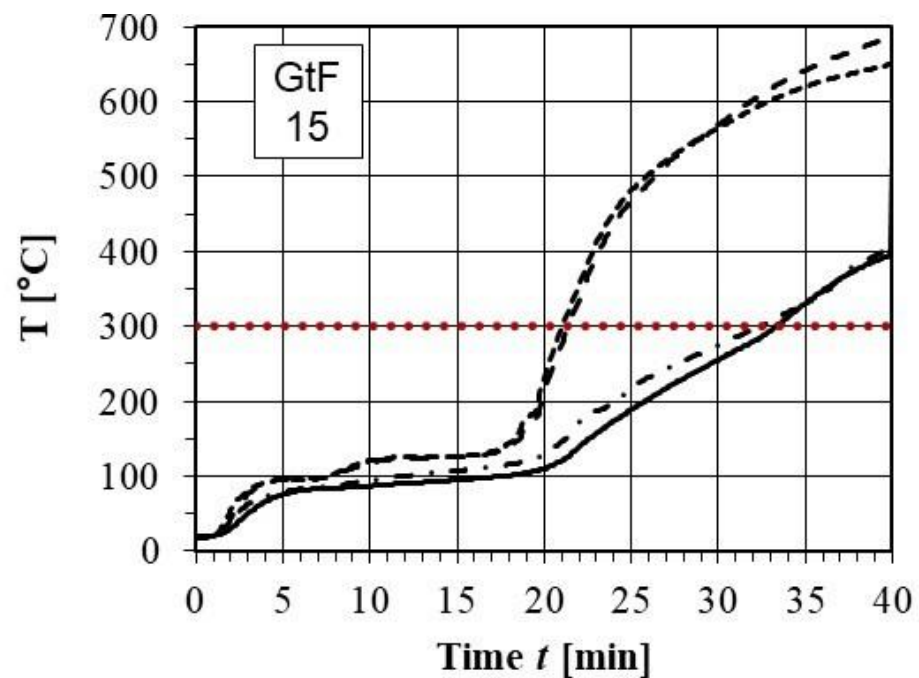
$$t_{ch} = \min \left\{ \begin{array}{l} \sum t_{prot} \\ t_f \end{array} \right.$$

Aprēķina piemērs

Pārogļošanās sākuma salīdzinājums
Minerālvate un koksne

$$t_{prot} = t_{prot,0} * k_{pos,unexp}$$

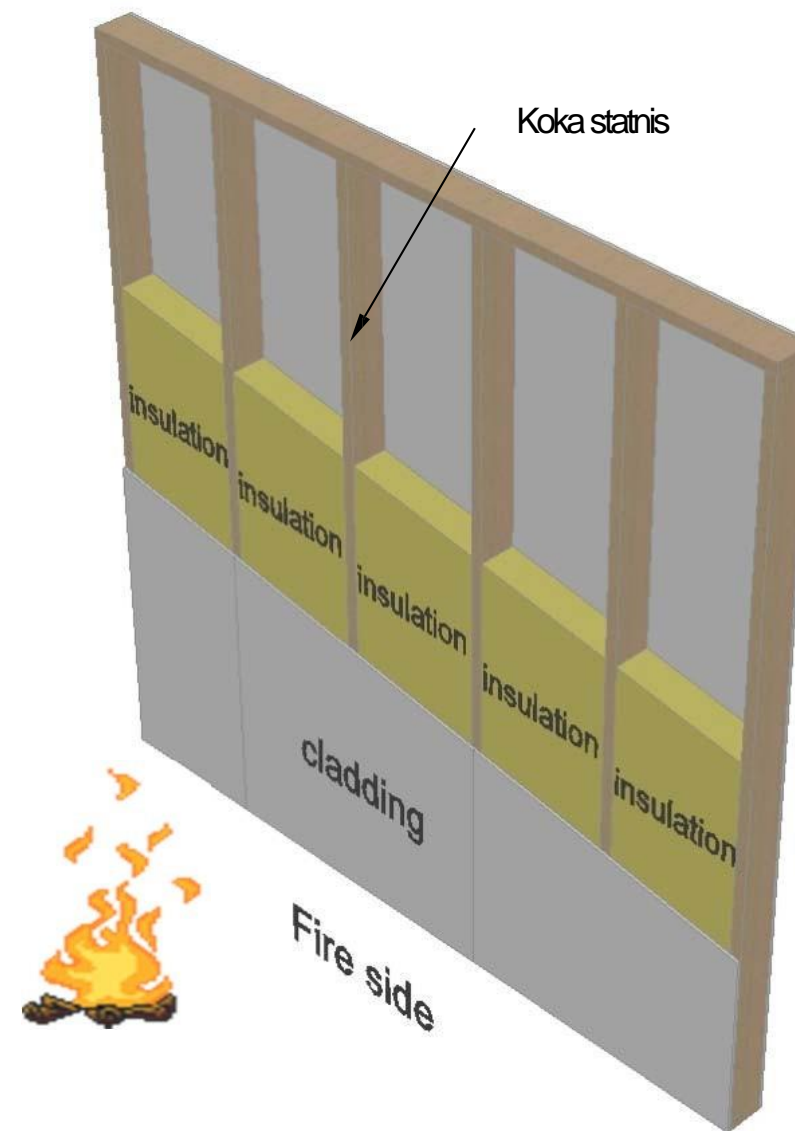
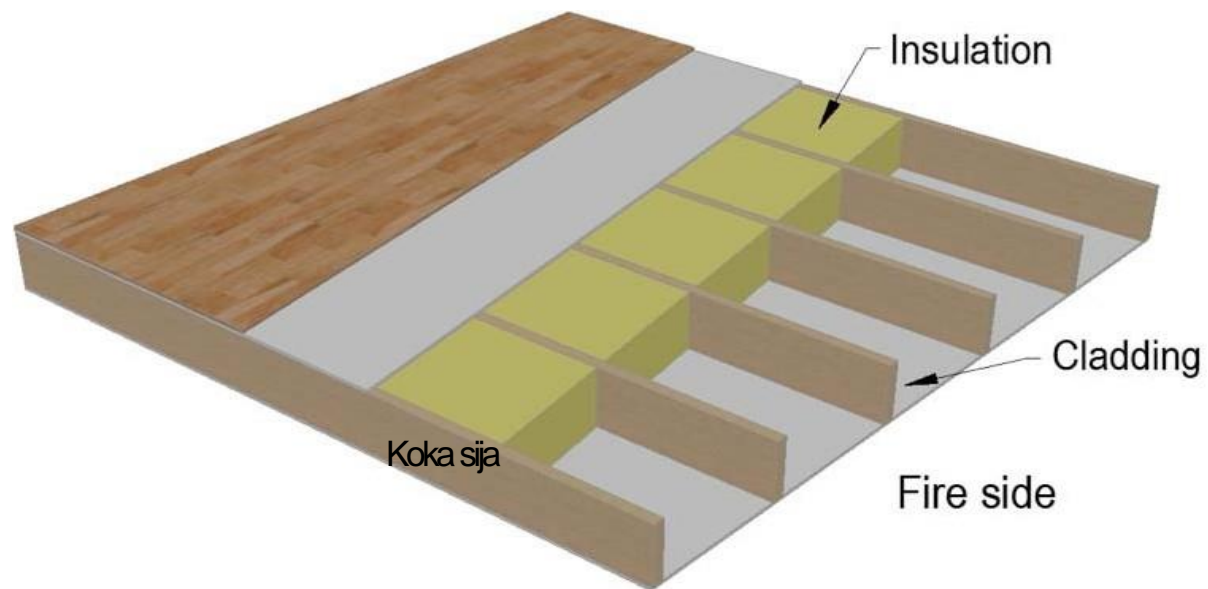
Norobežojošās funkcijas metode



$$k_{pos,unexp} = 1$$

$$k_{pos,unexp} < 1$$

Koka karkasa konstrukciju projektēšana



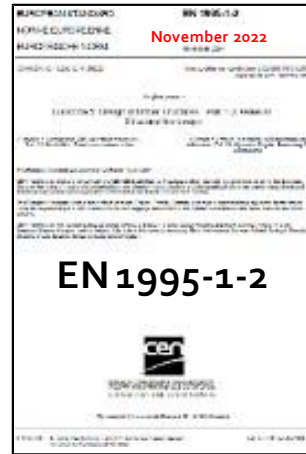
V. Schleifer, „Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall“, [Diss. ETH Zürich, 2009.](#)

A. Frangi, V. Schleifer, M. Fontana: "Design model for the verification of the separating function of light timber frame assemblies", *Engineering Structures* 2010; 32: 1184–1195, DOI: [10.1016/j.engstruct.2009.12.044.](#)

A. Just, J. Schmid (eds) (2018), *Improved fire design models for Timber Frame Assemblies – Guidance document*, COST Action FP1404, Zürich, Switzerland.

Koka karkas konstrukciju projektēšana

Norobežojošās funkcijas metode// siltumizolācijas veiktspēja



Aizsardzības līmenis PL	Siltumizolācijas materiāls	Blīvums
PL 1	Akmens minerālvate	≥ 26 kg/m ³
PL 2	Stikla minerālvate	≥ 14 kg/m ³
	Kokšķiedru vate	≥ 50 kg/m ³
	Celulozes šķiedru vate	≥ 50 kg/m ³
PL 3	XPS	-
	EPS	-
	PUR	-
	PIR	-
	Nepārbaudīts izolācijas materiāls	-

Protection level PL can be assessed according to Annex D of prEN 1995-1-2:2004.

Kopsavilkums par azsargātu koka konstrukciju degšanu

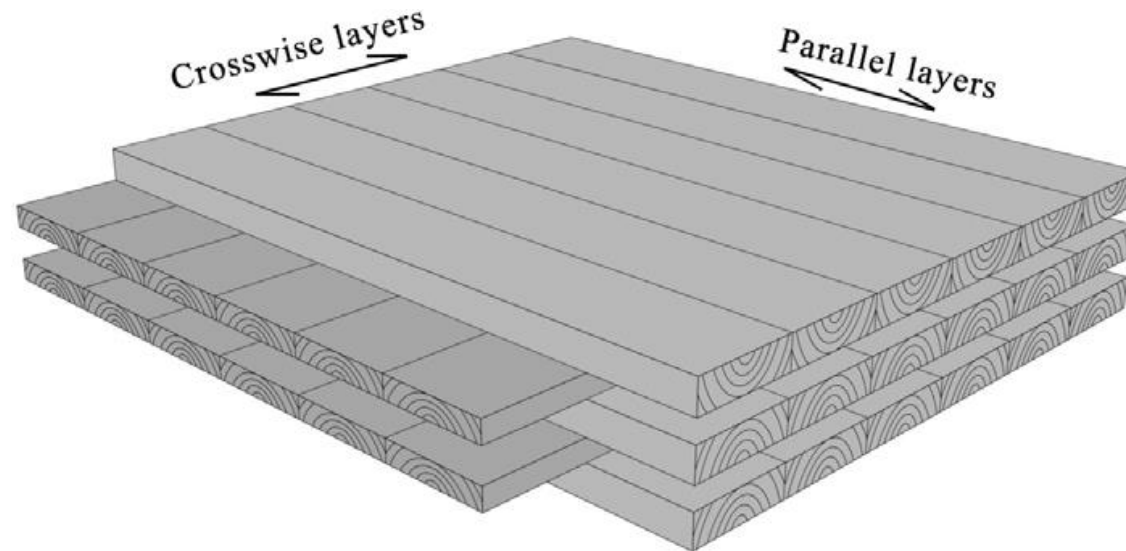
- Atšķirīgās pārogļošanās fāzes ir atkarīgas no izmantotās uguns aizsardzības sistēmas
- Aizsardzības sistēmas aizmugurē esošais materiāls, kā arī sistēmas stiprinājumi ietekmē pārogļošanās sākuma un sistēmas sabrukšanas laikus būtiski
- Pārogļošanās sākuma un uguns aizsardzības sistēmu sabrukšanas laikus var meklēt EN 13381-7
- Pamata pārogļošanās sākuma laikus iespējams aprēķināt, izmantojot «Norobežojošās funkcijas metodi»
- Pamata vērtības ģipškartona plākšņu sabrukšanas laikiem būs EN 1995-1-2:2025.


Pāroģlotu slāņu nokrišanas ietekme



CLT plātnes pēc 55 minūšu ISO-uguns iedarbes

Krusteniski līmētas konstrukciju plātnes (CLT)



- CLT izgatavo no koka dēļiem, kurus parasti sakārto krusteniski orientētās kārtās un kārtas salīmē
 - CLT ir ar 3, 5, 7 un vairāk dēļu slāņiem  Atšķirības no masīvas koksnes
 - Dēļu platums ir robežās no 80 līdz 240 mm
 - Dēļu biezums ir sākot no 10 līdz 35 mm
- Slāņveida šķērs griezumam
 - Savienojumi

Video ar pārņūlota slāņa nokrišanu



Pārogloto slāņu nokrišana

Pārogloto slāņu nokrišana ir atkarīga no dažādiem faktoriem, piemēram:

- Izmantotās līmes
- Slāņu sakārtojuma
- Lameļu biezuma
- Salīmēšanas kvalitātes
- ...



Uguns iedarbei pakļautu CLT konstrukciju projektētā uzvedība (ar vai bez) pāroglotā slāņa nokrišanas ir obligāti jāņem vērā projektējot šāda veida konstrukcijas

CLT ugunsizturība

1

Pārogļojuma dziļuma aprēķins



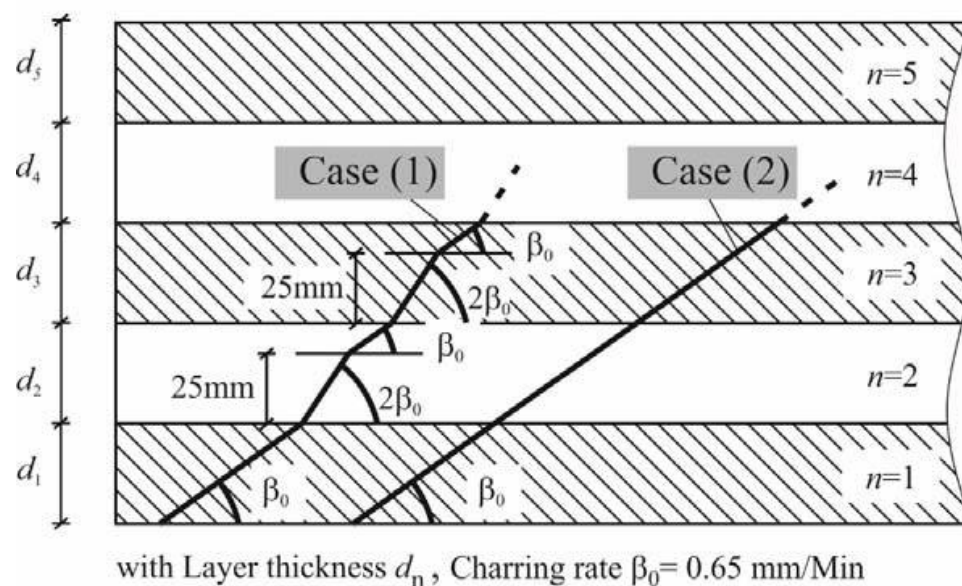
2

Efektīvā šķērsriezuma aprēķins



Vienkāršots pārogļošanās modelis (soļu modelis) pēc EN 1995-1-2 līdzības

Ugunsizturības projektēšana:



A. Frangi, M. Fontana, E. Hugi, R. Jöbstl: “Experimental analysis of cross-laminated timber panels in fire”, *Fire Safety Journal* 2009; 44: 1078–1087, DOI: [10.1016/j.firesaf.2009.07.007](https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.07.007).

1. Gadījums

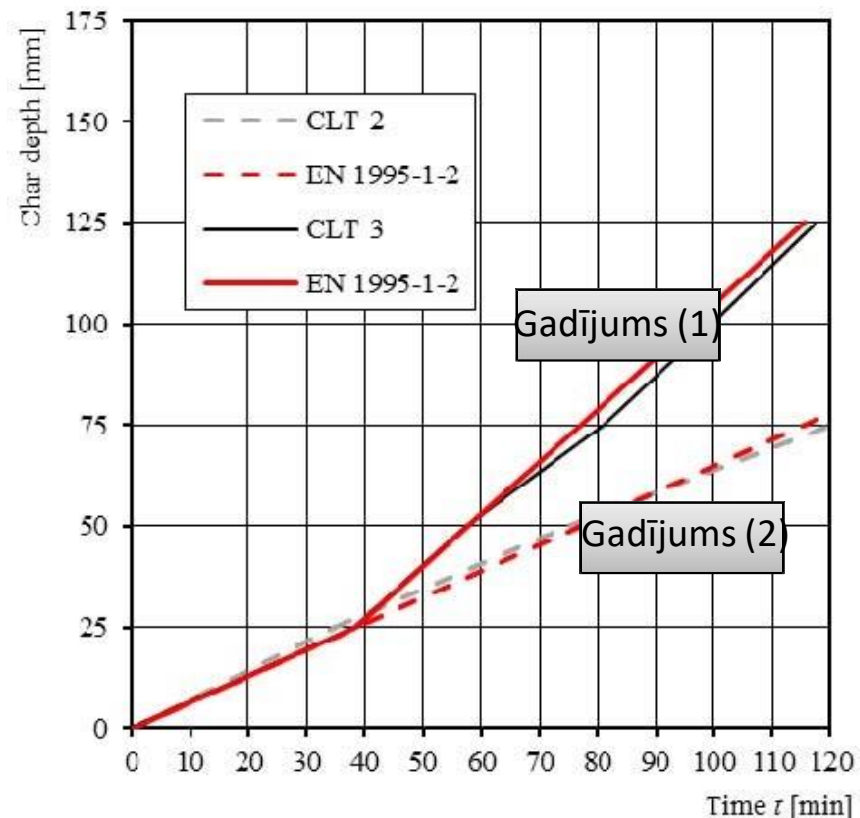
- 1. slānis: vienvirziena pārogļošanās ar ātrumu
 $\beta_0 = \mathbf{0.65 \text{ mm/min}}$
- 1. slāņa nokrišanas gadījumā:
 $\mathbf{2 \cdot \beta_0 = 1.3 \text{ mm/min}}$
kad 25mm pārogļojuma slānis ir izveidojies

2. Gadījums

- Ja 1. slānis nenokrīt:
 $\beta_0 = \mathbf{0.65 \text{ mm/min}}$

CLT uguns testu salīdzinājums ar EN 1995-1-2 modeli

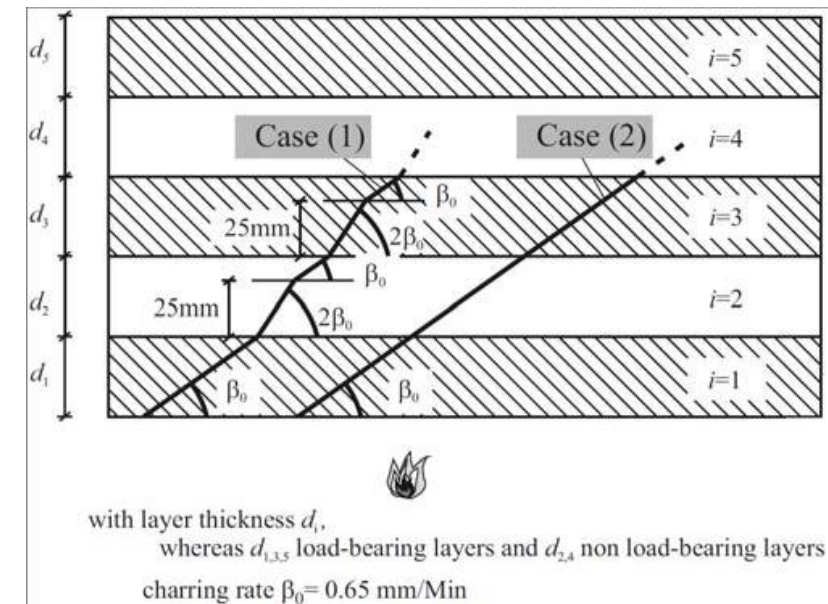
Ugunsizturības projektēšana:



Piezīmes:

Gadījums (1): PUR 1

Gadījums (2): PUR 2 (deg līdzīgi masīvai koksnei)

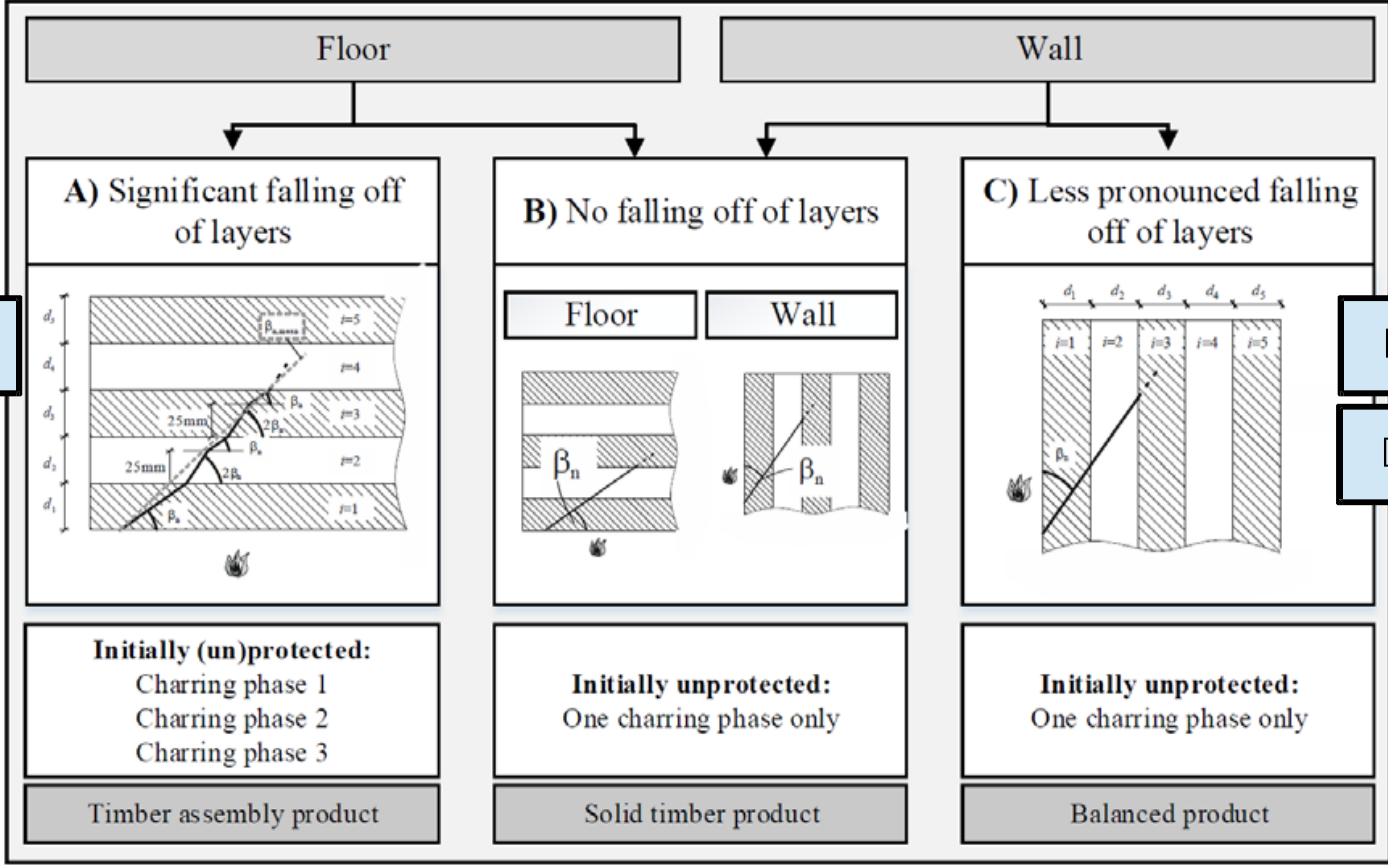
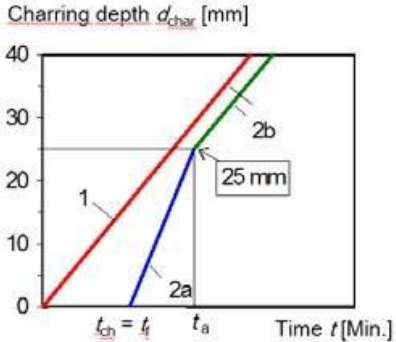


Ļoti laba līdzība starp teorētisko EN 1995-1-2 modeli un testa rezultātiem

Eiropas pārņemšanas modeļa izmantošana CLT ugunsizturības aprēķinos

1 Pārņemšanas aprēķini

«Soļu modelis»



$\beta_n = 0.78$ mm/min

$\beta_n = 0.65$ mm/min

$\beta_n = 0.65$ mm/min

CLT ugunsizturība

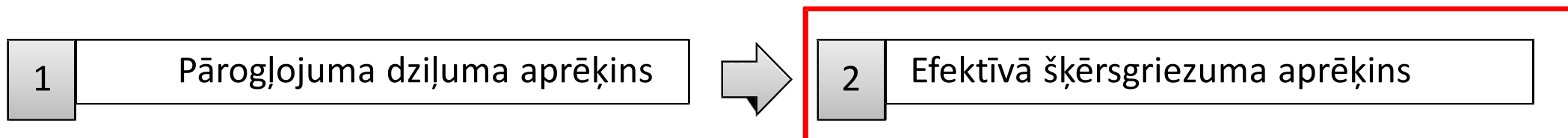


Foto: ETH

Efektīvā šķērsriezuma metode

2

Efektīvā šķērsriezuma aprēķins

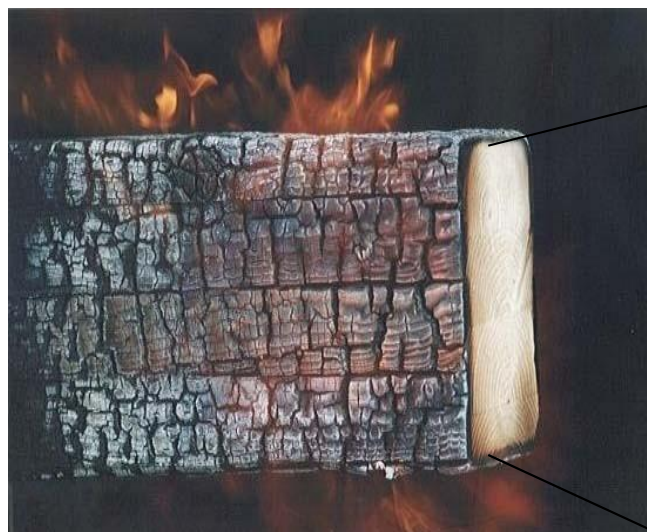
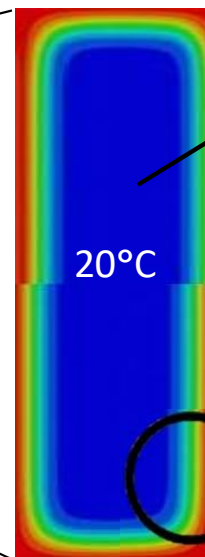


Foto: FIT



«aukstā»
šķērsriezuma
vidusdaļa



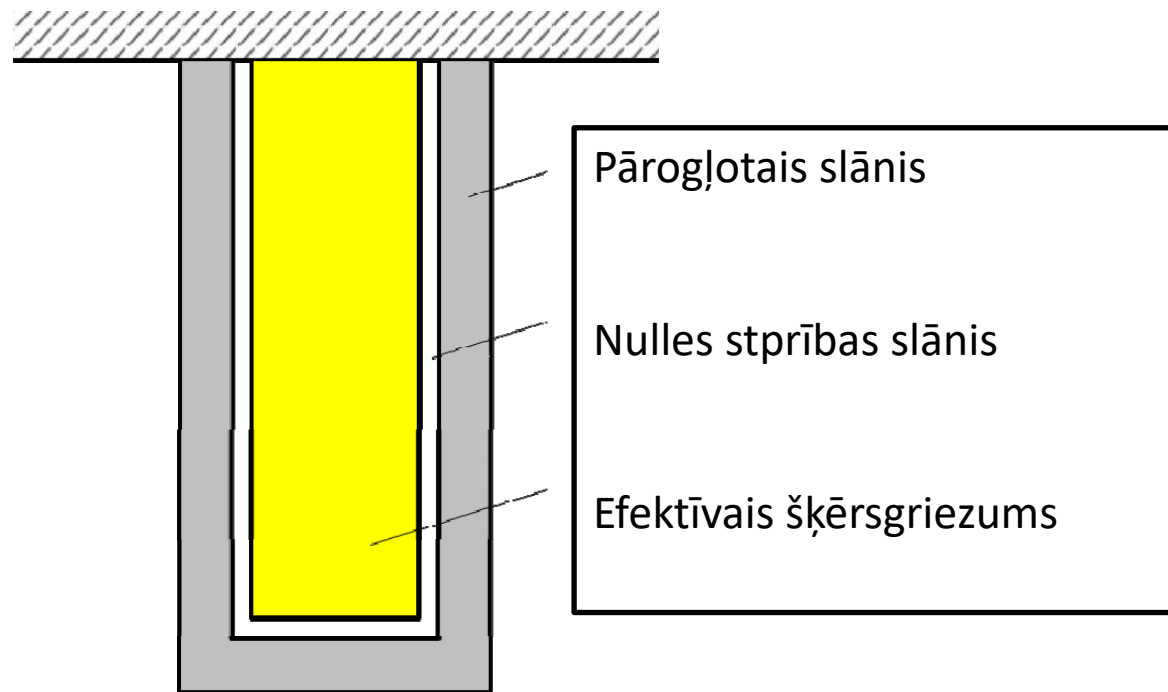
Bild: träguiden.se

Jāņem vērā sakarsusī koksne ar samazinātū nestspēju aiz
pārogļotā slāņa.
Šo vietu sauc par «nules-stiprības-slāni» (ZSL) d_0 .

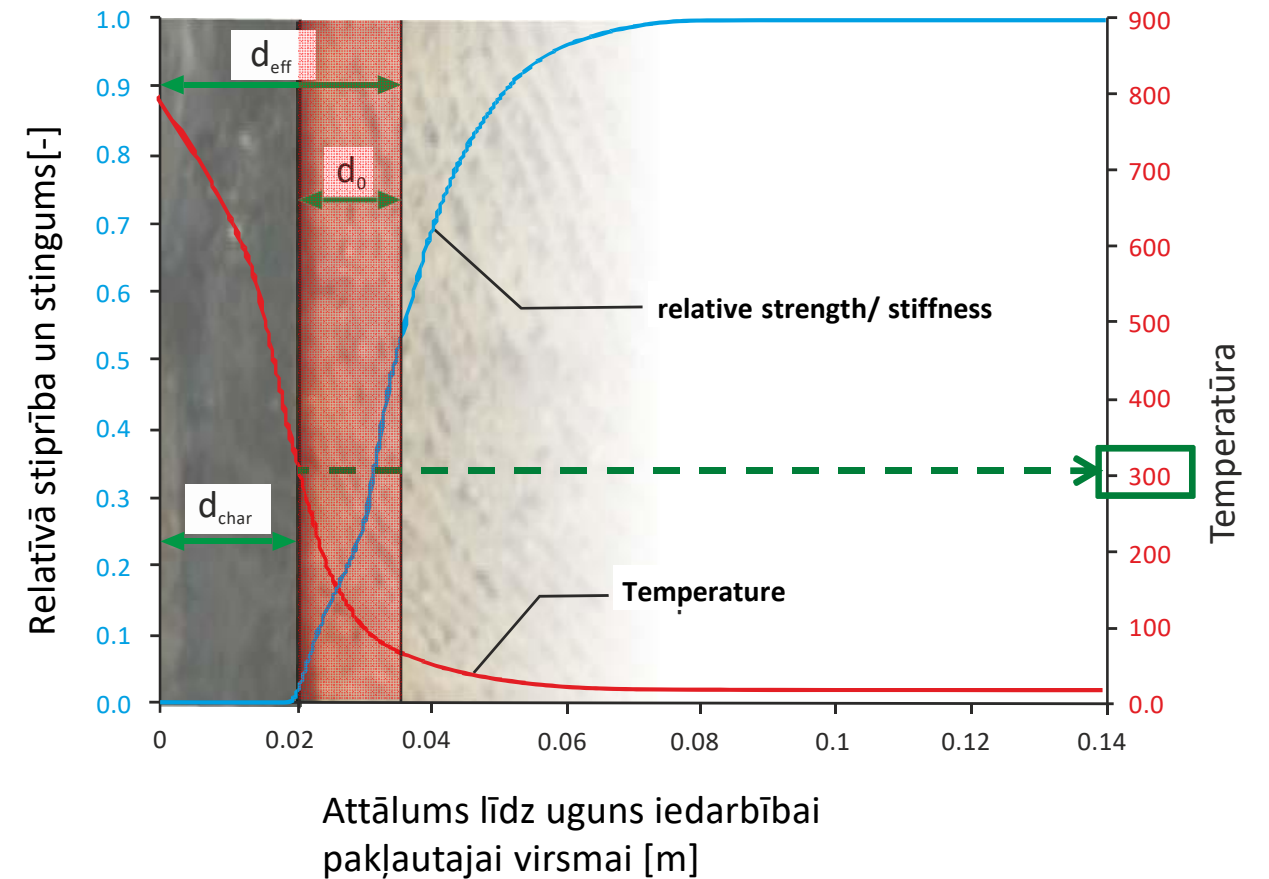
Efektīvā šķērsriezuma metode

2

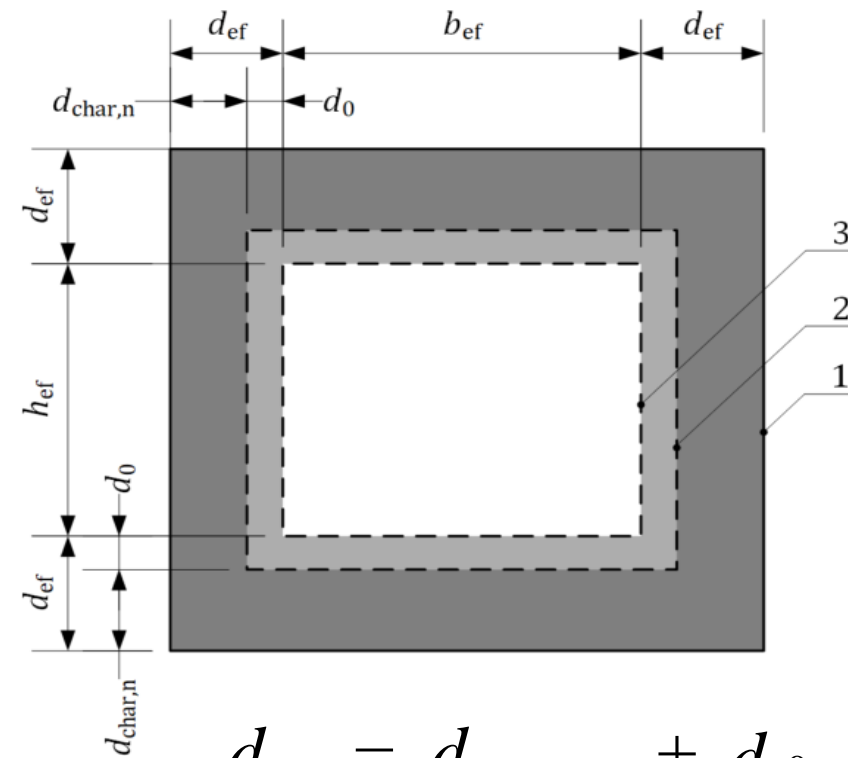
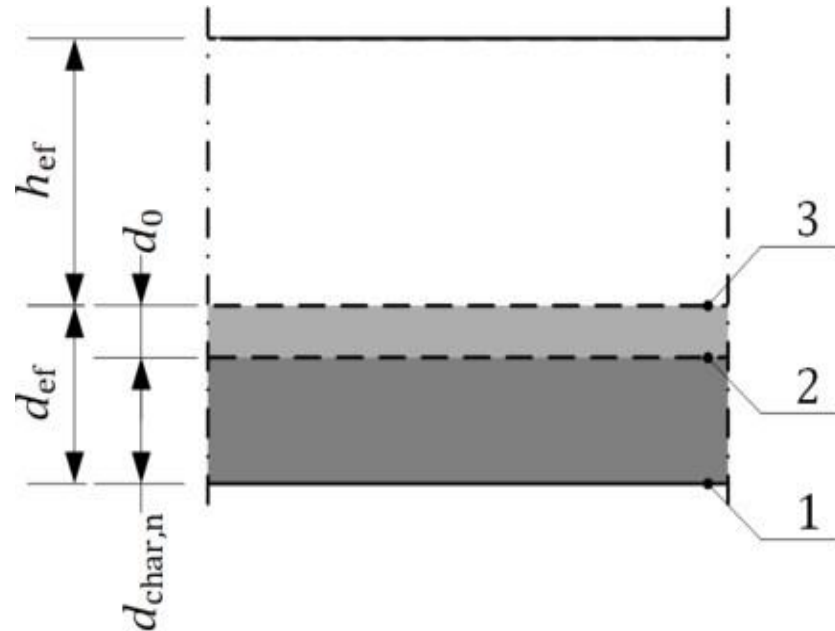
Efektīvā šķērsriezuma aprēķins



d_0 ir slānis, kas koriģē konstrukcijas stiprības un stinguma pazemināšanos sakarsušā koksne



Efektīvā šķērsriezuma metode: prEN 1995-1-2:2021



1 Uguns iedarbei pakļautā puse

2 Atlikušais šķērsgriezums

3 Efektīvais šķērsgriezums

d_0 Nulles stiprības slāņa biezums

$d_{char,n}$ Iedomātais pāroģlotā slāņa biezums

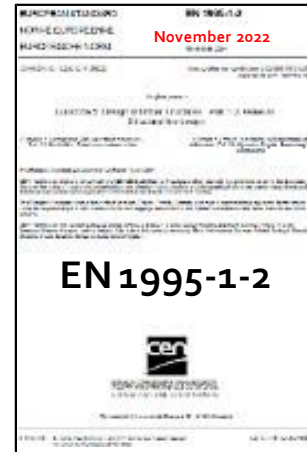
d_{ef} efektīvais pāroģlotā slāņa biezums

k_{side} Uguns iedarbei pakļauto virsmu skaits

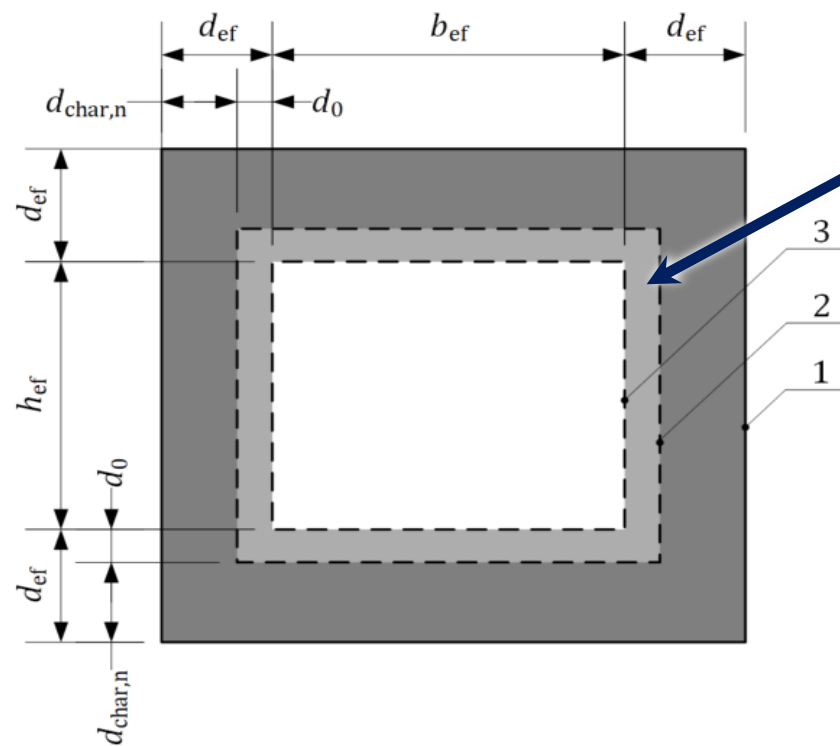
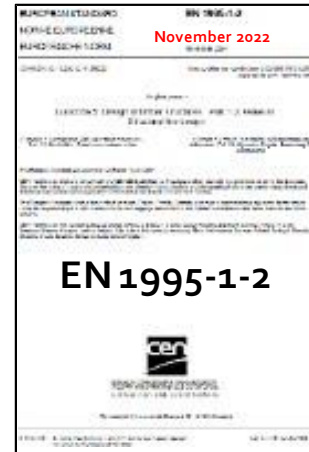
$$d_{ef} = d_{char,n} + d_0$$

$$b_{ef} = b - k_{side} \cdot d_{ef}$$

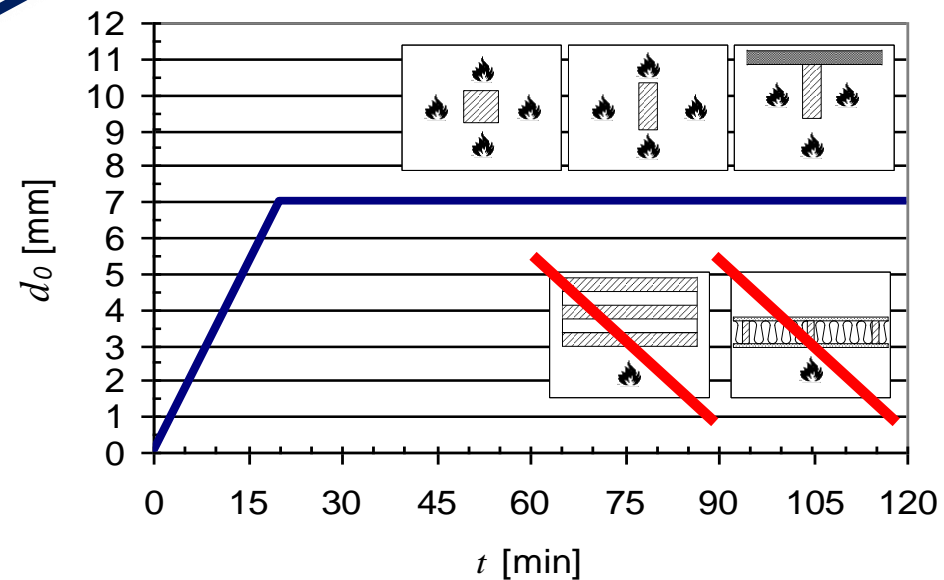
$$h_{ef} = h - k_{side} \cdot d_{ef}$$



Nulles stiprības slāņa biežums saskaņā ar EN 1995-1-2:2004



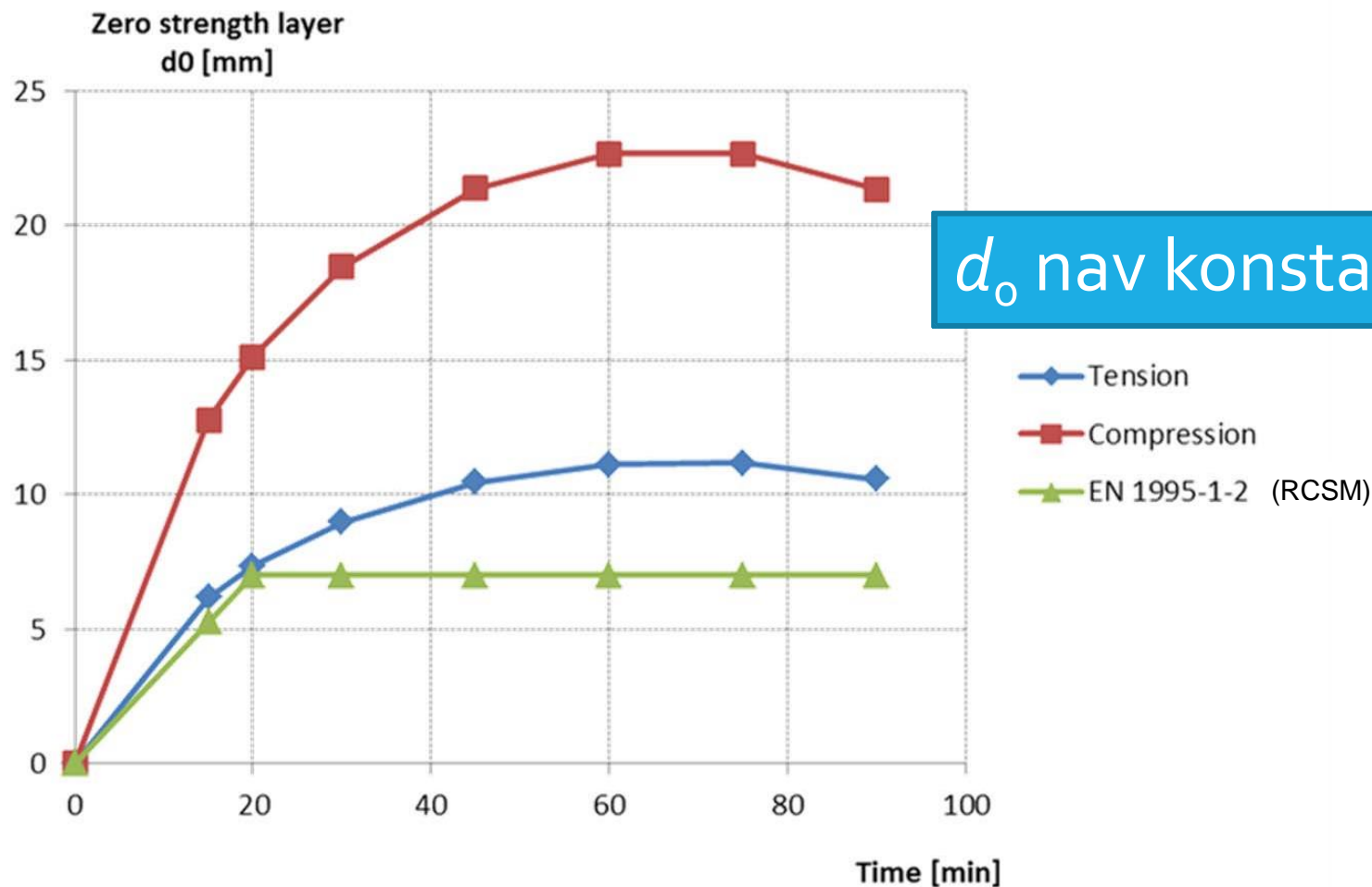
Nulles stiprības slānis d_0



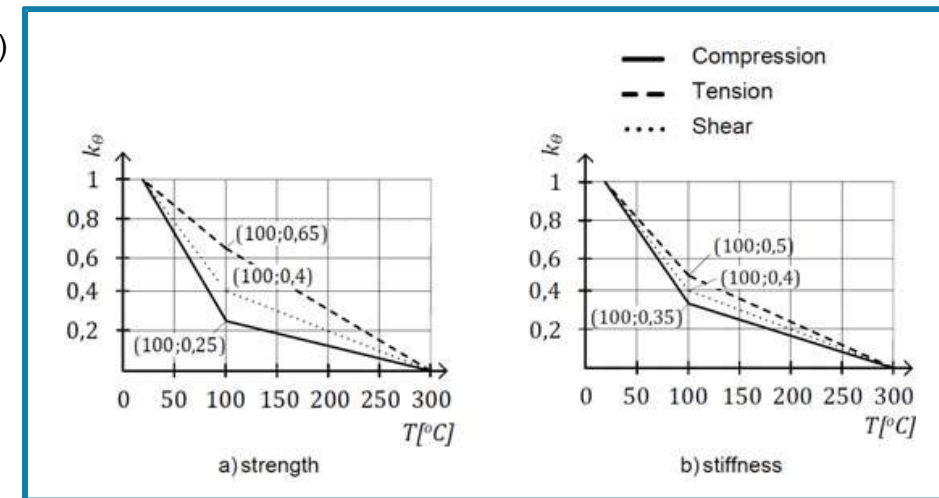
$$h_{ef} = h - 2d_{char,n} - 2d_0$$

Efektīvā šķērsriezuma metode : prEN 1995-1-2:2021

Matemātikajos modeļos noteiktie nulles stiprības slāņu biezumi

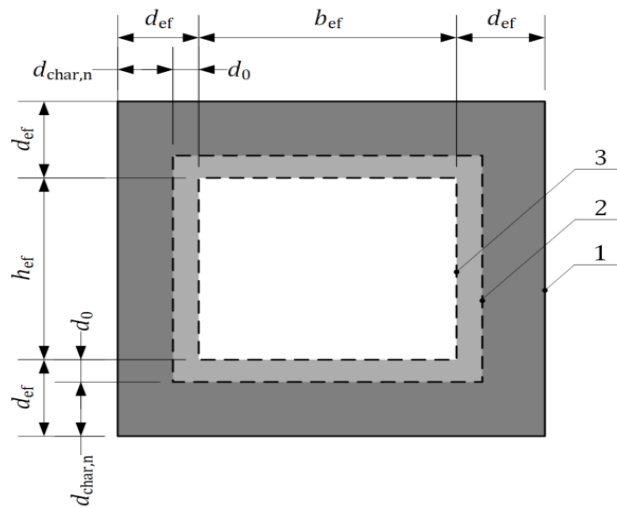


d_0 nav konstanta vērtība!



Efektīvā šķērsriezuma metode: prEN 1995-1-2:2021

Nulles stiprības slāņa biezums lineārām konstrukcijām (piemēram kārtās līmētajām sijām)



Ja standartos nav noteikts citādi, tad nulles stiprības slāņa biezumu d_0 lineāriem konstrukciju elementiem jāpieņem šādu:

$$d_0 = 14 \text{ mm}$$

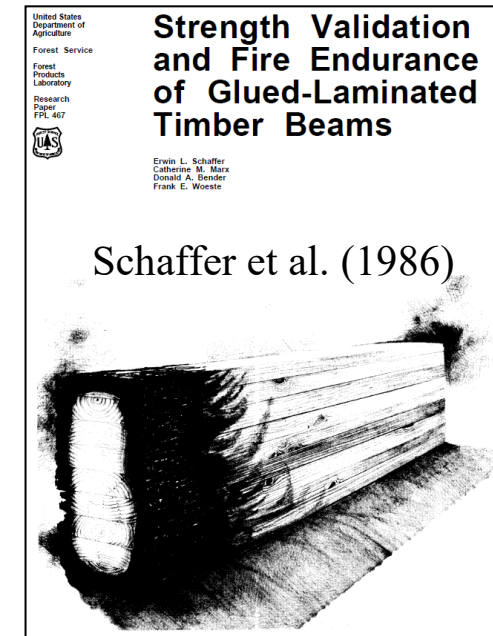
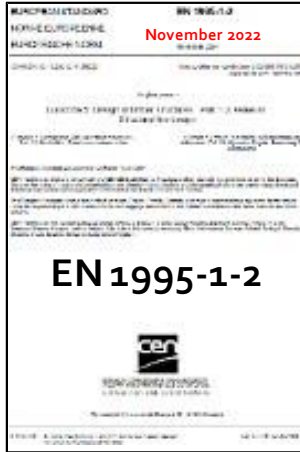
Lineāriem konstrukciju elementiem, kuri pamatā tiek slogoti stiepē vai liecē nulles stiprības slāni var pieņemt šādu:

$$d_0 = 10 \text{ mm}$$

Pamatojums:

J. Schmid, J. König, A. Just, "The Reduced Cross-Section Method for the design of timber structures exposed to fire - Background, limitations and new developments", Structural Engineering International, 2012, Vol. 22. - pp. 514-522,

DOI: [10.2749/101686612X13363929517578](https://doi.org/10.2749/101686612X13363929517578)

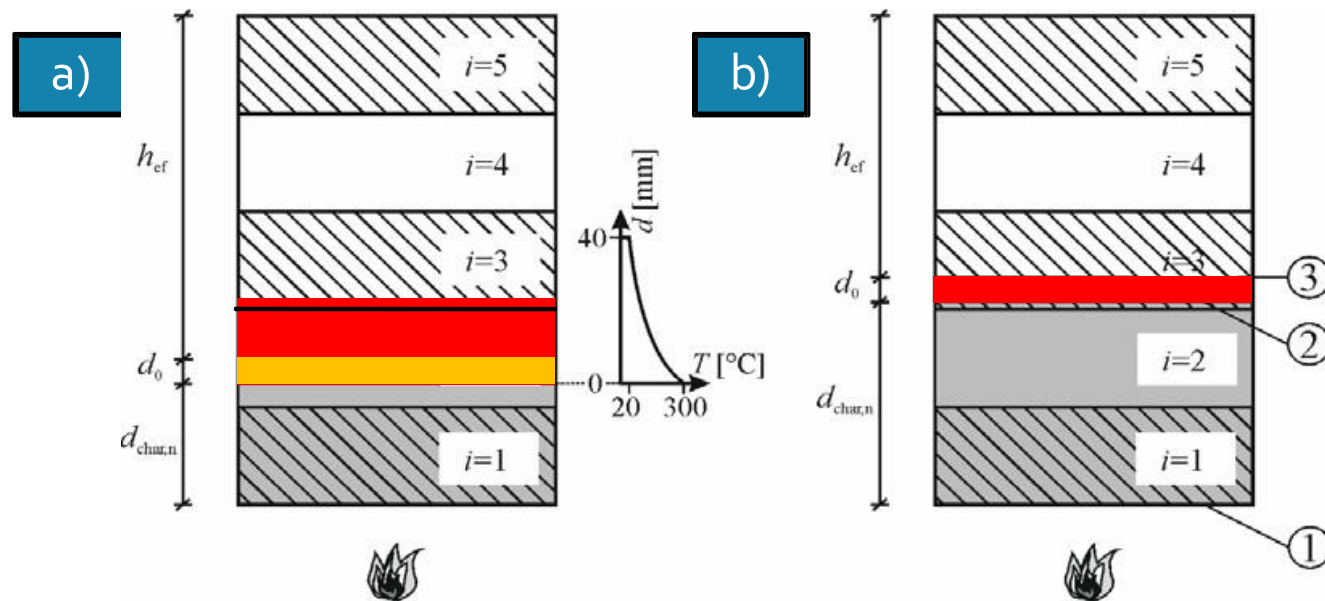
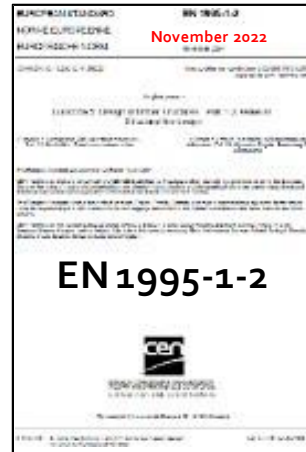


Efektīvā šķērsriezuma metode : prEN 1995-1-2:2021

CLT ir dažādi «nulle stiprības slāņi (ZSL)»:

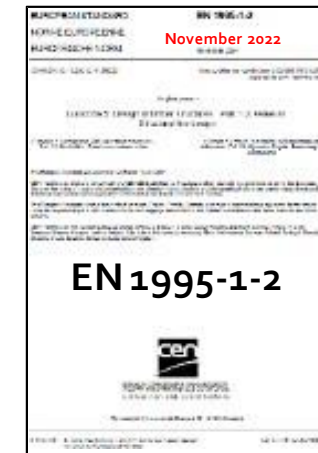
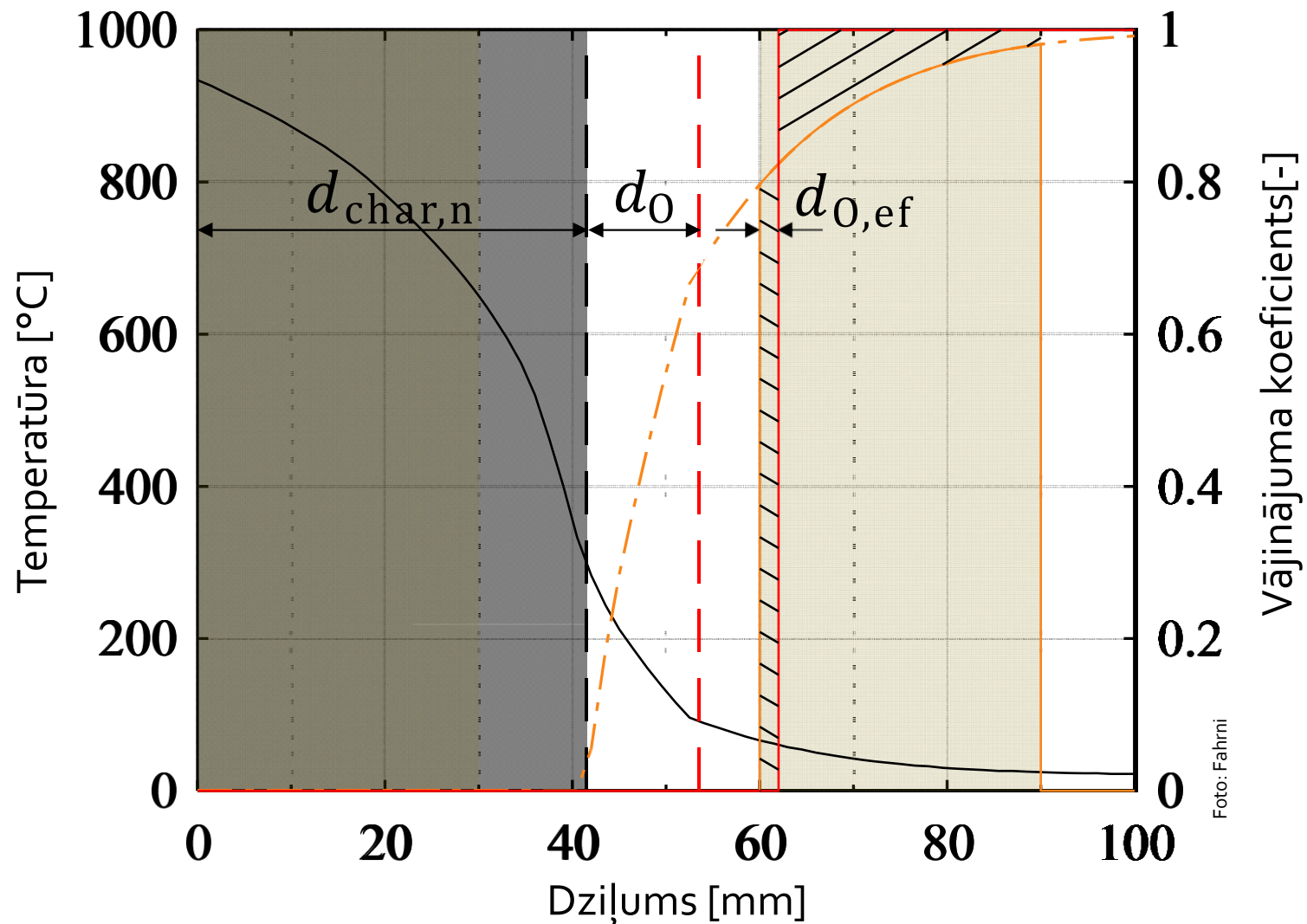
a) ZSL atrodas šķērsām orientētajā slānī, tādēļ nav efekta («neko nesamazina»)

b) ZSL atrodas garenvirzienā orientētajā slānī un samazina nestspēju



Efektīvā šķērsriezuma metode : prEN 1995-1-2:2021

Dažādie nulles stiprības slāņi CLT plātnēs:



Efektīvā šķērsgriezuma metode: prEN 1995-1-2:2021

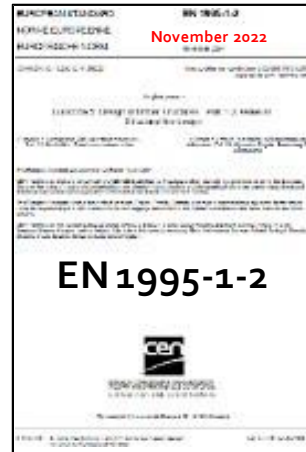
2

Efektīvā šķērsgriezuma aprēķins

1. pieeja: Projektēšana izmantojot tabulētās vērtības

Nulles stiprības slāņa biezums dažādām CLT konfigurācijām (neaizsargāts)

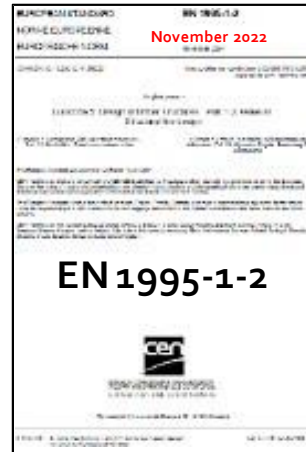
	$d_{char} = 20 \text{ mm}$ (R 30 min)	$d_{char} = 39 \text{ mm}$ (R 60 min)	$d_{char} = 59 \text{ mm}$ (R 90 min)
CLT-konfigurācija			
20+20+20	2.0	7.0	n.a.
40+40+40	8.0	4.0	n.a.
20+20+20+20+20	3.0	9.5	5.0
40+20+20+20+40	6.0	5.0	8.0
40+20+40+20+40	5.0	6.0	9.0
40+30-40-30-40	5.0	5.0	3.0
40+40+40+40+40	5.0	5.0	2.0



Efektīvā šķērsriezuma metode : prEN 1995-1-2:2021

2

Efektīvā šķērsriezuma aprēķins



2. pieeja: Projektēšana izmantojot vispārīgo modeli «12 un 2»

Step

1

Calculate charring depth d_{char}

2

Calculate cross section h_{fi}

3

Charring in first¹⁾ layer?

yes

no

4

$d_0=7mm^2)$

$d_0=12mm$

5

Calculate cross-section $h_{fi} - d_0$

6

Calculated cross-section in transversal layer?

yes

no

7

reduce next layer by 2mm

8

h_{ef}

«12 un 2» modelis

- Paņēmienu var izmantot pārsegumu konstrukcijām
- Elastīgs priekš dažādām CLT kārtu konfigurācijām
- Viegli lietot
- Augsta precizitāte
- Droša un ekonomiska pieeja
- Izmanto arī aizsargātām CLT plātnēm

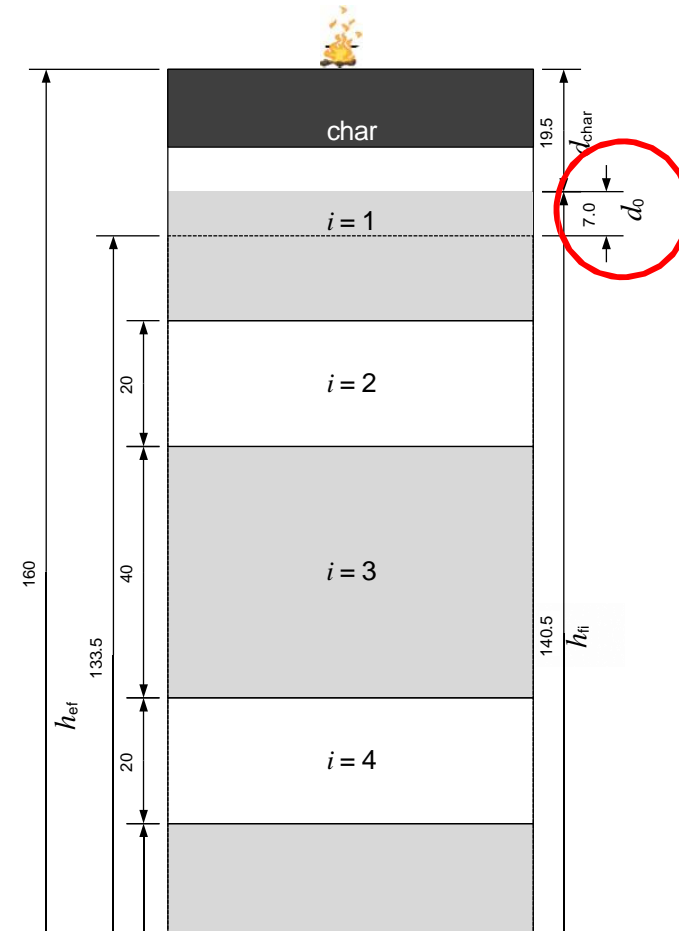
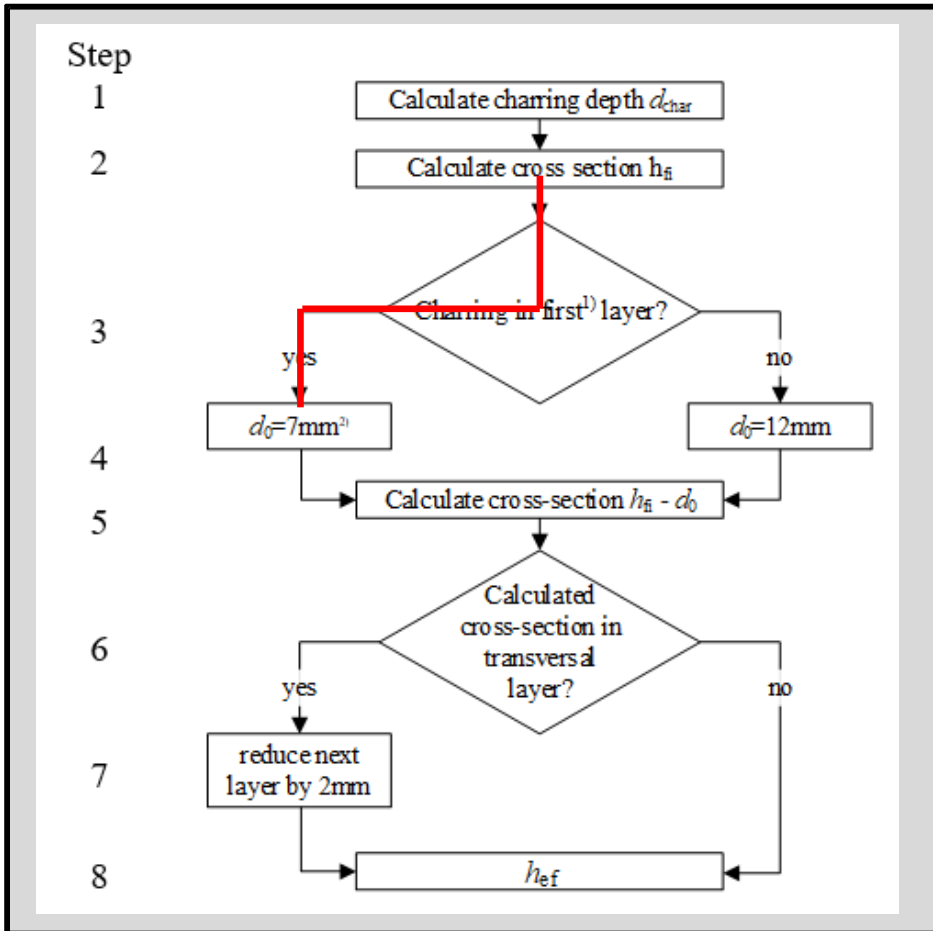
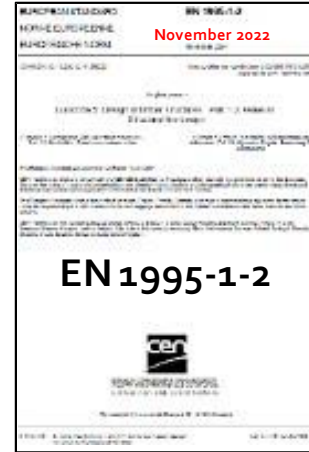
Efektīvā šķērsriezuma metode: prEN 1995-1-2:2021

2 Efektīvā šķērsriezuma aprēķins

2. pieeja : Projektēšana izmantojot vispārīgo modeli «12 un 2»

40+20+40+20+40

R30



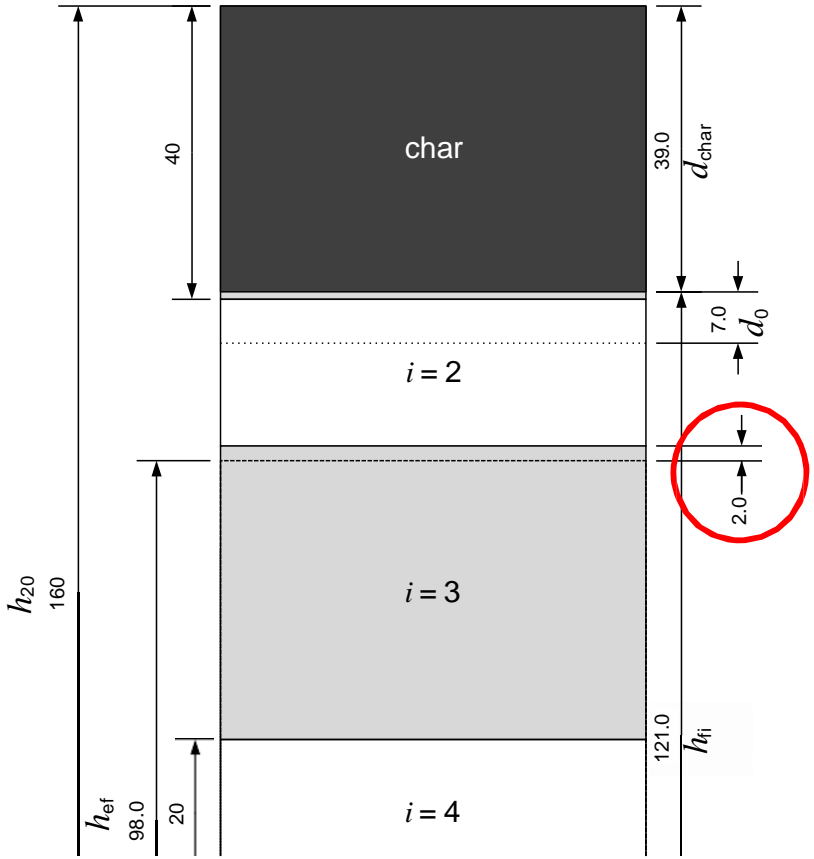
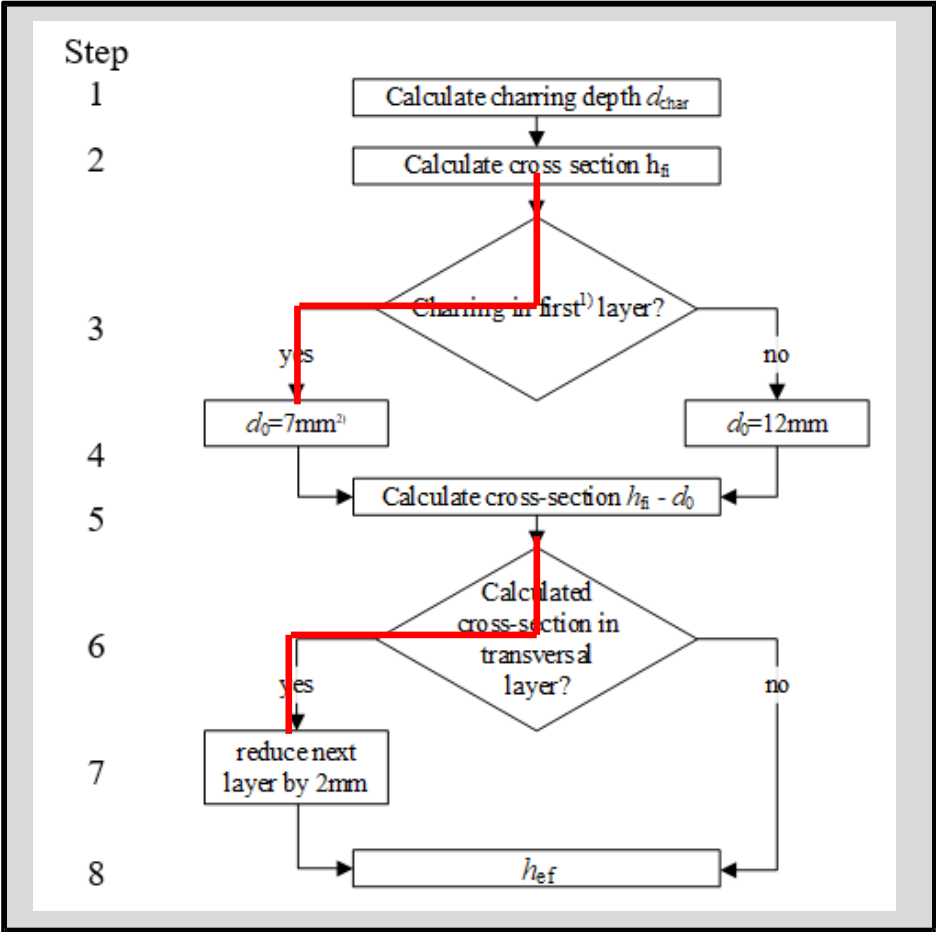
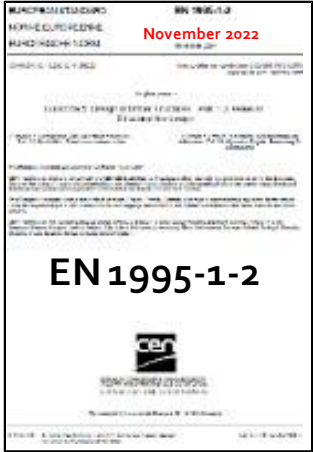
Efektīvā šķērsriezuma metode : prEN 1995-1-2:2021

2 Efektīvā šķērsriezuma aprēķins

2. pieeja : Projektēšana izmantojot vispārīgo modeli «12 un 2»

R60

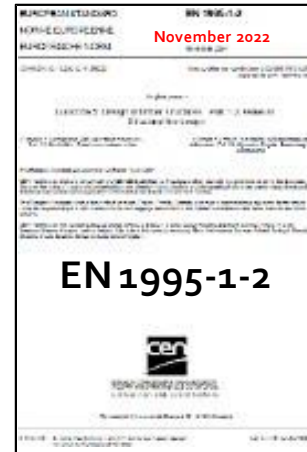
40+20+40+20+40



Efektīvā šķērsriezuma metode: prEN 1995-1-2:2021

CLT pārsegumu konstrukcijas: Nulles stiprības slāņa biezumi d_0

Fire exposure on	Floors	
	Initially unprotected	Initially protected
Tension side for first layer	7 ^a	12 ^a
Tension side for other layers	12 ^{a b}	
Compression side for first layer	10 ^c	16 ^c
Compression side for other layers	16 ^{c d}	
^a When d_{ef} is within a layer with grain perpendicular to the span direction, d_{ef} should be increased in order to reduce the following layer with grain parallel to the span direction at least by 2 mm.		
^b When d_{ef} is within a layer with grain parallel to the span direction, d_{ef} should at least as large to reduce this layer by 2 mm.		
^c When d_{ef} is within a layer with grain perpendicular to the span direction, d_{ef} should be increased in order to reduce the following layer with grain parallel to the span direction at least by 4 mm.		
^d When d_{ef} is within a layer with grain parallel to the span direction, d_{ef} should at least as large to reduce this layer by 4 mm.		



Dažas piebildes par **līmju veiktspēju**:

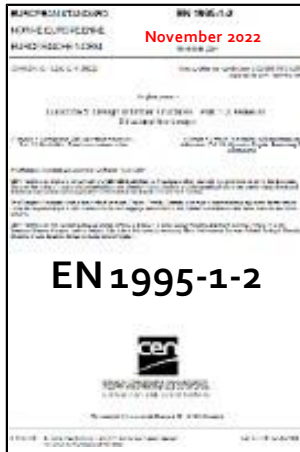
- Nodalīšana starp līmju grupām (PUR, MUF, u.c.) nav iespējama
[?] PUR 1 var uzrādīt pilnīgi pretēju veiktspēju kā PUR 2!
- Izmantotās līmes īpatnības būtu jāzina projektējot ugunsdrošas CLT plātnes
- Ja neesi pārliecināts par «savas līmes» veiktspēju, vari pajautāt mums!
- **prEN 1995-1-2 (2021): Ir pievienota jauna metode (glueline integrity in fire, GLIF) lai noteiktu un klasificētu līmes priekš lietošanas ugunsdrošās masīvkoka konstrukcijās, piemēram, CLT**

Izmaiņas Eirokodeksā

$$X_{d,fi} = k_{\ominus} \cdot k_{fi} \cdot X_k / \gamma_{M,fi}$$

- $X_{d,fi}$ Aprēķina stiprības un stinguma īpašību vērtības (galvenokārt f_k vai E_k) degšanas apstākļiem;
- X_k Raksturīgās stiprības un stinguma īpašību vērtības (galvenokārt f_k vai E_k) normāliem apstākļiem saskaņā ar EN 1995-1-1;
- k_{\ominus} temperatūras atkarības stiprības vai stinguma īpašību samazinājuma koeficients;
- k_{fi} Degšanas gadījuma modifikācijas koeficients stiprības un stinguma īpašībām;
- $\gamma_{M,fi}$ Materiāla īpašību parciālais drošības koeficients degšanas gadījumā

$$\gamma_{M,fi} = 1$$



Galvenā informācija par prEN 1995-1-2:2021

Izmaiņas Eirokodeksā

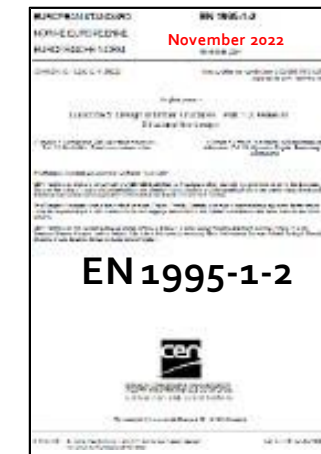
$$X_{d,fi} = k_{\ominus} \cdot k_{fi} \cdot X_k / \gamma_{M,fi}$$

k_{fi}

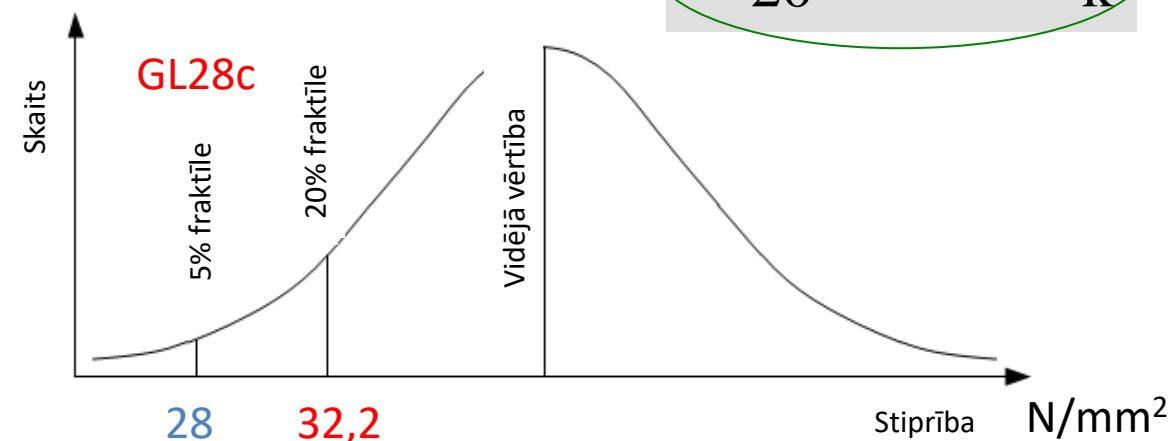
Masīva koksne	1,25
Kārtās līmēti zāgmateriāli, krusteniski kārtās līmētas koka plātnes	1,15
Koksnes plātnes	1,15
LVL	1,10
Konstrukciju savienojumi ar savienotājlīdzekļiem, kuri slogoti perpendikulāri to asīm un koka vai koksnes sānu plāksnēm	1,15
Konstrukciju savienojumi ar savienotājlīdzekļiem, kuri slogoti perpendikulāri to asīm un tērauda sānu plāksnēm	1,05
Konstrukciju savienojumi ar savienotājlīdzekļiem, kas slogoti paralēli to asīm	1,05

20 % fraktīle nesakarsušai koksnei

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$



$$f_{20} = k_{fi} f_k$$



Raksturīgā stiprība
Normālos apstākļos
Degšanas apstākļos

Galvenā informācija par prEN 1995-1-2:2021

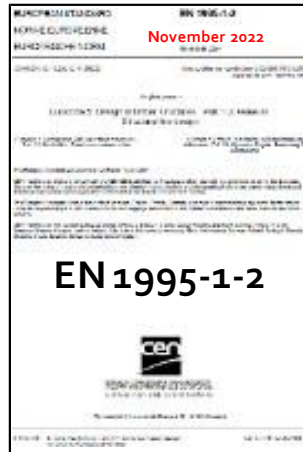
Izmaiņas Eirokodeksā

Galvenie uzdevumi

- Uzlabota Eirokodeksu lietošanas ērtība, praktizējošiem speciālistiem
- Samazināts nacionāli definēto vērtību apjoms
- Tālāka harmonizācija

Mērķis

- Pēc intensīvām diskusijām tehniskajā komitejā CEN/TC 250 tika definēts, ka Eirokodeksi ir paredzēti **kompetentiem ēku, būvju un ģeotehnisko būvju inženieriem.**



Galvenā informācija par prEN 1995-1-2:2021

Izmaiņas Eirokodeksā

1. Joma (uz ko attiecas dokuments)
2. Normatīvās atsauces
3. Termini, definīcijas un apzīmējumi
4. Projektēšanas pamati

Kopīga visiem
Eirokodeksiem EN 199x-
1-2

5. Materiālu īpašības
6. Tabulētie dati projektēšanai
7. Vienkāršotie projektēšanas paņēmieni
8. Uzlabotie projektēšanas paņēmieni

Pārogļšanās sākums,
aizsargpārklājumu
sabrukšanas laiks,
Pārogļšanās ātrums

Īpaši nosacījumi
Nulles stiprības slānis

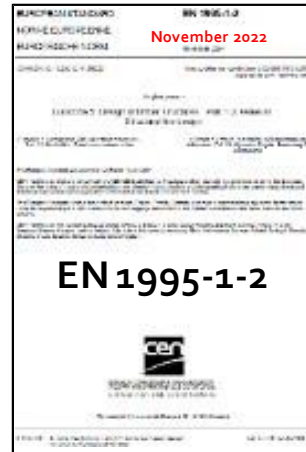
9. Detalizācija

Detalizācijas prasības

10. Konstrukciju savienojumi

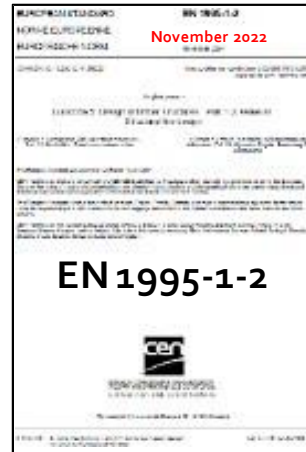
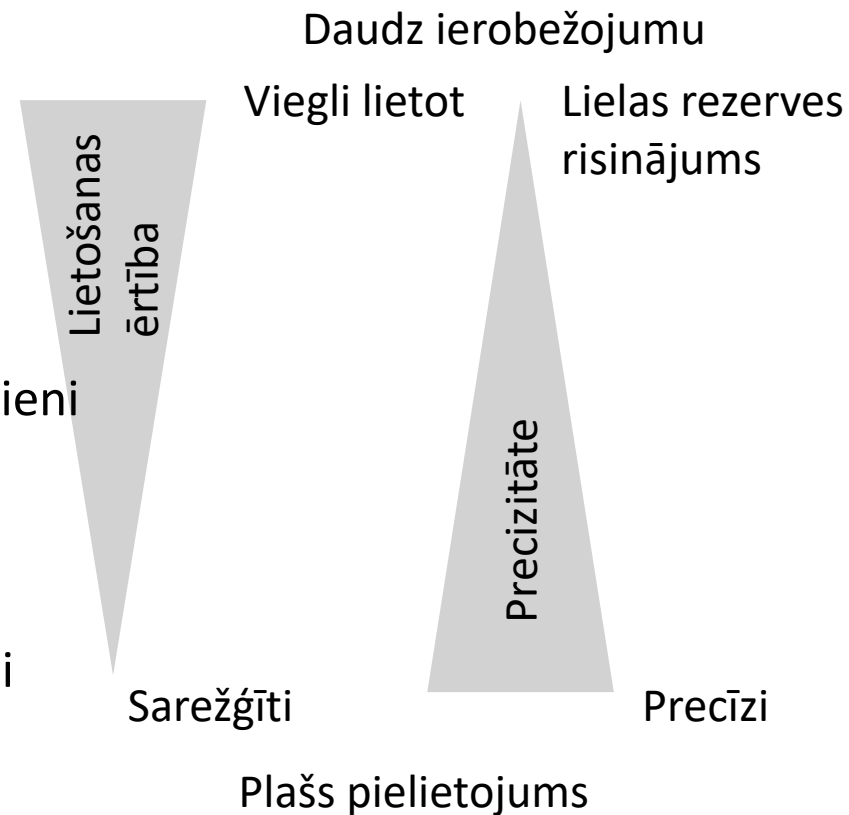
11. Koka konstrukcijas, kas fiziski eksponētas ugunsiedarbībai

Pielikumi



Izmaiņas Eirokodeksā

- 6 Tabulētās vērtības
 - 6.1 xx
 - 6.2 xx
 -
- 7 Vienkāršotie projektēšanas paņēmieni
 - 7.1 xx
 - 7.2 xx
 -
- 8 Uzlabotie projektēšanas paņēmieni
 - 8.1 xx
 - 8.2 xx
 -



Kafijas pauze / 11:30 - 12:00



- Koka konstrukciju nesošo savienojumu ugunsizturība;
- Ieskats uzlabotajās koka konstrukciju ugunsizturības aprēķinu metodēs
- Koka ēku konstrukciju ugunsdrošības risinājuma modelēšanas piemēri

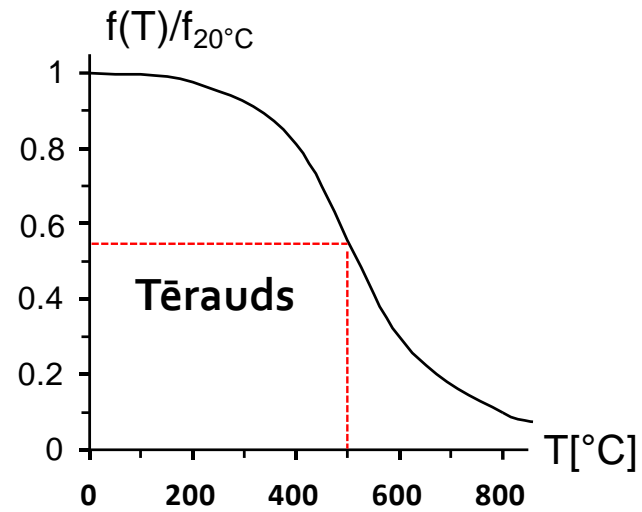
Konstruktīvo savienojumu ar tērauda savienotājlīdzekļiem degšana



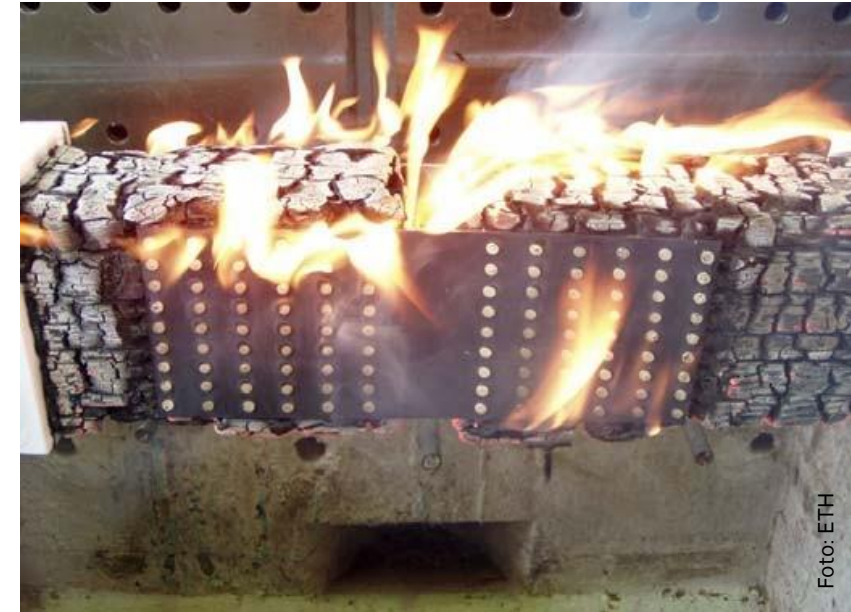
**Vairākās bīdes plaknēs spriegota tērauds-koks tapveida savienojuma
Ugunsizturības testēšana**

Foto: ETH

Tērauda īpatnība uguns iedarbes laikā



- ➔ **Konstrukciju tērauds ātri uzkarst**
- ➔ **No temperatūras atkarīgas materiāla stiprības īpašības**
- ➔ **Tērauda plākšņu aizsardzība pret uguns iedarbi ar koka detaļām!**



Konstruktīvie savienojumi ar tērauda savienotājlīdzekļiem

Savienojums ar sānu tērauda plāksnēm



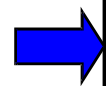
Savienojumā no abām pusēm koka detaļām ir tērauda plāksne, kas nostiprināta ar rievotajām naglām

Savienojums ar iefrēzētajām tērauda plāksnēm



Vairākas tērauda plāksnes, kas ievietotas iepriekš iefrēzētās kabatās un nostiprinātas ar tērauda tapām

Konstruktīvie savienojumi ar tērauda savienotājlīdzekļiem

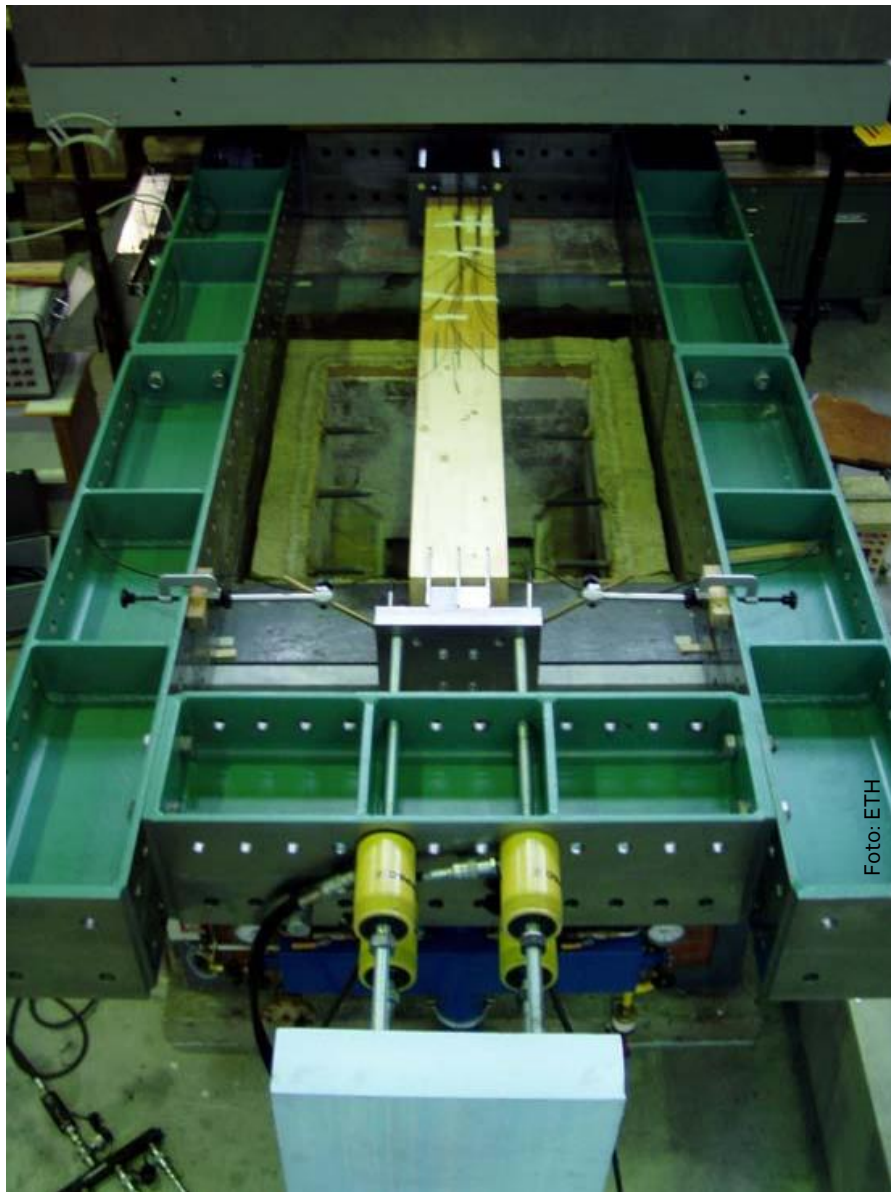


Pamata stratēģijas

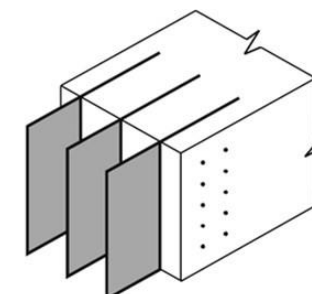
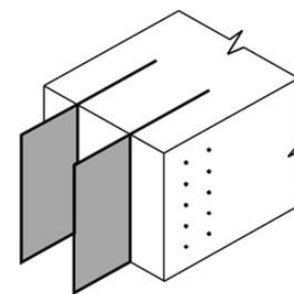
- Iefrēzēto plākšņu savienojumi ir labāki par uzlikto plākšņu savienojumiem
- Jāpalielina koka detaļu kopējie izmēri un tapu attālums no detaļu galiem
- Uguns aizsardzība izmantojot savienojumu kapsulāciju ar koksnes vai ģipškartona plāksnēm)



Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana



Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana



Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana

Testa paraugi

- Materiāla īpašības:
 - Kārtās līmēti (egles) zāgmateriāli, stiprības klase GL 24h saskaņā ar EN 1194
 - Vidējais koka detaļu mitrums: 10 %
 - Vidējais koka detaļu blīvums: 445 kg/m³
- Testa parametri:
 - Slogojuma režīmi testa laikā ($0.3 \cdot F_u$, $0.15 \cdot F_u$ un $0.075 \cdot F_u$ with F_u = nestspēja normālos apstākļos)
 - Tērauda tapu skaits un izvietojuma konfigurācijas (9x2, 9x3, 3x3 un 4x2 tērauda tapas)
 - Tērauda tapu diametri (6.3 mm un 12 mm)
 - Savienojumi ar uzlabotiem ugunsizturības rādītājiem

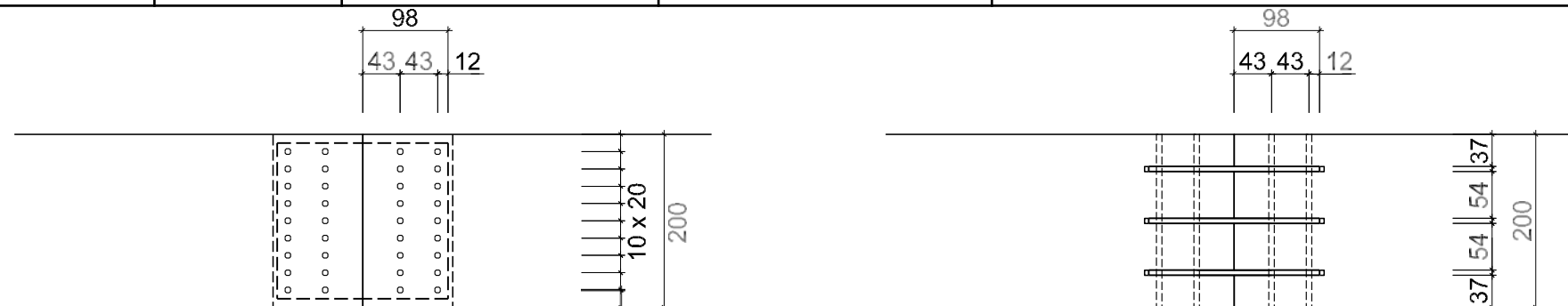
A. Frangi, C. Erchinger, M. Fontana: “Experimental fire analysis of steel-to-timber connections using dowels and nails”, *Fire and Materials* 2010; 34: 1–19, DOI: [10.1002/fam.994](https://doi.org/10.1002/fam.994).

EM iepirkums „Apmācību semināru cikls “Moderno koka konstrukciju projektēšana un uguns aizsardzība” ID Nr. EM 2021/42

Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana

Vairāku nobīdes plakņu koks-tērauds konstrukciju savienojumi ar tērauda tapām

Savienojuma tips	Testu skaits	Testa veids	Slogojuma režīms	piezīmes
D 01.1	5	Istabas temperatūra	Līdz sagraušanai	9x2 tērauda tapas Tapu diametrs: $d = 6.3 \text{ mm}$ koka detaļas šķērsriezums: 200/200 mm
	2	Uguns izturības tests	$0.3 * F_{u,D 01.1}$	
	2	Uguns izturības tests	$0.15 * F_{u,D 01.1}$	
	2	Uguns izturības tests	$0.075 * F_{u,D 01.1}$	

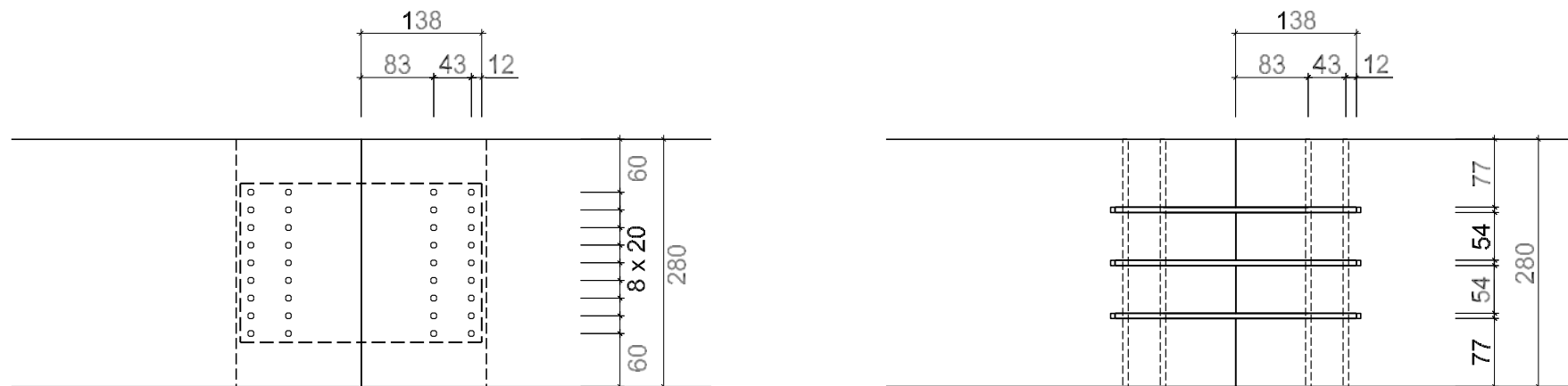


Test specimens

Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana

A) Savienojumi ar palielinātu sānu koksnes biežumu

Savienojuma tips	Testu skaits	Testa veids	Slogojuma režīms	piezīmes
D 01.2	5	Istabas temperatūra	Līdz sagraušanai	9x2 tērauda tapas Tapu diametrs: $d = 6.3 \text{ mm}$ detālas šķērsriezums: 280/280 mm
	2	Uguns izturības tests	$0.3 * F_{u,D 01.2}$	

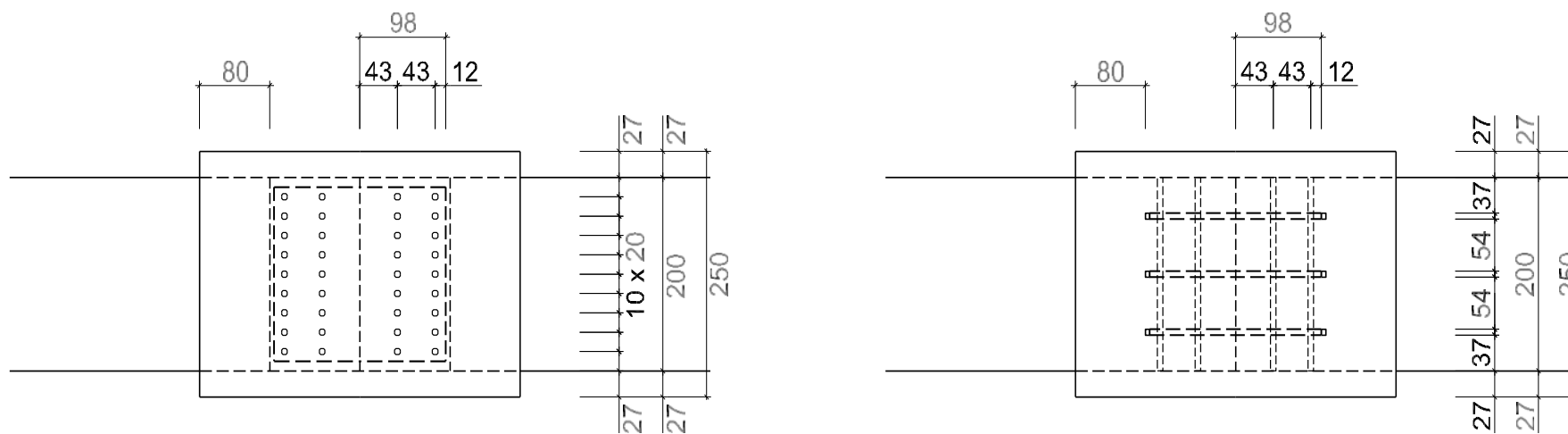


Test specimens

Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana

B) Savienojumi, kas kapsulēti ar koka plāksnēm

Savienojuma tips	Testu skaits	Testa veids	Slogojuma režīms	piezīmes
D 01.3	2	Ugunsizturības tests	$0.3 * F_{u,D 01.1}$	Tā pat kā D 01.1, savienojums aizsargāts ar 27 mm biezu koka plāksni

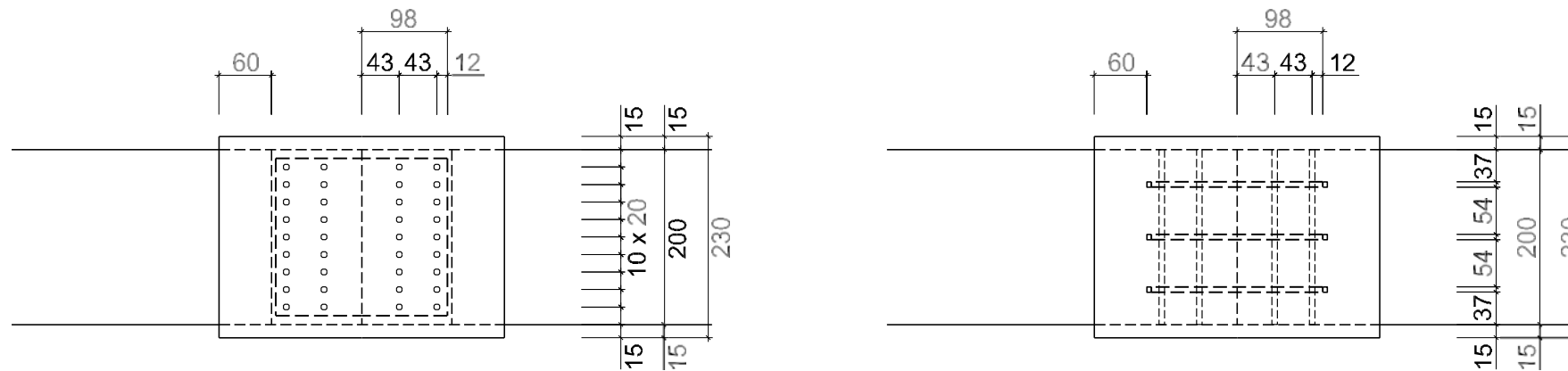


Test specimens

Konstrukciju savienojumu ugunsizturības testēšana

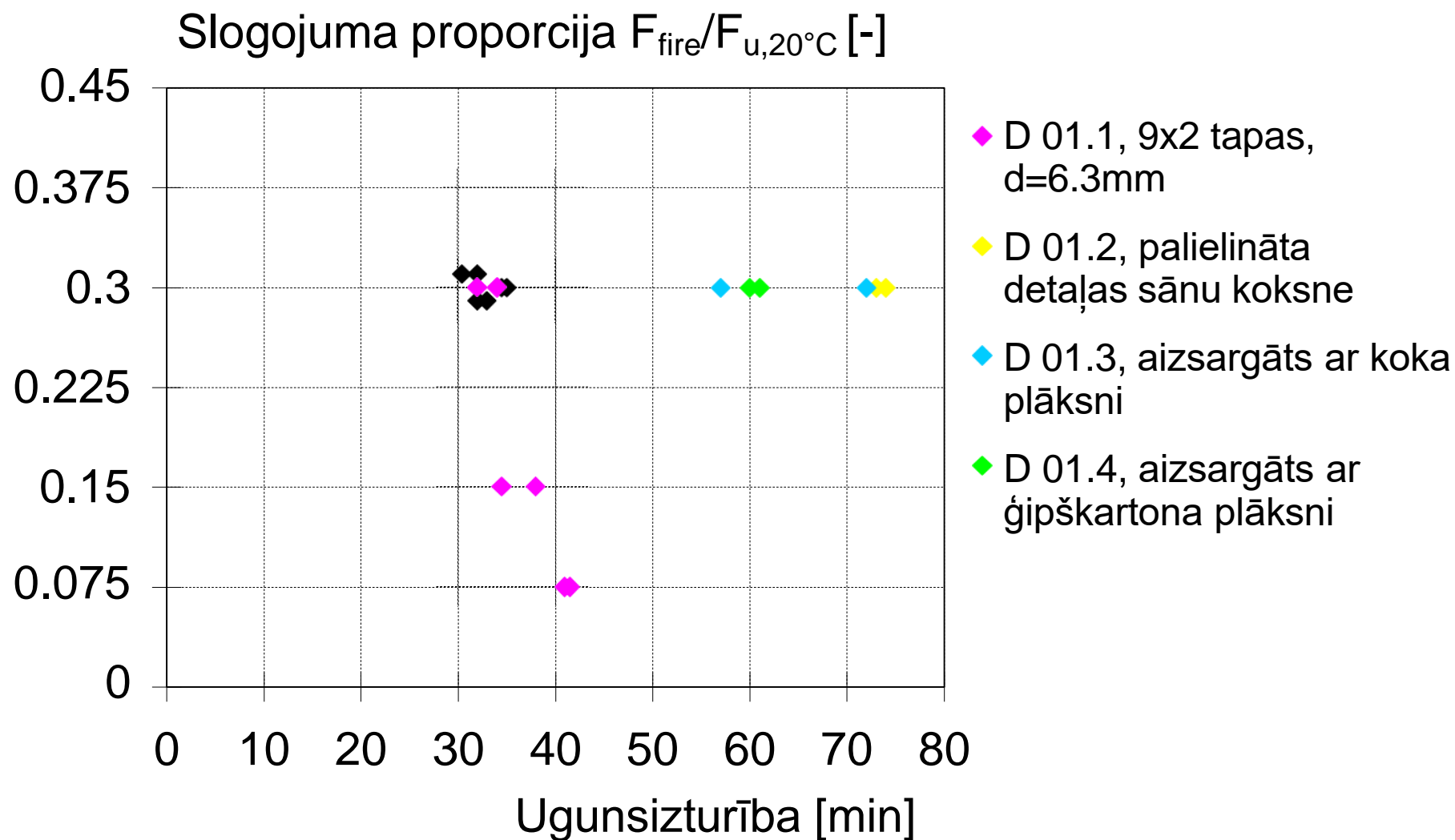
C) Ar ģipškartona plāksnēm aizsargāti savienojumi

Savienojuma tips	Testu skaits	Testa veids	Slogojuma režīms	piezīmes
D 01.4	2	Ugunsizturības tests	$0.3 * F_{u,D01.1}$	Tā pat kā D 01.1, savienojums aizsargāts ar 15 mm biezu ģipškartona plāksni



Test specimens

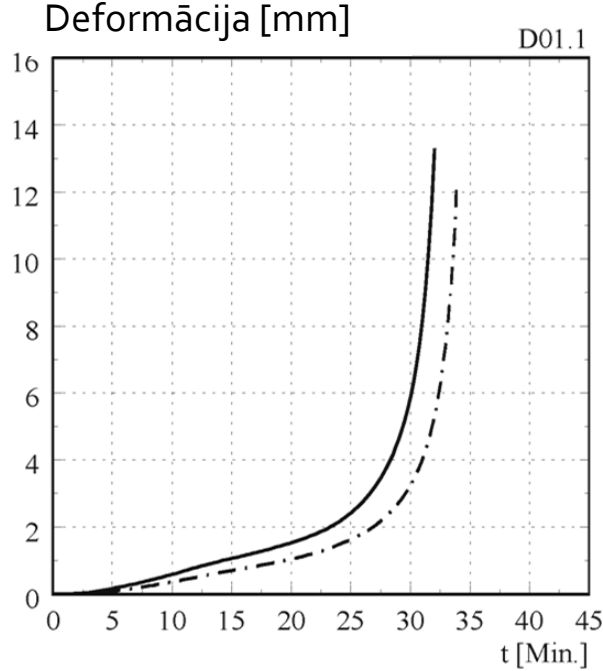
Ugunsizturības testu rezultāti



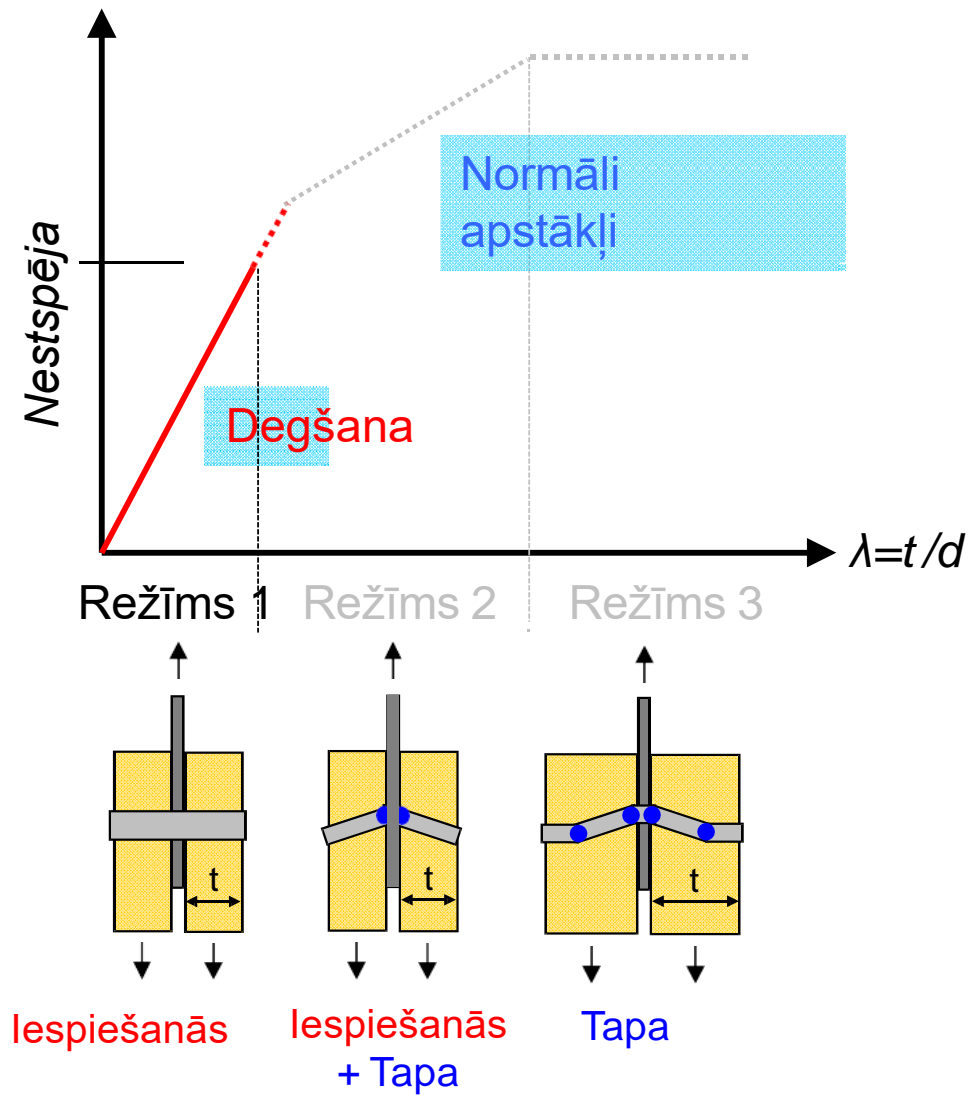
Ugunsizturības testu rezultāti



Foto: ETH



Ugunsizturības testu rezultāti



Savienojuma sagrūšana tapām iespiežoties koksnēs, piemērā 1. sagrūšanas režīms saskaņā Johansona elastības modeli

Kā uzlabot savienojumu ugunsizturību?



- Savienojumu pastiprina ar pilnas vītnes skrūvēm

Source of the following slides:
Palma, P. (2016). *Fire behaviour of timber connections* (Doctoral dissertation, ETH Zurich).

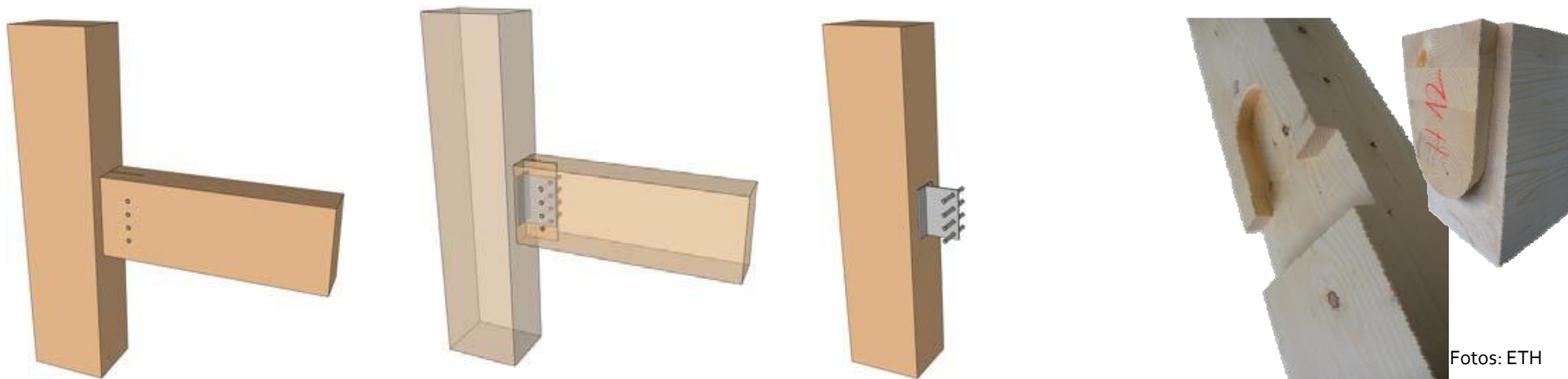
Kā uzlabot savienojumu ugunsizturību?



- Pilnas vītnes skrūvju pastiprinājums

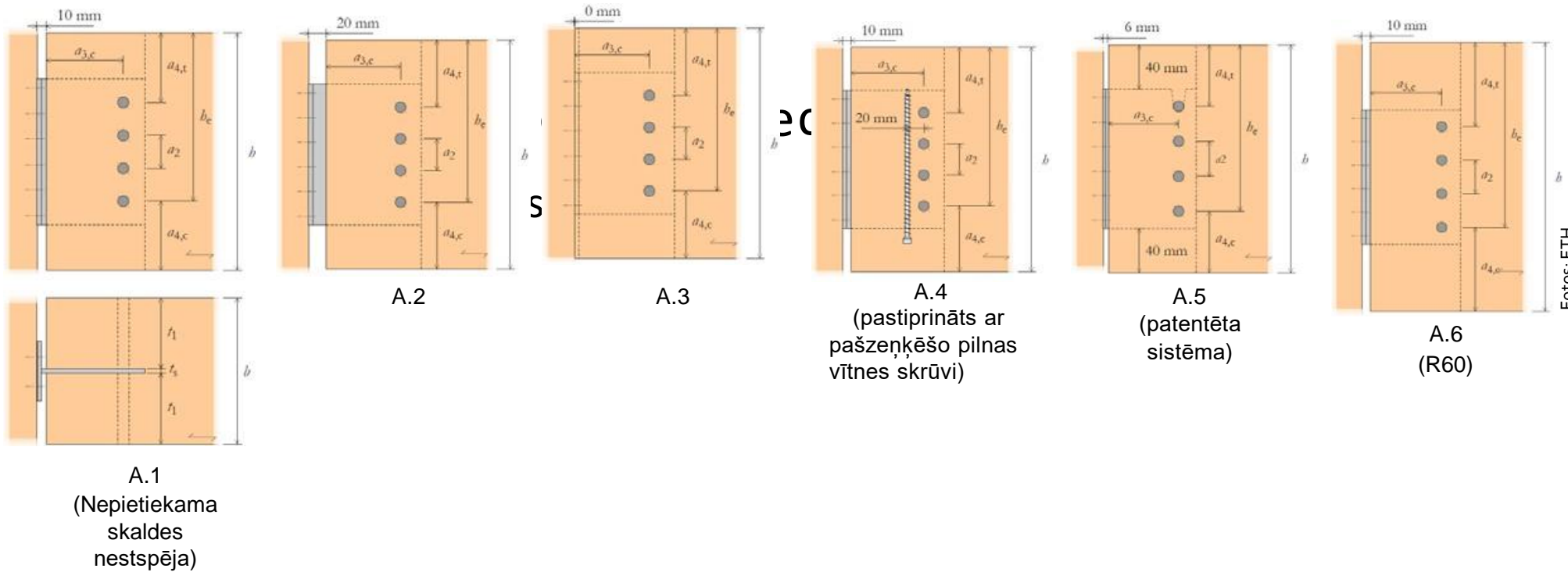
Kolonnas-rīģeļa bīdes mezgls

- Pārbaudītie mezglu savienojumi
 - Koks-tērauds iefrēzētie tapu savienojumi
 - Pielāgotas un patentētas savienojumu sistēmas
 - «Bezdelīgastes» ķīļa savienojumi



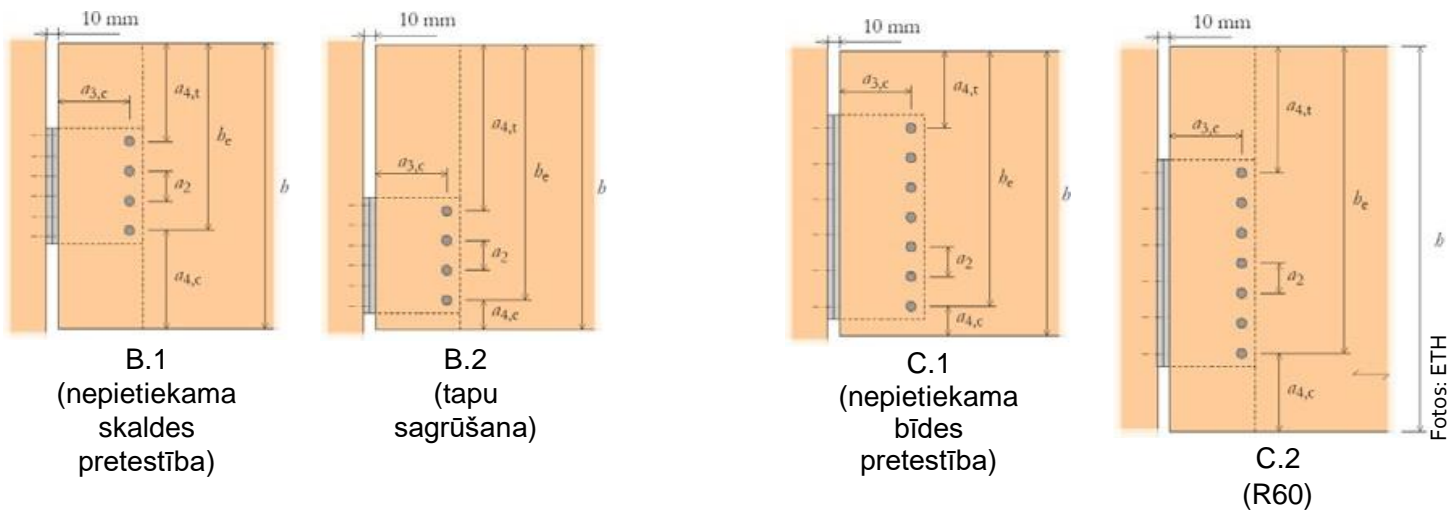
Kolonnas-rīgeļa bīdes mezgls

- Iefrēzēto tērauda plākšņu savienojums ar tapām
 - R30 un R60 ugunsizturība



Kolonnas-rīgeļa bīdes mezgls

- Iefrēzēto tērauda plākšņu savienojums ar tapām
 - R30 un R60 ugunsizturība
 - iespiešanās/tapas sagrūšana, nepietiekamas skaldes un bīdes pretestības sabrukšanas modeļi



Kolonnas-rīģeļa bīdes mezgls

- Pētījumu kampaņas
 - Testi normālos apstākļos



Fotos: ETH

Kolonnas-rīģeļa bīdes mezgls

- Pētījumu kampaņas
 - Testi normālos apstākļos

Savienojuma tips	Testu skaits	Nestspēja $R_{m,20^{\circ}\text{C}}$ [kN]	Variāciju koeficients [%]
A.1	3	52	7
A.4	3	65	3
A.6	3	59	11
B.1	5	32	10
B.2	5	47	7
C.1	3	69	8
C.2	3	89	4

Kolonnas-rīģeļa bīdes mezgls

- Pētījumu kampaņas
 - Ugunsizturības testi

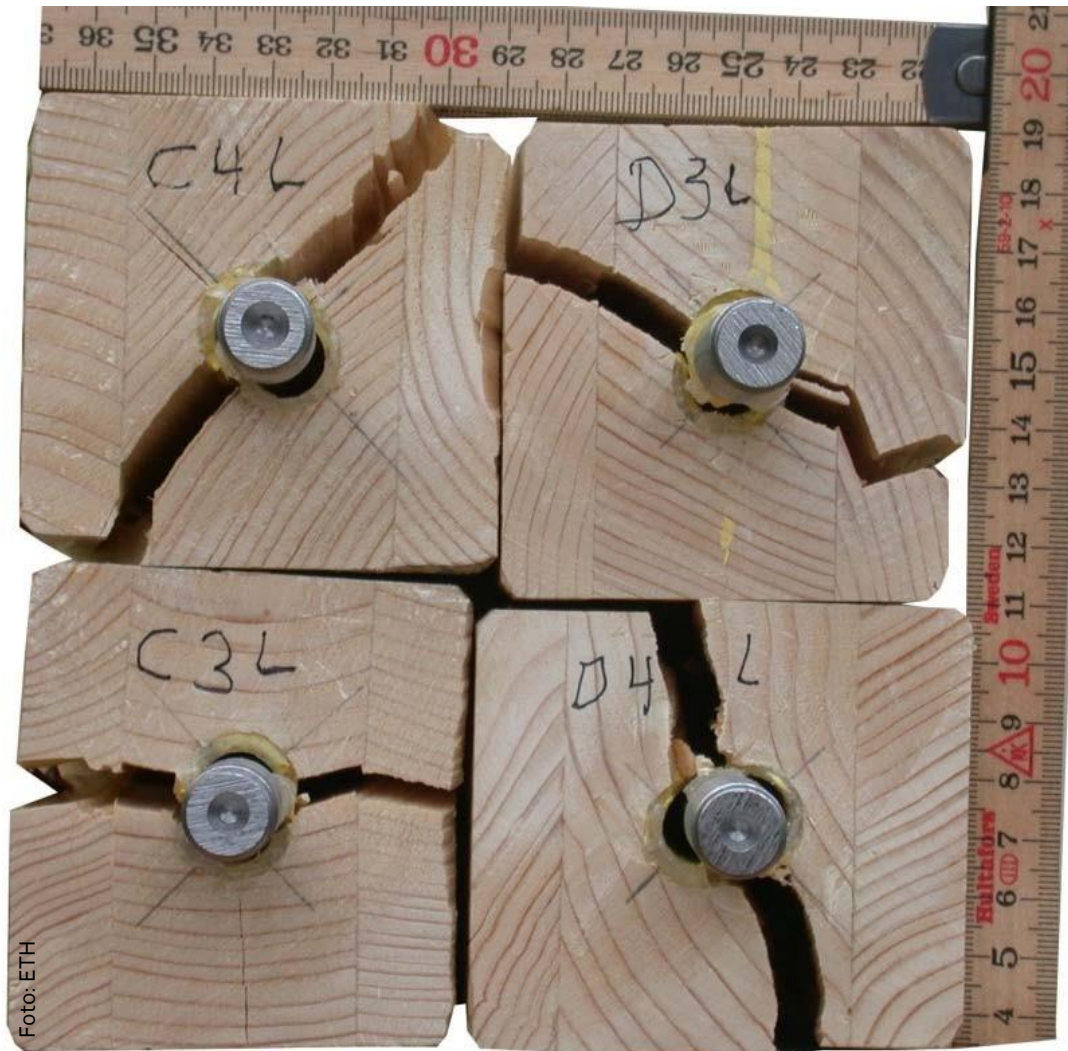


Sijas-kolonnas bīdes savienojumi

- Eksperimentālās kampaņas
 - Ugunsizturības testi

Savienojuma veids	Testu skaits	Ugunsizturība t_{fi} [kN]	Sagrūšana
A.1	1	44	Rīģelis-mala
A.2	2	33 ; 34	Kolonna-mala
A.3	2	48 ; 47	Rīģelis-mala
A.4	1	39	Rīģelis/kolonna
A.5	1	39	Kolonna-mala
R60 A.6	2	76 ; 83	Rīģelis/kolonna
B.1	2	49 ; 43	Rīģelis-mala
B.2	2	43 ; 45	Rīģelis-mala
C.1	2	44 ; 42	Rīģelis/kolonna
R60 C.2	2	78 ; 89	Rīģelis-mala

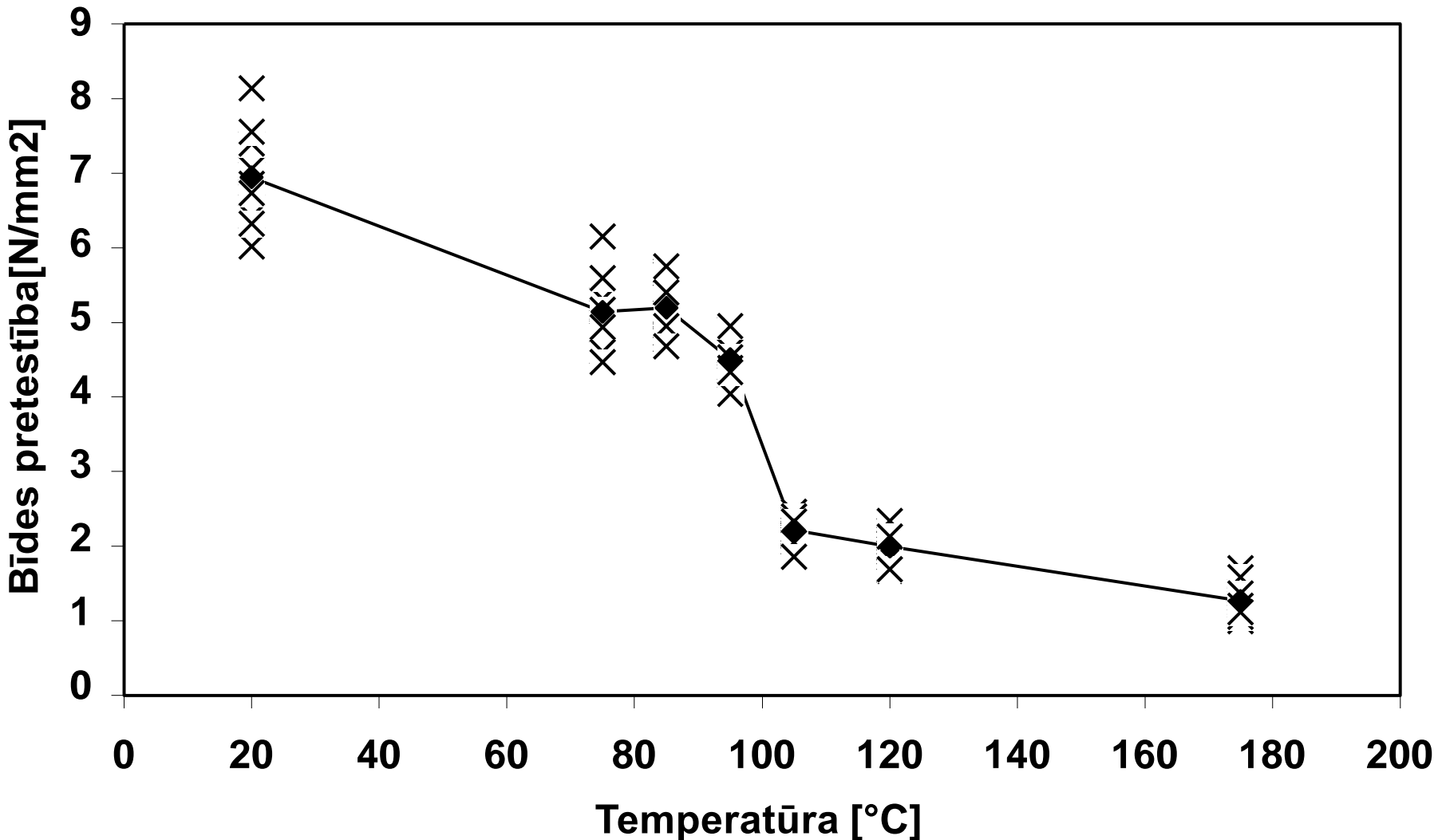
Savienojumi ar ielīmētajiem stieņiem



Sagrūšanas režīmi

- Tērauda sagrūšana
- Līmes šuves sagrūšana
- Sagrūšana pa koksni

Testu rezultāti: Izraušanas pretestība



Savienojumi ar ielīmētajiem stieņiem

Sagrūšanas veidi



75°C

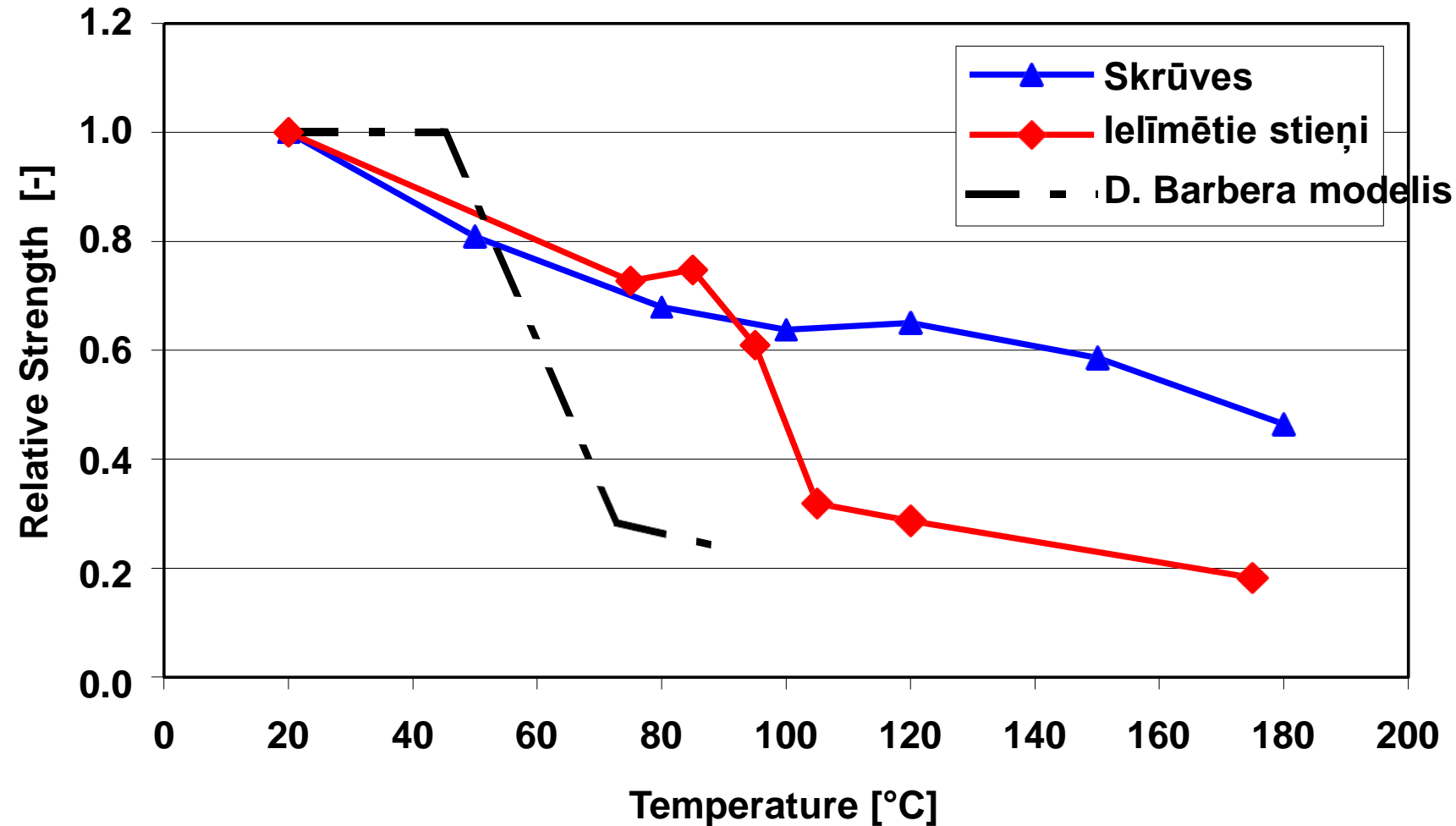


85-95°C



105-175°C

Testu rezultāti: Izraušanas pretestība



Kopņu ar ielīmēto stieņu mezgliem ugunsizturības testi



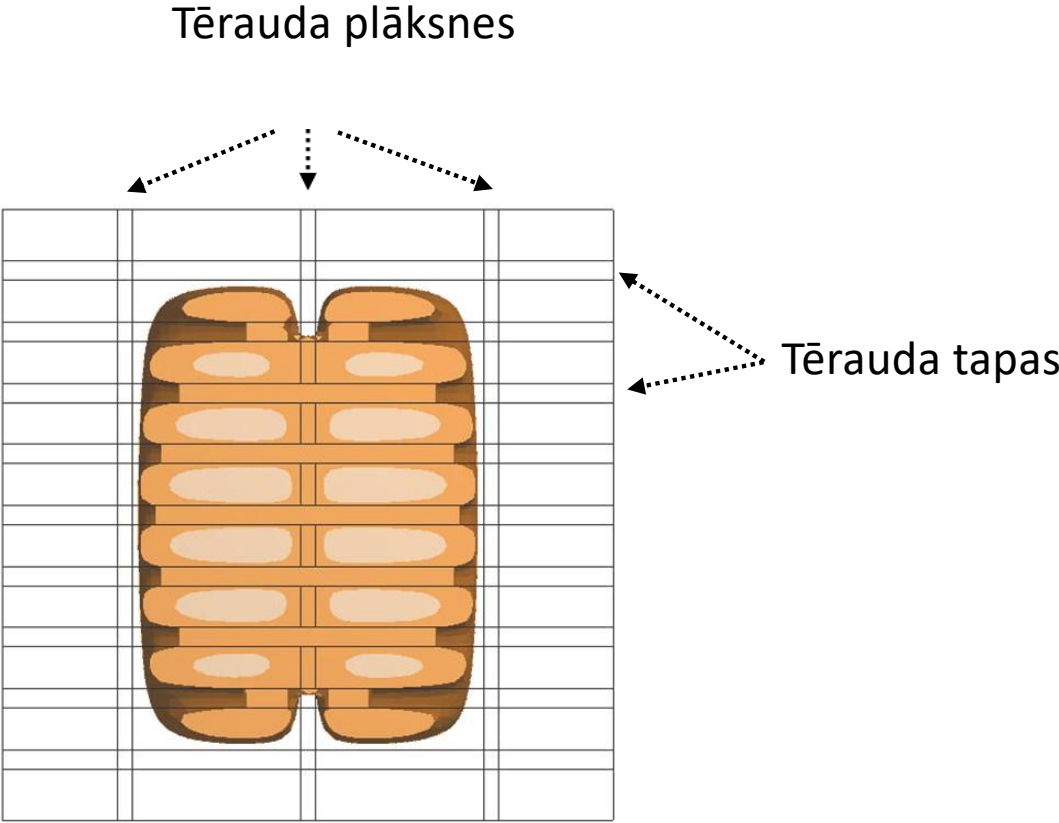
Foto: ETH

Galīgo elementu matemātiskie modeļi

Galīgo elementu un ugunsizturības testu rezultātu salīdzinājums



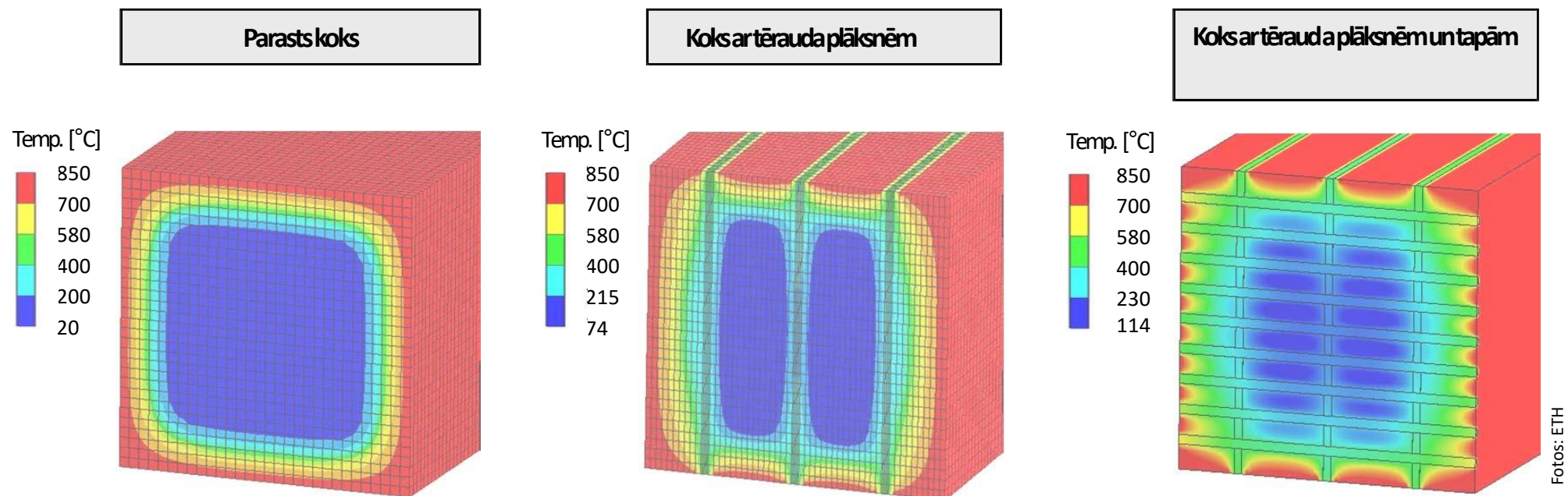
Savienojums D01.1 (33 min)



Galīgo elementu modelis (33 min)

Pārogļošanās īpatnības

☐ Tērauda detaļu un tapu ietekme uz pārogļošanos



C. Erchinger, A. Frangi, M. Fontana: “Fire design of steel-to-timber dowelled connections”,
Engineering Structures 2010; 32: 580–589, DOI: [10.1016/j.engstruct.2009.11.004](https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.11.004).

Konstruktīvo savienojumu ugunsizturības projektēšana: prEN 1995-1-2:2021

Savienojuma izmēru ierobežojumi priekš mezgliem ar ugunsizturību līdz 120 min

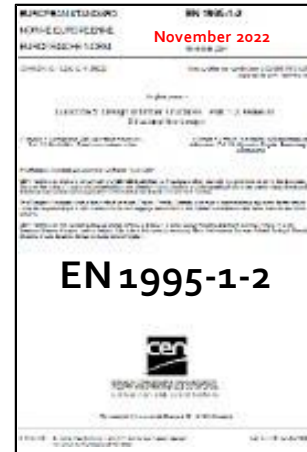
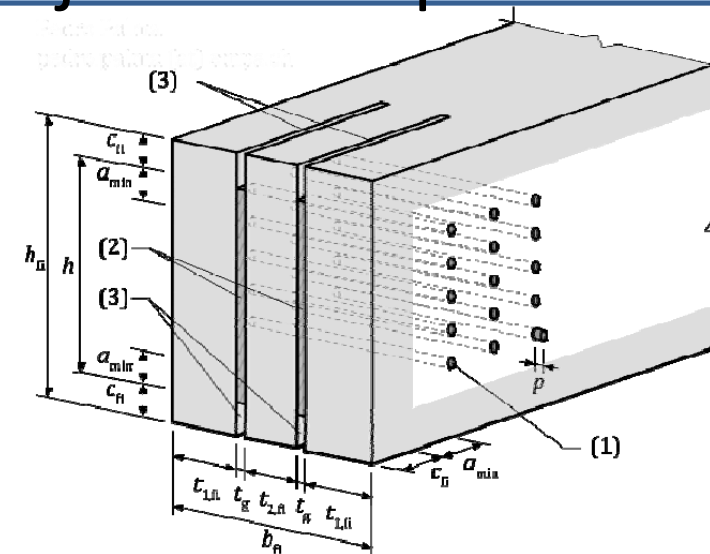


Table 10.4 – Geometric requirements for a specific fire resistance time of steel-to-timber connections with dowels^{a)} and two slotted-in steel plates, in mm

Fire resistance time, t_{fi}	$t_{1,fi}$			a_{fi}
	$\eta_{fi} \leq 0,1$	$\eta_{fi} \leq 0,2$	$\eta_{fi} \leq 0,3$	
30 min	≥ 30	≥ 45	≥ 50	≥ 15
60 min	≥ 60	≥ 75	≥ 80	≥ 50
90 min	≥ 90	≥ 100	≥ 110	≥ 90
120 min	≥ 120	≥ 135	≥ 140	≥ 130

^{a)} The table may be used even if 2 dowels are replaced by 2 bolts (or screws)

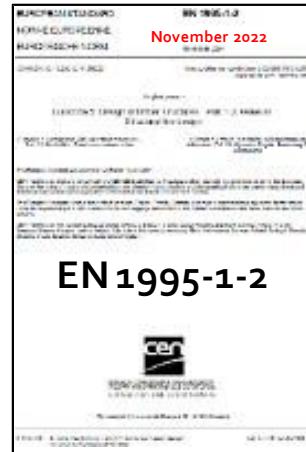
Konstruktīvo savienojumu ugunsizturības projektēšana: prEN 1995-1-2:2021

Naglām un skrūvēm

$$R_{k,fi} = R_k \cdot e^{-k \cdot t_{req}}$$

Tērauda tapām

$$R_{k,fi} = R_k \cdot e^{(-c_1 \cdot t_{req} + c_2 \cdot t_{1,fi} + c_3)}$$

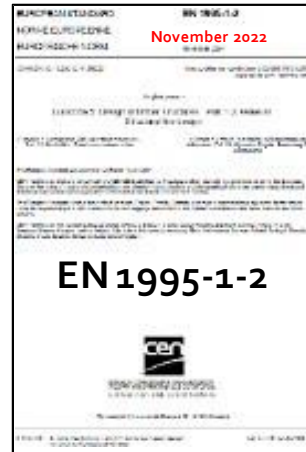


- $R_{k,fi}$ Raksturīgā nestspēja definētajam ugunsizturības periodam
- R_k Raksturīgā nestspēja normālos apstākļos
- c_i, k Savienojuma un savienotājlīdzekļu koeficienti
- t_{req} Projektētais ugunsizturības laiks

Metodes pielikums paplašināts priekš ugunsizturības līdz **120 min.**

Savienojumi ar koka sānu detaļām

- Minimālā ugunsizturība neaizsargātiem koks-koks un koks-tērauds konstrukciju savienojumiem
- Izmēru ierobežojumi priekš ugunsizturības līdz 120 min
- **Eksponenciālā nestspējas samazinājuma metode**



Koka konstrukciju nesošo savienojumu ugunsizturība

leskats uzlabotajās koka konstrukciju ugunsizturības projektēšanas metodēs

Koka ēku konstrukciju ugunsdrošības risinājuma modelēšanas piemēri

Uzlabotās projektēšanas metodes

Uzlabotās projektēšanas metodes Slodze



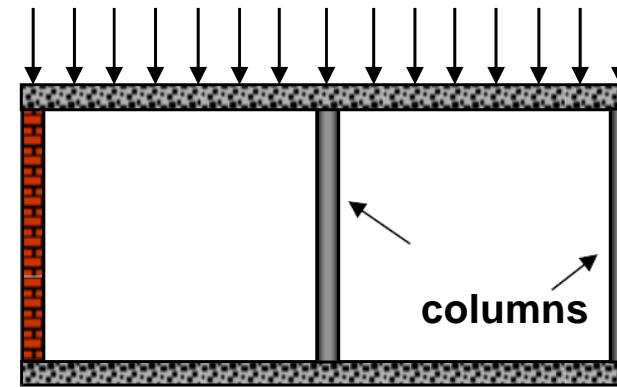
1: Aizdeģšanās

?

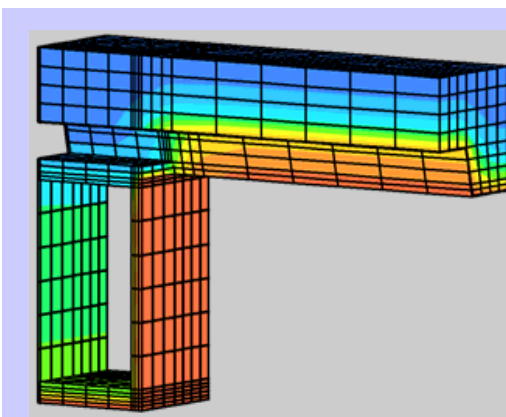


laiks

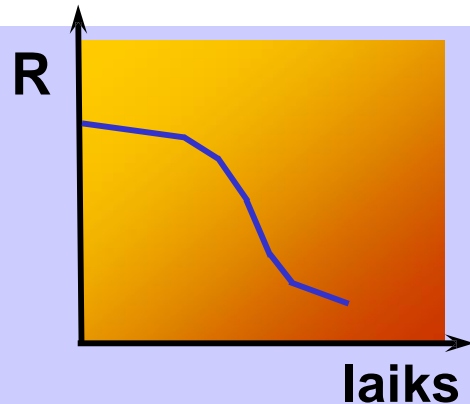
2: uguns iedarbe



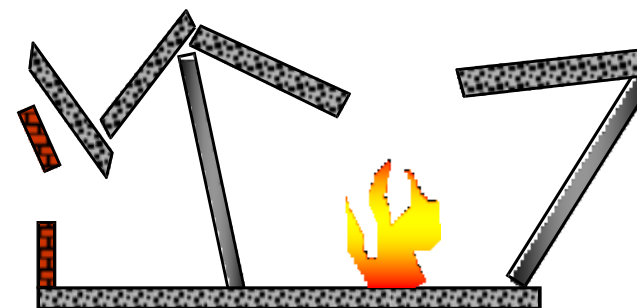
3: Mehāniskā iedarbe



4: Reakcija uz karstumu



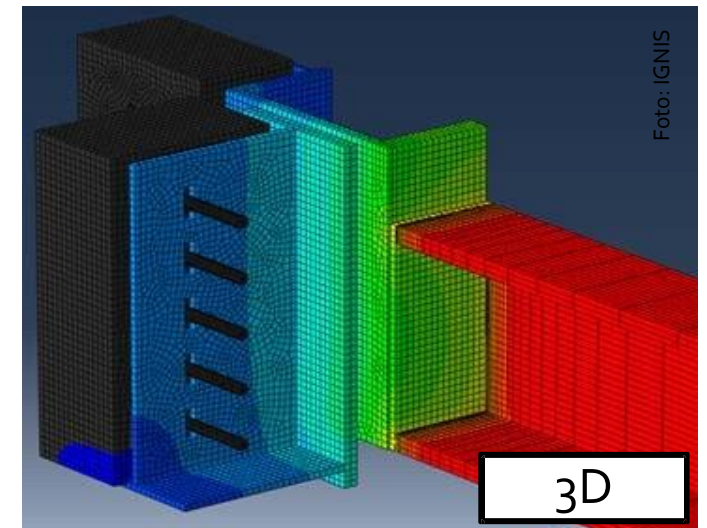
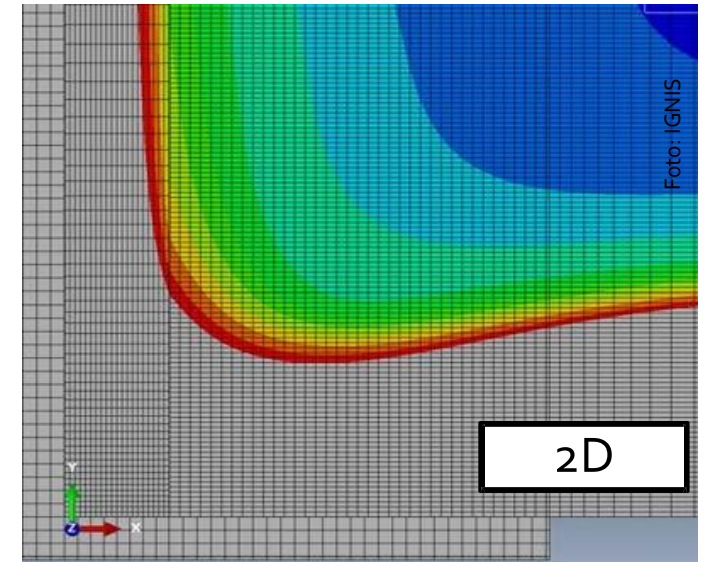
5: Mehāniskā reakcija



6: Iespējamā sagraūšana

Uzlabotās projektēšanas metodes: uguns iedarbes analīze

- Galīgo elementu datorprogrammas (Abaqus, Ansys, Safir, etc.)
- $\varphi_{res} = 0.8$; $\varphi_{c,exp} = 25\text{W/m}^2\text{K}$; $\varphi_{c,unexp} = 4\text{W/m}^2\text{K}$
- ISO-uguns iedarbe (vai parametriskā uguns iedarbe)
- Materiāla blīvuma, īpatnējās siltumvadītspējas mijiedarbība ar temperatūru, kas pārbaudīta un kalibrēta pašu veiktajos testos un salāgota ar literatūras apskatiem
- Ūdens masas pārvietošanās no ģipškartona uz koksnī un otrādi, materiālu plaisāšana un noārdīšanās, pastarpināti ņemot vērā «efektīvās» siltumvadītspējas vērtības, salāgotas ar testētajām vērtībām.



Uzlabotās projektēšanas metodes: uguns iedarbes analīze

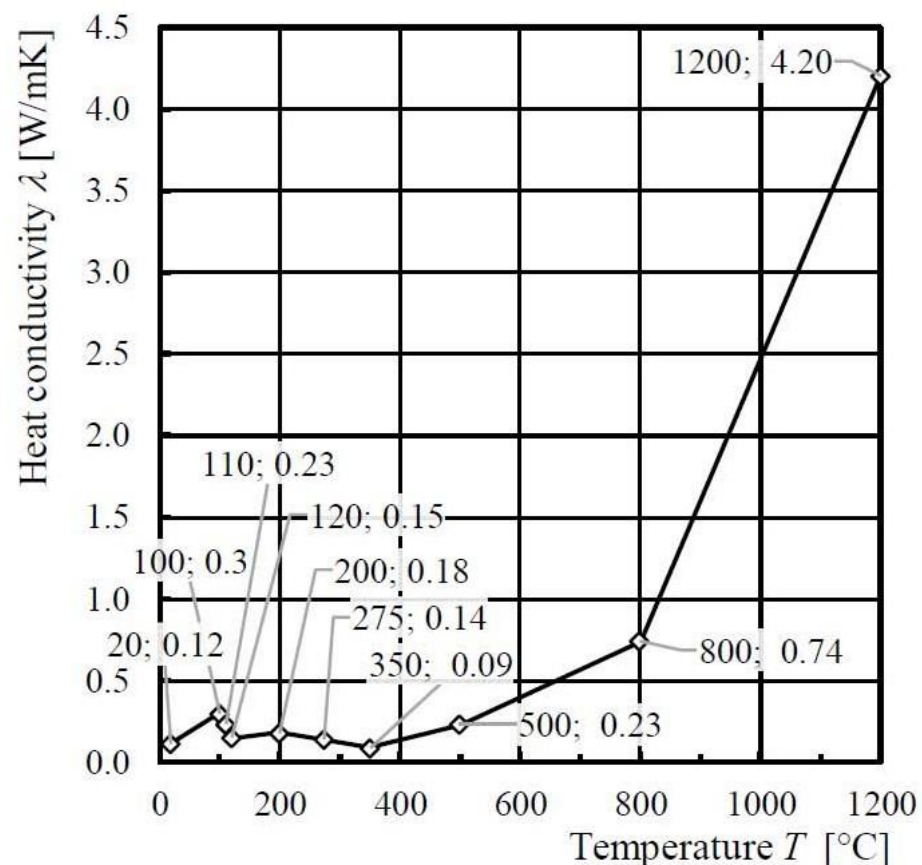


Figure 8.3 – Heat conductivity as function of temperature for timber members and wood-based panels except OSB and plywood.

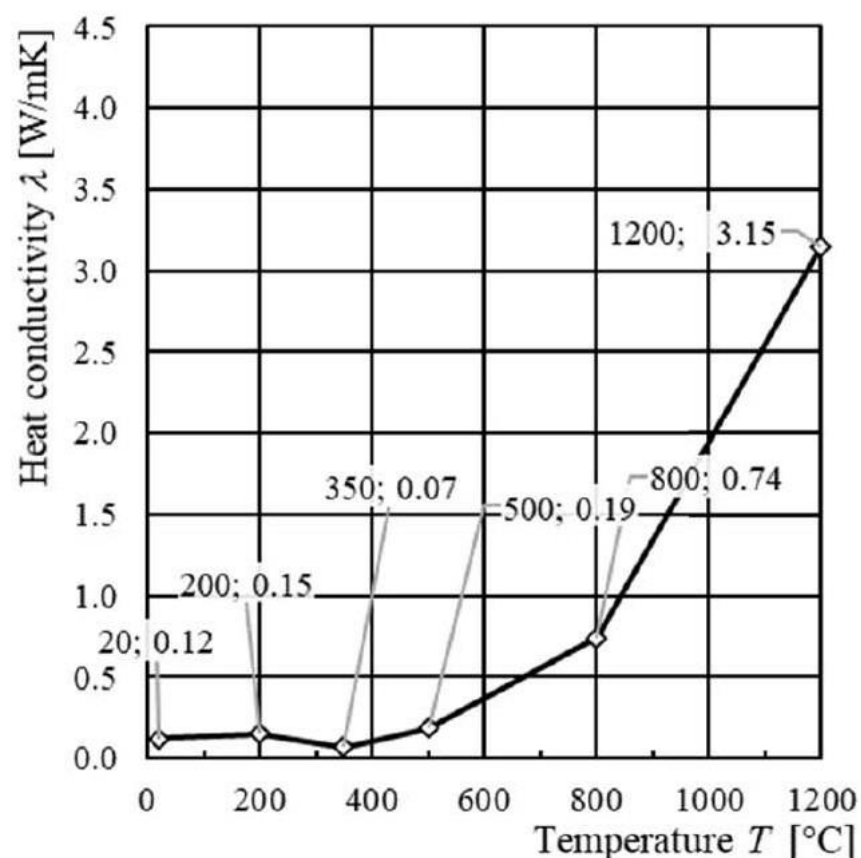
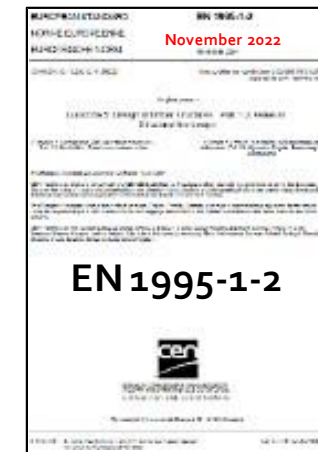


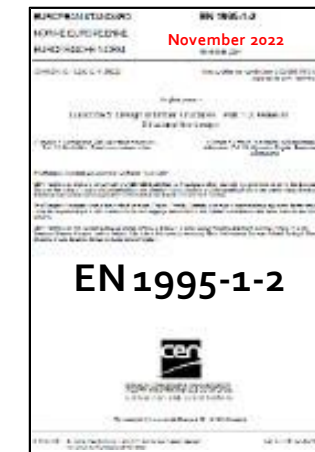
Figure 8.4 – Heat conductivity as function of temperature for OSB and plywood.



Uzlabotās projektēšanas metodes: uguns iedarbes analīze

Table 8.2 - Temperature-dependent thermal properties of gypsum plasterboards and gypsum fibreboards

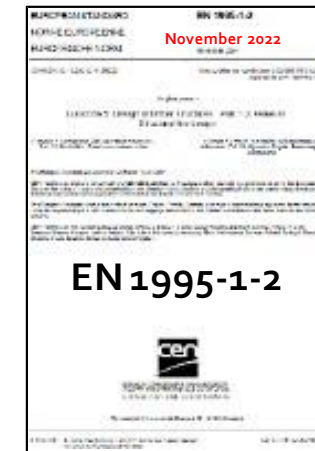
T [°C]	Gypsum plasterboard			Gypsum fibreboard		
	λ [W/mK]	c [kJ/kgK]	ρ/ρ_{20} [-]	λ [W/mK]	c [kJ/kgK]	ρ/ρ_{20} [-]
20	0,40	0,96	1,0	0,40	0,96	1,00
70	0,40	0,96	1,0	0,40	0,96	1,00
100	0,27	0,96	1,0	0,27	0,96	1,00
130	0,13	14,9	0,926	0,13	9,17	0,926
140	0,13	25,2	0,902	0,13	17,55	0,902
150	0,13	21,7	0,877	0,13	16,66	0,877
170	0,13	0,96	0,828	0,13	0,96	0,828
600	0,13	0,96	0,827	0,13	0,96	0,827
720	0,33	4,36	0,826	0,39	4,359	0,826
750	0,38	0,96	0,776	0,46	0,96	0,776
1000	0,80	0,96	0,776	1,00	0,96	0,776
1200	2,37	0,96	0,776	2,37	0,96	0,776



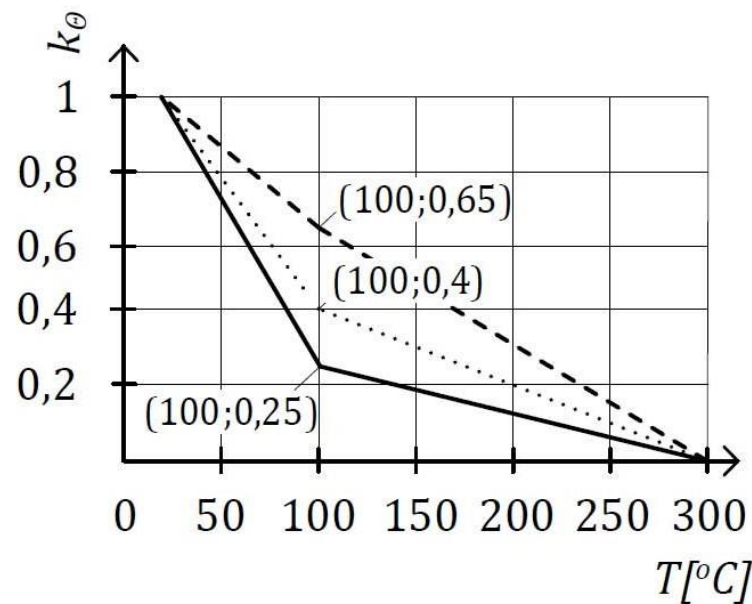
Uzlabotās projektēšanas metodes: uguns iedarbes analīze

Table 8.3 – Temperature-dependent thermal properties of batt- or matt-type mineral wool insulation with protection level 1 (PL1) and density more than 26 kg/m³

T [°C]	λ_p [W/mK]	c [kJ/kgK]	ρ / ρ_{20} [-]
20	0,036	0,880	1,00
100	0,047	1,040	1,00
200	*	1,160	0,980
400	$0,09 \cdot (11 \cdot e^{-0,05 \cdot \rho_{20}} + 1,9)$	1,280	0,977
600	$0,15 \cdot (11 \cdot e^{-0,05 \cdot \rho_{20}} + 1,9)$	1,355	0,973
800	$0,23 \cdot (11 \cdot e^{-0,05 \cdot \rho_{20}} + 1,9)$	1,430	0,970
925	$0,30 \cdot (11 \cdot e^{-0,05 \cdot \rho_{20}} + 1,9)$	1,477	0,960
1200	$0,45 \cdot (11 \cdot e^{-0,05 \cdot \rho_{20}} + 1,9)$	1,580	0,887
With λ_p density dependent conductivity *linear interpolation may apply			



Uzlabotās projektēšanas metodes: uguns iedarbes analīze



a) strength

Key:

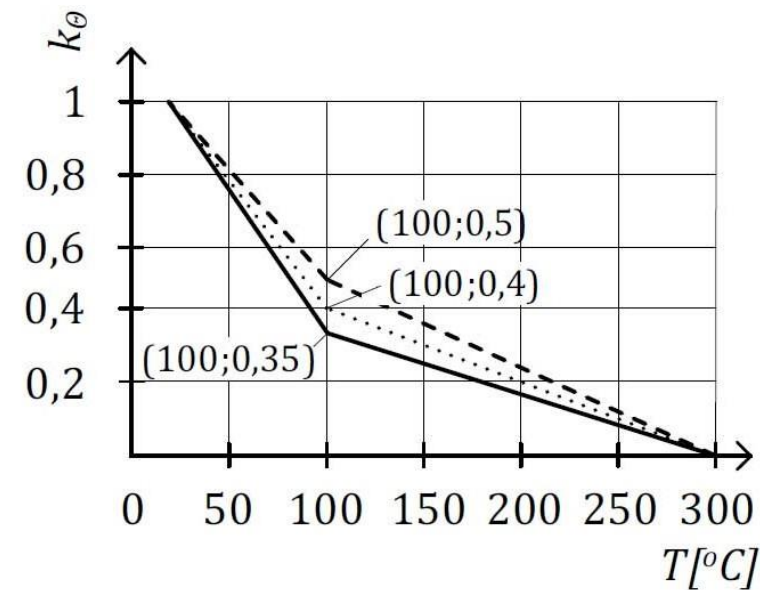
— Compression

- - Tension

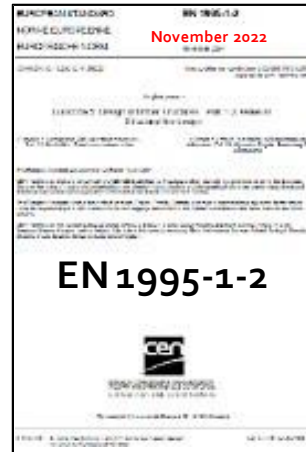
.... Shear

T Temperature, in °C

k_{θ} temperature-dependent reduction factor



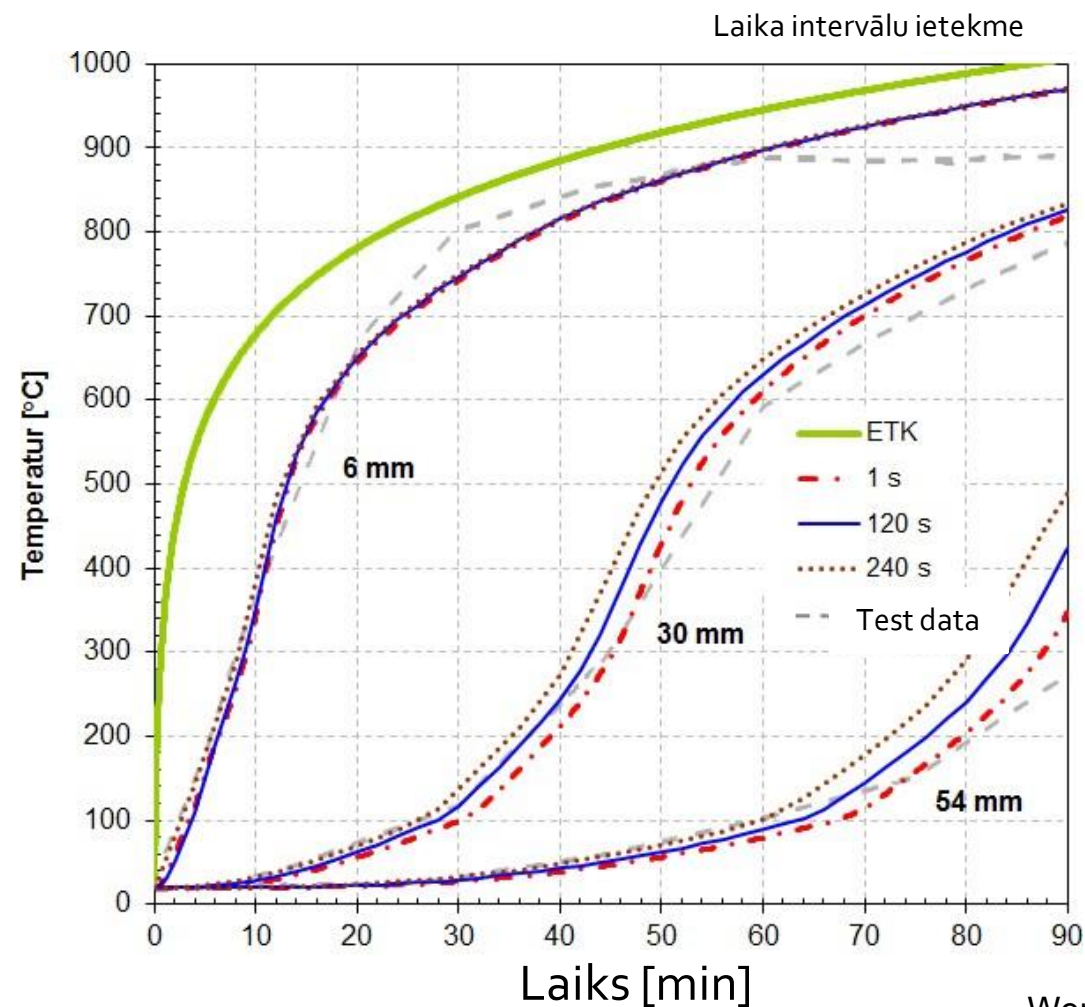
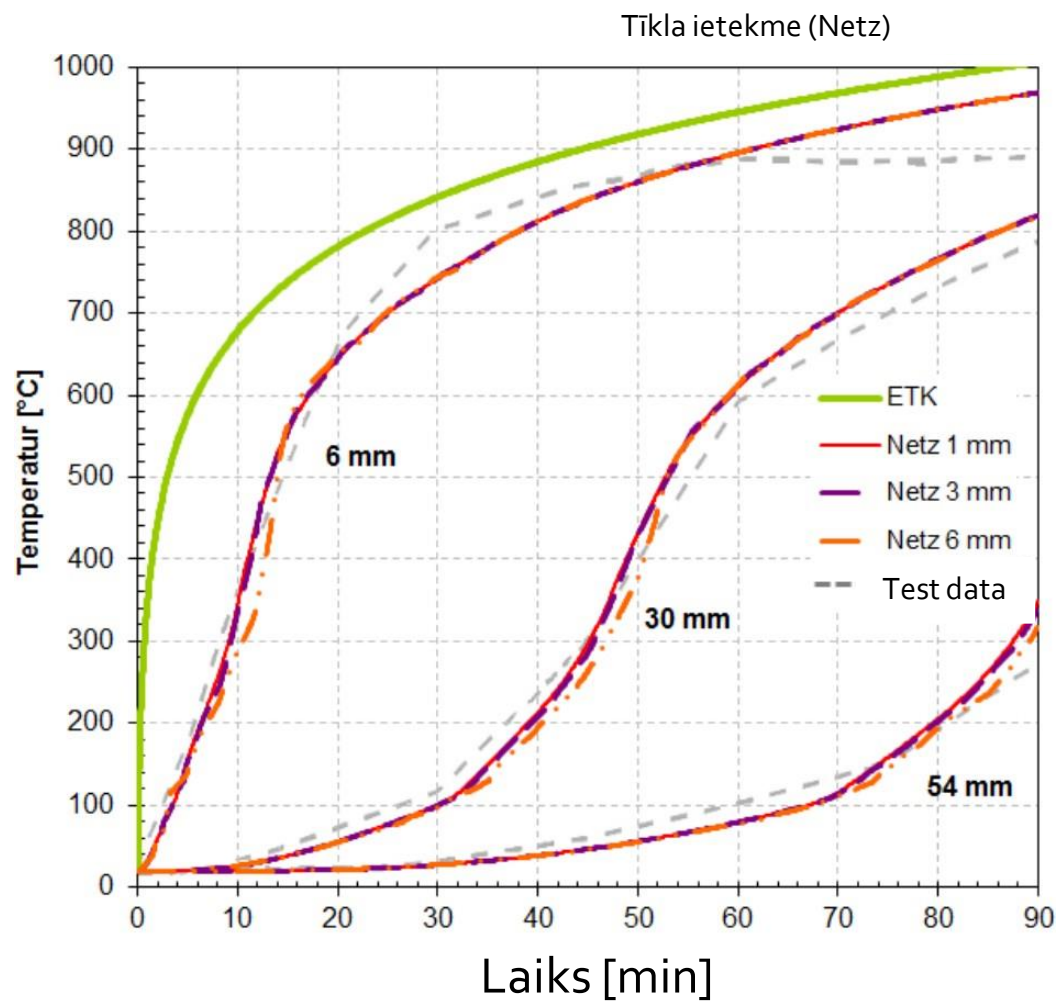
b) stiffness



Uzrādītās vērtības nevar
pielietot pie konstantas
augstas temperatūras
apstākļiem!

Figure 8.5 – Temperature-dependent reduction factor k_{θ} for strength and stiffness parallel to grain

Netiešā analīze- Konstruktijas izmēra ietekme uz laika intervāliem

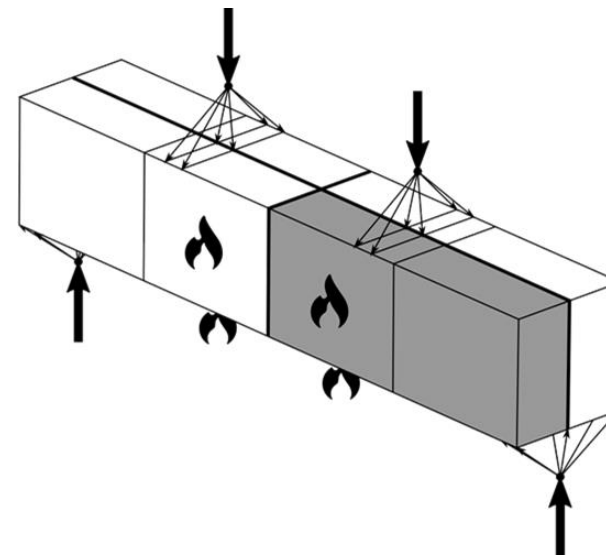


Werther 2016

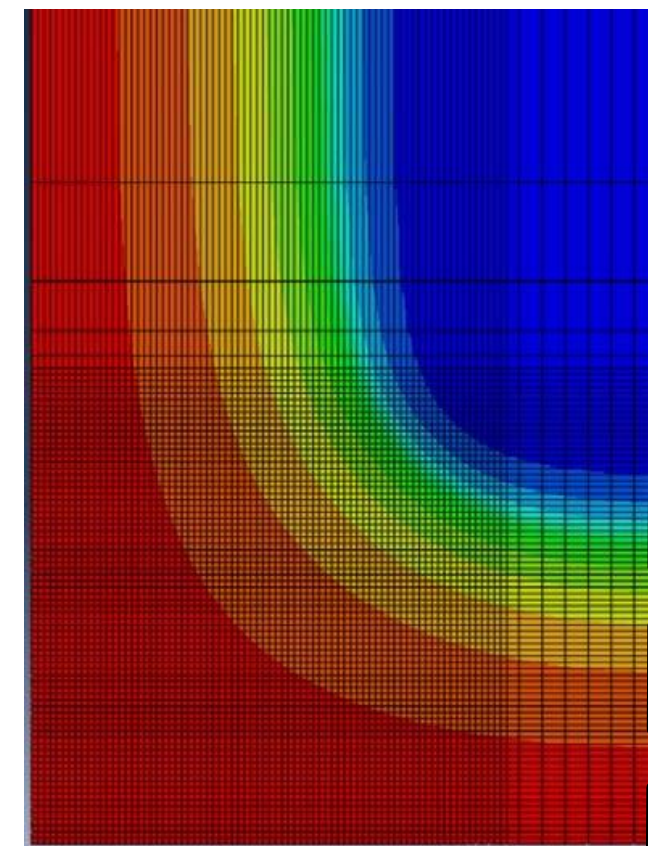
Lietojamā tīklojuma izmērs ir atkarīgs no aplūkojamā elementa!

Modelēšana

- Simetrijas ievērošana (kad iespējams)
 - Modelē pusi vai ceturto daļu elementa
 - Simetrijas līnija = adiabātiska virsma
- Konstrukcijas elementa izmērs
 - Neliels tīkla šūnas izmērs strauja temperatūras kāpuma gadījumā
 - Pārējos gadījumos izmanto relatīvi lielu šūnas izmēru

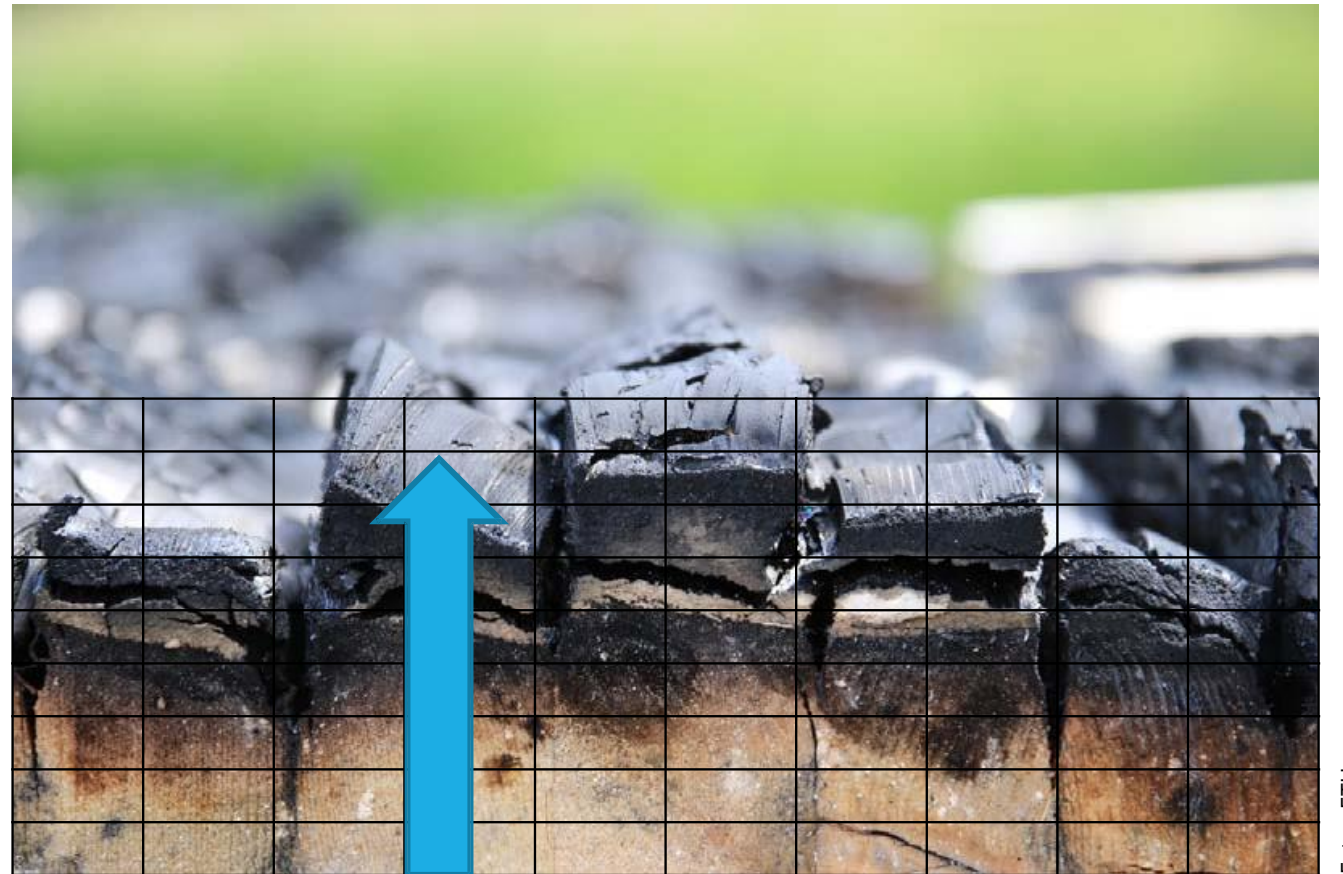


Source: Fahrni (2020)



Adiabātiskās virsmas temperatūra tiek pieņemta kā temperatūra virsmai, kas nevar absorbēt vai atdot siltumu

Materiāla īpatnējās īpašības



Fotos: ETH

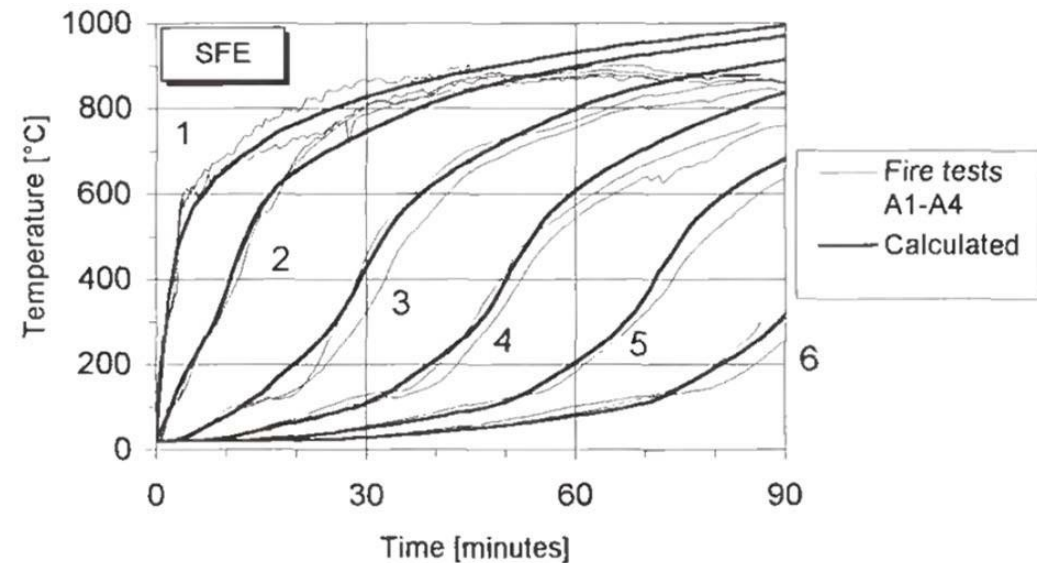
Vai materiāla īpašības ir viendabīgas?

Materiāla īpatnējās īpašības - to noteikšana

- Izmērītās temperatūras dažādos koksnes dziļumos, kad to pakļauj standarta uguns iedarbei (EN/ISO).
- Īpatnējā siltumietilpība un siltumvadītspēja salāgota ar temperatūru kā funkcija, lai aprēķinātās temperatūras vērtības sakristu ar testos izmērītajām

Materiāla īpatnības, kas jāņem vērā:

- Masas pārvietošanās (mitrums, gāzes, pelni, ...)
- Plaisas pārogļotajā slānī
- Koksnes pārogļošanās UN pārogļotais slānis
- Karstuma rašanās (eksotermiska reakcija)



König & Walleij 1999

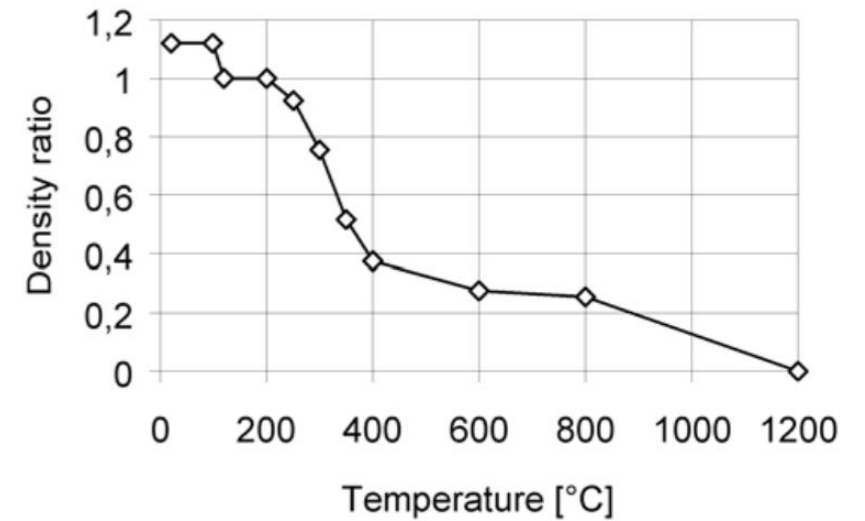
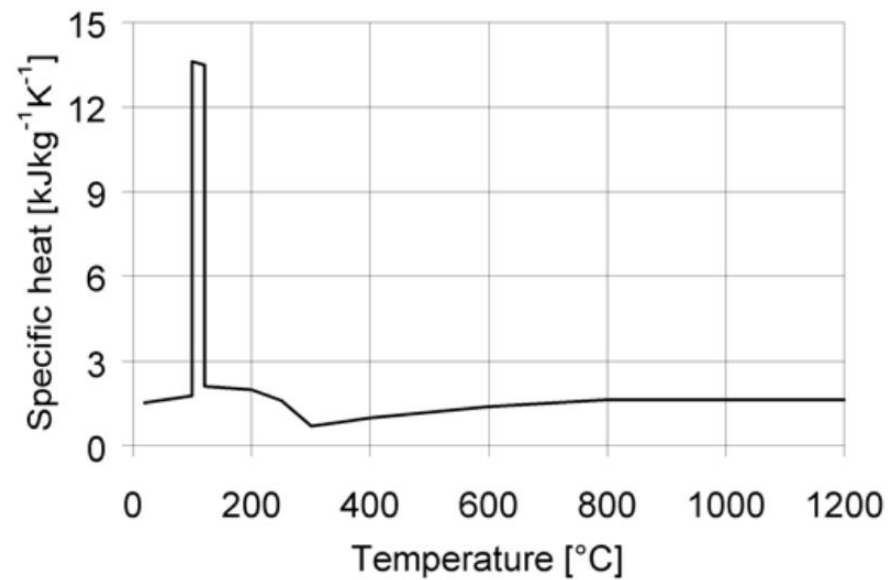
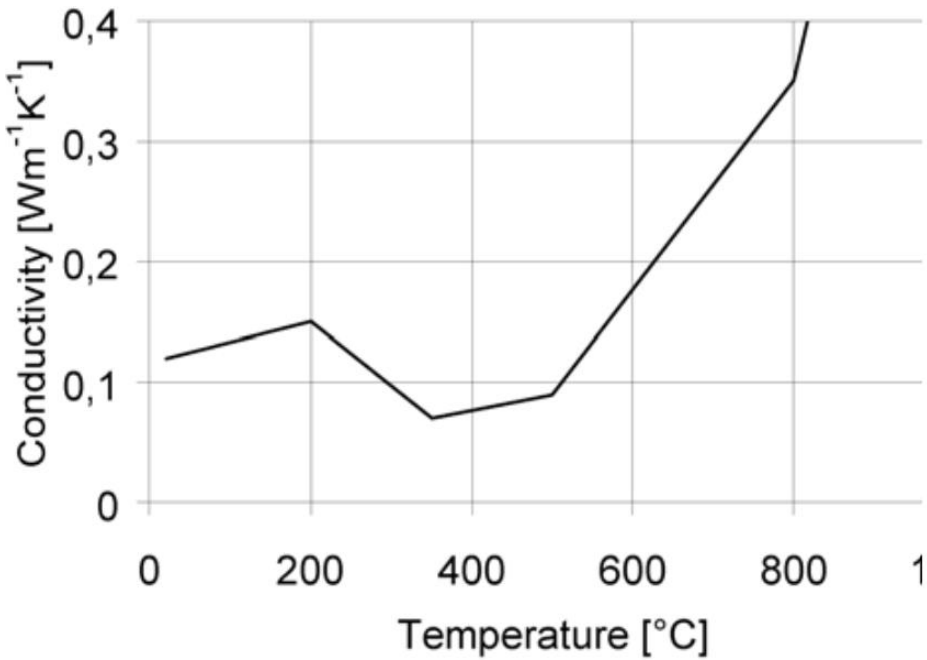
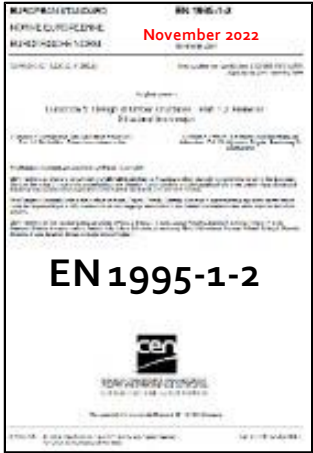
Figure 3.3: Temperature-time relationships of tests A1-A4: Comparison of fire tests and calculations

Literature:

- König & Walleij 1999
- König + Källsner 2000
- König 2005

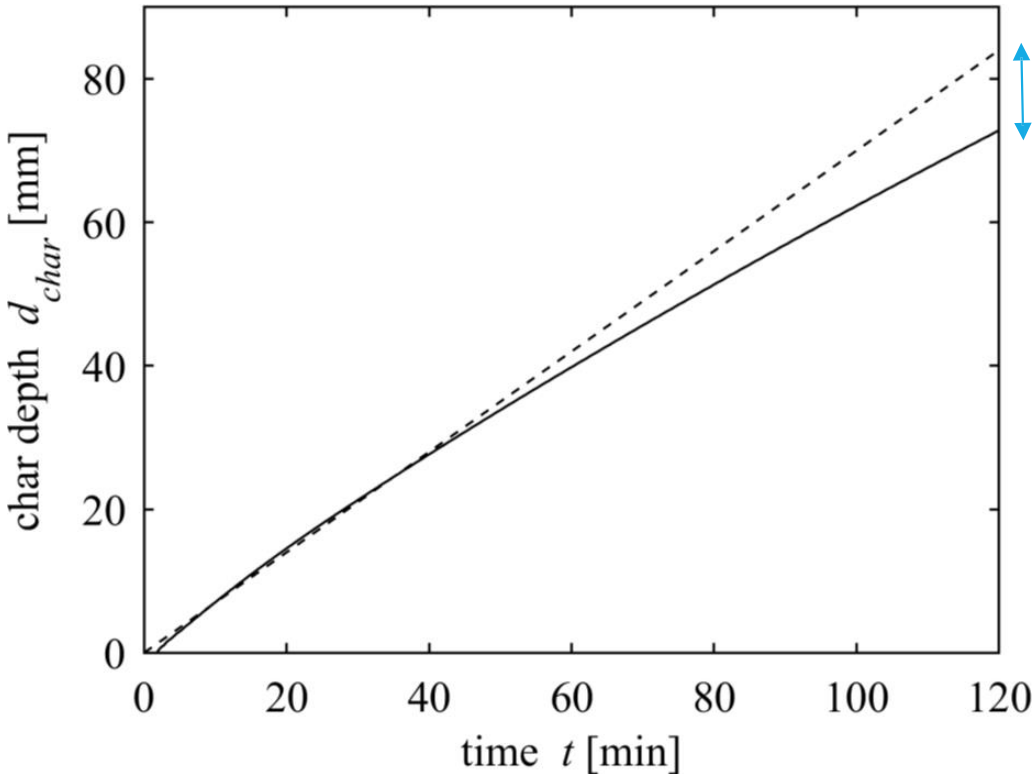
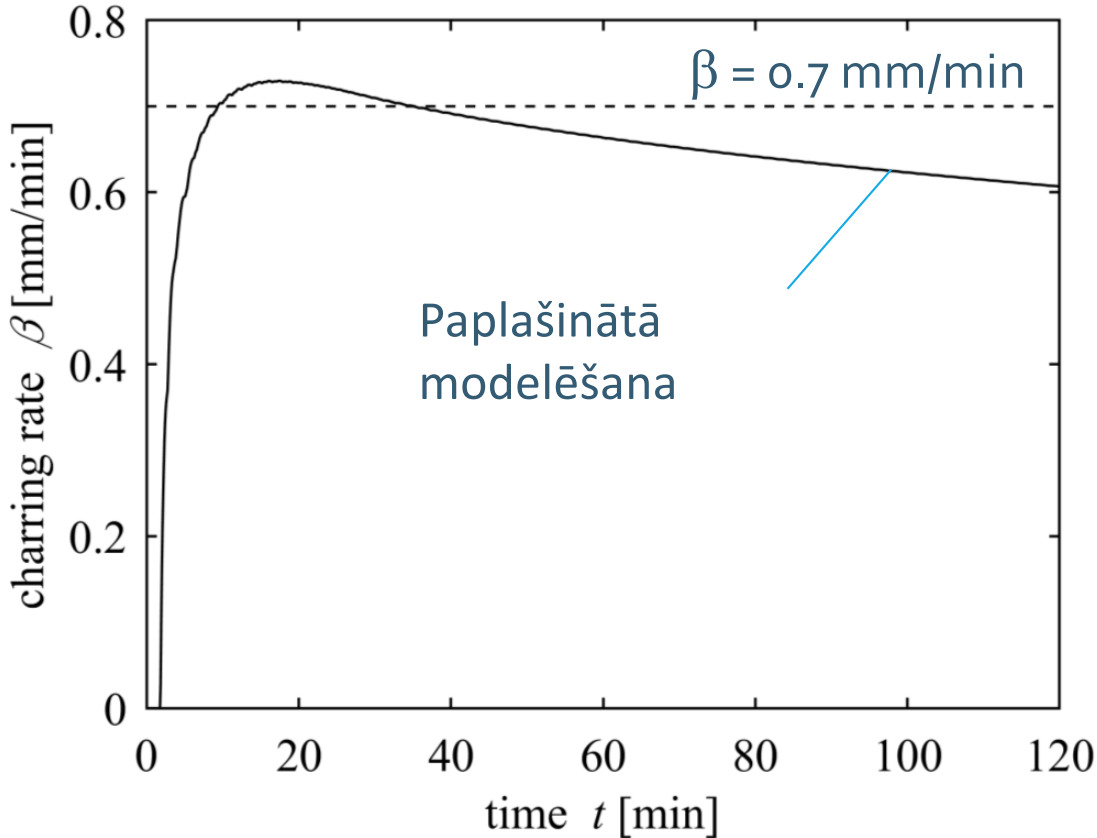
Materiāla īpatnējās īpašības kokam

EN 1995-1-2, Annex B



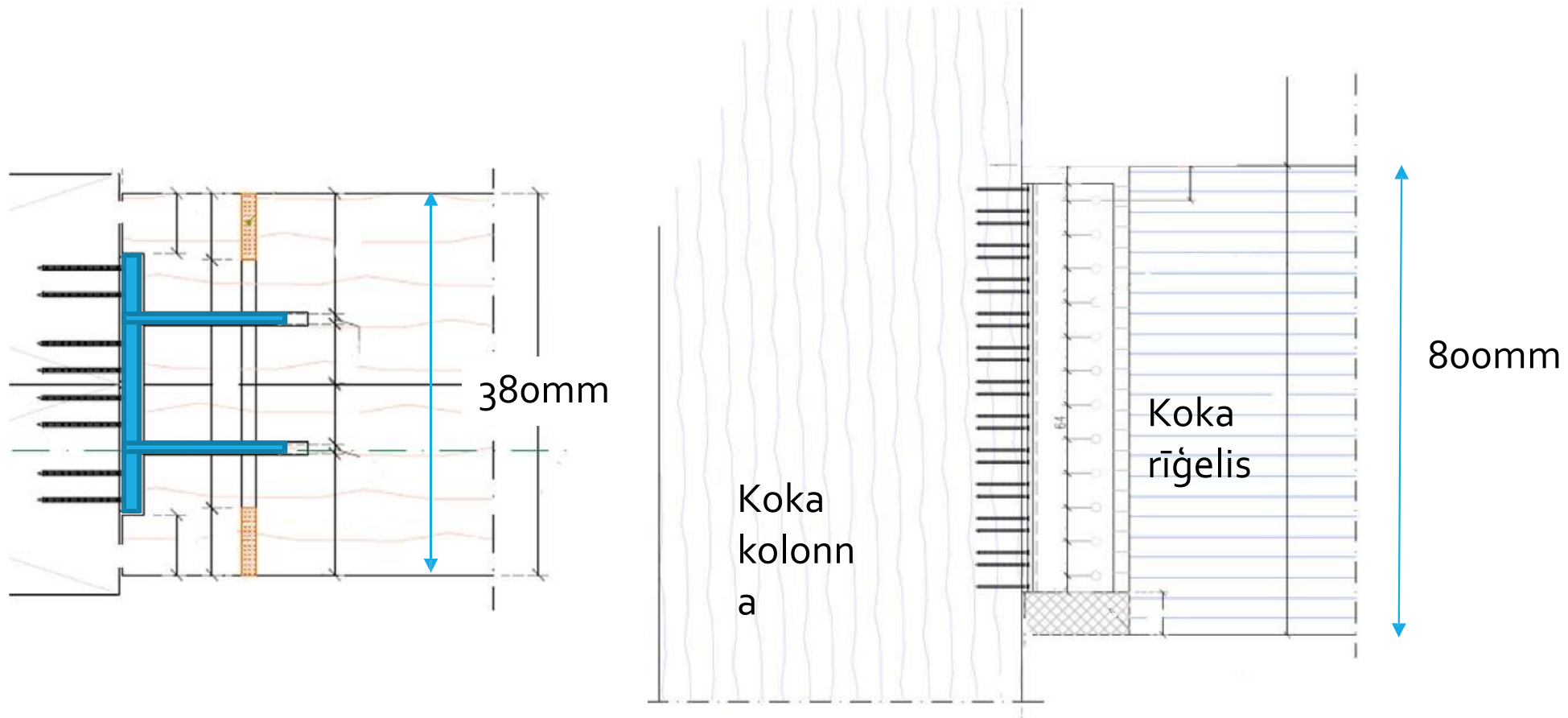
Materiāla īpatnējās īpašības kokam

Standarta vērtību un modelēto vērtību salīdzinājums:



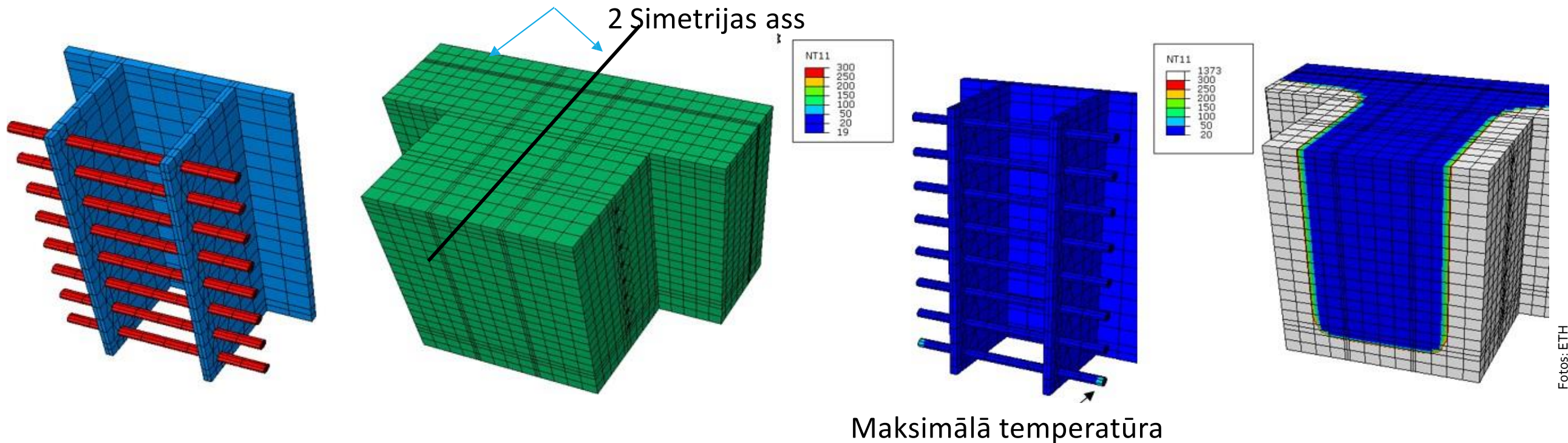
Piemērs: Uzlabotās projektēšanas metodes pielietojums, R

Karstuma iedarbes modelis konstrukciju savienojumam, R90?



Piemērs: Uzlabotās projektēšanas metodes pielietojums, R

Karstuma iedarbes modelis konstrukciju savienojumam,
R90?

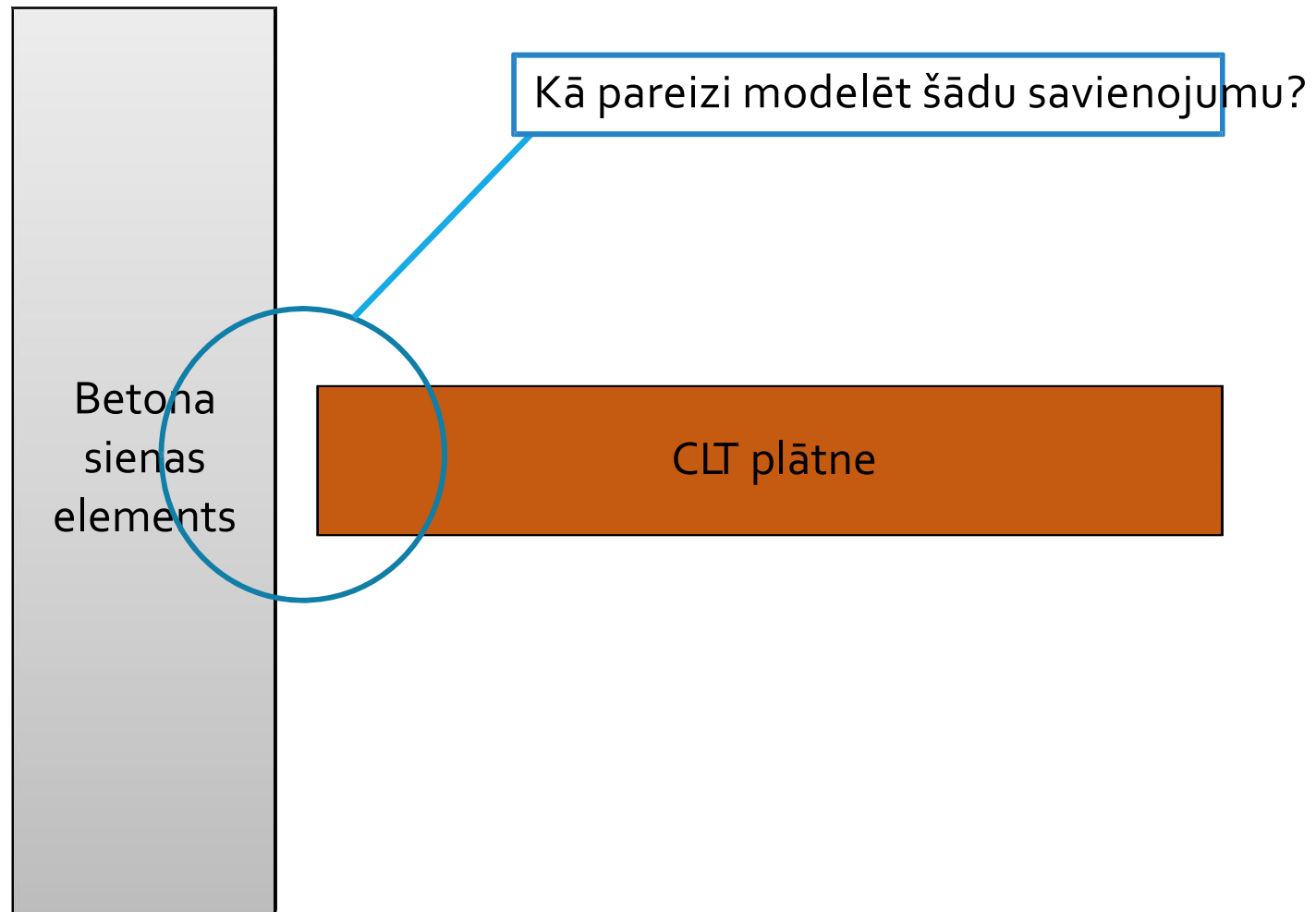


Fotos: ETH

Pēc 90min EN/ISO iedarbes: Metāla
elementu temperatūra ir 20°C

Nemiet vērā, ka šādu analīzi drīkst veikt tikai pieredzējis speciālists ar labu reputāciju

Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R

1. Kāda ir nepieciešamā ugunsizturība?

→ projektējam priekš EI 60 un R 60 (Uguns iedarbe no abām pusēm!)

(Piezīme: Normatīvā prasība atšķiras dažādās valstīs, ir valstis kur aplūko tikai iedarbi no apakšas)

2. Ko nozīmē EI 60?

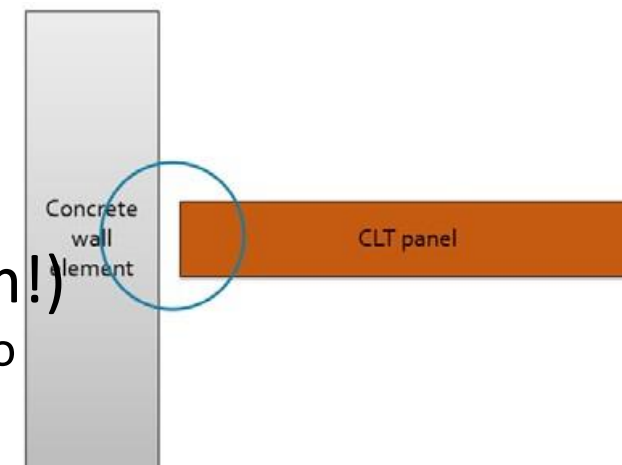
→ Temperatūra konstrukcijas ugunsiedarbes nepakļautajā pusē būs 160°C

3. Kādas galvenās prasības ir jāpārbauda?

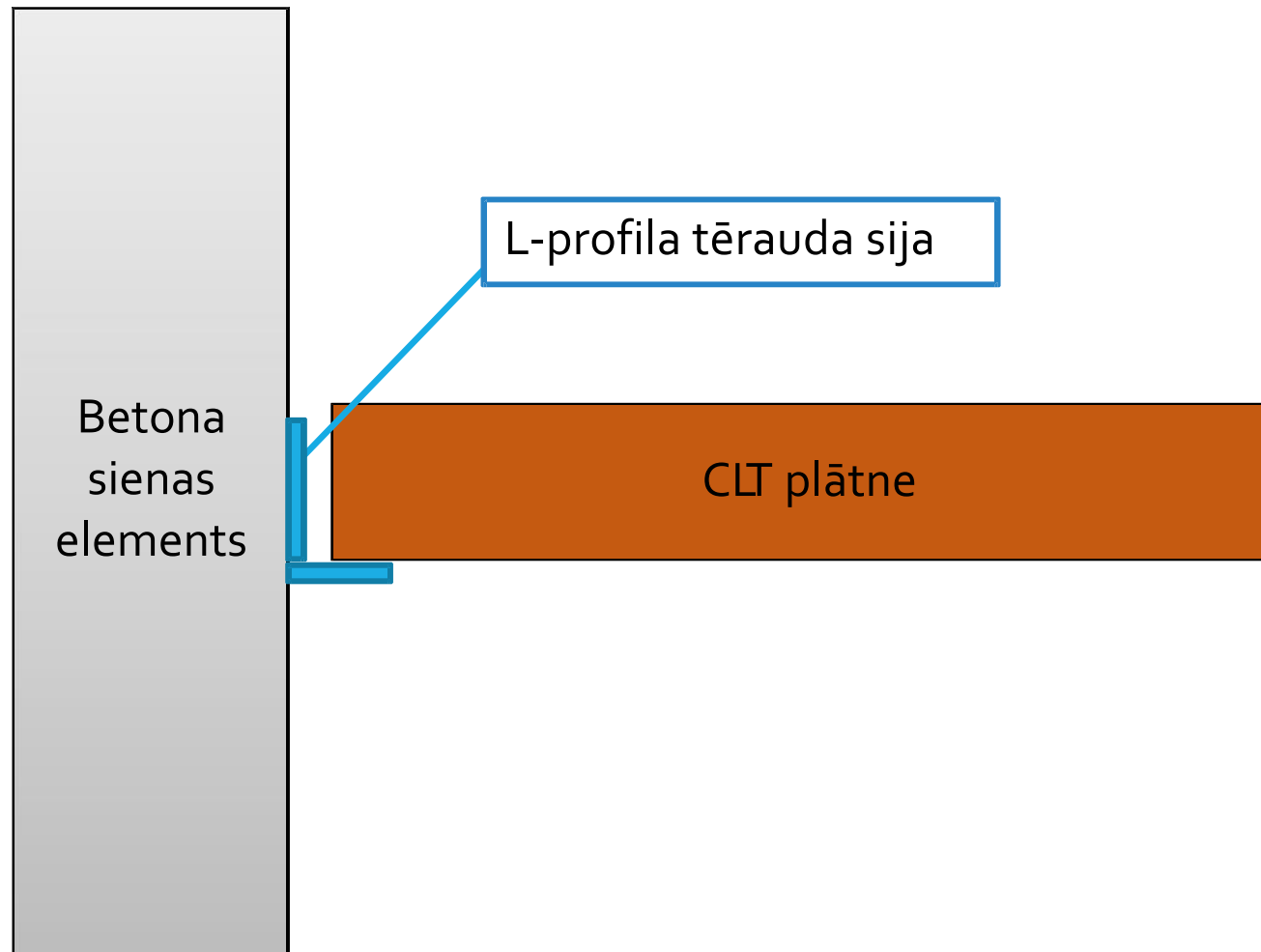
→ Hermētiskums no abām pusēm! Vilkmes iespējamība ir jānovērš!
Uguns nezina virzienu! Siltuma starojums uz visām pusēm!

→ Spraugas un dobumi būtu jāpiepilda ar nedegošiem materiāliem

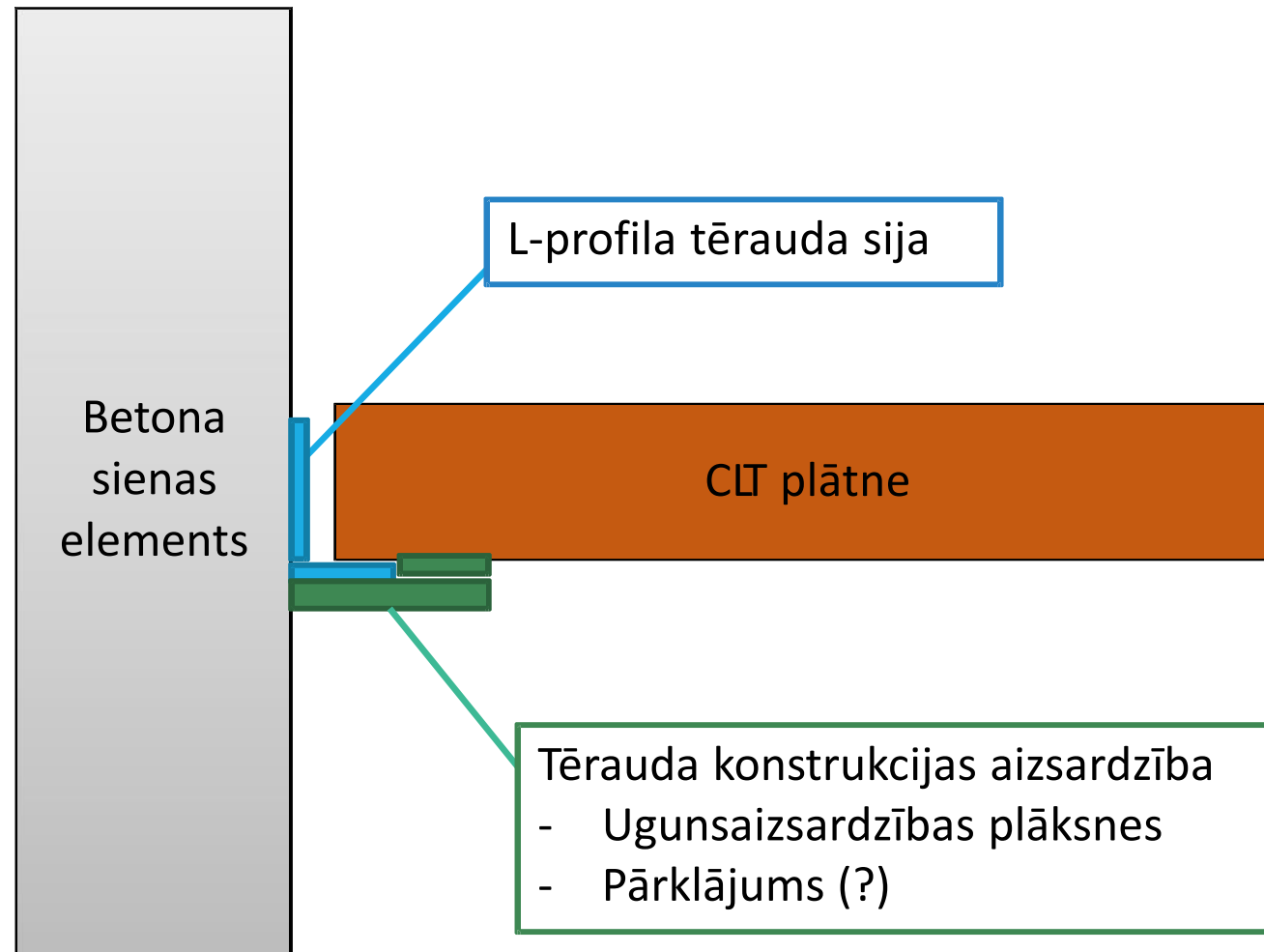
(piemēram akmens minerālvati)



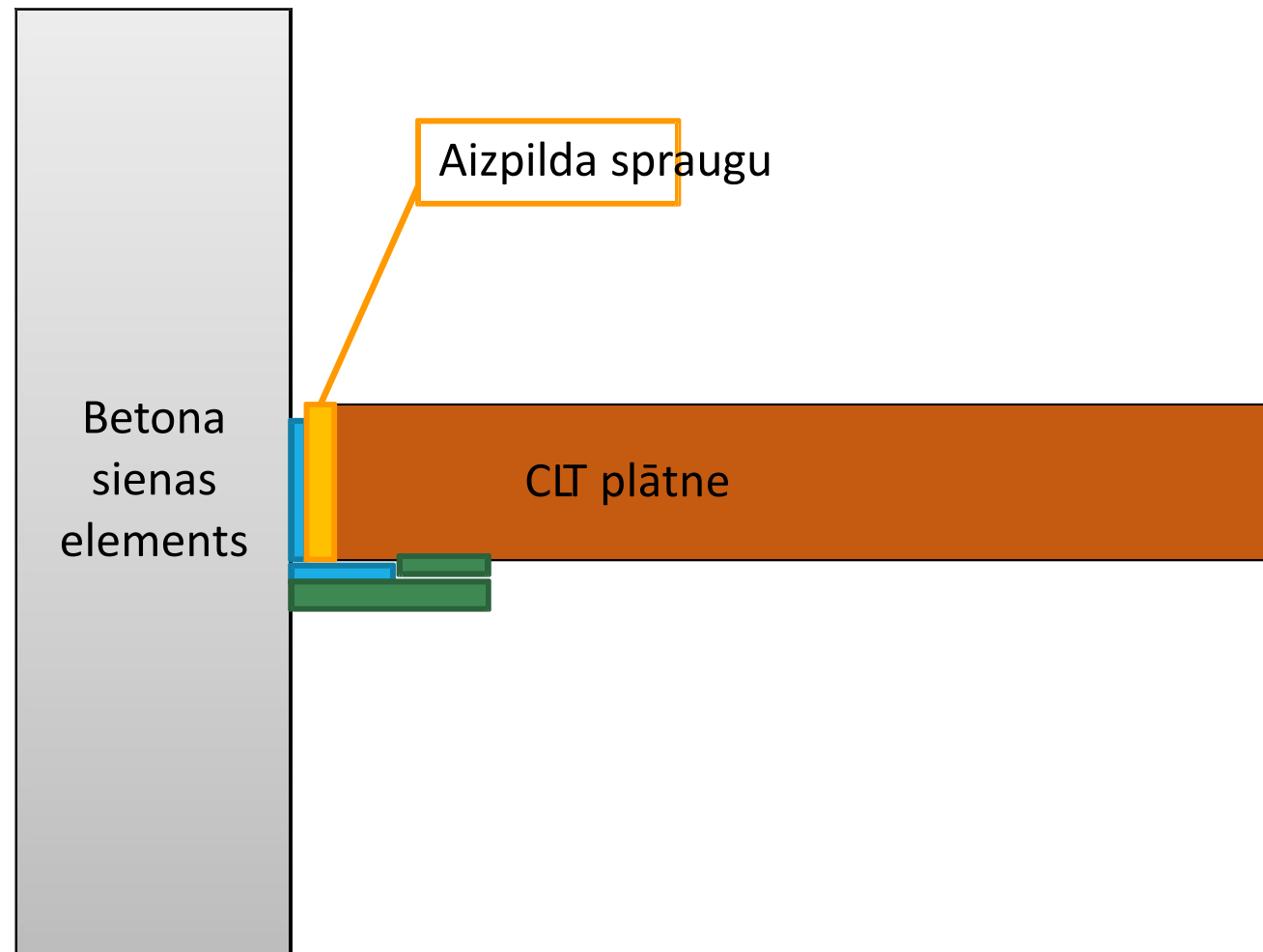
Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



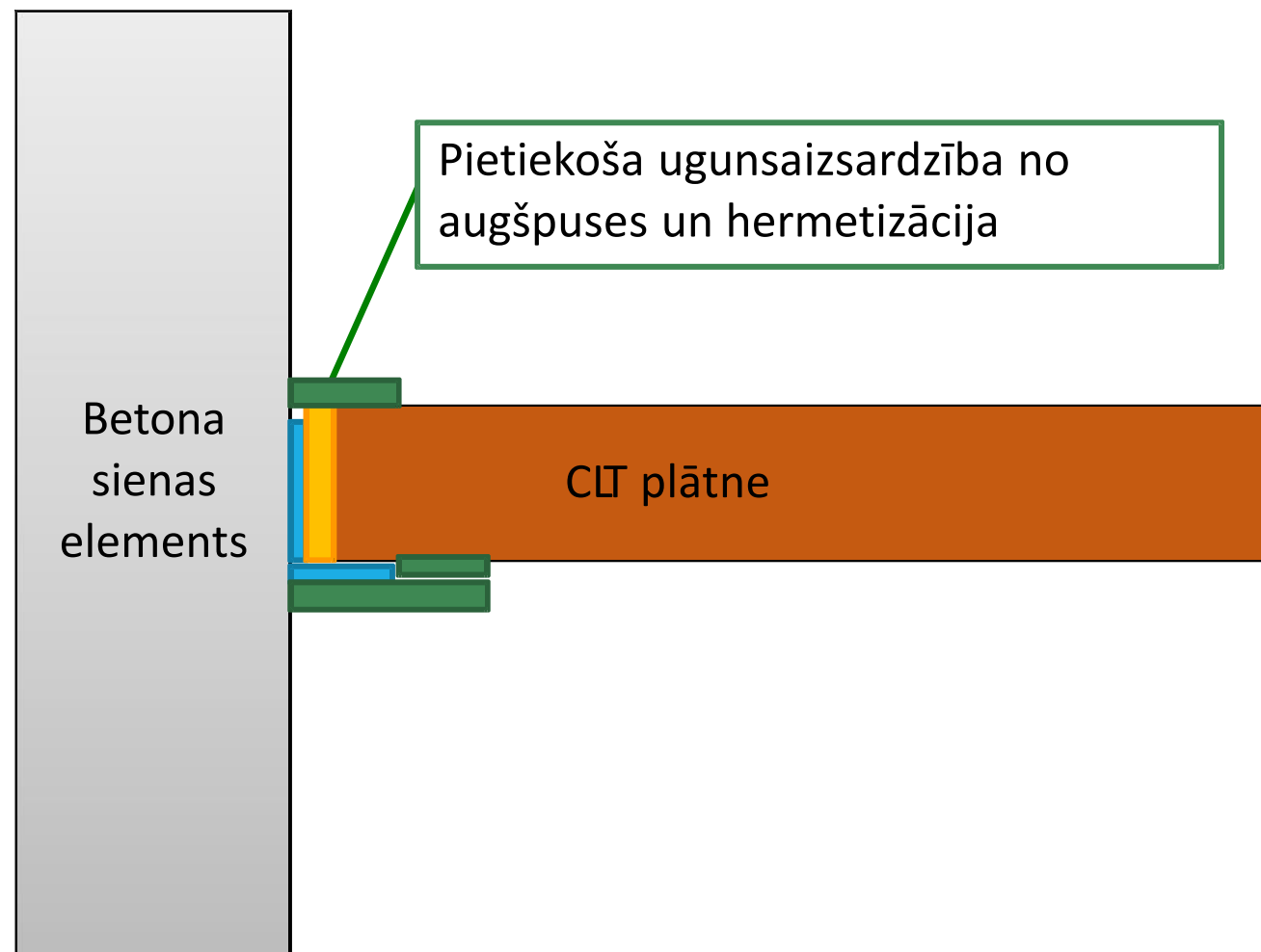
Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



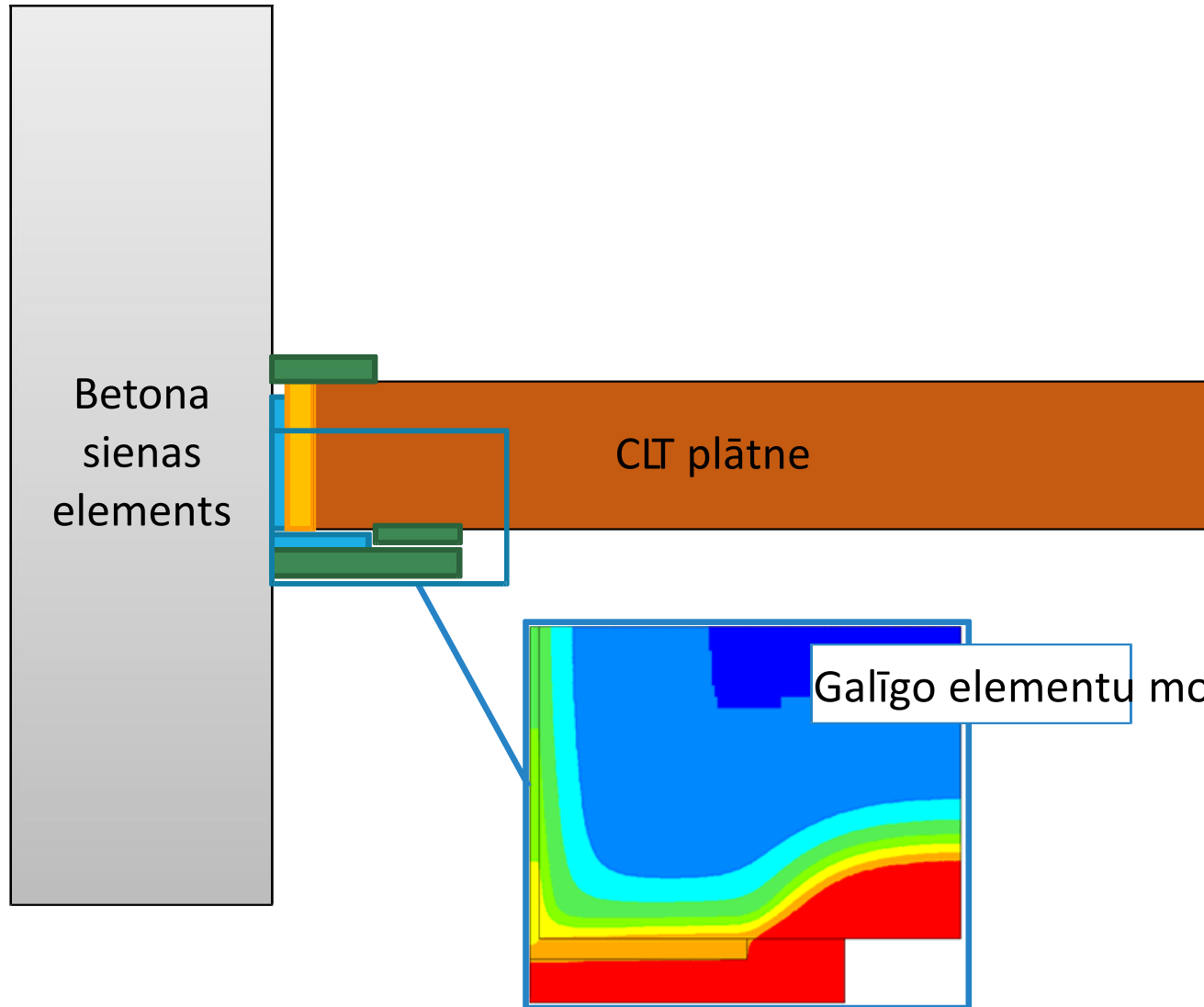
Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



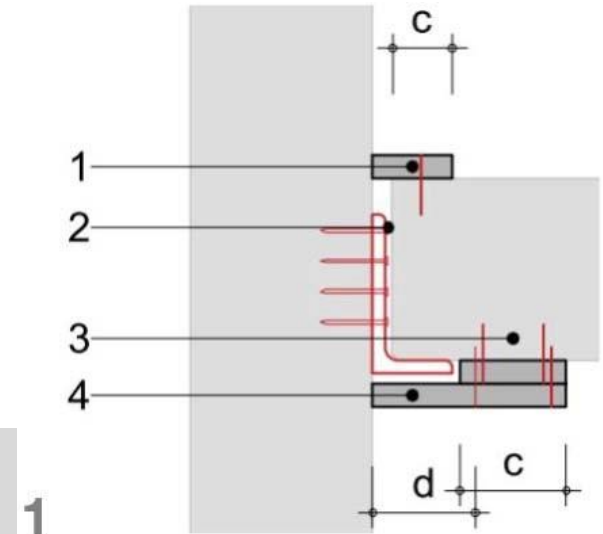
Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



Piemērs: Balstmezgla modelēšana, EI un R



Projektēšana saskaņā ar Lignum vadlīnijām



- 1 Beplankung beidseitig überlappt oder einseitig oben
 - Feuerwiderstandsdauer \geq Feuerwiderstandsdauer Bauteil
 - Bauteil R 30: BSP 30
 - Bauteil R 60: BSP 60
 - Ist die Beplankung mehrlagig, so ist jede Lage unabhängig ins tragende Bauteil zu befestigen.
 - Mindestauflager auf Holz:
 - Bauteil R 30: $c \geq 40$ mm
 - Bauteil R 60: $c \geq 60$ mm
 - Bauteil R 90: $c \geq 80$ mm
 - 2 Hohlraum zwischen Stahlträger und Decke darf nicht über Brandabschnitte führen
 - 3 Längsfugen in Bauteilebene:
 - Längsfugenbreite ≤ 5 mm im Abstand von min. 200 mm sowie Brettstapelfugen: keine Massnahmen erforderlich
 - Längsfugenbreite > 5 mm: Fugenausbildung gemäss Kap. 4.2.7
 - 4 Beplankung einseitig unten
 - Feuerwiderstandsdauer \geq Feuerwiderstandsdauer Bauteil
 - Bauteil R 30: BSP 30
 - Bauteil R 60: BSP 60
 - Ist die Beplankung mehrlagig, so ist jede Lage unabhängig ins tragende Bauteil zu befestigen.
 - Mindestauflager auf Holz:
 - Bauteil R 30: $c \geq 100$ mm
 - Bauteil R 60: $c \geq 120$ mm
 - Bauteil R 90: $c \geq 140$ mm
 - 5 Bemessung Stahlaufleger für den Lastfall Brand gemäss Norm SIA 263, Stahlbau [16] bzw. Steeldoc, Brandschutz im Stahlbau [20]
- d Maximale Distanz: $d \leq 150$ mm: einseitig befestigt
 $d \leq 500$ mm: beidseitig befestigt
 Grössere Distanzen unter Berücksichtigung der Ausführungsbestimmungen der Beplankungen

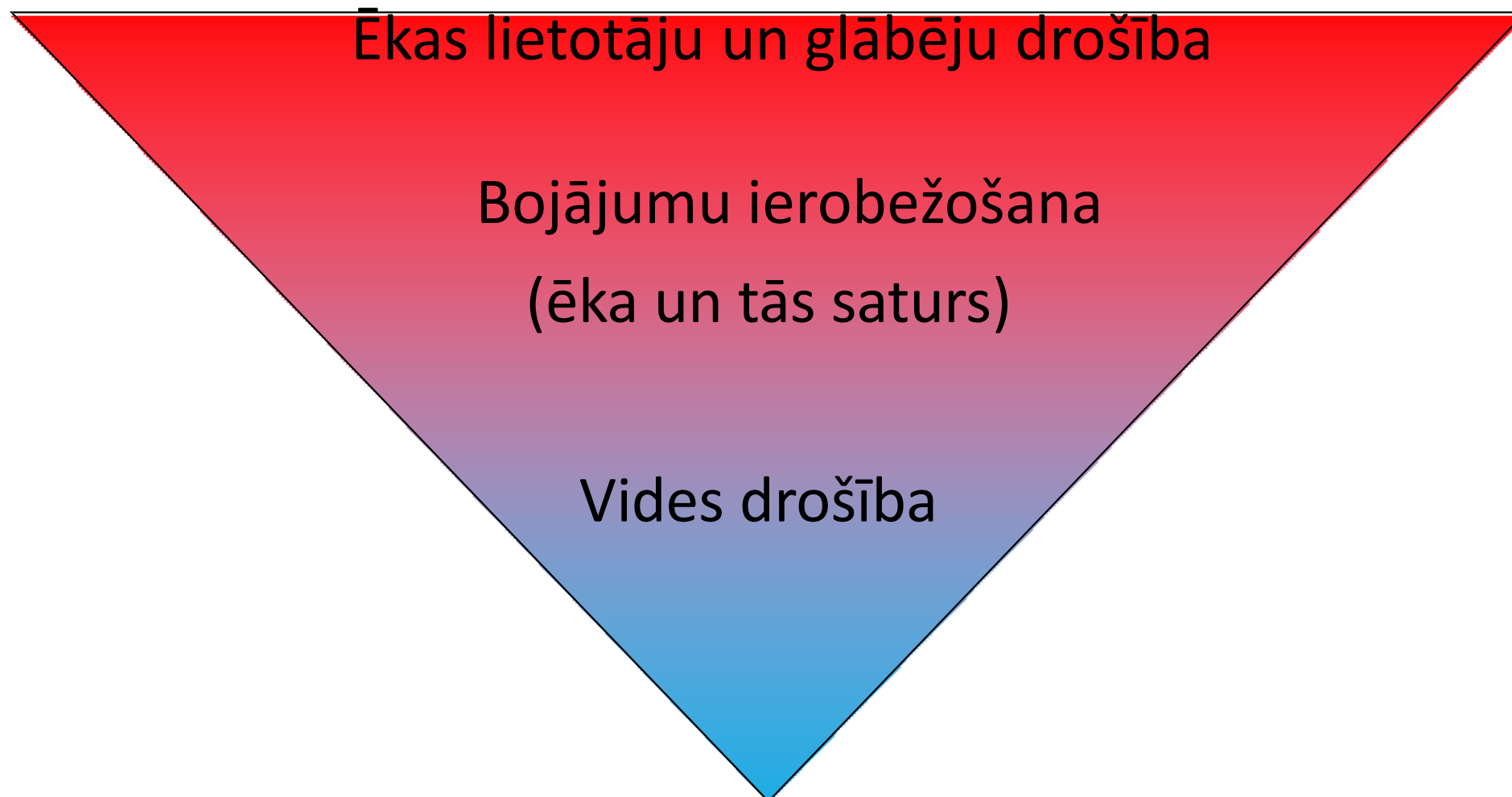
Pusdienu pārtraukums / 13:30 - 14:00



- Uguns aizsardzības stratēģijas vidēja augstuma un augstām daudzstāvu koka ēkām – ugunsizturības un degtspējas robežas, koka konstrukciju papildu uguns aizsardzība, papildu aizsardzības pasākumi u.c.
- Uguns aizsardzības risinājumu piemēri vidēja un liela augstuma daudzstāvu koka ēkām;
- Jautājumi un atbildes

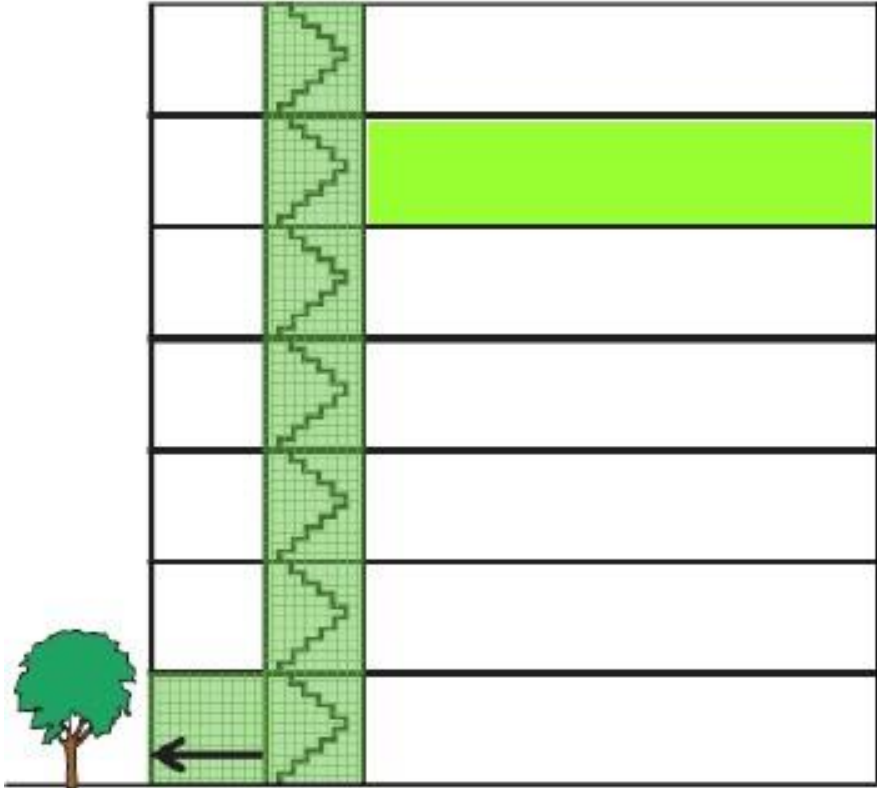
Uguns aizsardzības mērķuzdevumi

Dūmi ir galvenais ugunsgrēku nāves gadījumu iemesls (>80% gadījumi).
Bojāeja ļoti retos gadījumos ir saistīta ar konstrukciju sabrukšanu.



Evakuācijas ceļi

Galvenie kritēriji

- Ēkas lietošanas veids un novietojums
 - Ēkas ģeometriskie parametri
 - Lietotāju blīvums (cilvēku skaits)
- 
- Vertikālais evakuācijas ceļš (kāpņutelpa): bez eksponētas koksnes
- Horizontālie evakuācijas ceļi: Eksponēta koksne ierobežotā daudzumā?

Evakuācijas ceļi

Evakuācijas ceļi – Vertikālie ceļi:

Parasti veidoti no betona! Šveicē ir iespējams arī koks kas apšūts ar aizsargpārklājumu (minimums) K₂30 (EN 14135)



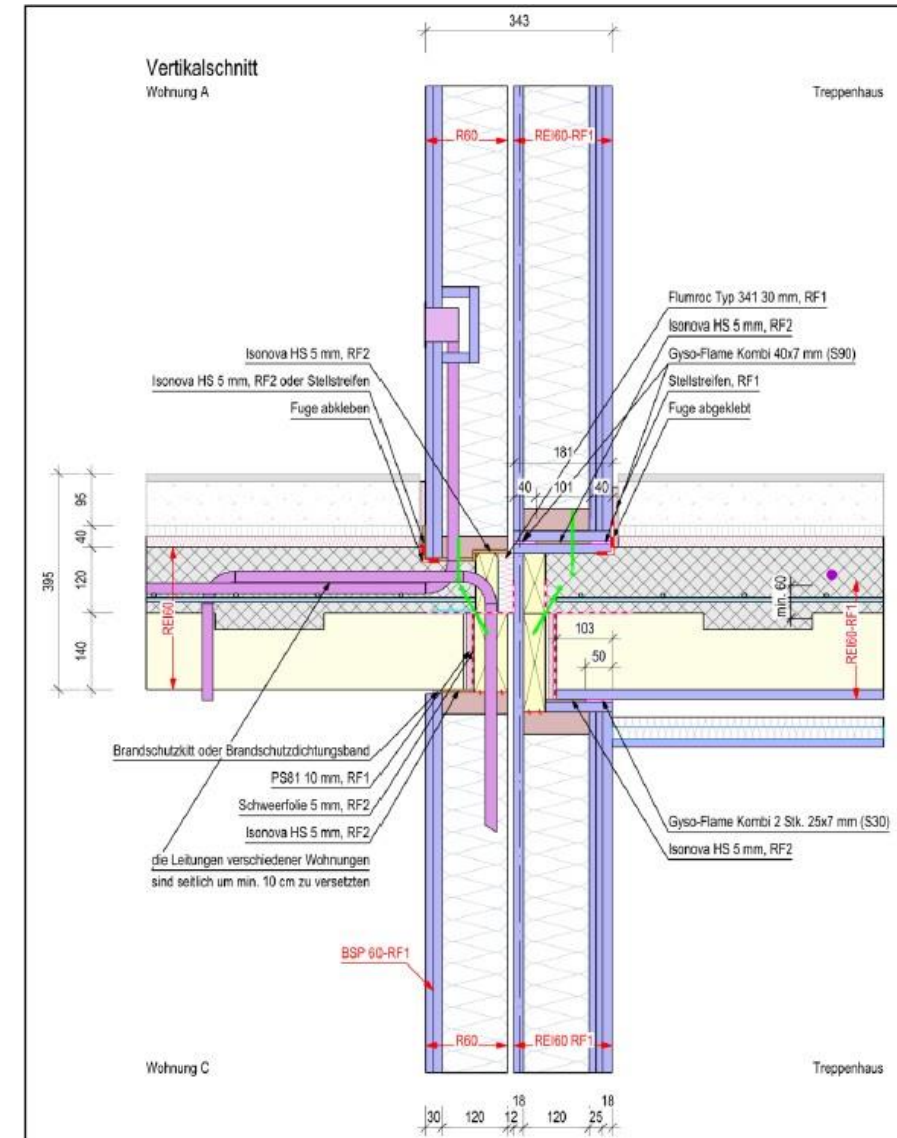
Source: Josef Kolb AG

Evakuācijas ceļi

Evakuācijas ceļi – Vertikālie ceļi:

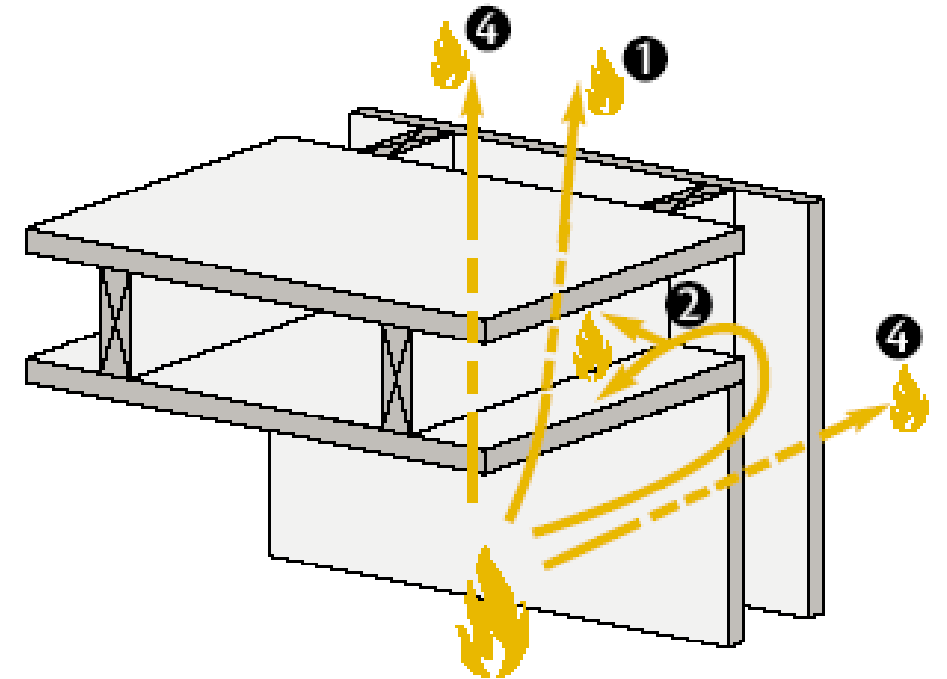


Source: Josef Kolb AG



Būvniecības kvalitāte

- Uguns aizsardzības plāns ar visiem uguns aizsardzības risinājumiem
- Uzmanīga plānošana un detalizācija
- Uguns drošības risinājumu profesionāla piemērošana
- Regulāras kontroles un uzturēšana
- Apkopju un pārbaūžu biežums ir jānosaka atbilstoši ēkas un tās konstrukciju nozīmīgumam

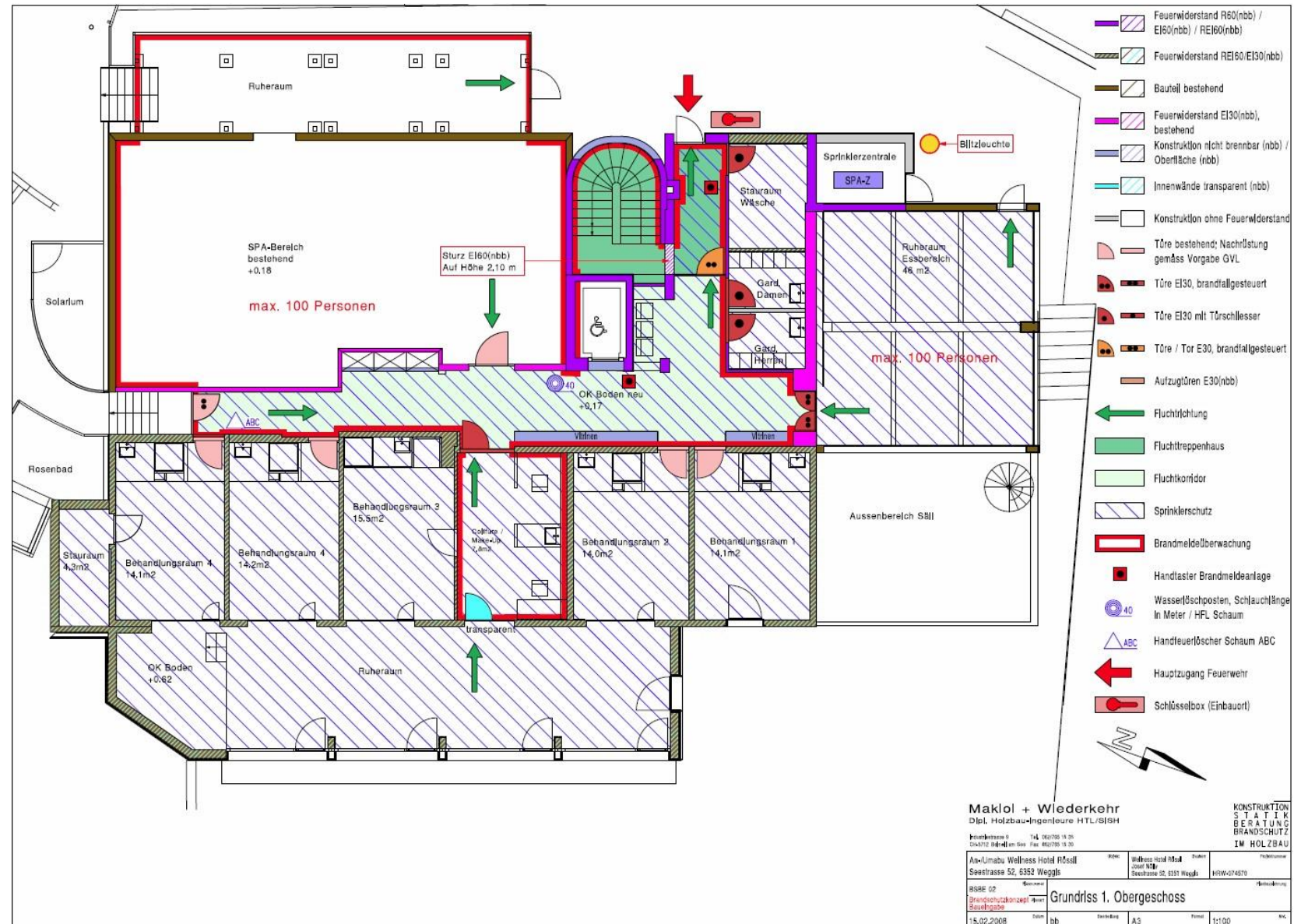


Ugunsdrošības plāns

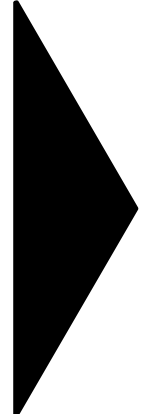
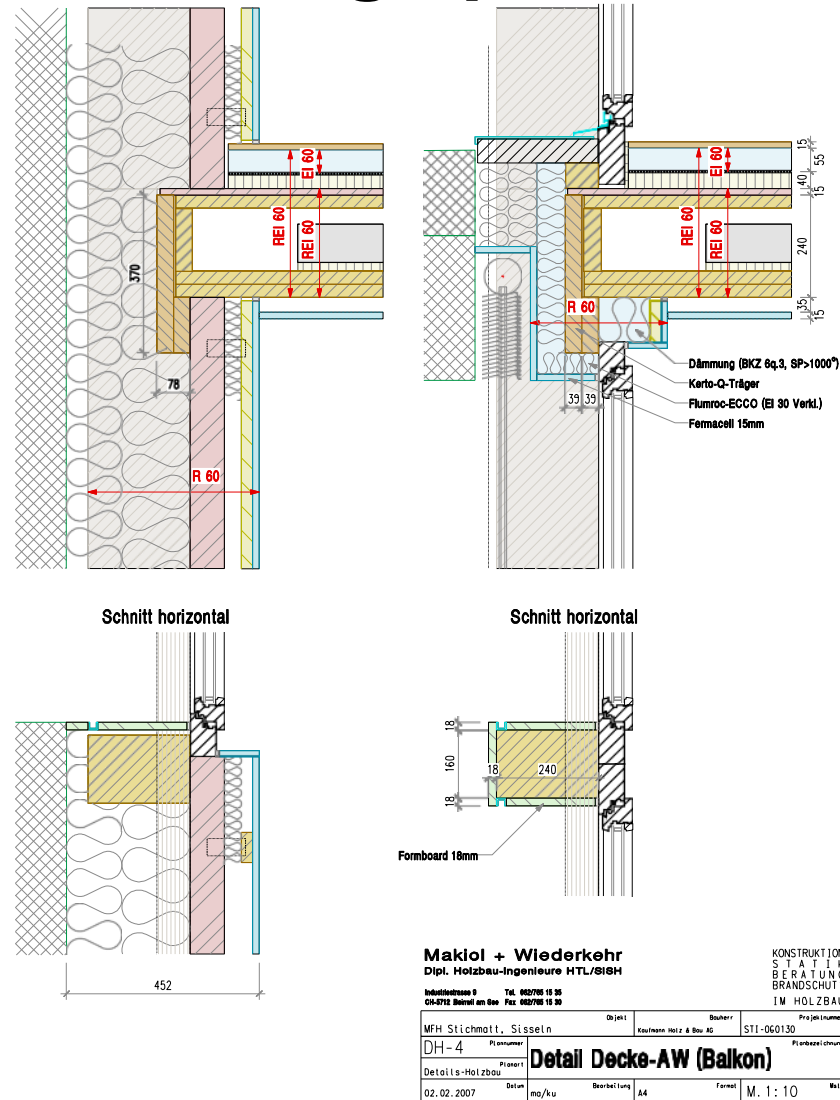
Informācija par:

- Ugunsdroši atdalītā telpām
- Evakuācijas ceļiem
- Uguns izturību
- Tehniskajiem ugunsdrošības risinājumiem
- Citi.

Piezīme: Šveicē attēlos redzami apzīmējumi un lietotās krāsas ir standartizētas, tādēļ tos ir viegli atpazīt un lasīt



Uzmanīga plānošana un detalizācija



Būvdarbi ir projektēti?

- Atlasīti materiāli?
- Projektēti konstrukciju izmēri?
- Spraugu aizpildījumi?

Foto: Wiederkehr

Būvniecības kvalitāte

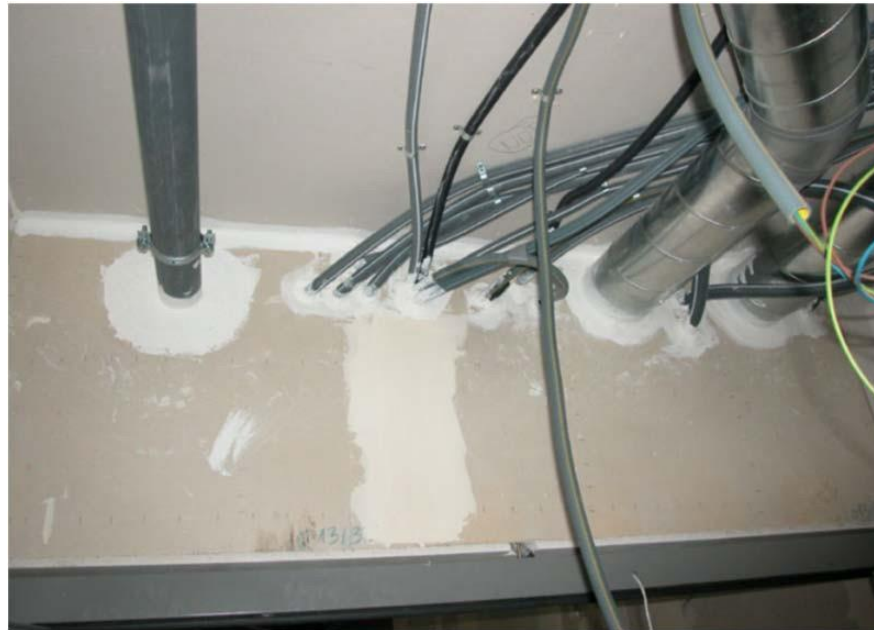
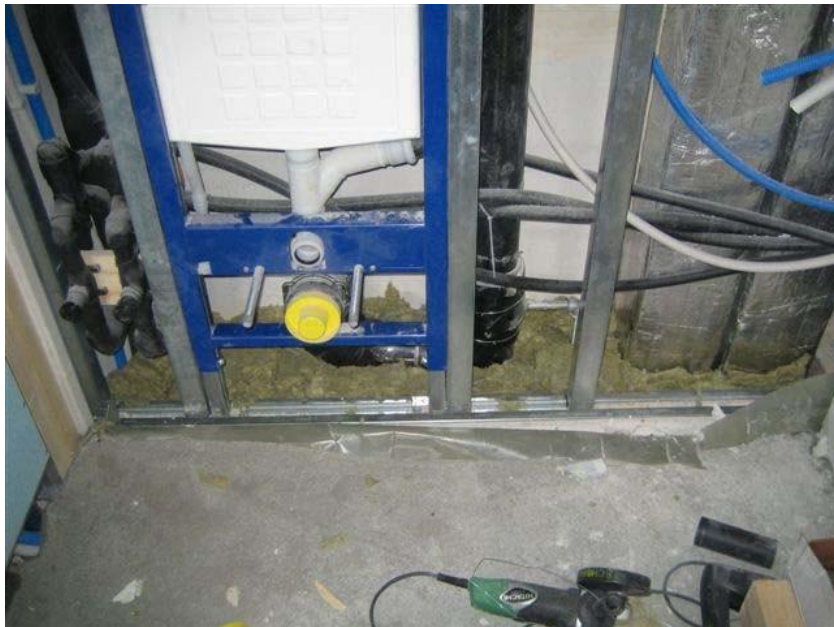
Uzmanīga darbu izpilde un regulāras pārbaudes (gan ražotnēs, gan būvlaukumā)



Fotos: Wiederkehr

Būvniecības kvalitāte

Uzmanīga darbu izpilde un regulāras pārbaudes (gan ražotnēs, gan būvlaukumā)




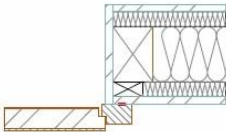
Fotos: Wiederkehr

Būvniecības kvalitāte

Uzmanīga darbu izpilde un regulāras pārbaudes (gan ražotnēs, gan būvlaukumā)

Vorabzug Protokoll
1.Rohbaukontrolle Brandschutz 13.03.2008

Umbau und Anbau
Wellness Hotel Rössli, 6353 Weggis

Kontrollpunkt	Bemerkung / Massnahme	betrifft	erledigen bis
4	Sanitärinstallationen		
4.1	1. Obergeschoss Etagierung Sanitärinstallationen Die Übergänge der Sanitärfallstränge im Bereich des Korridors sind brandschutztechnisch zu definieren. Etagierungen von brennbaren Sanitärleitungen, die nicht in einem Installationsschacht verlaufen, müssen im Bereich der brandabschnittsbildenden Decken mit Brandschutzmanchetten abgetrennt werden. Nach Möglichkeit die bestehenden Guss-Etagierungen bestehen lassen. Mit Sanitärleitungen aus Guss ist keine Brandschutzmanchette erforderlich. Die definitive Ausführung ist in Absprache mit der GVL festzulegen. MN stellt das Insalationskonzept BB zur Vorprüfung zu. 	MN/ Sanitär- planer Sanitär	nach Baufort- schritt
5	Zimmertüren / Türanschläge		
5.1	Zimmertüre Die bestehenden Zimmertüren können wiederverwendet werden. Es sind schwerentflammable Gummidichtungen von einer geprüften Türe EI30 einzubauen. Tschopp montiert die Türen und die Dichtungen. Die Schliesseinrichtung mit dem Drehknopf auf der Zimmerseite wird beibehalten.	MN / RW RW	
5.2	Türleibung / Anschlag Die Verkleidung EI30(nbb) wird in der Leibung (Pfosten und Sturz) herangezogen (siehe Zeichnung). Die Türe wird mit einem Keramikdichtungsband an die Verkleidung angeschlagen und vom Falz her verschraubt. 	RW	

Makrol + Wiederkehr

Seite 7/14

Protokoll
4. Rohbaukontrolle Brandschutz 29.04.2008

Umbau und Anbau
Wellness Hotel Rössli, 6353 Weggis

Kontrollpunkt	Bemerkung / Massnahme	betrifft	erledigen bis
2.7	Geberitrohr 4. OG im Korridor. Geberitrohr EI60(nbb) absilieren analog Lüftungskanal oder Verkleidungskasten aus Gipsfaserplatten EI60(nbb) erstellen und Hohlraum mit Steinwolle ausdämmen 	MN / MO / RW	nach Bauverlauf
2.8	Durchdringungen von Leitungen in brandabschnittsbildenden Bauteilen. Vor der Montage der heruntergehängten Decken müssen alle Leitungen und Kanäle welche Beplankungen durchdringen sauber ausgespachtelt oder mit Brandschutzsilikon abgedichtet werden. MN beauftragt Gipsler oder Spezialist.   	Ausspachteln oder mit Brandschutzsilikon ausfüllen.	

Makrol + Wiederkehr

Seite 4/7

Saistoša informācija:

- Risinājumu apraksti un detalizācija
- Kļūmju apraksti
- Atbildīgo nozīmēšana
- Labošanas darbu izpildes termiņu noteikšana

Trīs atslēga pīlāri: Izglītība & Pieredze & Vadlīnijas

Ugunsdrošas koka ēkas

Izglītība

- Augstākā izglītība
- Specializētas mācību programmas praktizējošiem specialistiem
- Vietēja mēroga konferences
- Citi.



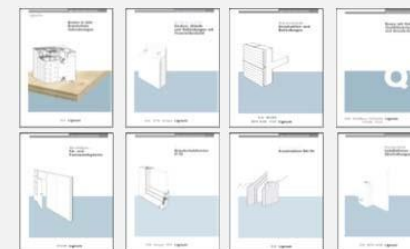
Experience

- Demonstrācijas būvobjekti un to izpēte
- Pieredzējuši inženieri un būvamatnieki
- Starptautiskas apmācības pieredzes apmaiņas nolūkā

Mācamies
viens no
otra

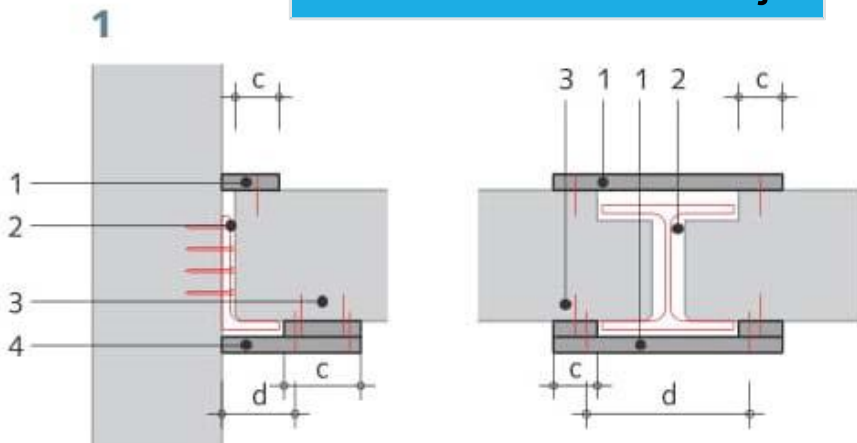
Vadlīnijas

- Risinājumu standartizācija
- Projektēšanas vadlīnijas inženieriem
- Ievieš vienoti izpratni starp iesaistītajām galvenajām pusēm

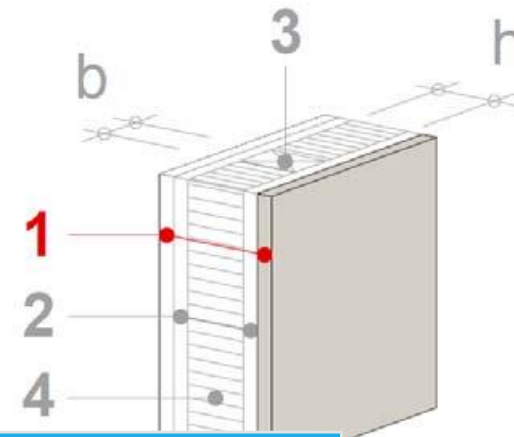


Tehniskā literatūra: Lignum vadlīnijas

Atbalsts detalizācijai



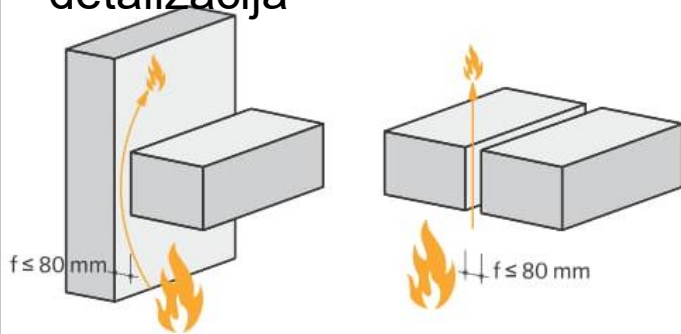
Variante	EI60			
	E1 ²⁾	E2 ²⁾	F	G
1 Beplankung 1				
Massivholzplatte	18	18	25	
Span-, Faserplatte	14	15	20	
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	19	18	25	
Gipsplatte	12,5	12,5	15	
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	10,5	10	12,5	
2 Beplankung 2				
Massivholzplatte	27	15	24	18
Span-, Faserplatte	22	14	18	15
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	27	15	24	18
Gipsplatte	18	9,5	15	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	15	10	12,5	10
3 Ständer				
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	40x140	40x100	40x100	
4 Hohlraumdämmung				
Mineralwolle ¹⁾				



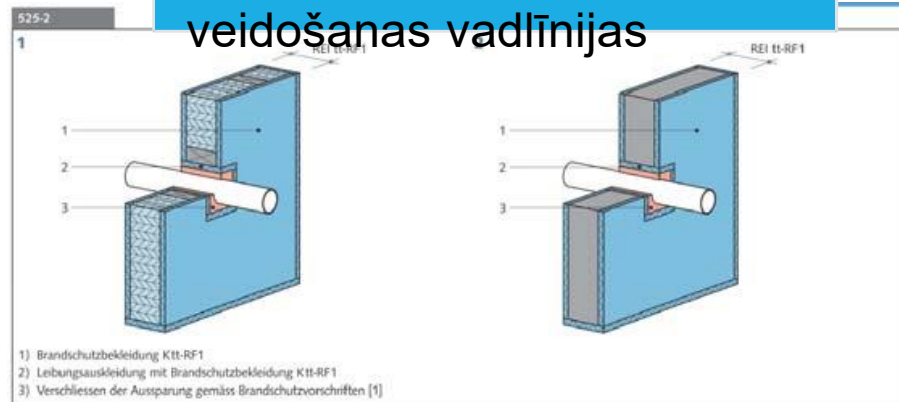
Konstrukciju kompozīcijas standartizācija

iner Seite „nicht
Gipsplatte 12.5 mm

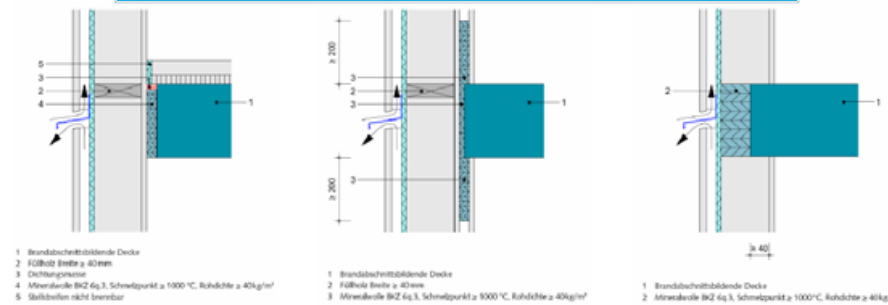
Savienojumu un spraugu detalizācija



Caurejošu komunikāciju veidošanas vadlīnijas



Fasāžu projektēšana



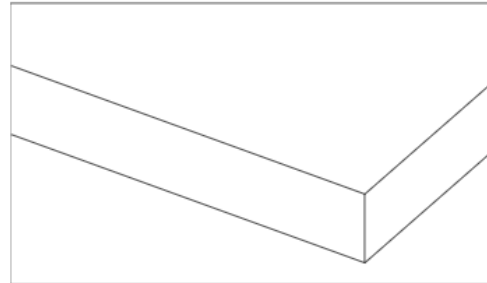
Pieejamās vadlīnijas: dataholz.eu

dataholz.eu/en.htm



DE EN Login infoholz.at Informationsdienst Holz Fenstereinbau.info Search

dataholz.eu



Building materials

Beams, columns
Particle composites
Fibre composites
Laminates
Planed wood
Wood flooring and parquet

Insulation
Lining materials
Foil/Barriers/Membranes
Facade solutions

dataholz.eu – Catalogue of wood and wood-based materials, building materials, components and component connections for timber construction covering thermal, acoustic, fire and ecological performance levels, released by accredited testing institutes. These datasheets will generally be accepted as proofs of compliance by building authorities.

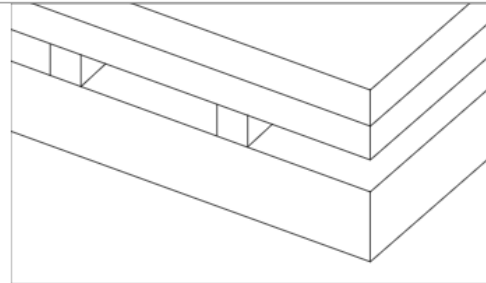
News

Seminar:

More information about the different program and registration can be found >>> [here](#)

[Imprint](#) [General terms of use](#) [Terms of use Germany](#) [Data protection](#) [About dataholz.eu](#) [How can a company be listed on dataholz.eu?](#)

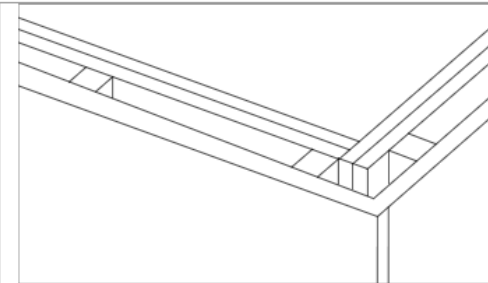
©2021, dataholz.eu – service provided by Holzforschung Austria



Building components

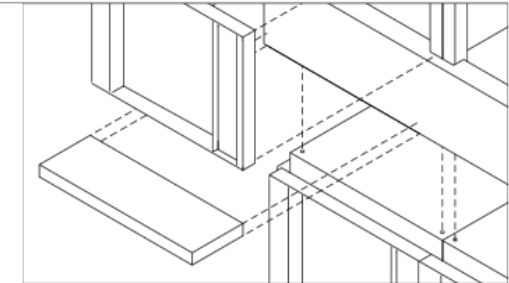
External wall
Internal wall
Compartment wall

Intermediate floor
Floor towards attic
Pitched roof
Flat roof



Component connections

The component connections are currently being revised and will be available soon.



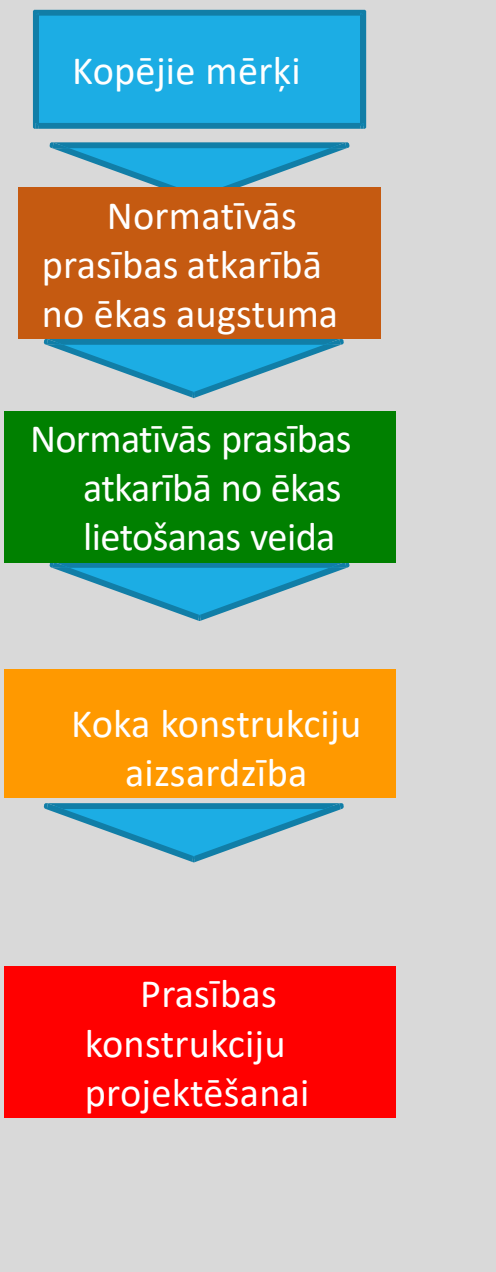
Case studies

Technical brochures, literature (currently only in German)

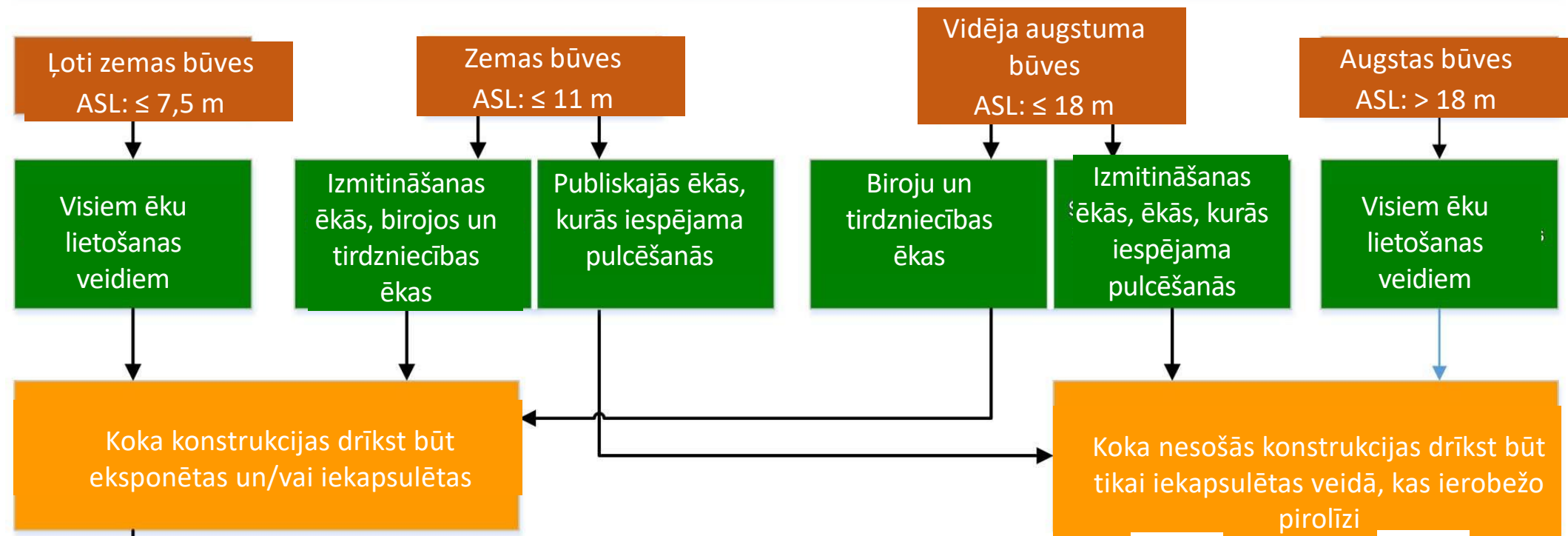
Izstrādātais saturs balstīts uz:

- Ugunsizturības testiem
- atzītiem projektēšanas paņēmieniem (piem. EN 1995-1-2)

Skaidras norādes projektētājiem



Mērķis:
Būves ir jāprojektē tā, lai tās saglabātu savu nestspēju un stabilitāti noteiktu laika periodu



Source: IGNIS – Fire Design Consulting, based on STA Guidance document vol 6

Ugunsizturību nosaka veicot aprēķinus, vienkāršu analīzi vai testēšanu

Jā	Nē
Uguns iedarbei pakļautās konstrukcijas nodrošina norobežojošo funkciju visu iedarbes laiku	Ticama uguns pašnodzišana Uguns iedarbei pakļautās konstrukcijas pilda norobežojošo funkciju Konstrukcija saglabā veikspēju pēc degšanas

Daži vidēja augstuma ēku piemēri no Šveices



Normatīvās prasības Šveicē



Tendences

...būvēt koka augstceltnes



<https://www.pinterest.at/pin/74027987611839615/>

un ... vairāk eksponēt koka konstrukcijas



<https://continuingeducation.bnpmmedia.com/>

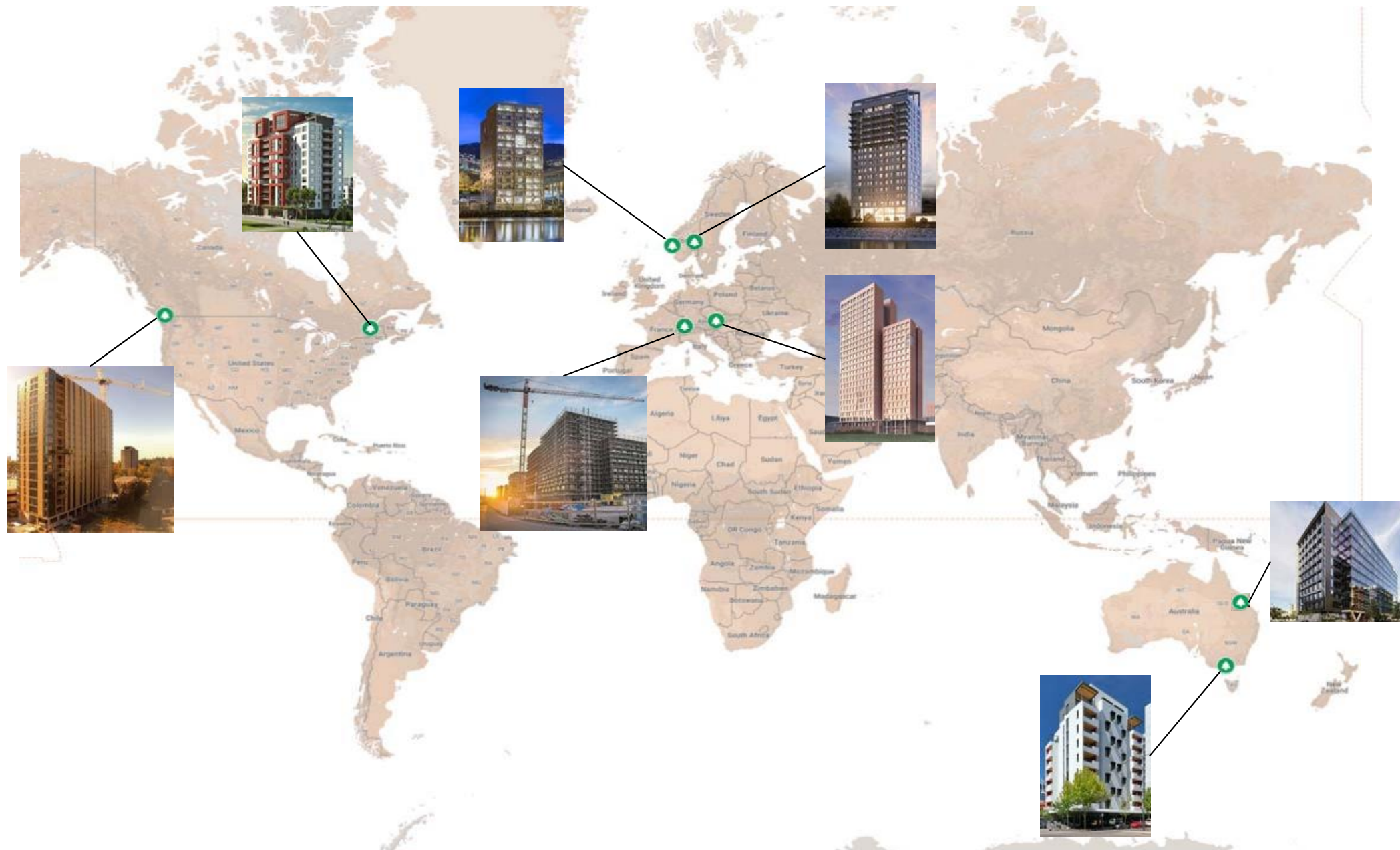
Projektēšanas izaicinājumi

- Arhitekti parasti vēlas slaidus un eksponētus koka elementus
- Uguns aizsardzības inženieri vēlas masīvas un paslēptas koka konstrukcijas

Kāds ir risinājums?

- Tas ir atkarīgs no ēkas augstuma un lietošanas veida
- Kritiskajām konstrukcijām ir nepieciešama speciāla aizsardzība
- Kā to iespējams reglamentēt?

Koka augstceltņu pārskats



Koka augstceltņu pārskats



Holz 8, Bad Aibling, [5]



Carbon 12, Portland, [1]



Forté, Melbourne, [4]



Skaio, Heilbronn, [8]



Suurstoffi S22, Rotkreuz, [3]



Origine, Québec City, [10]



Treet, Bergen, [9]



Brock Commons, Vancouver, [7]



HoHo, Wien, [2]



Mjøstårnet, Brumunddal, [6]

UBC Brock Commons, Vankūvera (Kanāda)

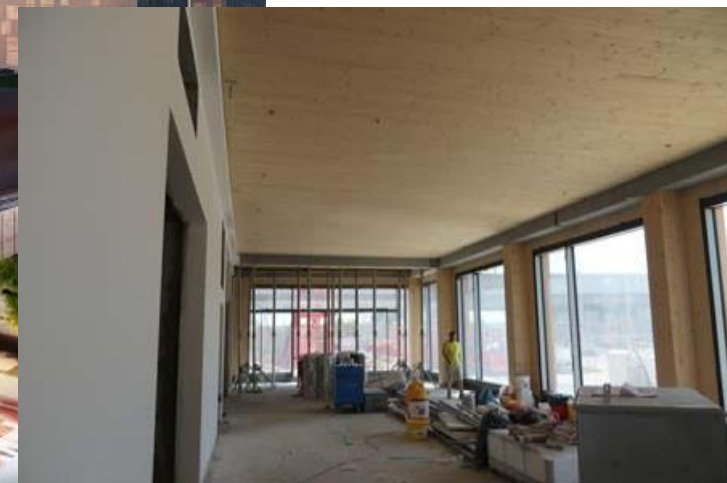
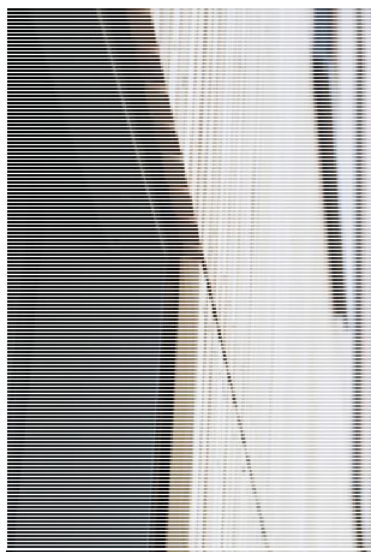


Suurstoffi BF1, Risch Rotkreuz (Šveice)

Statiskā sistēma: Vienlaiduma sijas (rīģeļi)



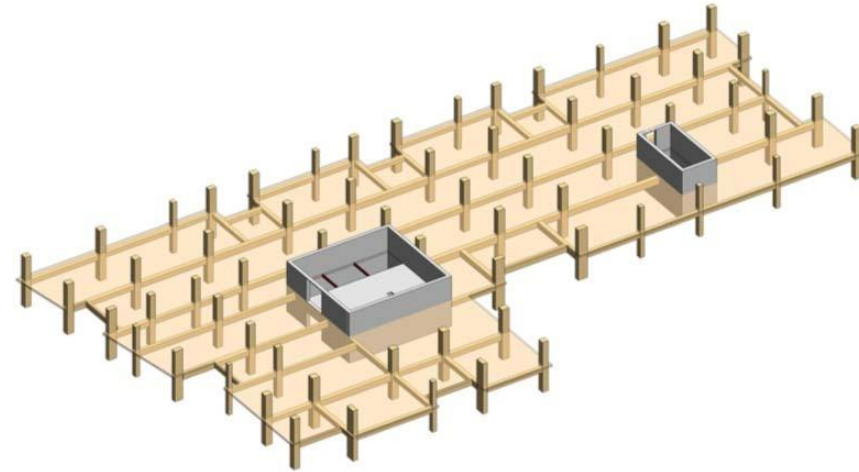
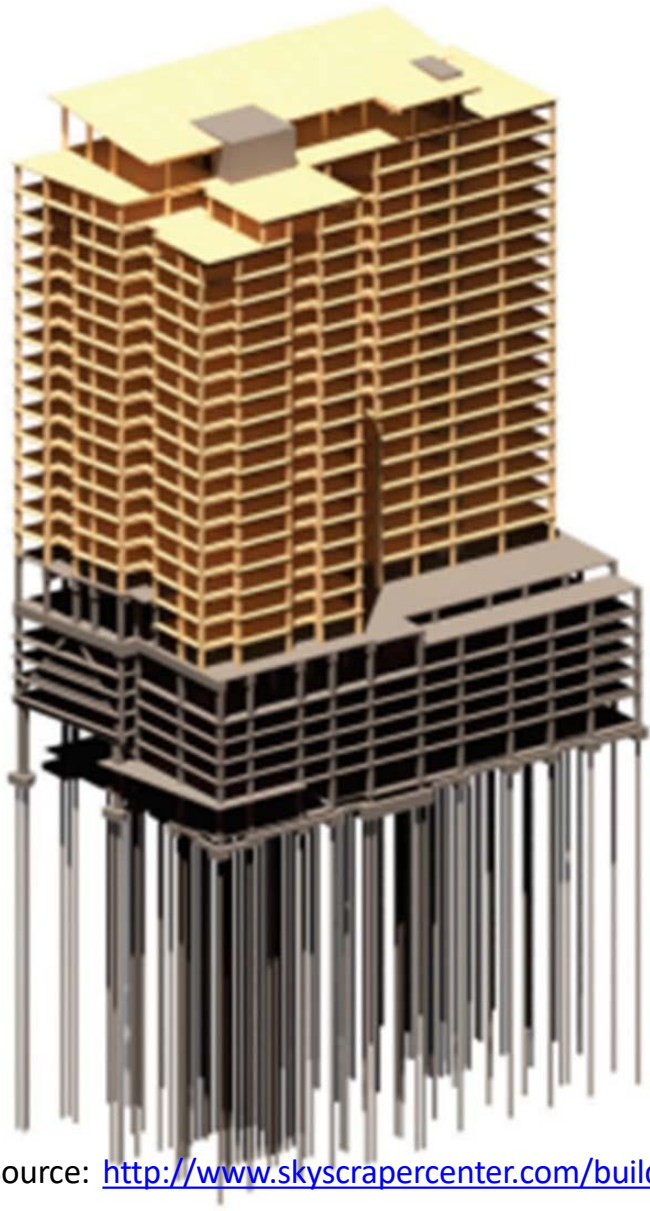
HoHo Vienna, Austrija



Haut, Amsterdam, Nīderlande



Ascent, Milwaukee, ASV



Source: <http://www.skyscrapercenter.com/building/ascent/34292>

Project Pi, Zug, Šveice



<https://techclusterzug.ch/technologiecluster-zug/projektpi>

Koka augstceltnes

- Projektētās uguns iedarbes lielums
- Koka konstrukciju artava kopējā ugunsslodzē
- Konstrukciju pārņemšanās ātrums kā uguns iedarbes funkcija
- Apdegušās koksnes degšanas noslāpšana
- Ugunsizturības veiktspēja iekapsulētām koka konstrukcijām
- Bīstamība ko izraisa degtspējīgi fasādes materiāli
- Pasīvās un aktīvās uguns aizsardzības risinājumu kombinācijas
- Kvantitatīva risku analīze, kurā ietverts viss iepriekš uzskaitītais
-



River Beech Tower (228m), Chicago, USA

<http://www.skyscrapercenter.com/building/river-beech-tower/27372>

Mjøstårnet, Norvēģija



Mjøstårnet, Norvēģija

- **Galvenā informācija**

- Augstums: 85.4 m (18 stāvi)
- Daudzfunkcionāls pielietojums (biroji, dzīvojamās telpas, ēdināšana,...)

- **Uguns aizsardzības risinājumi**

- Konstruktīvā sistēma: Stingri rāmji un kopnes
- Galvenās konstrukcijas: R120, Sekundārās konstrukcijas: R90
- Automātiskā ugunsgrēka atklāšanas un trauksmes sistēma, automātiskā ugunsdzēsības sistēma
- Trīs lifti, viens paredzēts ugunsdrošībai
- Divas kāpņu telpas, viena no tām ir iekapsulēta ar ģipškartona apdari un paredzēta tikai avārijas gadījumiem
- Kokas ir eksponēts visā ēkā (pat fasādē), kritiskajās vietās koka virsmas ir krāsotas ar uguns aizsargājošu pārklājumu veidojošu krāsu

- **Ēkas kopējās sistēmas robustuma elementi ir ievērtēti**



Source: Agnese Bifulco

Mjøstårnet, Norvēģija

Ēkas projektētāju komanda sniedza šādu informāciju par būves kopējo robustumu:

Ēkas konstrukcijas robustums:

Konstrukcijas ir jāprojektē, lai konstrukciju sistēmas būtu robustas. Tā ir rekomendācija nevis nosacījums.

Mjøstårnet projektā tika realizēti sekojoši pasākumi:

- 1.** Konstrukcija ir veidota tā, ka tā var pārciest viena stāva pārseguma nestspējas zudumu.
- 2.** Pārseguma konstrukcija var izturēt dinamisko trieciena slodzi no krītoša augšējā stāva pārseguma.
- 3.** Jebkurā vietā ēkā, var izņemt jebkuru stinguma saiti.
- 4.** Ugunsdrošības nodalījums var pilnībā izdegt neietekmējot kopējo ēkas nestspēju.
- 5.** Līmētās koksnes kolonnas ir ar lielu šķērsriezumu. Sabrukšanas iespējamība ir ļoti neliela.

Par ēku robustumu

... kontekstā par aizvien augstākām un sarežģītākām būvēm

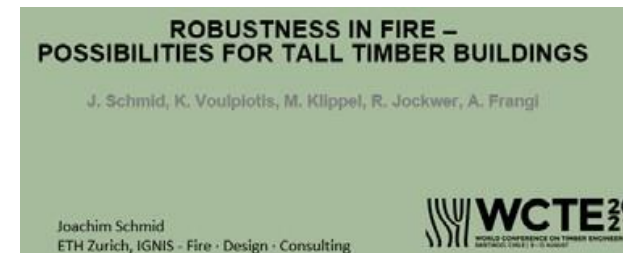


Image: Matt Hughes



Image: Woschitz Group



Image: PLP

Sagrūšana ugunrēkā → **bojājumu ierobežošana** ir jāvalidē/
jāizmeklē

Slides about Robustness, see Schmid et al. paper at WCTE 2021

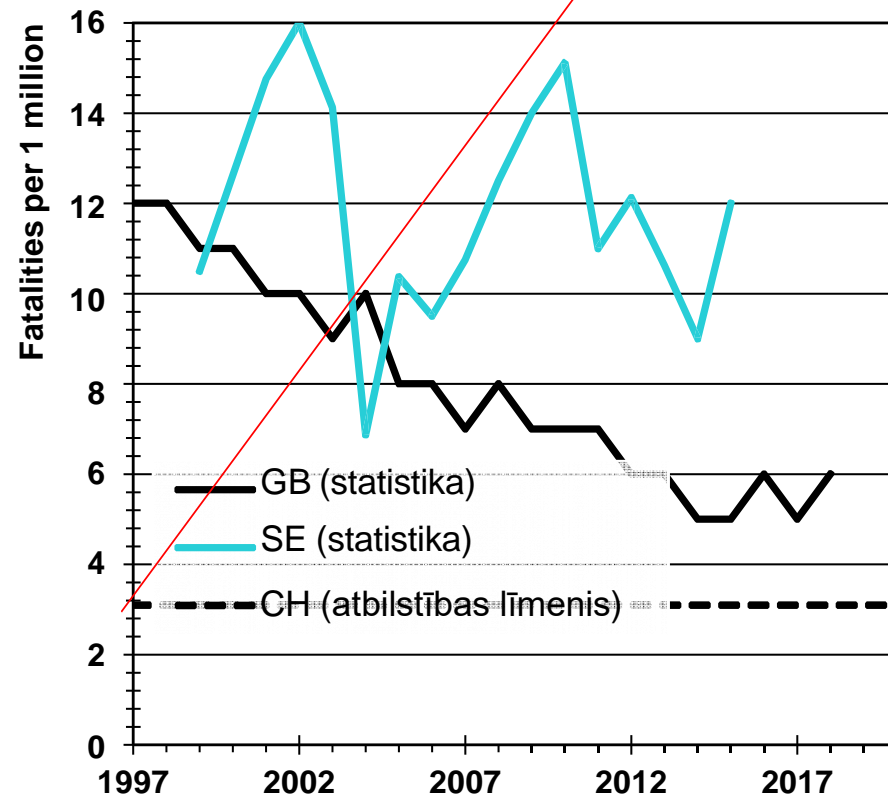
EM iepirkums „Ar mācību semināru cikls “Moderno koka konstrukciju projektēšana un uguns aizsardzība” ID Nr. EM 2021/42

Par ēku robustumu

Drošības vadība:

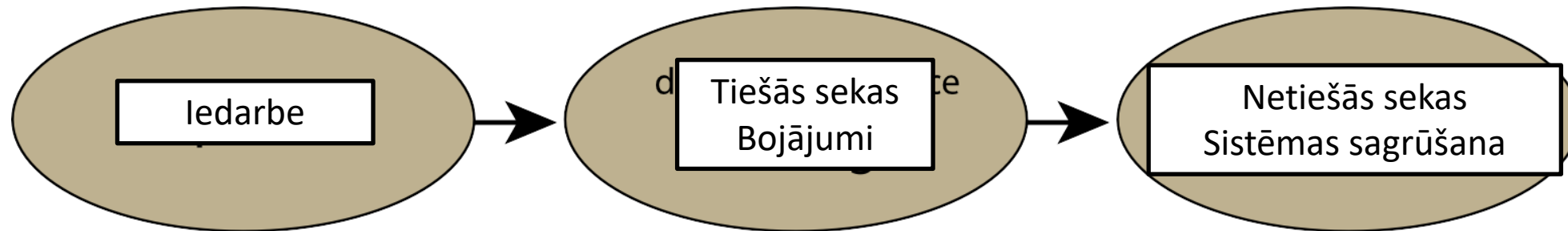
Drošība ir stāvoklis, kad ir "droši", jeb stāvoklis kad esam pasargāti no kaitējuma vai citām negribētām sekām.

Drošība ir saistīta ar briesmu kontroli, kas ļauj sasniegt pieņemamu risku līmeni.



Par ēku robustumu

Matemātiskais robustuma formulējums [Starossek et al. 2010]



$$P(\mathbf{C}) = P(\mathbf{E}) \times P(\mathbf{D}|\mathbf{E}) \times P(\mathbf{C}|\mathbf{D})$$

Progresīvās
sabrukšanas
iespējamība

ledarbe

Sistēmas
ievainojamība

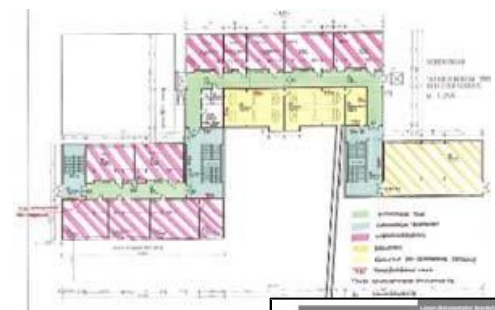
(Papildinājums)
Sistēmas
robustums

Par ēku robustumu

Uguns aizsardzības risinājumi: Ideja, princips un pieņemtie risinājumi



[BNP Media 2019]



Ugunsdrošība

Ugunsdrošības principi

Konstrukciju ugunsdrošība

Tehniskie līdzekļi

Procesu vadības līdzekļi

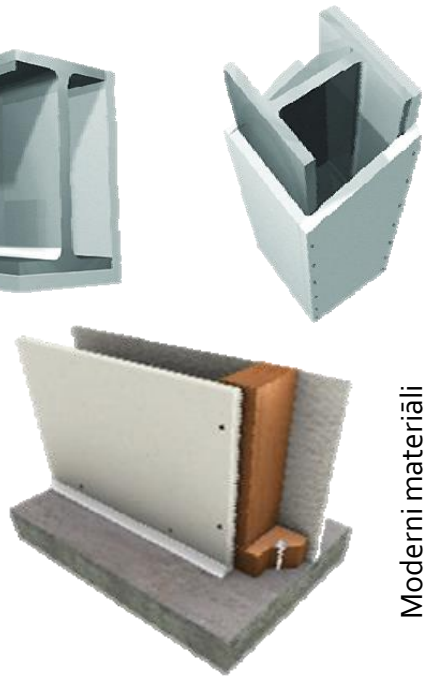
Ugunsdrošības ideja



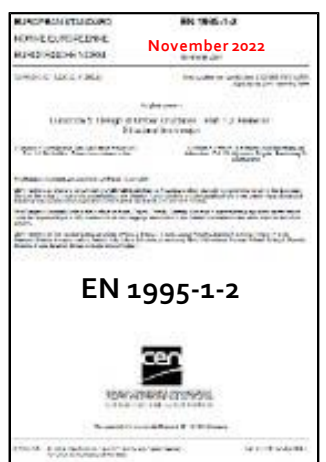
[Wolk Direkt]



[Rosenbauer]



Moderni materiāli

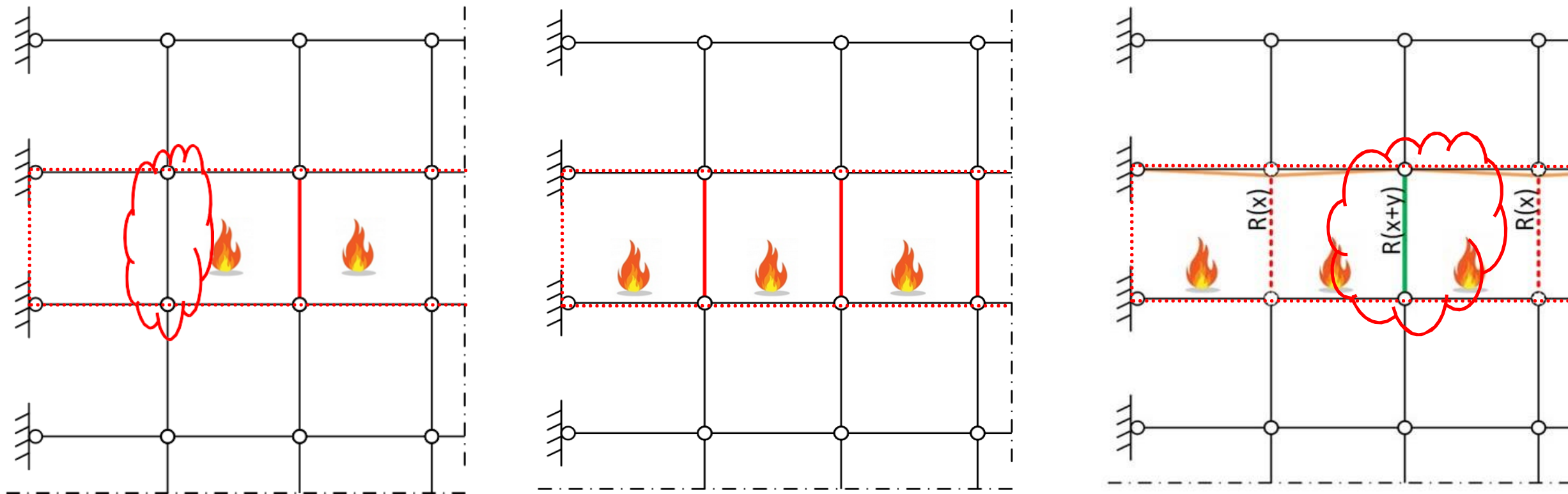


Par ēku robustumu

- 1) Izvairīšanās no kritiskiem apstākļiem
Aizdegšanās iespējamības samazināšana automātiskā ugunsdzēsības sistēma
- 2) Katra individuālā konstrukcijas elementa dimensionēšana
Paredzot palielinātu uguns aizsardzība plātņu biezumu vai konstrukciju šķērsgriezumu
- 3) Paredzot alternatīvus piepūļu ceļus
Atbilstoši normālu apstākļu projektēšanas principiem. BET: ar koriģētiem sabrukšanas režīmiem!
- 4) Samazinot negadījuma seku apmērus.
Uzlabota evakuācija; ugunsdrošu norobežojošo konstrukciju un nodalījumu paredzēšana.

Par ēku robustumu

Piemēri – Konstruktīvie elementi:



Sagaidāma mijiedarbības koriģēta sabrukšana!

Par ēku robustumu

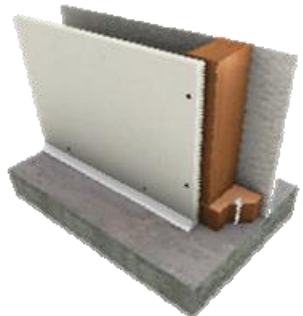
Piemēri – Uguns aizsardzības risinājumi:



[BNP Media 2019]



[Rosenbauer]



[Progressive Materials]

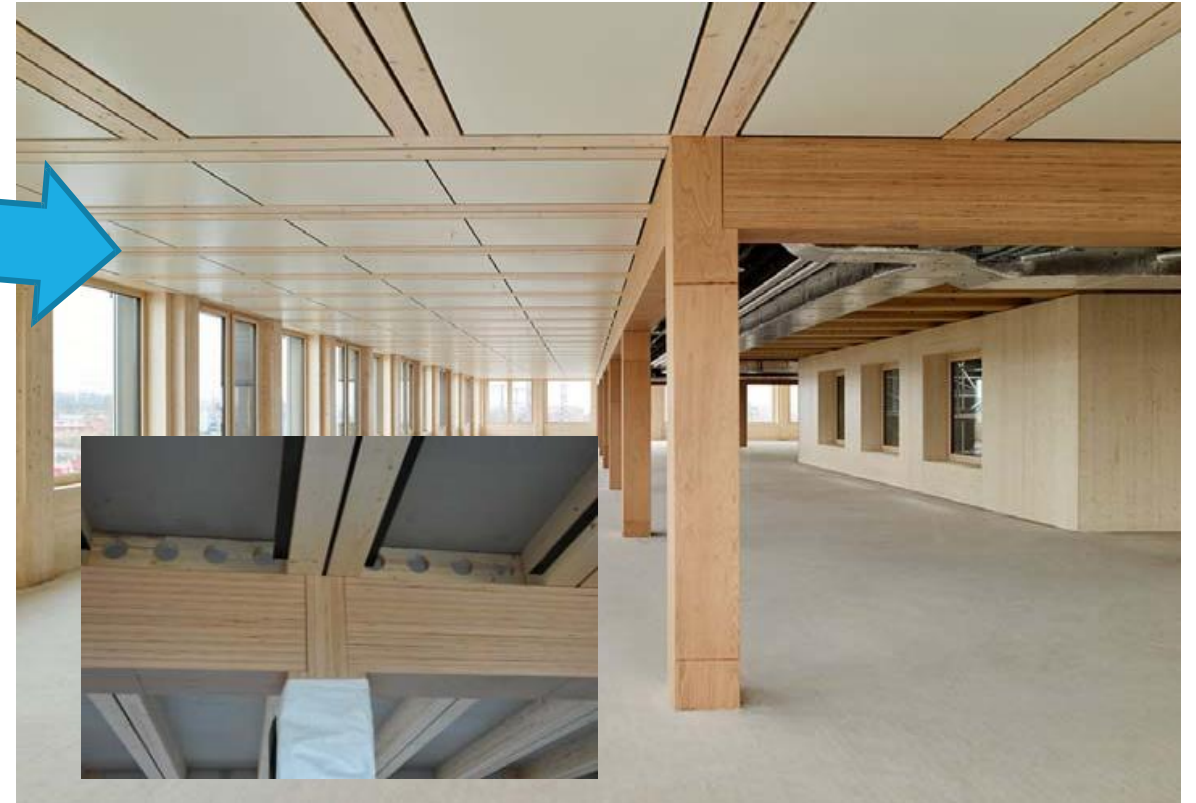
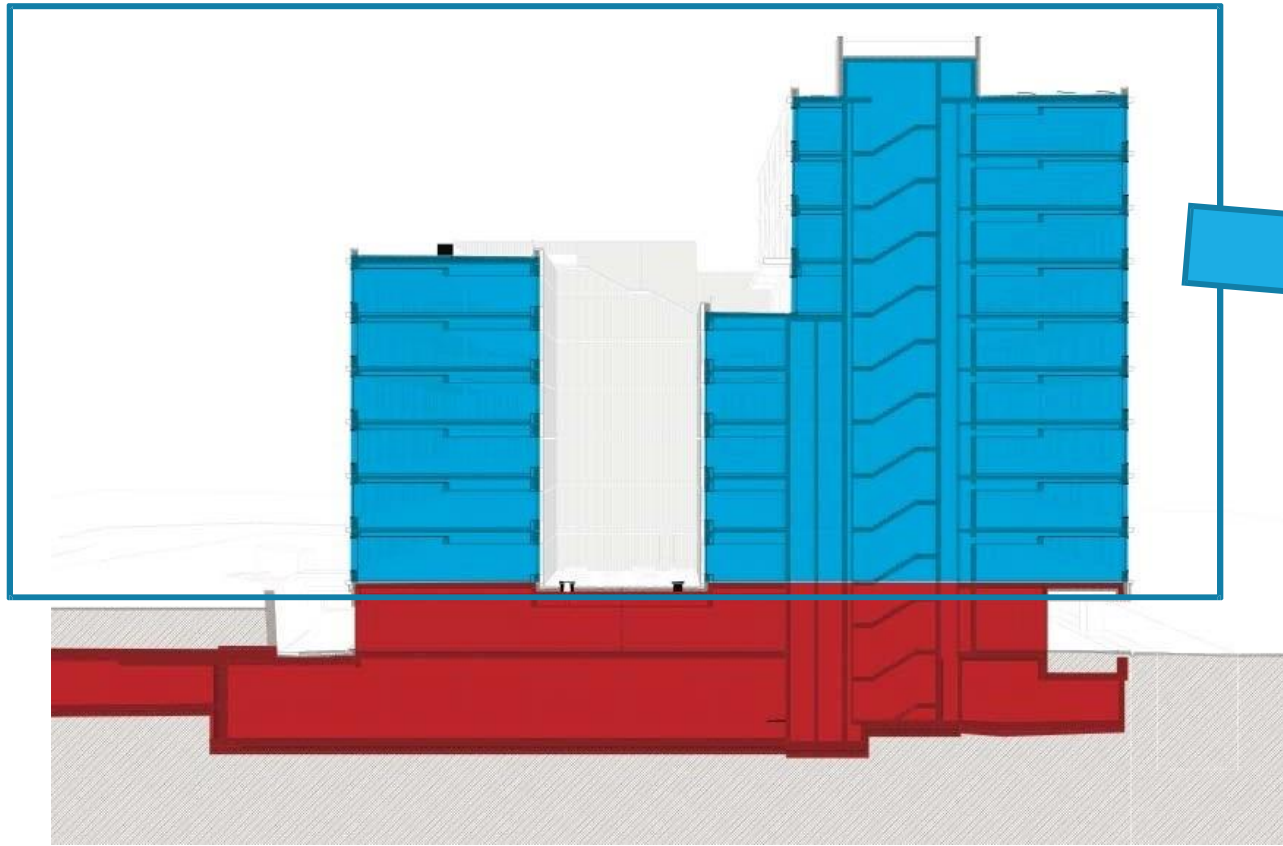
1. Kas notiek, ja dūmu detektors nedarbojas? → daudzkanālu sistēma, vairākas pieslēguma ķēdes
2. Ja nu ugunsdzēsības sistēmas cauruļvads ir bloķēts? → sistēmas pārslēgšana, zonas
3. Ja ugunsdzēsēju piekļuve ir ierobežota? → attīsta un uzlabo glābšanas scenārijus
4. Ja izeja ir bloķēta? → Vairāki evakuācijas scenāriji
5. Ja uguns aizsardzības apšuvums sabrūk? → parametru izpēte, sistēmas robustuma uzlabošana
6. Ja sprinkleru sistēma nedarbojas vispār? → Papildu nestspēja R+, ugunsslodzes izdegšana
7. Ja uguns izplatās ātrāk caur griestiem? → ugunsdrošu norobežojošo konstrukciju veidošana

Suurstoffi S22, Šveice



Slides about Suurstoffi S22 from COST ACTION FP 1404 final conference event by R. Wiederkehr, adopted for this presentation

Suurstoffi S22, Šveice

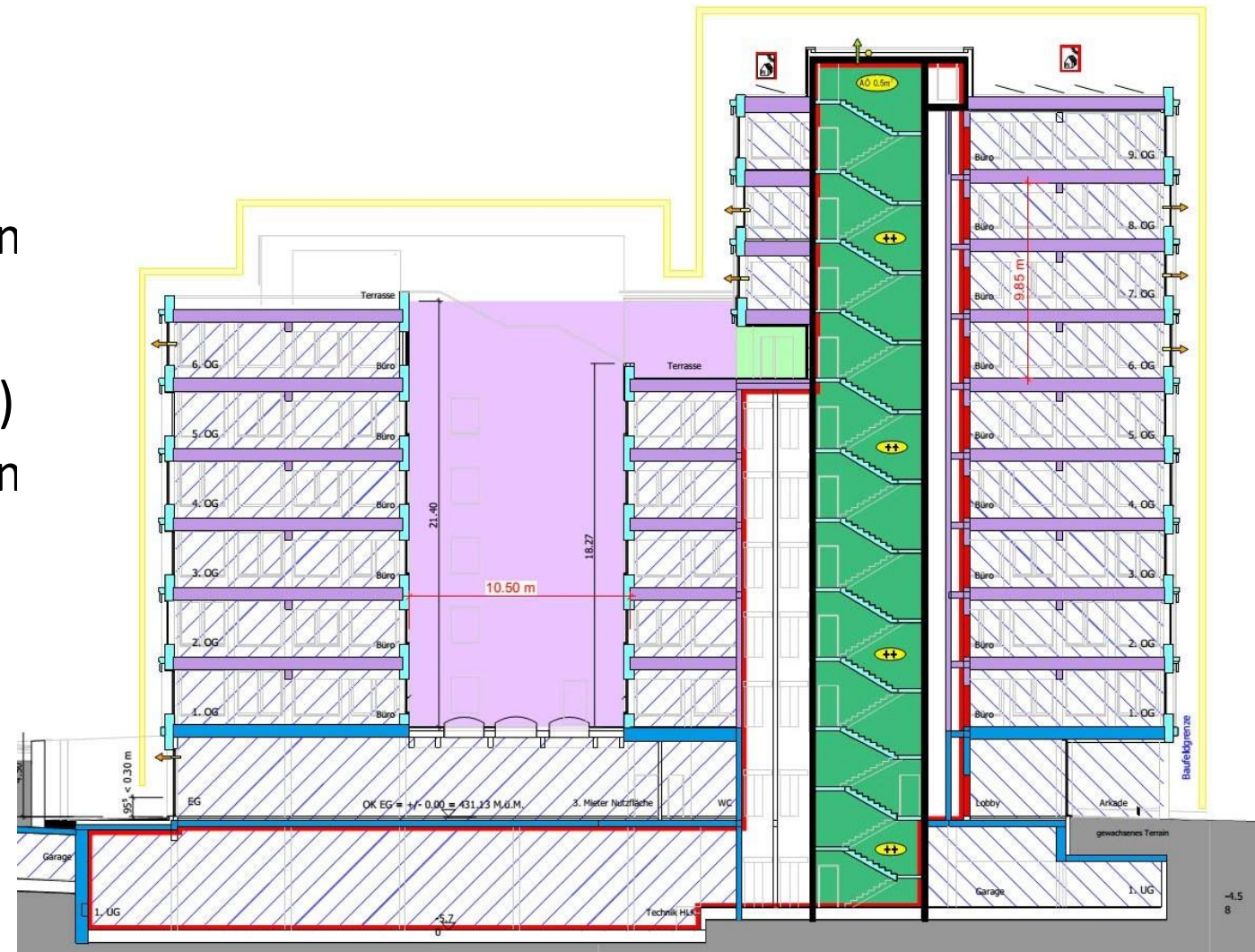


- Pagrabs un lifta šahta veidotas no betona,
- Koka konstrukcijas ir galvenie nesošie elementi

- Pārsegumi: Betona-koka kompozīts
- Kolonnas un sijas (lapkoks un skujkoks)

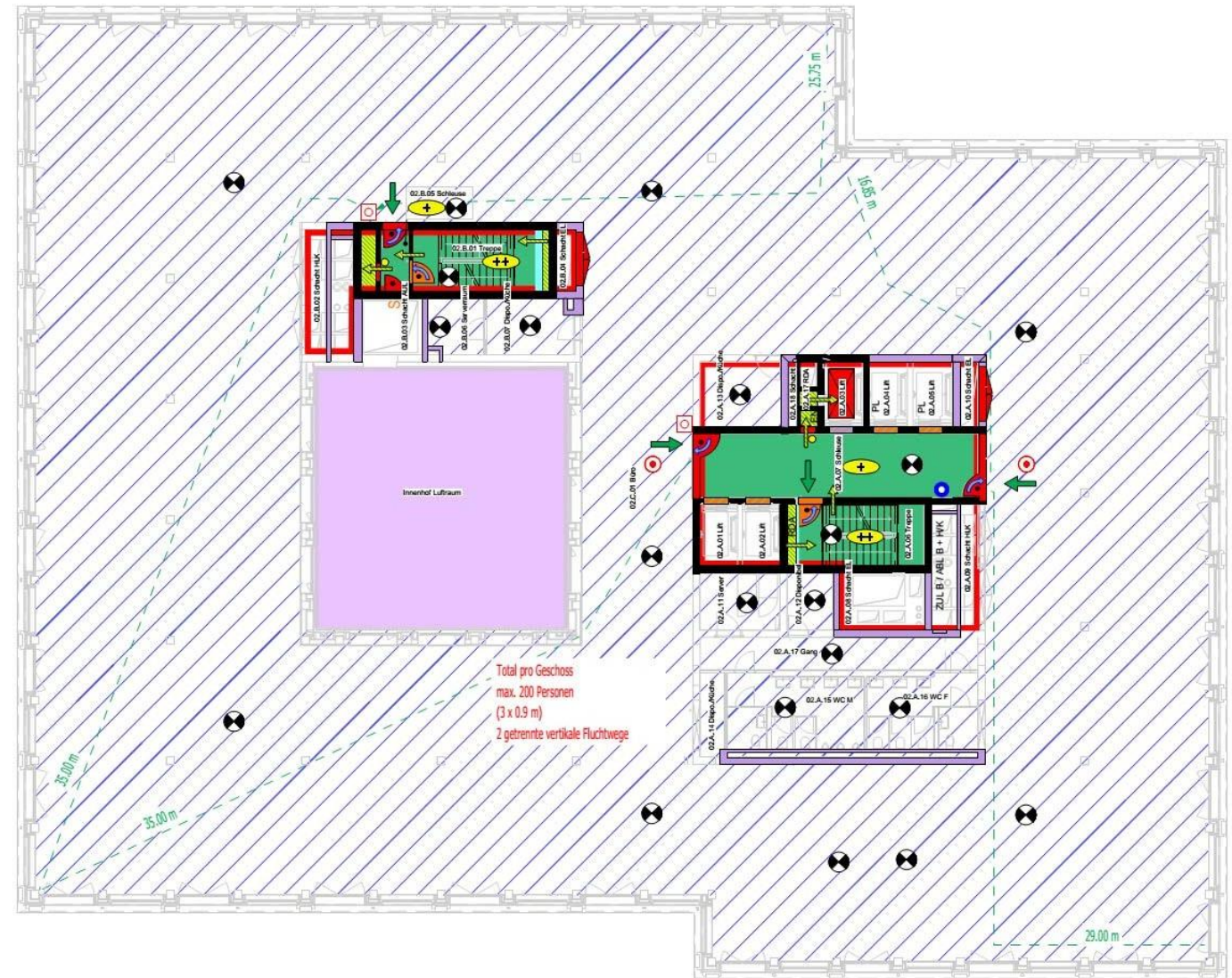
Suurstoffi S22, Šveice

- Ēka ir aprīkota ar automātisko ugunsdzēsības sistēmu
(Pēc industriālā principa)
- Kodols no pagraba līdz 9. stāvam
REI 90 (no nedegošiem materiāliem)
- Pagrabs un 1. stāvs
R 60 (no nedegošiem materiāliem)
REI 60 (no nedegošiem materiāliem)
- 1. – 9. stāva grīdas pārsegumi R 60
REI 60
Koka konstrukcijas
- Ārsienas: no nedegošiem materiāliem



Suurstoffi S22, Šveice

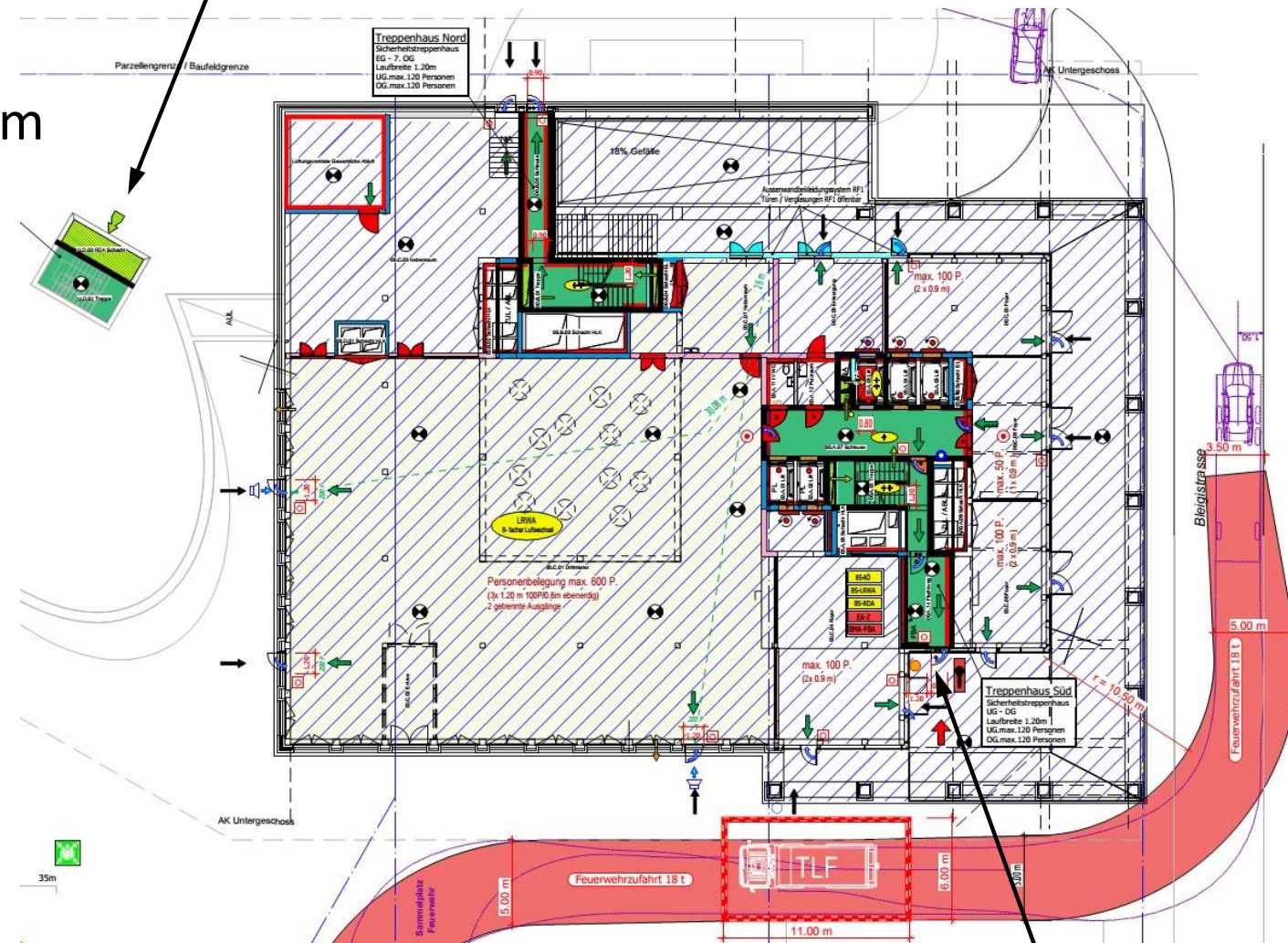
- Ēka pieņemta un projektēta kā augstceltne
- Ēka pilnība aprīkota ar automātisko ugunsdzēsības sistēmu
- Daļēji aprīkota ar automātisko ugunsgrēka atklāšanas sistēmu | Autonomie dūmu detektoru pirms katra dzīvokļa
- Ugunsdroši aizsargāta kāpņu telpa ar gaisa virsspiediena sistēmu | Izplūde pa šahtām
- Stāva platība 1'500m²



Suurstoffi S22, Šveice

Ieplūde – Dūmu aizsardzības pārspiediena sistēma

- Galvenā glābēju piekļuve no ēkas Dienvidiem
- 1. stāva lietošanas veids nav vēl noteikts | ?LRWA? Tiks nodrošināta
- Evakuācijas ceļš no autostāvvietas | Gaisa ņemšanas punkts dūmu aizsardzības sistēmai

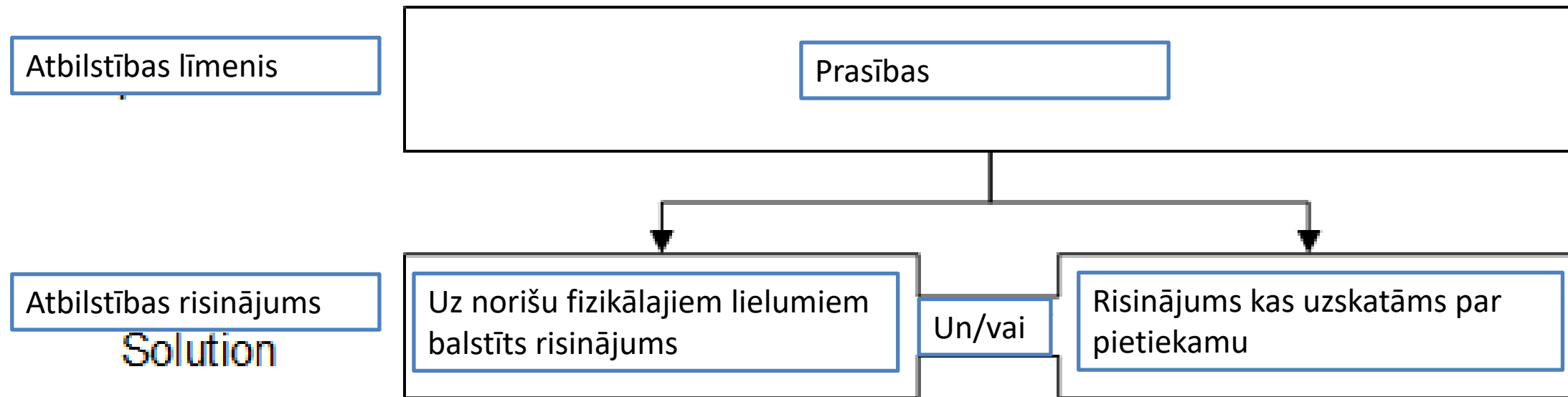


Main access
fire brigade

Daži atslēgas jautājumi klausītājiem

- Kas ir nepieciešams, lai būvētu augstceltnes no koka?
- Cik daudz koka virsmu drīkst būt eksponētas augstceltnēs?
- Kurās ēkas daļās iespējams atstāt koka virsmas eksponētas?
- Kādi aspekti ir būtiski, projektējot koka fasādi?

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju



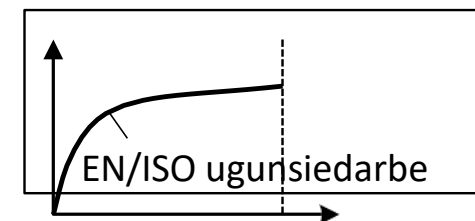
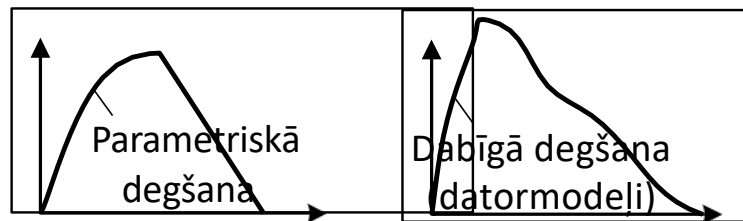
“Izejām jābūt projektētām, tā lai visi evakuācijas dalībnieki var aizbēgt noteiktajā laikā”

“Izejai jābūt 120cm platai”

Dažkārt ir grūti saprast risinājuma pamatojumu

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju

Ugunsizturības kontekstā:



Uguns aizsardzības inženierija

Ugunsizturības projektēšana

Eirokodeksi 1 un 5

Eirokodekss 5 (EN 1995-1-2)

Konstrukcijās izmantotie kokmateriāli tiek iekļauti degšanas procesā

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju

→ Skaidra atšķirība starp telpu ar degtspējīgām virsmām un telpu ar nedegošām virsmām
Abas fotogrāfijas ir uzņemtas testa septītajā minūtē:



Telpas ar degtspējīgām
telpas virsmām



Telpas ar nedegošām
telpas virsmām

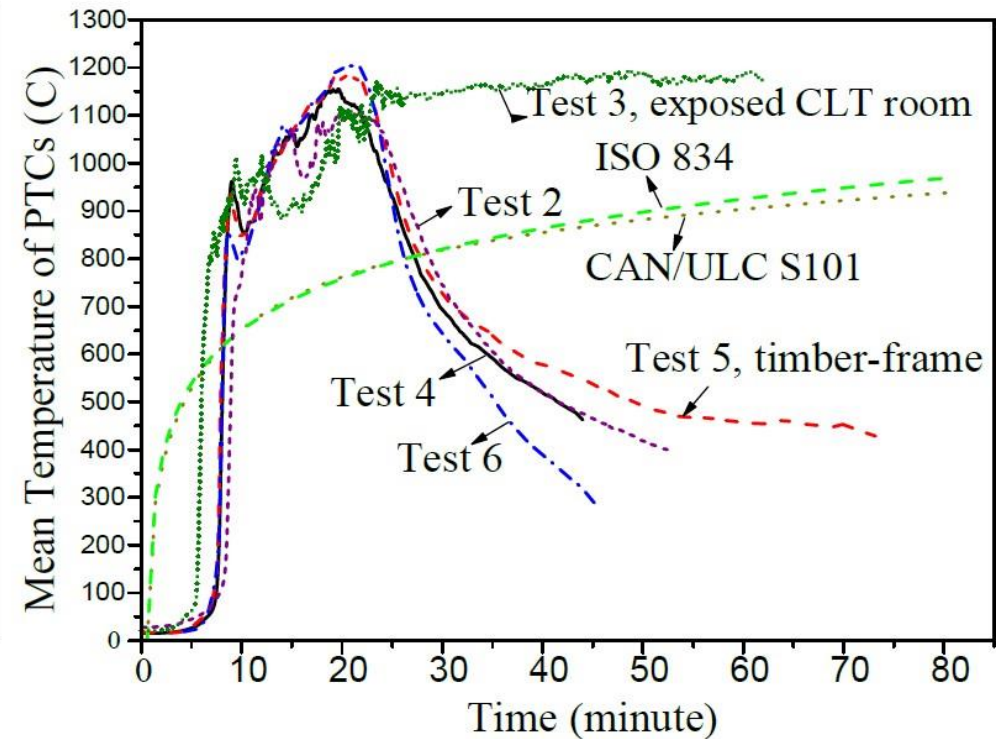
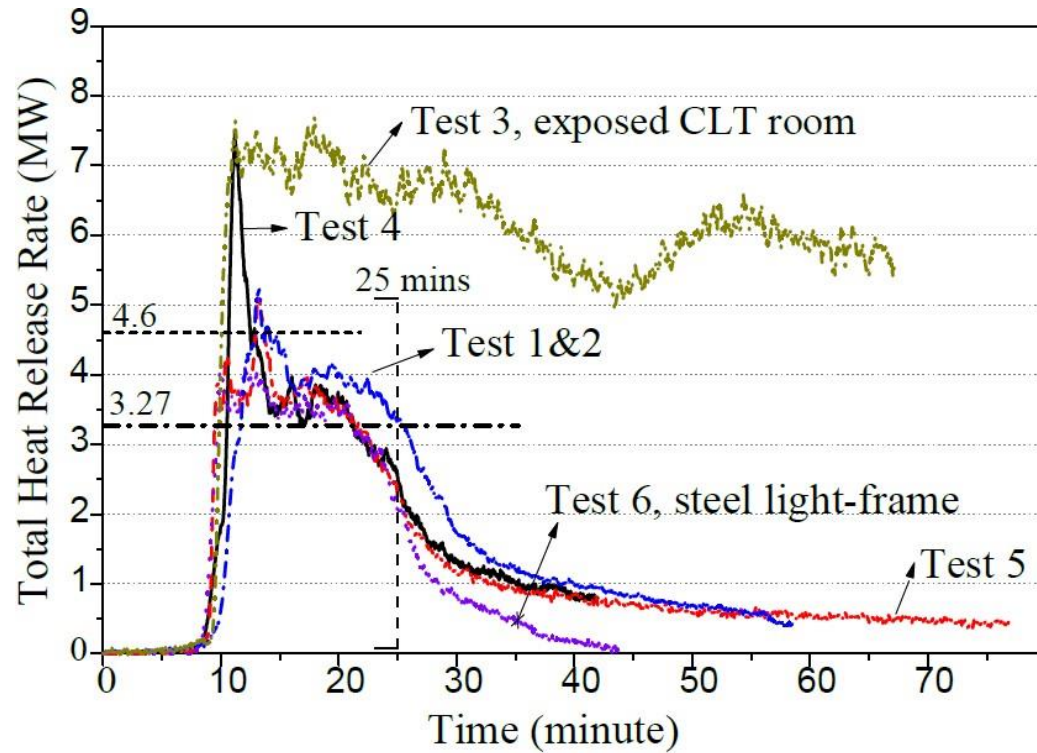
Sarežģītu un daudzstāvu ēku gadījumā: Uguns aizsardzības inženierija un uguns slodzes izdegšana ir būtiskas!

Degtspējīgu virsmu ietekme

Pēdējā laikā veikti vairāki telpas

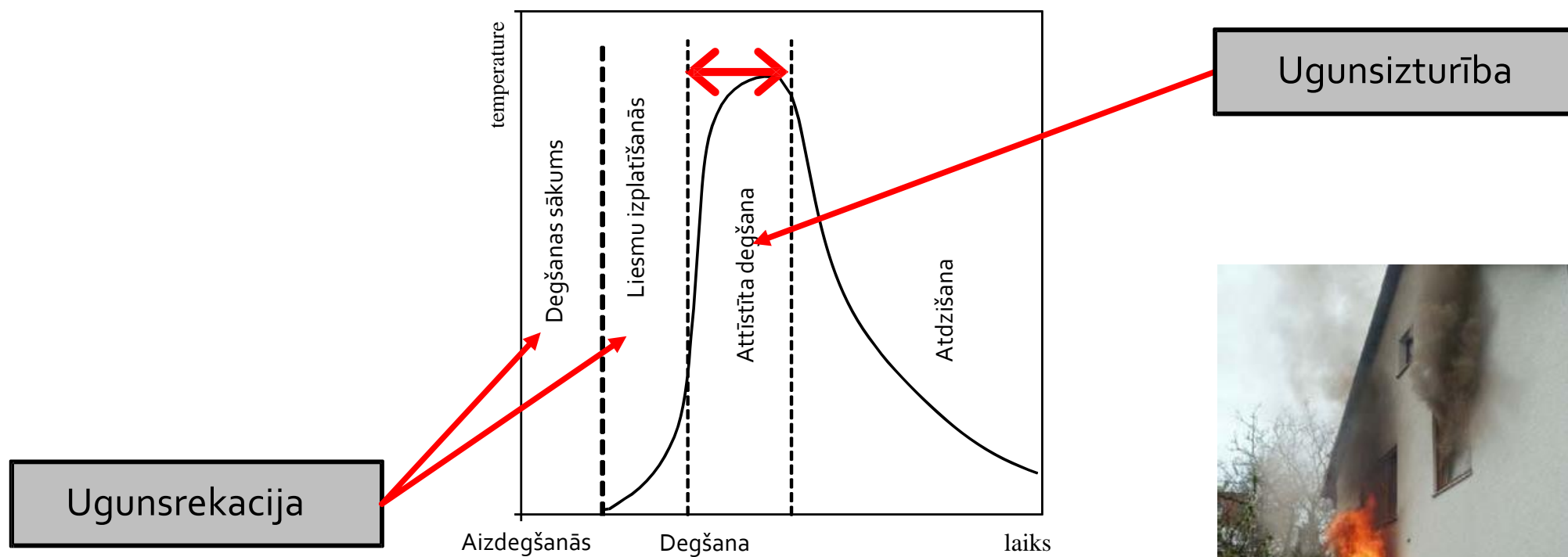
- CLT telpas degšanas tests 2012, Carleton University, Ottova, Kanāda
- CLT telpas degšanas tests 2016, Arup and University of Edinburgh, Lielbritānija
- CLT telpas degšanas tests 2017, NFPA Fire Protection Research Foundation
- CLT divu stāvu, liela mēroga uguns tests 2017, ForestProducts Laboratory (FPL), American Wood Council (AWC), U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives (ATF)

-



CLT telpas uguns tests 2012, Carleton University, Ottova, Kanāda

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju



Fotos: WarringtonFireGent



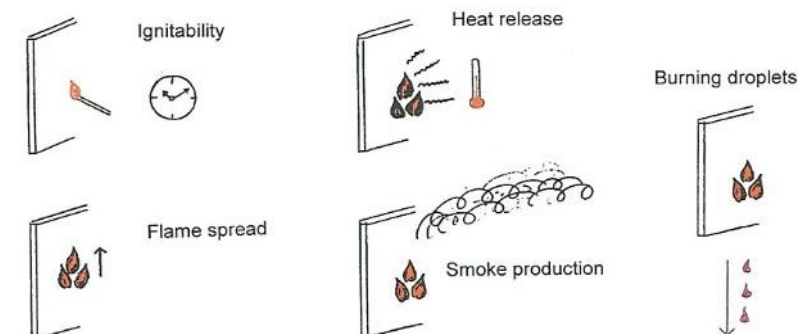
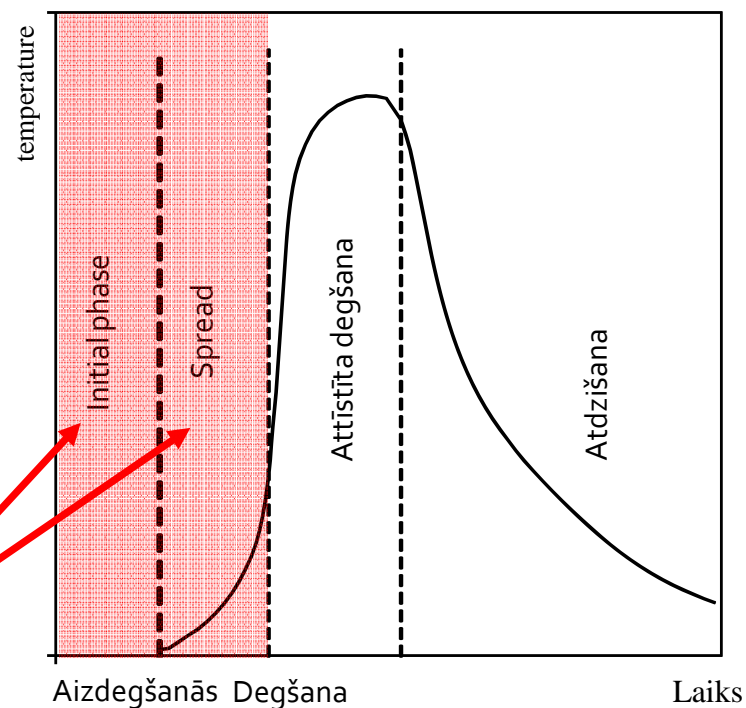
Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju

Ugunsreakcija

Jāņem vērā:

- Testē izstrādājumus to beigu pielietojumā
- Nav tikai materiāla īpašība
- Vairumā gadījumu kokam ir D klase
- Koksnes izstrādājumi nekad nav nedegoši
- Šodien nav uzticama veida kā modelēt ugunsreakciju (R2F)

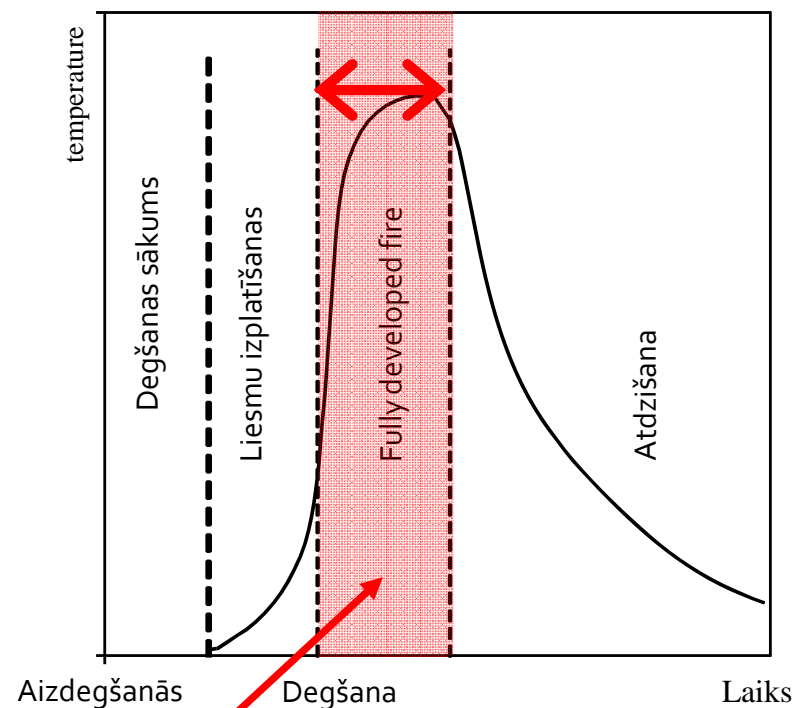
Ugunsreakcija



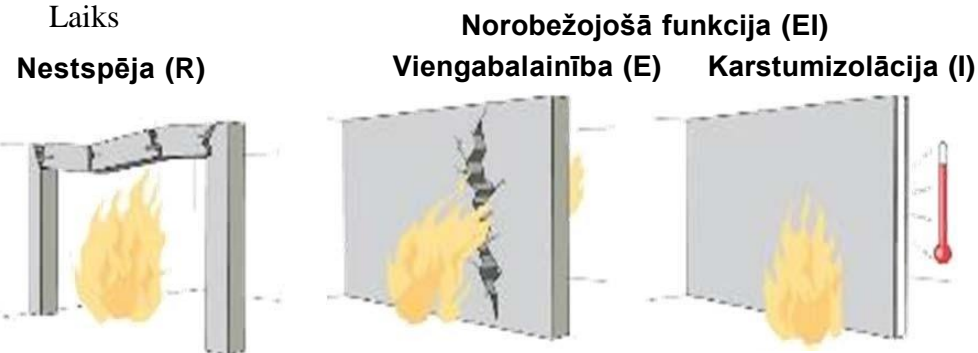
Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju

Jāņem vērā:

- Visi priekšmeti, kas ir saistīti ar degošo telpu ir pakļauti vienādei uguns iedarbei.
- Temperatūras kāpums degošajā telpā ir atkarīgs no telpas siltuminerces un skābekļa pieejamības.
- Degšanas temperatūra nav atkarīga no ugunsreakcijas klases.
- Degšanas ilgums ir atkarīgs no pieejamās degvielas (Jo lielāka ugunsslodze, jo ātrāk gaidāma sistēmas sabrukšana).

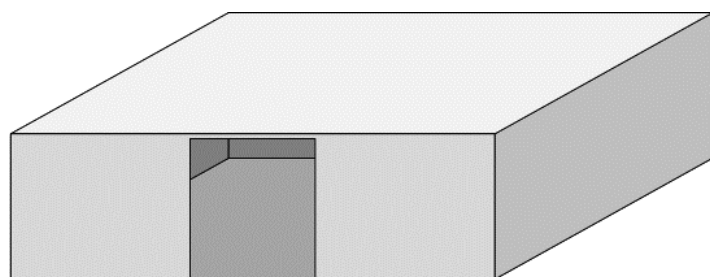


Uguns izturība



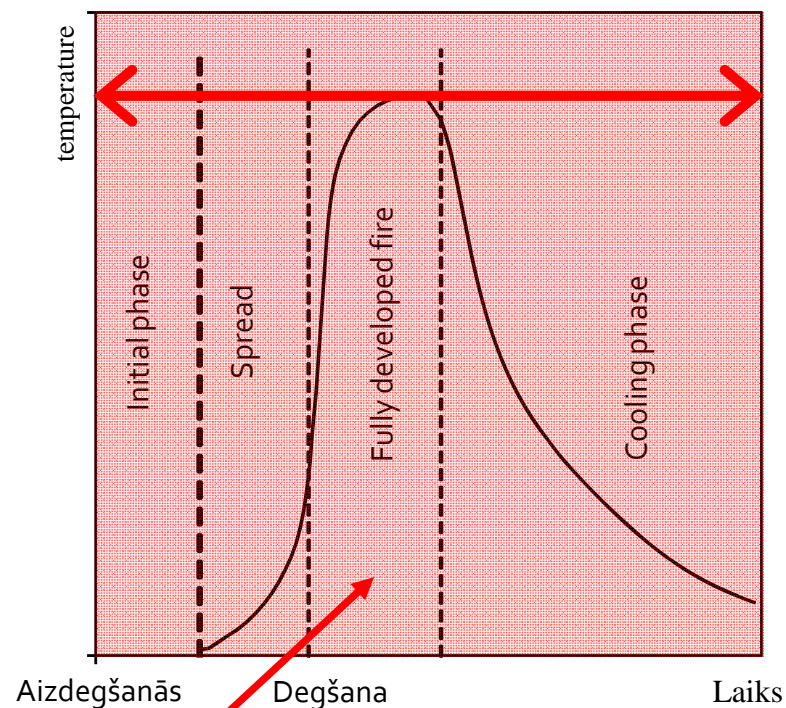
Bilder: träguiden.se

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju



Degošā telpa no degošiem materiāliem

- 10m x 10m x 3m
- 500 MJ/m² ienestā ugunsslodze
- 100% kopējā degviela

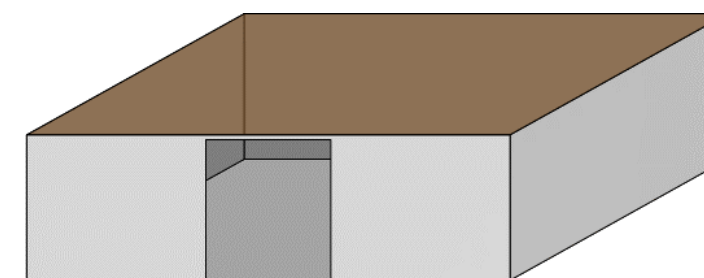


Uguns aizsardzības inženierija

Bez spraugām



$$\beta_n = 0.65 \text{ mm/min}$$



Telpa ar uguns iedarbi pakļautiem koka griestiem

- 10m x 10m x 3m
- 500 MJ/m² ienestā ugunsslodze
- **Griesti: Masīvkoka plātnes (STP)**

Q: x % kopējā ugunsslodze 1h ilgai (tandarta) ugunsiedarbei?

Uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītas pieejas salīdzinājums ar uz priekšrakstiem balstītu pieeju

Degšanas dinamika, ja ņem vērā iedarbei pakļautos koka griestus

Degšanas scenāriju ietekmējošie galvenie faktori:

- Ģeometrija
- Ventilācija
- Ugunslozdes veids un izvietojums
- Materiāli, to degtspēja...
- Modeļa robustums



Kompleksu ēku un augstceltņu gadījumā:

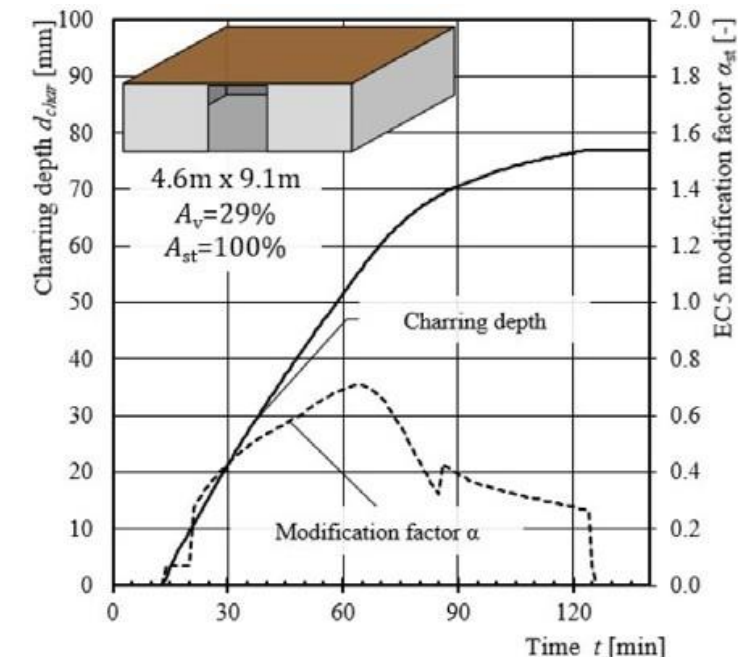
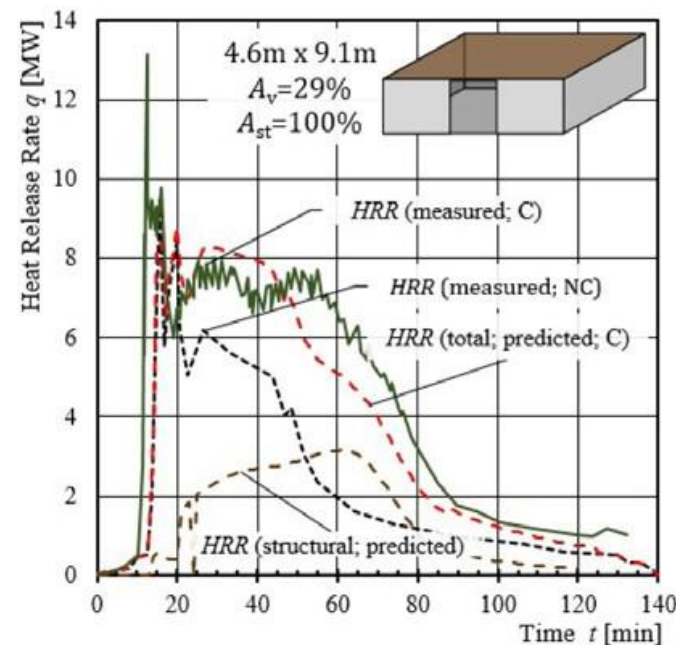
- Jāveic uz norišu fizikālajiem lielumiem balstītās pieejas projektēšana, katrai eksponētajai koka konstrukcijai atsevišķi
[Projektētā ugunslozdes izdegšana]
- Pielieto dabīgās degšanas koncepciju
- Jānosaka konstruktīvā risinājuma saistība ar fasādes un citiem ugunsdrošības risinājumiem

Structural Timber In Compartment Fires – The Timber Charring and Heat Storage Model

Joachim Schmid and Andrea Frangi

From the Journal Open Engineering

<https://doi.org/10.1515/eng-2021-0043>



1. un 5. Eirokodekss

Projektējot jāveic «o-tais solis», kad veic konstrukciju efektīvā šķērsriezuma aprēķinus ugunsiturības analīzē

0

0. solis:

Aprēķina uguns iedarbes definēšana

1

1. solis:

Nominālā šķērsriezuma samazināšana

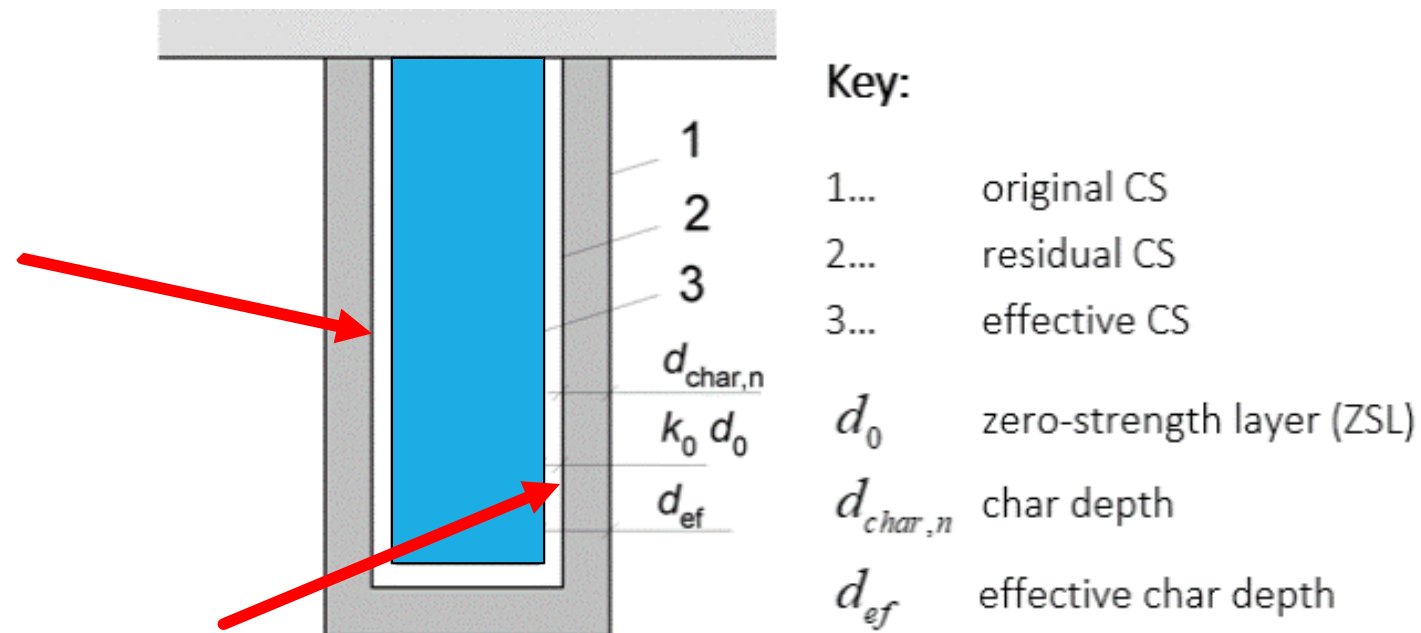
☐ Atlikušais šķērsriezums

2

2. solis:

Atlikušā šķērsriezuma samazināšana

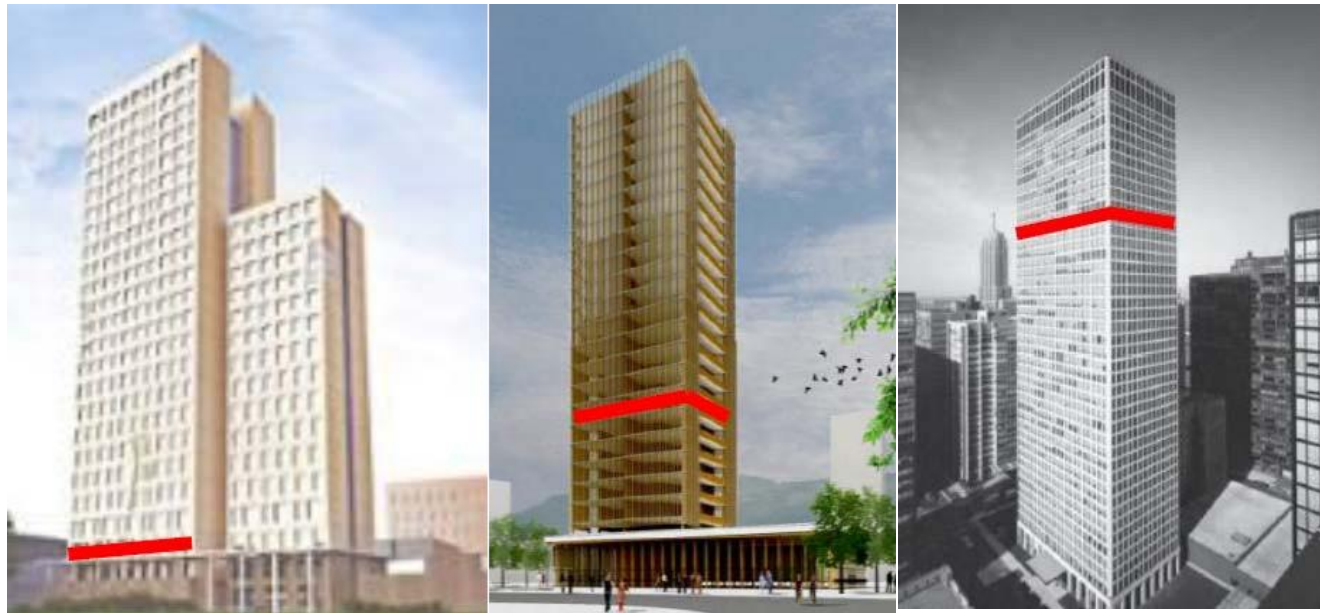
☐ Efektīvais šķērsriezums



Daži galvenie secinājumi priekš projektēšanas

- Uguns aizsardzības stratēģijas ir atkarīgas no lokāliem robežstāvokļiem un tādēļ tās nevar kopēt no citām valstīm!
- Degtspējīgas virsmas: Ierobežojumi eksponēto koka virsmu apjomam ir nepieciešami izmantojot jebkuru no projektēšanas pieejām
- Ja uguns aizsardzībā ir ietverta automātiskā ugunsdzēsības sistēma: Sprinkleri nav 100% uzticami; jāizstrādā apkopju stratēģija
- Lokalizē degšanu: Ierobežo gan telpu, gan ārtelpu degšanu!
- Nodrošini pieejamību: Ēkas lietotāji no ēkas ārā, bet glābējiem pretējā virzienā
- Augstceltnēm: Ieteicams nodrošināt sistēmas robustumu. Projektējot, jāparedz ugunsslodzes pilnīgas izdegšanas scenāriji

Turpmāk risināmie jautājumi// Augstceltnes no koka



- Vai ir būtiski, kur ugunsgrēks izceļas?
- Pieejamība glābējiem, evakuācija?
- Vai degšana var izplatīties?
- Kas notiek, kad degviela beidzas?

Source: A. Buchanan

Daži galvenie secinājumi (par augstceltnēm no koka)

Projektēšanas stratēģija (atsaucoties uz Buchanan 2019):

1. Aizdeģšanās novēršana
2. Nekontrolētas liesmu izplatības novēršana
3. Automātiskās ugunsdzēsības sistēmas ieslēgšanās nodrošināšana
4. Projektē visas telpas iesaistīšanos degšanā (ekspozētās koka konstrukcijas, daļība kopējā ugunsslodzē)
5. Jānovērš vertikālā uguns izplatīšanās
6. Jānodrošina piekļuve glābējiem
7. Jānovērš sabrukšana – pārņemšanās aprēķini// degvielas izdegšanas pārbaudes
8. Projektā paredz pilnīgu degvielas izdegšanu (bez sprinkleriem un glābējiem)

Ugunsdrošība primāri nav izvēlētā materiāla jautājums, bet gan izvēlētās stratēģijas jautājums (izglītība, kvalitātes nodrošinājums, precīza projektēšana un būvdarbu izpilde, uzturēšana)

«FSUW Fire Safety Use of Wood network" patlaban izstrādā vadlīnijas koka ēku projektēšanai

International Guideline for the design of timber buildings

Redaktori: Birgit ÖSTMAN and Andy BUCHANAN

Priekšsēdētājs: Michael KLIPPEL

www.fsuw.com

Izdevums gaidāms 2022. gada sākumā

Programma 15:30 -16:00



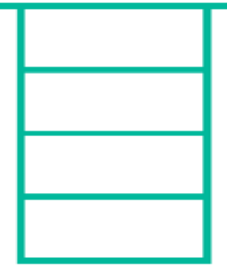
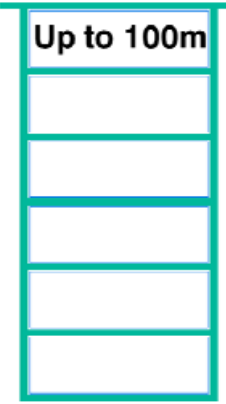
Jautājumu uzdošanas sesija



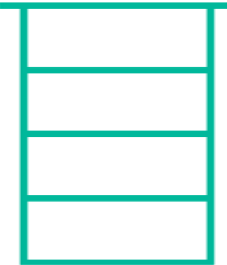
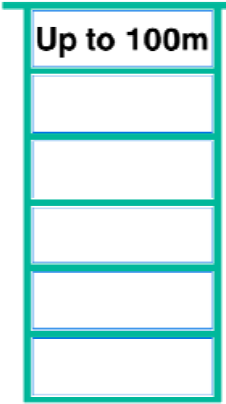


Ministry of Economics
Republic of Latvia

Paldies par uzmanību!

Patreizējais normatīvais ietvars Šveicē

Swiss Fire Safety Regulations 2015			
Constructional concept			
			
until 2004	since 1.1.2015		
F 30bb	REI30	REI60	REI90

Swiss Fire Safety Regulations 2015			
Sprinkler concept			
			
until 2004	since 1.1 2015		
F 30bb	Design for normal temperature	R30	R60