

BRANDSKYDD REI 60

FÖR

PIRBOD

!

2 VÅNINGAR

SNÖZON 3.5

Kil 2019 – 12 – 06

Klas Bylin

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

Laster	1 – 2
Yttervägg – brandeffekt	3 – 5
Takbjälkar – brandeffekt	6 – 7
Golvbjälklag – brandeffekt	8
Bilagor:	
Sidor 64, 88, 89 och 100	B–3
(B–3 = Brandsäkra trähus - Version 3)	
Sidor 23, 24, 27, 28, 53 och 60	EU
(EU = SS-EN 1995-1-2:2004 (Sv))	
Ritning	20 – 014

LasterVägg

Panel	$0,018 \times 2,9 \times 5 \times 1,0$	= 0,26 kN/m
Vindskydd		= 0,03
Isolering	$0,15 \times 2,4 \times 0,26 \times 1,0$	= 0,10
Reglar	$(0,05 + 0,095) \times 0,045 \times 5 \frac{1}{0,6} \times 2,4$	= 0,13
Syll + hammarband	$0,034 \times 0,145 \times 5 \times 2,0$	= 0,05
Fermacell	$0,015 \times 11,75 \times 2,4$	= 0,423
Brannit	$0,011 \times 8,55 \times 2,4$	<u>= 0,226</u>
		= 1,22 kN/m

Tak

Takpapp		= 0,03 kPa
Plywood	$0,012 \times 7$	= 0,085
Ventilationsreglar	$0,034 \times 0,045$	= 0,01
Takåsar	$0,045 \times 0,145$	= 0,055
Isolering	$0,18 \times 0,26$	= 0,05
Ångspärr		= 0,01
Fermacell	$0,015 \times 11,75$	= 0,176
Brannit	$0,011 \times 8,55$	<u>= 0,094</u>
		= 0,51 kPa

Golv

Plastmatta	2mm	= 0,02 kPa
Spånskiva	22 mm $0,022 \times 7$	= 0,15
Golvbjälkar	$0,034 \times 0,145 \times \frac{5}{0,6}$	= 0,045
Isolering	$0,20 \times 0,26$	= 0,05
Plywood	$0,009 \times 7$	<u>= 0,065</u>
		= 0,33 kPa

Laster forts.

Bodram			=0,18 kN/m vägg
Snölast	$\psi_1=0.6$	$3,5 \times 0,8 = 2,8 \times 0,6 \times \frac{2,9}{2}$	= 2,44 kN/m vägg
Nyttig last-kontor	$\psi_2=0.3$	$2,5 \times 0,3 \frac{2,9-2 \times 0,19}{2}$	= 0,95 kN/m vägg

Yttervägg – belastningar – 2 våningar

Tak	vån.1	$0,51 \times \frac{2,9}{2}$	= 0,74 kN/m
Vägg	vån.1		= 1,22
Golv	vån.1	$0,33 \times \frac{2,9}{2}$	= 0,48
Bodram			= 0,18
Tak	BV		= 0,74
Vägg	BV	$0,5 \times 1,22$	<u>= 0,61</u> = 3,97 kN/m
Snözon	3,5		$Q_{Ed, Snö} = 2,44 \text{ kN/m}$
Nyttig last			$Q_{Ed, NL} = \underline{0,95 \text{ kN/m}}$
			$Q_{Ed, Brand} = 7,36 \text{ kN/m}$

$P_{regel} = 7,36 \times 0,6 = \underline{4,42 \text{ kN}}$

Yttervägg – brandeffekt

Brannit 11 mm träfiberplatta

$$t_{prot, Brannit} = 33 \left(\frac{11}{20}\right)^{1,1} = 17 \text{ min} \quad (\text{Tab. 4.2 - B-3})$$

$$17 \leq \frac{11}{\beta_0} ; \beta_{0,\rho,t} = \beta_0 \times k_\rho \times k_h = 0,9 \times \sqrt{\frac{450}{850}} \times \sqrt{\frac{20}{11}} = 0,88$$

$$\frac{11}{0,88} = 12,5 \text{ min} < 17,0 \quad (\text{3.4 - EU sid.23})$$

Starttider för förkolning  $t_{ch}$ 

Fermacell motsvarar här PROTECT F 15 mm

$$t_{ch, 15, Fermacell} = 20 \text{ min} \quad (\text{Tab. 5.3 - B-3 sid.88})$$

$$t_{ch, Brannit} = 8 \text{ min} \quad (\text{Uppskattat värde})$$

$$t_{ch, tot} = 28 \text{ min}$$

Tabell 5.3 anger för Protect F + Gipstyp A;  $t_{ch} = 45,5 \text{ min}$  för 28 < 45,5

Nedfallstid för skivor  $t_f$ 

$$t_f, Fermacell = 43,5 \text{ min} \quad (\text{Tab. 5.3 - B-3})$$

$$t_f, \text{tillägg, Brannit} = 2,5 \text{ min} \quad (\text{uppskattat värde})$$

$$t_f, tot = 46,0 \text{ min} \quad (\text{för } 15 + 11 = 26 \text{ mm})$$

Tabell 5.3 anger för Protect F + Gipstyp A;  $t_f = 50,8 \text{ min}$  för 25 mm < 26 mm

Förkolning 2a enligt figur 3.6 – EU sid.27

$$34 \text{ mm:s regel} \quad \beta_n = \beta_0 \times k_s \times k_n \times k_2 \quad (t_{ch} < t_f)$$

$$k_s = 0,000167 \times 34^2 - 0,029 \times 34 + 2,27 = 1,48 \quad (\text{5.22 - B-3 sid.99})$$

$$(\text{C 2.1 - EU sid. 53})$$

$$k_2 = 0,86 - 0,0037 \times (15+11) = 0,76 \quad (\text{C.4})$$

$$\beta_n = 0,65 \times 1,48 \times 0,76 \times 1,5 = 1,1 \quad (\text{C.1})$$

$$\text{Förkolning} = 1,1 (46 - 28) = \underline{20 \text{ mm}}$$

Brand REI 60 – Pirbod

sid.4

45 mm:s regel  $k_s = 1,3$

(Tab. C.1 – EU sid. 53)

$$\beta_n = 0,65 \times 1,3 \times 0,76 \times 1,5 = 0,96$$

$$\text{Förkolning} = 0,96 (46 - 28) = \underline{17 \text{ mm}}$$

Förkolning 2b upp till 25 mm:s inbränning

34 mm:s regel

$$25 - 20 = 5 \text{ mm} \quad k_3 = 0,036 \times 46 + 1 = 2,65$$

$$\beta_n = 0,65 \times 1,48 \times 2,65 \times 1,5 = 3,82 \text{ mm/min}$$

$$\frac{5}{3,82} = 1,3 \text{ min} + 46 = 47,3 \text{ min} \quad (\text{upp till } 25 \text{ mm})$$

$$60 - 47,3 = \underline{12,7 \text{ min resterande}}$$

Förkolning över 25 mm

(3.4, 3.2 – EU sid.28)

$$\text{Förkolning } 12,7 \times 2 \times 0,65 = 16,5 \text{ mm}$$

((4) sid.28)

$$\text{Total förkolning} = 25 + 16,5 + 13,5 + 9,5 = 64,5 \text{ mm}$$

45 mm:s regel

$$25 - 17 = 8 \text{ mm} ; k_3 = 2,65$$

$$\beta_n = 0,65 \times 1,3 \times 2,65 \times 1,5 = 3,36 \text{ mm/min}$$

$$\frac{8}{3,36} = 2,4 \text{ min} + 46 = 48,4 \text{ min} \quad (\text{upp till } 25 \text{ mm})$$

$$60 - 48,4 = 11,6 \text{ min resterande}$$

$$\text{Förkolning} \quad 11,6 \times 2 \times 0,65 = 15 \text{ mm}$$

$$\text{Total förkolning} = 25 + 15 + 23 = \underline{63 \text{ mm}}$$

Yttervägg – dimensionering

Regel 34 x 95 C24  $k_{\text{mod,fi}} \times k_{\text{fi}}$  (5.5.1 – B-3 sid.89)

$$f_{d,fi,C24} = k_{\text{mod,fi}} \times k_{\text{fi}} \times f_k / \gamma_{m,fi} = 1,0 \times 1,25 \times \frac{21}{1,0} = 26,25 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,5 \times 2400 \times \frac{\sqrt{12}}{(95-64,5)} = 136 ; \lambda_{\text{rel}} = \frac{136}{\pi} \sqrt{\frac{21}{7400}} = 2,31$$

$$k = 0,5 (1 + 0,2 (2,31 - 0,3) + 2,31^2) = 3,37 \quad 0,5 = \text{yttre regler horisontella}$$

$$k_c = \frac{1}{3,37 + \sqrt{3,37^2 - 2,31^2}} = 0,17$$

$$P_{\text{till. 34}} = 0,17 \times 26,25 \times 34 \times 30,5 = \underline{4,6 \text{ kN}} > 4,42 \text{ kN}$$

Regel 45 x 95 C14

$$f_{d,fi} = 1,25 \times 16 = 20 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,5 \times 2400 \times \frac{\sqrt{12}}{(95-63)} = 130 ; \lambda_{\text{rel}} = \frac{130}{\pi} \sqrt{\frac{16}{4700}} = 2,41$$

$$k = 0,5 (1 + 0,2 (2,41 - 0,3) + 2,41^2) = 3,62$$

$$k_c = \frac{1}{3,62 + \sqrt{3,62^2 - 2,41^2}} = 0,16$$

$$P_{\text{till. 45}} = 0,16 \times 20 \times 45 \times 32 = \underline{4,6 \text{ kN}} > 4,42 \text{ kN}$$

Takbjälkar – brand

$$\begin{aligned} t_{ch,15. Fermacell} &= 24,5 \text{ min} && (\text{Tab. 5.3 – B-3}) \\ t_{ch Brannit} &= \underline{3,5 \text{ min}} && (\text{Uppskattat värde}) \\ &= 28,0 \text{ min} < 36 && (\text{Tab. 5.3 – B-3}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_f. Fermacell &= 25 \text{ min} \\ t_f. Brannit &= \underline{5 \text{ min}} && (\text{Uppskattat värde}) \\ &= 30 \text{ min} < 36 && (36 - 50 \text{ min enl. Tab. 5.3}) \end{aligned}$$

Förkolning 2a enligt figur 3.6 – EU sid.27

$$30 - 28 = 2 \text{ min}$$

$$\beta_n = 0,8 (1 - 0,018 \times 15) = 0,73 \text{ mm/min}$$

$$\text{Förkolning} = 0,73 \times 2 = 1,50 \text{ mm}$$

Förkolning 2b upp till 25 mm:s inbränning

$$25 - 1,5 = 23,5 \text{ mm} ; \beta_n = 0,8 \times 2 = 1,6 \text{ mm/min} \quad (\text{Tab. 3.1 – EU sid. 24})$$

$$1,6 \times t = 23,5 ; t = 15 \text{ min}$$

$$\text{Rest. tid} = 60 - 30 - 15 = 15 \text{ min}$$

$$\beta = 0,8 \text{ för rest. tid}$$

$$\text{Inbränning} = 15 \times 0,8 = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Total inbränning} = 1,5 + 23,5 + 12 = 37 \text{ mm}$$

$$\text{Eff. tvärsnitt } d_o = 13,5 + 0,1 \times 145 = \underline{28 \text{ mm}}$$

$$\text{Bortbränning} = \underline{\underline{65 \text{ mm}}}$$



Takbjälkar – statisk kontroll

$$g = 0,51 \times 0,6 = 0,3 \text{ kN/m}$$

$$\text{Snö} = 3,5 \times 0,8 \times 0,6 = 1,68 \text{ kN/m}$$

$$Q_{Ed} = 0,91 (0,89 \times 1,35 \times 0,3 + 1,5 \times 1,68)$$

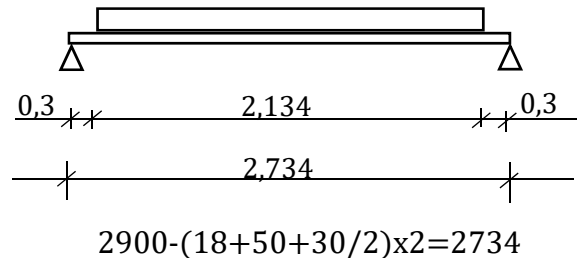
$$= (0,328 + 2,29) \text{ kN/m}$$

$$M_f = 0,328 \times \frac{2,734^2}{8} + 2,29 \times \frac{2,134}{2} \left(0,3 + \frac{2,134}{4}\right)$$

$$= 0,306 + 2,037 = 2,343 \text{ kNm}$$

$$f_m = \frac{2,343 \times 10^6 \times 6}{45 \times 145^2} = \underline{14,9 \text{ MPa}}$$

$$f_{m, c24} = 24 \times \frac{0,8}{1,3} \times \left(\frac{150}{145}\right)^{0,2} = \underline{14,9 \text{ MPa}} = 14,9 \text{ MPa}$$

Dimensionering – brand – NL huvudlast

$$\text{Golv vån.1} = 0,33 \text{ kPa}$$

$$\text{Bodram} = 0,12$$

$$\text{Tak BV} = \underline{0,51}$$

$$g = 0,96 \text{ kPa}$$

$$\text{NL } \psi_1 = 0,5 \quad 2,5 \times 0,5 = \underline{1,25 \text{ kPa}}$$

$$2,21 \text{ kPa} \times 0,6 = \underline{1,326}$$

$$M_{akt} = 0,6 \times 2,21 \frac{2,734^2}{8} = 1,24 \text{ kNm}; f_{m, fi} = 1,25 \times 24 = 30 \text{ MPa}$$

$$M_{Ed} = 30 \times \frac{45 (145 - 65)^2}{6} = \underline{1,44 \text{ kNm}} > 1,26$$

Snölast

$$g = 0,51 \times 0,6 = 0,306$$

$$\text{snö } \psi_1 = 0,6 \quad 3,5 \times 0,8 \times 0,6 \times 0,6 (c/c) = \underline{1,008}$$

$$= \underline{1,314 \text{ kN/m}}$$

$$\underline{1,314 < 1,326}$$

∴ REI 60 för takbjälkar

Golvbjälklag – brand uppifrånGolvspånskiva 22 mm

$$\beta_{0,\rho,t} = 0,9 \sqrt{\frac{450}{700}} \times \sqrt{\frac{20}{22}} = 0,688 \text{ mm/min} \quad (EU (3.4))$$

$$t_{prot, spånskiva} = 33 \left(\frac{11}{20}\right)^{1,1} = 36,6 \text{ min} \quad (Tab. 4.2 - B-3 sid. 64)$$

$$36,6 \leq \frac{22}{\beta_0} = \frac{22}{0,688} = 32 \text{ min}$$

$$t_f \text{ för spånskiva} = \frac{22}{0,688} - 4 = 28 \text{ min} \quad ((D.3) EU sid. 60)$$

$$\text{Resterande tid} = 60 - 28 = 32 \text{ min}$$

$$32 \times 0,8 \text{ (Tabell 3.1 - EU sid. 24)} + (13,5 + 0,1 \times 145) \frac{1}{2} = 40 \text{ mm}$$

$\beta_0 = 0,8$

$d_0 = 0,1 \quad \frac{1}{2} = \text{ uppskattning av effekt på golv}$

Dimensionering – brand

$$\text{Nyttig last} = \psi_1 \times q = 0,5 \times 2,5 \times 0,6 = 0,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Egenvikt golv} = 0,33 \times 0,6 = 0,20 \text{ kN/m}$$

$$g + q = 0,95 \text{ kN/m}$$

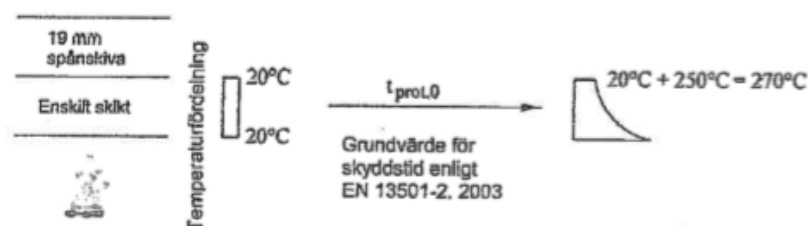
$$f_{md, fi, C14} = 1,0 \times 1,25 \times \frac{14}{1,0} = 17,5 \text{ MPa}$$

$$M = 0,95 \left(\frac{8,4}{3}\right)^2 \frac{1}{8} = 1,0 \text{ kNm}$$

$$f_{m, akt} = \frac{1,0 \times 10^6 \times 6}{45 (145 - 40)^2} = 16,0 \text{ MPa} < 17,5 \text{ MPa}$$

∴ REI 60 för golvbjälkar

#### 4 – Brandmotstånd hos avskiljande träkonstruktioner



Figur 4.5. Definition av grundvärde för skyddstid  $t_{p,0}$  enligt EN 13501-2.

Tabell 4.2 visar ekvationer för beräkning av grundvärdet för isolering  $t_{ins,0,n}$  och det grundläggande skyddsvärdet  $t_{p,0,n}$  för olika material som beräknats med hjälp av systematiska finita elementsimuleringar och verifierats genom brandprovning [4.16], [4.17]. Endast grundvärdet  $t_{p,0,n}$  ges för mineralullsisolering, eftersom vägg- och bjälklagskonstruktioner med isolering i konstruktionens sista materialskikt är sällsynta i byggnader. Inverkan av högre densitet för isolering finns i [4.9].

Tabell 4.2. Grundvärde för isolering  $t_{ins,0,n}$  och grundvärde för skyddstid  $t_{p,0,n}$  för olika material.

Material	Grundvärde för isolering $t_{ins,0,n}$ [min]	Grundvärde för skyddstid $t_{p,0,n}$ [min]
Gipsskivor Gipsfiberskivor	$24 \left( \frac{h_n}{15} \right)^{1,4}$	$30 \left( \frac{h_n}{15} \right)^{1,2}$
Konstruktionsvirke, Korslaminerat trä LVL	$19 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,4}$	$30 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,1} \leq \frac{h_n}{\beta_0}$
Spånskivor Fiberskivor	$22 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,4}$	$33 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,1} \leq \frac{h_n}{\beta_0}$
OSB Plywood	$16 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,4}$	$23 \left( \frac{h_n}{20} \right)^{1,1} \leq \frac{h_n}{\beta_0}$
Stenull $26 \leq \rho_i \leq 50 \text{ kg/m}^3$	0	$0,3h_i^{0,22+0,066\rho_i}$
Glasull $15 \leq \rho_i \leq 28 \text{ kg/m}^3$	0	för $h_i < 40 \text{ mm}$ : 0 för $h_i \geq 40 \text{ mm}$ : $0,056h_i + 13 \leq 30$

$h_i$ : Tjocklek hos avsett skikt [mm]

$h_n$ : Tjocklek hos sista skiktet [mm]

$\rho_i$ : Densitet hos avsett skikt [ $\text{kg/m}^3$ ]

$\beta_0$ : Endimensionell förkolningshastighet enligt EN 1993-1-2 [4.8]

Brandbeteendet hos korslaminerat trä kan påverkas av beteendet hos det lim som används för att hålla samman skikten [4.37]. För korslaminerat trä med spalter som är mindre än 2 mm och där kolskiktet inte faller ned när förkolningen når limfogen kan brandmotståndet för den avskiljande förmågan beräknas på samma sätt som för massivträskivor, med hänsyn endast till den totala tjockleken hos korslaminerat trä. Om kolskiktet faller ned när förkolningen har nått det limmade förbandet måste man ta hänsyn till ökad förkolningshastighet. Då kan man för enkelhetens skull beräkna brandmotståndet för den avskiljande förmågan med hänsyn till de enskilda materialskikten i korslaminerat trä.

## 5 - Brandmotstånd hos bärande träkonstruktioner

Tabell 5.2. Nedfallstider för gipsskivor  $t_f$  i minuter med skivtjocklek  $h_p$  och total skivtjocklek  $h_{p,tot}$  i millimeter.

Beklädnad	Väggar		Bjälklag	
	$t_f$	Giltighet	$t_f$	Giltighet
Gipsskivor Typ F, ett skikt	$4,5h_p - 24$	$9 \text{ mm} \leq h_p \leq 18 \text{ mm}$	$h_p + 10$	$12,5 \text{ mm} \leq h_p \leq 16 \text{ mm}$
	57	$h_p > 18 \text{ mm}$	26	$h_p > 16 \text{ mm}$
Typ F, två skikt	$4h_{p,tot} - 40$	$25 \text{ mm} \leq h_{p,tot} \leq 31 \text{ mm}$	$2h_{p,tot} - 3$	$25 \text{ mm} \leq h_{p,tot} \leq 31 \text{ mm}$
	84	$h_{p,tot} \geq 31 \text{ mm}$	59	$h_{p,tot} \geq 31 \text{ mm}$
Typ F + Typ A <sup>a</sup>	81	$h_p \geq 15 \text{ mm}^b$ $h_{p,tot} \geq 27 \text{ mm}$	50	$h_p \geq 15 \text{ mm}^b$
Typ A, ett skikt	$1,9h_p - 7$	$9 \text{ mm} \leq h_p \leq 15 \text{ mm}$	$1,8h_p - 7$	$12,5 \text{ mm} \leq h_p \leq 15 \text{ mm}$
	21,5	$h_p > 15 \text{ mm}$	20	$h_p > 15 \text{ mm}$
Typ A, två skikt	$2,1h_{p,tot} - 14^c$	$25 \text{ mm} \leq h_{p,tot} \leq 30 \text{ mm}$	- <sup>d</sup>	
	49	$h_{p,tot} \geq 30 \text{ mm}$		
Typ A, tre skikt	55	$h_{p,tot} \geq 37,5 \text{ mm}$	- <sup>d</sup>	
Gipsfiberskivor, ett skikt	$2,4h_p - 4$	$10 \text{ mm} \leq h_p \leq 12,5 \text{ mm}$	- <sup>d</sup>	

<sup>a</sup> Yttre skikt Typ F, inre skikt Typ A

<sup>b</sup> Tjocklek hos första skiktet (Typ F)

<sup>c</sup> Samma som EN 1995-1-2 avsnitt 3.4.3.3(3)

<sup>d</sup> Inga data tillgängliga.

Tabell 5.3. Nedfallstider  $t_f$  och starttider för förkolning  $t_{ch}$  i minuter för typiska gipsskivor enligt databas [5.8].

Beklädnad	Tjocklek mm	Väggar		Bjälklag	
		$t_{ch}$	$t_f$	$t_{ch}$	$t_f$
Typ A, ett skikt	12,5	15,5	16,8	15,5	15,5
Typ F, ett skikt	12,5	15,5	32,3	15,5	22,5
	15	20,0	43,5	24,5	25,0
Typ A, två skikt	25	33,0	38,5	31,0	Ingen information
Typ F + Typ A	25	45,5	50,8	36,0	36,0
	27,5	50,8	81,0	36,0	50,0
Typ F, två skikt	25	45,5	60,0	36,0	47,0
	30	58,0	80,0	46,0	57,0

Nedfallstid med hänsyn till utdragning av fästdon bör beaktas. Se ekvation (5.5).

## 5.5 Bärförmåga

### 5.5.1 Förenklade metoder för hållfasthet och styvhet

Hållfastheten och elasticitetsmodulen reduceras i ett skikt direkt under kolskiktet i reservbrännområdet som värms upp, även utan förkolning av träet. Därför måste träs hållfasthet och styvhet reduceras vid brandteknisk dimensionering. För oskyddade tvärsnitt är det värmepåverkade skiktet 35 till 40 mm.

EN 1995-1-2 ger dimensioneringshållfastheten hos trärelement som

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

med

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

får vi

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

$$Ed, fi = 1,0 \cdot 1,25 \cdot \frac{18}{1,0}$$

där

$f_{d,fi}$  är hållfastheten vid brand, t ex böjhållfastheten

$f_{20}$  är 20 % fraktilen av hållfastheten

$f_k$  är den karakteristiska hållfastheten, t ex enligt EN 338 [5.19]

$k_{mod,fi}$  är omräkningsfaktor vid brand

$\gamma_{M,fi}$  är partialkoefficient för trä vid brand.

Det rekommenderade värdet i EN 1995-1-2 för partialkoefficienten är 1. Information om nationellt värde kan finnas i nationella bilagor. Se också Tabell 4.1.

Värdet på  $k_{fi}$  ges i Tabell 5.4.

Tabell 5.4. Modifieringsfaktorn  $k_{fi}$  vid brand.

Material	$k_{fi}$
Konstruktionsvirke	1,25
Limträ	1,15
Korslaminerat trä	1,15
LVL	1,1

Omräkningsfaktorn  $k_{mod}$ , som reducerar den dimensionerande hållfastheten utifrån belastningens varaktighet och fuktkvoten vid normaltemperatur, enligt i EN 1995-1-1[5.20], är inte relevant vid brand och ersätts därför med faktorn  $k_{mod,fi}$  i ekvation (5.9).

Omräkningsfaktorn  $k_{mod,fi}$  är 1,0 i metoden för effektivt tvärsnitt för konstruktionsvirke och limträ. För I-balkar se 5.5.6. I metoden för reducerade egenskaper, är  $k_{mod,fi}$  mindre än 1,0.

Liksom för ekvation (5.7) ges dimensioneringsvärdet för en styvhetsegenskap, alltså elasticitetsmodulen och skjuvmodul som

## 5 - Brandmotstånd hos bärande träkonstruktioner

- $k_p = k_2$  för förkolningsfasen före skivnedfall ( $t_{ch} < t_f$ ), se EN 1995-1-2  
 $k_p = k_3$  för förkolningsfasen efter skivnedfall ( $t \geq t_f$ ) se EN 1995-1-2 Annex C, uttrycken (C.3), (C.4) och (C.5).

Uttrycket (C.4) bör endast användas för träreglar över skivskarvar med gipsskivor typ F med försänkta kanter (detta uttrycks inte klart i EN 1995-1-2).

Skyddsfaktorn  $k_2$  ges som

$$k_2 = 1,05 - 0,0073 h_p \quad \text{för oskarvade beklädnader} \quad (5.23)$$

$$k_2 = 0,86 - 0,0037 h_p \quad \text{för skarvade beklädnader} \quad (5.24)$$

För skarvade beklädnadsskivor är faktorn  $k_2$  något mindre än för oskarvade beklädnadsskivor på grund av att förkolningen börjar tidigare. Starttiden för förkolning bör beräknas enligt ekvation (3.12) i EN 1995-1-2.

Efterskyddsfaktorn för konstruktioner med värmebeständig mineralullsisolering (stenuff, högtemperaturbeständig glasull) är

$$k_3 = 0,036 t_f + 1 \quad (5.25)$$

Ekvationerna för det ekvivalenta förkolningsdjupet  $d_{char,e}$  ges som

$$d_{char,e} = \beta_0 k_p k_n k_2 (t - t_{ch}) \quad \text{för } t_{ch} \leq t \leq t_f \quad (5.26)$$

$$d_{char,e} = \beta_0 k_p k_n [k_2 (t_f - t_{ch}) + k_3 (t - t_f)] \quad \text{för } t_f \leq t \quad (5.27)$$

### c. Hållfasthets- och styvhetsgenskaper med hjälp av beräkningsmodellen för reducerad hållfasthet och styvhet

Enligt EN 1995-1-2 och korrigendum [5.1] bestäms hållfasthets- och styvhetsgenskaper för träreglar med hjälp av omräkningsfaktorn för brand  $k_{mod,fi}$ , se uttrycken (C.13) och (C.14) i EN 1995-1-2.

Antalet tvärsnitt i EN 1995-1-2 har reducerats i jämförelse med [5.27].

### d. Hållfasthets- och styvhetsgenskaper med hjälp av beräkningsmodellen för effektivt tvärsnitt

För att förenkla beräkningarna har ett skikt med tjockleken  $d_0$  som antas sakna hållfasthet och styvhet härletts för tillämpning av beräkningsmodellen för effektivt tvärsnitt jfr 5.5.1, se [5.31]. Det effektiva förkolningsdjupet beräknas som (se Figur 5.16)

$$d_{ef} = d_{char,e} + d_0 \quad (5.28)$$

Följande värden för  $d_0$  bör användas för element med böjning (golvbjälklag) med  $b \geq 38$  mm och  $h \geq 95$  mm:

- För element med dragning på den brandexponerade sidan

$$d_0 = 13,5 + 0,1h \quad (5.29)$$

- För element med tryck på den brandexponerade sidan

$$d_0 = 21,5 + 0,1h \quad (5.30)$$

$\beta_h$  är ekvivalent dimensionerande förkolningshastighet, som inkluderar effekten av rundning i hörnen och av sprickor.

(3) Endimensionell dimensionerande förkolningshastighet får utnyttjas för tvärsnitt med en ursprunglig minsta bredd  $b_{min}$ , förutsatt att den ökade hastigheten nära hörn beaktas där

$$b_{min} = \begin{cases} 2 d_{char,0} + 80 & \text{för } d_{char,0} \geq 13 \text{ mm} \\ 8,15 d_{char,0} & \text{för } d_{char,0} < 13 \text{ mm} \end{cases} \quad (3.3)$$

Då det minsta tvärsnittsmåttet är mindre än  $b_{min}$ , bör värdet för ekvivalent dimensionerande förkolningshastighets utnyttjas.

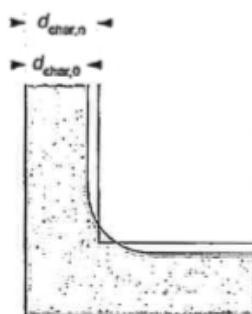
(4) För beräknade tvärsnitt utgående från endimensionell dimensionerande förkolningshastighet, bör radien på hörnens avrundning av förkolningen sättas lika med förkolningsdjupet  $d_{char,0}$ .

(5) För trätytor och ytor av träbaserade material som är oskyddade under hela brandexponeringstiden ges dimensionerande förkolningshastigheter  $\beta_0$  och  $\beta_h$  i tabell 3.1.

ANM. För regler i väggar och bjälklag med mellanrummen helt fyllda med isolering ges värden på ekvivalent dimensionerande förkolningshastighet  $\beta_h$  i Bilaga C (informativ).

(6) Dimensionerande förkolningshastighet för massivt lövträ, bok undantaget, med karakteristisk densitet 290 och 450 kg/m<sup>3</sup>, får fås genom linjär interpolation mellan värdena i tabell 3.1. Förkolningshastigheten för bok bör antas lika med den som anges för massivt barrträ.

(7) Dimensionerande förkolningshastighets för fanerträ (LVL), enligt EN 14374, ges i tabell 3.1.



Figur 3.2 – Förkolningsdjup  $d_{char,0}$  vid endimensionell förkolning och ekvivalent förkolningsdjup  $d_{char,n}$

(8) Dimensionerande förkolningshastigheter för träbaserade skivor enligt EN 309, EN 313-1, EN 300 och EN 316, och träpaneler ges i tabell 3.1. Värdena gäller vid karakteristisk densitet 450 kg/m<sup>3</sup> och skivjockleken 20 mm.

(9) För andra karakteristiska densiteter  $\rho_k$  och vid skivjocklekar  $h_p$  mindre än 20 mm, bör förkolningshastigheten beräknas som

$$\beta_{0,\rho,t} = \beta_0 k_\rho k_h \quad (3.4)$$

med

SS-EN 1995-1-2:2004 (Sv)

$$k_p = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}} = \sqrt{\frac{450}{680}} = 0,81 \quad \text{Spän} \quad (3.5)$$

$$k_n = \sqrt{\frac{20}{h_p}} = \sqrt{\frac{20}{6,5}} = 1,75 \quad \times 1,0 = 1,72 \quad (3.6)$$

där:

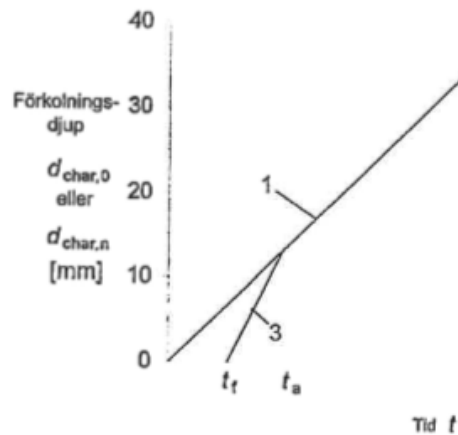
 $\rho_k$  är karakteristisk densitet, i  $\text{kg/m}^3$ , $h_p$  är skivtjocklek, i millimeter.

ANM. Karakteristiska densiteter för träbaserade skivor ges i EN 12369.

Tabell 3.1 – Dimensionerande förkolningshastigheter  $\beta_0$  och  $\beta_n$  trä, limträ, fanerträ (LVL), träpaneler och träbaserade skivor

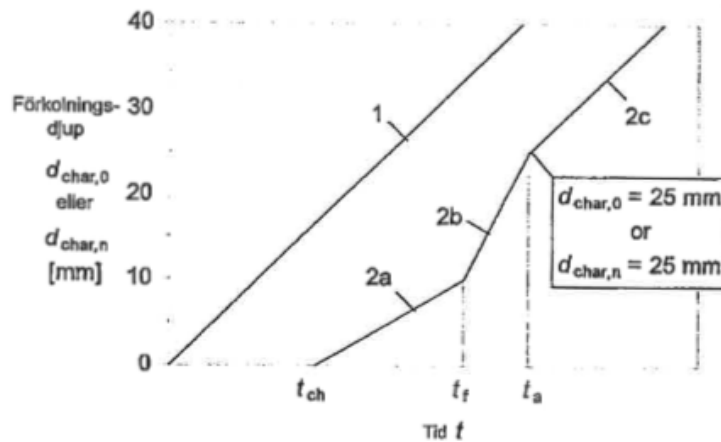
	$\beta_0$ mm/min	$\beta_n$ mm/min
<b>a) Barrträ och bok</b>		
Limträ med en karakteristisk densitet $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Massivt trä med karakteristisk densitet $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
<b>b) Lövträ</b>		
Massivt trä eller limträ med karakteristisk densitet $290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Massivt trä eller limträ med karakteristisk densitet $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,50	0,55
<b>c) Fanerträ (LVL)</b>		
med karakteristisk densitet $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
<b>d) Paneler och skivor</b>		
Träpanel	0,9 <sup>a</sup>	–
Plywood	1,0 <sup>a</sup>	–
Träbaserade skivor utom plywood	0,9 <sup>a</sup>	–
<sup>a</sup> Värdena gäller karakteristisk densitet $450 \text{ kg/m}^3$ och skivtjocklek 20 mm, se 3.4.2(9) vid andra densiteter och tjocklekar.		



**Förklaring**

- 1 Förkolningen hos en virkesdel som är oskyddad under hela brandförloppet vid förkolningshastigheter enligt tabell 3.1
- 3 Förkolningen hos initialt skyddade virkesdelar med  $t_f$  när tidsgränsen  $t_a$  är mindre än vad som ges genom uttrycket (3.8b)

Figur 3.5 – Förkolningsdjupets tidsförlopp för  $t_{ch} = t_f$  och förkolningsdjupet vid tiden  $t_a$  är mindre än 25 mm

**Förklaring**

- 1 Förkolningen för en under hela brandförloppet oskyddad virkesdel vid förkolningshastigheten  $\beta_b$  (eller  $\beta_0$ )
- 2 Förkolningen hos en initialt skyddad virkesdel då förkolningen inleds innan skyddet har upphört att verka:
  - 2a Förkolningen påbörjas vid tiden  $t_{ch}$  med en lägre hastighet så länge skyddet fortfarande är på plats
  - 2b Efter att det skyddande fallit bort fortsätter förkolningen med en förhöjd hastighet
  - 2c Då förkolningsdjupet överskrider 25 mm minskas förkolningshastigheten till värden enligt tabell 3.1

Figur 3.6 – Förkolningsdjupet då  $t_{ch} < t_f$

## SS-EN 1995-1-2:2004 (Sv)

## 3.4.3.2 Förkolningshastigheter

(1) För  $t_{ch} \leq t \leq t_f$  bör förkolningshastigheterna enligt tabell 3.1 hos ett virkesstycke multipliceras med en faktor  $k_2$ .

(2) Där virkesstycket skyddas av ett enkelt lager gipsskivor Typ F bör  $k_2$  tas som

$$k_2 = 1 - 0,018 h_p \quad (3.7)$$

där  $h_p$  är lagrets tjocklek, i millimeter.

Då beklädnaden utgörs av flera lager gipsskiva Typ F bör  $h_p$  antas vara lika med tjockleken hos det innersta lagret.

(3) Då virkesstycket skyddas av stenulesskivor med en minsta tjocklek 20 mm och minsta densitet  $26 \text{ kg/m}^3$  med bevarande egenskaper upp till  $1000^\circ\text{C}$ , får  $k_2$  tas ur tabell 3.2. För tjocklekar mellan 20 mm och 45 mm, får linjär interpolering användas.

Tabell 3.2 – Värden på  $k_2$  för virke skyddat med stenulesskivor

Tjocklek $h_{ins}$ mm	$k_2$
20	1
$\geq 45$	0,6

(4) För tiden  $t_f \leq t \leq t_a$ , dvs efter att det skyddet upphört att verka bör förkolningshastigheterna i tabell 3.1 multipliceras med en faktor  $k_3 = 2$ . För  $t \geq t_a$  bör förkolningshastigheterna i tabell 3.1 tillämpas utan multiplikation med faktorn  $k_3$ .

(5) Tidsgränsen  $t_a$ , se figurerna 3.4 och 3.5, bör då  $t_{ch} = t_f$  sättas till

$$t_a = \min \begin{cases} 2 t_f & \text{(a)} \\ \frac{25}{k_3 \beta_n} + t_f & \text{(b)} \end{cases} \quad (3.8)$$

eller då  $t_{ch} < t_f$  (se figur 3.6)

$$t_a = \frac{25 - (t_f - t_{ch}) k_2 \beta_n}{k_3 \beta_n} + t_f \quad (3.9)$$

där  $\beta_n$  är ekvivalent dimensionerande förkolningshastighet, i mm/min. Uttrycken (3.8) och (3.9) är om  $\beta_n$  ersätts med  $\beta_o$  giltiga även vid endimensionell förkolning.

För beräkningen av  $t_f$  se 3.4.3.4.

ANM. Uttrycket (3.8b) innebär att ett förkolnat skikt om 25 mm ger tillräckligt skydd för att minska förkolningshastigheten till värdena enligt tabell 3.1.

$$\beta_n = k_s k_2 k_n \beta_0 \quad \text{för } t_{ch} \leq t \leq t_f \quad (\text{C.1})$$

$$\beta_n = k_s k_3 k_n \beta_0 \quad \text{för } t \geq t_f \quad (\text{C.2})$$

där

är

$\beta_n$  är den ekvivalenta dimensionerande förkolningshastigheten,

$k_s$  är tvärsnittsfaktorn, se (3),

$k_2$  är isoleringsfaktorn, se (4),

$k_3$  är efterskyddsfaktorn, se (5),

$k_n$  är en faktor för omvandling av det oregelbundna restvärsnittet till ett ekvivalent rektangulärt tvärsnitt,

$\beta_0$  är den endimensionella dimensionerande förkolningshastigheten, se 3.4.2 tabell 3.1,

$t$  är brandexponeringstiden,

$t_{ch}$  är tidpunkten då förkolningen av virkesdelen startar, se C2.2,

$t_f$  är tidpunkten då beklädnaden upphör att verka, se C2.3.

(3) Tvärsnittsfaktor bör tas ur tabell C.1.

**Tabell C.1 – Tvärsnittsfaktor för olika virkesbredder**

$b$ mm	$k_s$
38	1,4
45	1,3
60	1,1

(4) För beklädnad av gipsskiva Typ F, eller en kombination av Typ F och Typ A med Typ F i det yttre skiktet får isoleringsfaktorn bestämmas som:

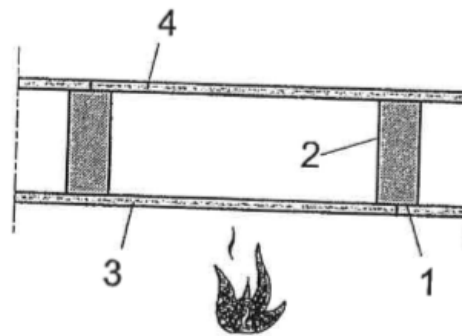
— i lägen där beklädnaden är utan fogar eller fogutformning 2, se figur C2:

$$k_2 = 1,05 - 0,0073 h_p \quad (\text{C.3})$$

— för fogutformning 1 och 3, se figur C2:

$$k_2 = 0,86 - 0,0037 h_p \quad (\text{C.4})$$

där  $h_p$  är den totala tjockleken skivor i samtliga skikt i millimeter.

**Förklaring**

- 1 Virkestyckets kortsida som är vänd mot branden
- 2 En långsida av virkestycket som vätter mot hållrummet
- 3 Brandskyddande beklädnad på konstruktionens brandexponerad sida
- 4 Brandskyddande beklädnad på den sida av konstruktionen som inte är brandexponerad

Figur D.1 – Definition av virkestyckets sidor

**D.4 Tidpunkter då skivbeklädnaden upphör att verka**

- (1) För brandskyddande beklädnad av träpanel eller träbaserad skiva monterad mot virkestycket tidpunkten  $t_f$  då skivbeklädnaden upphör att verka tas som

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (\text{D.3})$$

där:

- $t_f$  är tidpunkten då skivbeklädnaden upphör att verka, i minuter,  
 $h_p$  är skivtjockleken, i millimeter,  
 $\beta_0$  är den endimensionella förkolningshastigheten, i mm/min.

- (2) Tidpunkten då en gipsskiva upphör att verka på grund av mekanisk nedbrytning av materialet bör bestämmas genom provning. För gipsskiva Typ A och H får  $t_f$  tas som:

- för bjälklag med beklädnad fäst mot virket eller tunnplåtprofilen på ett inbördes avstånd som är högst 400 mm, och för väggar:

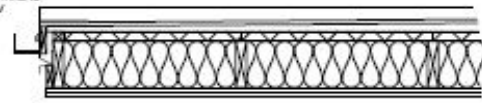
$$t_f = 2,8 h_p - 11 \quad (\text{D.4})$$

- för bjälklag med beklädnad fäst mot virkestycken på ett inbördes avstånd som är större än 400 mm men inte större än 600 mm:

$$t_f = 2,8 h_p - 12 \quad (\text{D.5})$$

där  $h_p$  beklädnadens tjocklek, i mm. För beklädnad med två skikt skiva, bör tjockleken  $h_p$  tas som tjockleken hos det skiktet och 50 % av tjockleken hos det inre skiktet, förutsatt att avståndet mellan förbindarna för det inre skiktet inte är större än vad som gäller för det yttre skiktet.

ÖPPNING FÖR VENTILATION AV TAKLAG  
FÖRSEDD MED VINDSKYDD AV  
PERFORERAD PLÅT



Tak  
U-värde 0,18 W/m<sup>2</sup>  
PIR 30 0,022  
Isolering 145mm lambda 0,033

Takpapp  
Trekantslåt 15x15  
12 Plywood  
K/L 45x17-37  
LUFTHÅL  
PIR 30mm  
TAKSÄR 45X145 C24 C 600  
145 MINERALULL Lambda 33  
DIFUSIONSFOLJE  
15mm FERMACELL BRANDSKIVA  
11mm BRANNITSKIVA



Vägg  
U-värde 0,22 W/m<sup>2</sup>  
PIR 50 0,022  
Isolering 95mm lambda 0,033

## PIR modell

2400

18X119 STÄNDE FASSPONTAD PANEL  
VINDSKYDD  
PIR 50mm  
45X50 SPIKREGLAR C 600  
34X95 C24 / 45X95 C14 STÄNDE REGLAR C 600  
95 MINERALULL Lambda 33  
15mm FERMACELL BRANDSKIVA  
11mm BRANNITSKIVA

Golv  
U-värde 0,17 W/m<sup>2</sup>  
Isolering 145mm lambda 0,039  
PIR 50 0,022

2 PLASTMATT  
22 SPÅNSKIVA  
34X145 C14 GOLVBJÄLKAR C 600  
145 MINERALULL Lambda 39  
9 plywood  
120 STÅLUNDERREDE MED GAFFEL

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------



**KILSBODEN**  
MOELVEN BYGGMODUL AB 010-1225800

RITADIKONSTR AV  
JOD

UPPDRAG.NR

## Sektion Sovmodul F2 PIR

SKALA

ORT/DATUM  
20200121

KOD/TYPIPOS

RITINGSNUMMER

ÄNDR BE

20-014