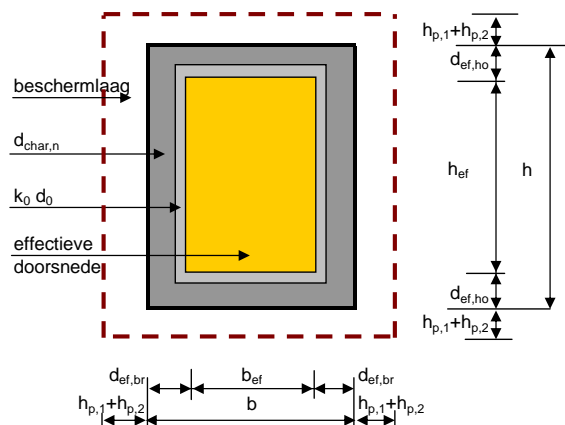


brandwerendheid houtconstructies in Eurocode

werk	werk	ongereduceerd b x h [mm] x [mm]	100 x 200
werknummer	werknummer	brandwerendheidseis	30 minuten
onderdeel	onderdeel	gereduceerd b _{ef} x h _{ef} [mm] x [mm]	38,0 x 138,0
toegepaste norm	eurocode nieuwbouw	ontwerplevensduur	= 15 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 2	toepassing	landbouw, tuinbouw, industrie tot 2 verdiepingen
gevolgklasse	= CC1	Σ d _{ef,breedte} =	31,0 + 31,0 = 62,0 mm
correctiefactor voor formule 6.10.b	ξ = 0,89	Σ d _{ef,hoogte} =	31,0 + 31,0 = 62,0 mm
de waarden van ksi volgt uit de Nationale Bijlage		b _{ef} =b - Σ d _{ef,br} =	100 - 62,0 = 38,0 mm
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes	h _{ef} =h - Σ d _{ef,ho} =	200 - 62,0 = 138,0 mm
(gewichtsberekening)	ψ ₀ = 0,4 -		
(elastische doorbuiging)	ψ ₁ = 0,5 -		
(kruip)	ψ ₂ = 0,3 -		
rekenmethode	art. 4.2.2 gereduceerde doorsnedemethode		

brandwerendheidseis	t _{rec} = 30 minuten
houtbreedte ongereduceerd	b= 100 mm
houthoogte ongereduceerd	h= 200 mm
materiaal	naaldhout-volhout
(hout)kwaliteit te toetsen materiaal	naaldhout C18
aantal zijden door brand belast	rechthoek vierzijdig
beschermlaag	geen beschermlaag



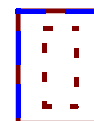
4.1 effectieve inbranddiepte $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 = 24,0 + 1,00 \cdot 7 = 31,0$ mm

te berekenen soort constructie = art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting $M_{y;Ed} = 5$ kNm

unitycheck **de constructie voldoet NIET**

6.11 = $\frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}} = \frac{41,46}{22,50} = 1,84$



alle berekeningen zijn te controleren met de QEC-files

art. 2.3 materiaal- en profielgegevens gereduceerde doorsnede bij brand

reductiecoëfficiënt sterkte tabel 2.1	k _{fi} = 1,25 -	materiaalfactor bij brand art. 4.2.2. opm(5)	γ _{m,fi} = 1,00 -
algemene formule :	f _{d,fi} = k _{mod,fi} k _{fi} f ₀₀₅ / γ _{m,fi}	formule 2.1 en 2.4	
buigsterkte	f _{m,k} 18 N/mm ²	f _{m,d,fi} = 1,00 1,25 18 / 1,00	= 22,5 N/mm ²
treksterkte	f _{t,0,k} 11 N/mm ²	f _{t,0,d,fi} = 1,00 1,25 11 / 1,00	= 13,8 N/mm ²
treksterkte	f _{t,90,k} 0,4 N/mm ³	f _{t,90,d,fi} = 1,00 1,25 0,4 / 1,00	= 0,5 N/mm ³
druksterkte	f _{c,0,k} 18 N/mm ²	f _{c,0,d,fi} = 1,00 1,25 18 / 1,00	= 22,5 N/mm ²
druksterkte	f _{c,90,k} 2,2 N/mm ²	f _{c,90,d,fi} = 1,00 1,25 2,2 / 1,00	= 2,8 N/mm ²
schuifsterkte	f _{v,k} 3,4 N/mm ²	f _{v,d,fi} = 1,00 1,25 3,4 / 1,00	= 4,3 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	E _{0,mean,k} 9000 N/mm ²	E _{0,mean,fi} = 1,00 1,25 9000 / 1,00	= 11250 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	E _{0,05,k} 6000 N/mm ²	E _{0,05,fi} = 1,00 1,25 6000 / 1,00	= 7500 N/mm ²
glijdingsmodulus	G _{0,05,k} 375 N/mm ²	G _{0,05,fi} = 1,00 1,25 375 / 1,00	= 469 N/mm ²
volumieke massa	ρ _k 320 kg/m ³		

traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	38	138	³	=	832	10^4 mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	138	38	³	=	63	10^4 mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	38	138	²	=	121	10^3 mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	138	38	²	=	33	10^3 mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$	=	1		38	138		=	52	10^2 mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{832 / 52}$					=	39,8	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{63 / 52}$					=	11,0	mm

3.4.2 onbeschermde oppervlakken gedurende de blootstelling aan brand

opmerking (1)

3.1 $d_{char,0} = \beta_0 t = 0,65 \cdot 30 = 19,5$ mm $d_{char,0}$ = rekenwaarde inbranddiepte voor eendimensionaal inbrande
 β_0 = eendimensionale inbrandsnelheid

opmerking (2)

3.2 $d_{char,n} = \beta_n t = 0,80 \cdot 30 = 24,0$ mm $d_{char,n}$ = schijnbare inbranddiepte rekening houdend met hoeken
 β_n = schijnbare inbrandsnelheid

opmerking (3) als b groter of gelijk is aan b_{min} , dan mag gerekend worden met ééndimensionaal inbranden

3.3 **als $d_{char,0} >= 13$ mm :** $b_{min} = 2 d_{char,0} + 80 = 2 \cdot 19,5 + 80 = 119,0$ mm
als $d_{char,0} <= 13$ mm : $b_{min} = 8,15 d_{char,0} = 8,15 \cdot 19,5 = 158,9$ mm
 $d_{char,0} = 19,5$ mm b_{min} = maatgevende waarde = 119,0 mm
 b = kleinste maat balk voor de brand = 100,0 mm

maatgevende waarde inbranddiepte bij **onbeschermde** delen $d_{char,n} = 0,8 \cdot 30 = \boxed{24,0}$ mm

opmerking (4) bij doorsneden met eendimensionale inbrandsnelheid moeten de afrondigshoeken gelijk zijn aan $d_{char,0}$

opmerking (5) de inbrandsnelheden zijn gegeven in tabel 3.1, voor HSB elementen met isolatie zie bijlage C

opmerking (6) rekenwaarden inbrandsnelheden bij hardhout met soortelijke massa tussen 290 en 450 lineair interpoleren

opmerking (7) rekenwaarden inbrandsnelheden bij LVL (Kerto) staan in tabel 3.1

opmerking (8) inbrandsnelheid voor **houtachtige plaatmaterialen** in tabel 3.1 geldt voor $\rho = 450$ en $h_c = 20$

opmerking (9) voor afwijkende waarden bij houtachtige plaatmaterialen geldt: (zie formule 3.10)

soort plaatmateriaal	geen bescherm laag						
met dikte houtachtig plaatmateriaal	$h_p = 10$ mm						
soortelijke massa plaatmateriaal	$\rho_k = 320$ kg/m ³						
3.4 $\beta_{0,\rho,t} = \beta_0 k_\rho k_h$	=	0,00	1,19	1,41			= $\boxed{0,00}$ mm/min
ρ_k is niet 450:	$k_\rho = \sqrt{450 / \rho_k}$	=	$\sqrt{450 / 320}$				= 1,19
als $h_p < 20$	$k_h = \sqrt{20 / h_p}$	=	$\sqrt{20 / 10}$				= 1,41 anders $k_h = 1,00$

3.4.3 oppervlakken van liggers en kolommen die initieel zijn beschermd tegen brand

3.4.3.1 algemeen

- o het tijdstip van begin inbranden is verlaagd tot t_{ch}
- o inbranden kan beginnen **voordat** de bekleding is bezweken ($t_{ch} < t_f$), maar met een lagere inbrandsnelheid dan tabel 3.1
- o na het tijdstip t_f is de inbrandsnelheid hoger dan in tabel 3.1 tot aan tijdstip t_a
- o vanaf tijdstip t_a is de inbrandsnelheid gelijk aan tabel 3.1 waarbij t_a het moment is waarop de inbranddiepte $d_{char,n} = 25$ mm

3.4.3.2 inbrandsnelheden

opm (1) voor $t_{ch} < t <= t_f$ inbrandsnelheden van tabel 3.1 vermenigvuldigen met factor k_2 $ch = charring = verkooling$

3.7 gipskartonplaat type F $k_2 = 1 - 0,018 h_p = 1 - 0,018 \cdot 12,1 = 0,78$ -

opm (3) steenwol $k_2 = \text{massa} = 320$ $k_2 = 0,84$ -

maatgevende waarde $k_2 = \boxed{nvt}$

tabel 3.2 hout beschermd door steenwol >20mm en $\rho > 26$ kg/m³

$k_2 = 1 - (h_{ins} - 20) / (45 - 20) \cdot 0,4 = 1 - (30 - 20) / 25 \cdot 0,4 = 0,84$ -

opm (4) voor $t_f < t <= t_a$ inbrandsnelheden van tabel 3.1 vermenigvuldigen met factor k_3 $k_3 = \boxed{2,00}$ -

voor $t > t_a$ inbrandsnelheden van tabel 3.1 toepassen zonder vermenigvuldigen met factor k_3

opm (5) tijdslimiet t_a in figuur 3.4 en 3.5 voor $t_{ch} >= t_f$

3.8 t_a is minimum van $t_a = 2t_f = 2 \cdot 0,0 = 0,0$ min.

$t_a = 25 / k_3 \beta_n + t_f = 25 / (2,00 \cdot 0,80) + 0,0 = 15,6$ min.

minimum waarde $t_a = 0,0$ min.

tijdslimiet t_a in figuur 3.6 voor $t_{ch} < t_f$

3.9 $t_a = (25 - (t_f \cdot t_{ch}) k_2 \beta_n) / k_3 \beta_n + t_f = (25 - (0,0 - 0,0) \cdot 0,84 \cdot 0,8) / (2,00 \cdot 0,8) + 0,0 = 15,6$ min.

minimum waarde tijdslimiet $t_a = \boxed{0,0}$ min.

3.4.3.3 begin van inbranden

opmerking (1)

opm (1)	houtachtig plaatmateriaal	bijv spaanplaat, triplex, multiplex			
(3.10)	$t_{ch} = h_p / \beta_0$	=	10	/	0,00
					= n.v.t. min.
opm (2)	gipskarton type A,F,H met (on)gevulde voegen <=2mm				
(3.11)	$t_{ch} = 2,8 h_p - 14$	=	2,8	22,1	- 14
					= 47,9 min
	gipskarton type A,F,H met ongevulde voegen >2mm				
(3.12)	$t_{ch} = 2,8 h_p - 23$	=	2,8	22,1	- 23
					= 38,9 min
opm (3)	twee lagen gipskarton type A of H				
(3.11)	$t_{ch} = 2,8 h_p - 14$	=	2,8	16,05	- 14
					= 30,9 min
opm (4)	twee lagen gipskarton type F				
(3.11)	$t_{ch} = 2,8 h_p - 14$	=	2,8	19,68	- 14
					= 41,1 min
opm (5)	steenwol				
(3.13)	$t_{ch} = 0,07 (h_{ins} - 20) \sqrt{\rho_{ins}}$	=	0,07 (30	-20)	$\sqrt{320}$
					= 12,5 min

gekozen materiaal: geen bescherm laag begin van inbranden $t_{ch} =$ min.

3.4.3.4 bezwijktijd van brandwerende bekleding

opm (2) voor brandwerende bekleding voor ligger en kolommen van houten betimmering of houtachtig plaatmateriaal geldt $t_f = t_{ch}$ met t_{ch} volgens vergelijking 3.10

opm (3) voor gipskarton type A en H geldt: $t_f = t_{ch}$ met t_{ch} volgens art.3.4.3.3(3)

maatgevende waarde bezwijken bekleding $t_f =$ min.

4.2 vereenvoudigde regels voor bepaling van doorsnede-eigenschappen

4.2.2 gereduceerde-doorsnedemethode

NB de gereduceerde-doorsnedemethode volgens 4.2.2 moet zijn toegepast

opm (1) effectieve doorsnede berekenen door reductie van de effectieve inbranddiepte effectieve inbranddiepte

$$4.1 \quad d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 \quad d_{ef} = 24,0 + 1,00 \cdot 7 = 31,0 \text{ mm}$$

$d_{char,n}$ te bepalen met uitdrukking (3.2) (=onbeschermd) of met art. 3.4.3 (=beschermd)

k_0 te bepalen met opmerking (2) of (3) maatgevende waarde $k_0 =$ -

opm (2) onbeschermd vlakken k_0 te bepalen met tabel 4.1 en figuur 4.2a maatgevende waarde $k_0 = 1,00$ -

$$t \leq 20 \quad k_0 = t / 20 = 30 / 20 = 1,50 \quad k_0 = 1,00$$

$$t > 20 \quad k_0 = 1,0 \quad k_0 = 1,00$$

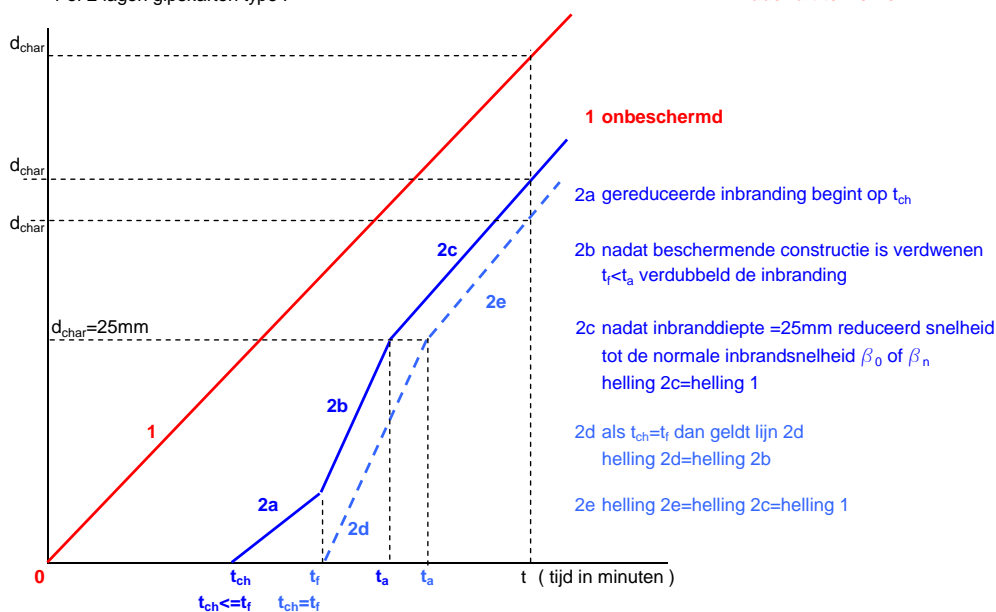
opm (3) beschermde oppervlakken met $t_{ch} > 20$ min zie figuur 4.2b maatgevende waarde $k_0 = 1,00$ -

$$t_{ch} > 20 \quad k_0 = t / t_{ch} = 30 / 0,0 = \text{n.v.t.} \quad k_0 = 1,00 -$$

$$t_{ch} \leq 20 \quad k_0 = t / 20 = 30 / 20 = 1,50 \quad k_0 = 1,00 -$$

opm (4) houten oppervlakken grenzend aan holle ruimten
 houtachtige plaatmaterialen, betimmeringen en 1 of 2 lagen gipskarton type A
 1 of 2 lagen gipskarton type F

nader uit te werken
nader uit te werken



Rene Mom

Haarlem

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-11-2017



H brandwerendheid hout EC_NL

Versie : 1.1.8 ; NDP : NL

printdatum : 20-01-2014

$t_{ch} =$	0,0	min	$\delta t =$	$t_{ch} - 0 =$	0,0	-	0	=	0,0	min
$t_f =$	0,0	min	$\delta t =$	$t_f - t_{ch} =$	0,0	-	0,0	=	0,0	min
$t_a =$	0,0	min	$\delta t =$	$t_a - t_f =$	0,0	-	0,0	=	0,0	min
$t =$	30,0	min	$\delta t =$	$t - t_a =$	30	-	0,0	=	30,0	min

$t_{ch} \leq t_f$	lijn	tijdstip	$d_{char,n} =$	k	β	δt	βt	
-	-	$t \leq t_{ch}$			0,00	0,0	=	0,0 mm
2a		$t_{ch} < t \leq t_f$		nvt	0,80	0,0	=	##### mm
2b		$t_f < t \leq t_a$		2,00	0,80	0,0	=	0,0 mm
2c		$t > t_a$		1,00	0,80	30,0	=	24,0 mm
					Σ	30,0		$d_{char,n} =$ ##### mm

$t_{ch} = t_f$	lijn	tijdstip	$d_{char,n} =$	k	β	δt	βt	
-	-	$t \leq t_{ch}$			0,00	0,0	=	0,0 mm
2d		$t_f < t \leq t_a$		2,00	0,80	0,0	=	0,0 mm
2e		$t > t_a$		1,00	0,80	30,0	=	24,0 mm
					Σ	30,0		$d_{char,n} =$ 24,0 mm

maatgevende waarde inbranddiepte bij beschermde delen $d_{char,n} =$ ##### mm

opm (5) rekenwaarde van sterkte- en stijfheidseigenschappen effectieve doorsnede berekenen met: $k_{mod,fi} =$ 1,00 -

opmerking

