

Norma

Norma **EN 1995-1-2/Česko**.

Spolehlivost dřeva při požáru : $\gamma_{M,fi} = 1,000$

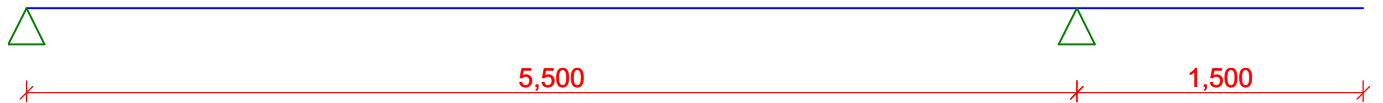
1 Trám T5

1.1 Vstupní data

Délka dílce: 7,000 m

1.1.1 Geometrie

x [m]	Typ uzlu	A/L [m]	I/L [m ³]
0,000	kloub	-	-
5,500	kloub	-	-
7,000	volná	-	-



Průřez

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Průřez	Natočení [°]
1	0,000	7,000	obdélník 120x180	0,0

Dřevo, celistvý hraněný - obdélník 120x180	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 180,0 mm
šířka průřezu	b = 120,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 21,6E+03 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 60,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 90,0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 58,3E+06 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 25,9E+06 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 52,0 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 34,6 mm

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Požární detail

Chráněný průřez, vystavený žáru ze tří stran

Požární ochrana:

Sádkartón typu F

Celková tloušťka $h_p = 15,0$ mm

Spáry tenčí než 2 mm nebo vyplněné

Délka spojovacích prostředků $l_f = 40,0$ mm

1.1.2 Zatížení

Zatěžovací stavy

č.	Název	Kód	Typ	γ_f ($\gamma_{f,inf}$)*	Součinitele pro kombinace				
					ξ	Kateg.**	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	G2 silové-stálé	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
3	Q3 silové-proměnné dlouhodobé (1)	Silové	Proměnné dlouhodobé	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
4	Q4 silové-proměnné dlouhodobé (2)	Silové	Proměnné dlouhodobé	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
5	Q5 silové-proměnné dlouhodobé (3)	Silové	Proměnné dlouhodobé	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30

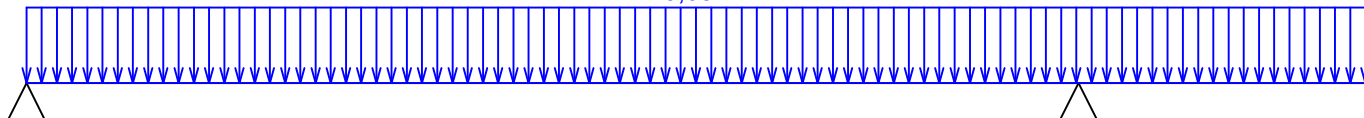
* $\gamma_{f,inf}$ pro příznivě působící stálá zatížení

** Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

G1 vlastní tíha-stálé - zatížení

Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	7,000	0,091kN/m	-

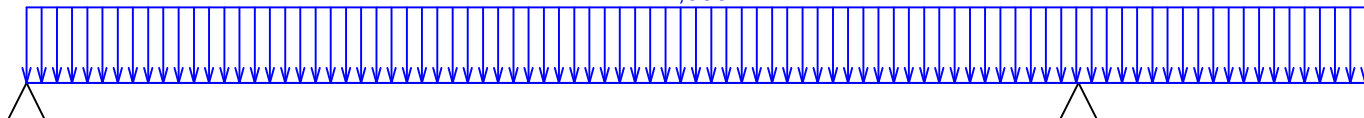
0,091



G2 silové-stálé - zatížení

Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	7,000	2,000kN/m	-

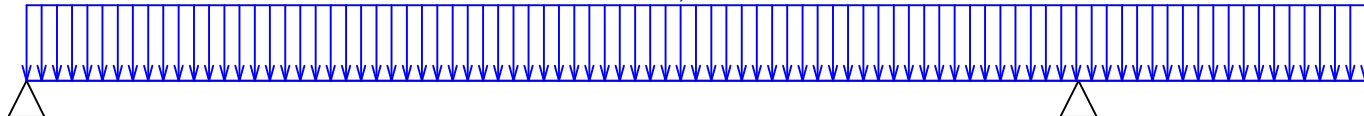
2,000



Q3 silové-proměnné dlouhodobé (1) - zatížení

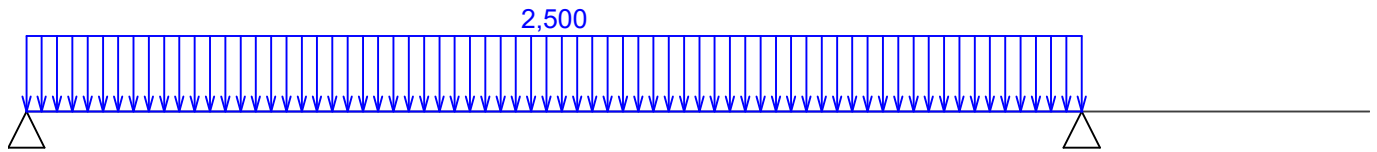
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	7,000	2,500kN/m	-

2,500



Q4 silové-proměnné dlouhodobé (2) - zatížení

Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	5,500	2,500kN/m	-



Q5 silové-proměnné dlouhodobé (3) - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	5,500	1,500	2,500kN/m	-



1.1.3 Kombinace

Kombinace

1.1.4 Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2
2	Q5:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,5} \cdot Q5$
3	Q4:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,4} \cdot Q4$
4	Q3:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,3} \cdot Q3$

Vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 4

G1+G2:

	V_3 [kN]	M_2 [kNm]	R_2 [kN]	RO_x [kNm]
Max. hodnota	6,177	6,732	9,313	-
Min. hodnota	-5,322	-2,352	5,322	-

Q5:G1+G2:

	V_3 [kN]	M_2 [kNm]	R_2 [kN]	RO_x [kNm]
Max. hodnota	6,433	6,129	11,444	-
Min. hodnota	-5,066	-3,758	5,066	-

Q4:G1+G2:

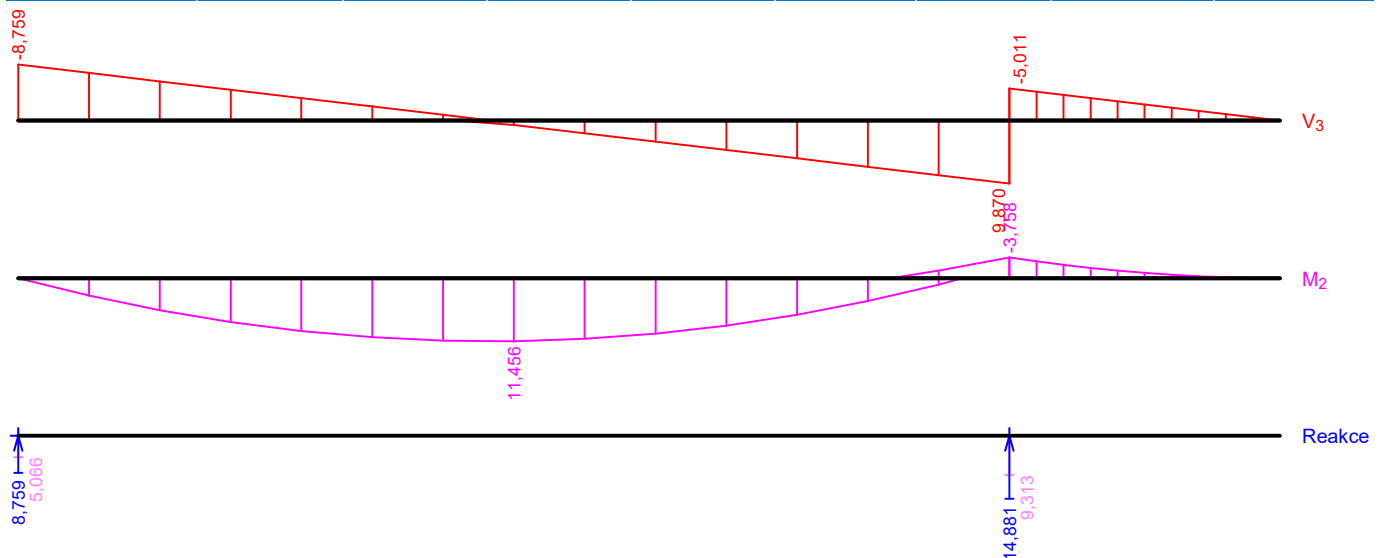
	V_3 [kN]	M_2 [kNm]	R_2 [kN]	RO_x [kNm]
Max. hodnota	9,615	11,456	12,751	-
Min. hodnota	-8,759	-2,352	8,759	-

Q3:G1+G2:

	V_3 [kN]	M_2 [kNm]	R_2 [kN]	RO_x [kNm]
Max. hodnota	9,870	10,757	14,881	-
Min. hodnota	-8,504	-3,758	8,504	-

Obálky

Obálka mimořádná návrhová (MSÚ)								
x [m]	Max M ₂ [kNm]	Min M ₂ [kNm]	Max V ₃ [kN]	Min V ₃ [kN]	Max R _z [kN]	Min R _z [kN]	Max RO _x [kNm]	Min RO _x [kNm]
0,000	0,000	0,000	-5,066	-8,759	8,759	5,066	-	-
0,393	3,178	1,825	-4,244	-7,446	-	-	-	-
0,786	5,841	3,329	-3,423	-6,134	-	-	-	-
1,179	7,992	4,511	-2,601	-4,821	-	-	-	-
1,571	9,625	5,370	-1,782	-3,511	-	-	-	-
1,964	10,749	5,910	-0,960	-2,198	-	-	-	-
2,357	11,359	6,129	-0,138	-0,885	-	-	-	-
2,750	11,456	6,026	0,683	0,428	-	-	-	-
3,143	11,023	5,592	1,996	1,249	-	-	-	-
3,536	10,076	4,836	3,309	2,071	-	-	-	-
3,929	8,616	3,759	4,622	2,893	-	-	-	-
4,321	6,648	2,364	5,932	3,712	-	-	-	-
4,714	4,162	0,645	7,245	4,534	-	-	-	-
5,107	1,162	-1,396	8,557	5,355	-	-	-	-
5,500	-2,352L	-3,758L	9,870L	6,177L	14,881	9,313	-	-
5,500	-2,352P	-3,758P	-3,136P	-5,011P	-	-	-	-
5,650	-1,905	-3,044	-2,822	-4,510	-	-	-	-
5,800	-1,505	-2,405	-2,509	-4,009	-	-	-	-
5,950	-1,153	-1,842	-2,195	-3,508	-	-	-	-
6,100	-0,847	-1,353	-1,882	-3,007	-	-	-	-
6,250	-0,588	-0,940	-1,568	-2,506	-	-	-	-
6,400	-0,376	-0,601	-1,254	-2,004	-	-	-	-
6,550	-0,212	-0,338	-0,941	-1,503	-	-	-	-
6,700	-0,094	-0,150	-0,627	-1,002	-	-	-	-
6,850	-0,024	-0,038	-0,314	-0,501	-	-	-	-
7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-



Extrémny reakcí

Extrémny reakcí mimořádná návrhová (MSÚ)	
x [m]	Reakce
0,000	Max $R_z = 8,759\text{kN}$ - Q4:G1+G2
0,000	Min $R_z = 5,066\text{kN}$ - Q5:G1+G2
5,500	Max $R_z = 14,881\text{kN}$ - Q3:G1+G2
5,500	Min $R_z = 9,313\text{kN}$ - G1+G2

Klopení

Klopení od momentu M_y :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{z1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	7,000	7,000	nosník se spojitým zatížením	nahore

1.2 Výsledky

Mezivýsledky

Stanovení účinného průřezu v čase $t = 30,0$ min (Metoda redukovaného průřezu):

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění $\beta_n = 0,80$ mm/min
 Tloušťka materiálu požární ochrany $h_p = 15,0$ mm
 Čas počátku zuhelnatění $t_{ch} = 28,0$ min
 Součinitel redukce rychlosti zuhelnatění $k_2 = 0,730$
 Hloubka zuhelnatění v okamžiku porušení ochrany $d_{char,f} = 15,0$ mm
 Čas porušení požární ochrany $t_f = 53,7$ min
 Součinitel zvýšení rychlosti zuhelnatění $k_3 = 2,000$
 Čas návratu k zuhelnatění původní rychlostí β_n $t_a = 59,9$ min
 Hloubka zuhelnatění v čase t_a $d_{char,a} = 25,0$ mm
 Nominální návrhová hloubka zuhelnatění $d_{char,n} = 1,2$ mm
 Součinitel pro stanovení účinné hloubky zuhelnatění $k_0 = 1,000$
 Účinná hloubka zuhelnatění $d_{ef} = 8,2$ mm
 Účinný průřez: $b = 103,7$ mm; $h = 171,8$ mm

Posouzení ohybu:

Ohybový moment $M_y = 6,730$ kNm
 Výpočet klopení od momentu M_y :
 kritické napětí $\sigma_{m,crit} = 54,334$ MPa
 poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = 0,665$
 součinitel klopení $k_{crit} = 1,000$
 Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$
 Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$
 Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$
 20% kvantil pevnosti v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,20} = 30,000$ MPa
 Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d,fi} = 30,000$ MPa
 Posudek v levém dolním rohu průřezu:
 $W_y = 5,101E05$ mm³
 $W_z = -3,078E05$ mm³
 $\sigma_{m,y,d,fi}/(k_{crit}M_y * f_{m,d,fi}) = 0,440$
 $0,440 < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 0,428$ kN
 Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$
 Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti ve smyku $f_{v,20} = 5,000$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d,fi} = 5,000$ MPa

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 3,826E05$ mm³

tloušťka $t_y = 103,7$ mm

napětí $\tau_{VZ} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,054$ MPa

statický moment $S_z = 2,308E05$ mm³

tloušťka $t_z = 171,8$ mm

napětí $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000$ MPa

$\sqrt{(\tau_{VZ}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d,fi} = 0,011$

$0,011 < 1$ Vyhovuje

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z $\lambda_z = 233,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y $\lambda_y = 141,1$

Rozhodující štíhlost $\lambda = 233,9$

Stanovení účinného průřezu v čase t = 30,0 min (Metoda redukováného průřezu):

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění $\beta_n = 0,80$ mm/min

Tloušťka materiálu požární ochrany $h_p = 15,0$ mm

Čas počátku zuhelnatění $t_{ch} = 28,0$ min

Součinitel redukce rychlosti zuhelnatění $k_2 = 0,730$

Hloubka zuhelnatění v okamžiku porušení ochrany $d_{char,f} = 15,0$ mm

Čas porušení požární ochrany $t_f = 53,7$ min

Součinitel zvýšení rychlosti zuhelnatění $k_3 = 2,000$

Čas návratu k zuhelnatění původní rychlostí β_n $t_a = 59,9$ min

Hloubka zuhelnatění v čase t_a $d_{char,a} = 25,0$ mm

Nominální návrhová hloubka zuhelnatění $d_{char,n} = 1,2$ mm

Součinitel pro stanovení účinné hloubky zuhelnatění $k_0 = 1,000$

Účinná hloubka zuhelnatění $d_{ef} = 8,2$ mm

Účinný průřez: $b = 103,7$ mm; $h = 171,8$ mm

Posouzení ohybu:

Ohybový moment $M_y = 6,026$ kNm

Výpočet klopení od momentu M_y :

kritické napětí $\sigma_{m,crit} = 54,334$ MPa

poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = 0,665$

součinitel klopení $k_{crit} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,20} = 30,000$ MPa

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d,fi} = 30,000$ MPa

Posudek v levém dolním rohu průřezu:

$W_y = 5,101E05$ mm³

$W_z = -3,078E05$ mm³

$\sigma_{m,y,d,fi} / (k_{crit} * M_y * f_{m,d,fi}) = 0,394$

$0,394 < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 0,683$ kN

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti ve smyku $f_{v,20} = 5,000$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d,fi} = 5,000$ MPa

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 3,826E05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_y = 103,7 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,086 \text{ MPa}$

statický moment $S_z = 2,308E05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_z = 171,8 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d,fi} = 0,017$

$0,017 < 1$ Vyhovuje

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z $\lambda_z = 233,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y $\lambda_y = 141,1$

Rozhodující štíhlost $\lambda = 233,9$

Stanovení účinného průřezu v čase $t = 30,0 \text{ min}$ (Metoda redukovaného průřezu):

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění $\beta_n = 0,80 \text{ mm/min}$

Tloušťka materiálu požární ochrany $h_p = 15,0 \text{ mm}$

Čas počátku zuhelnatění $t_{ch} = 28,0 \text{ min}$

Součinitel redukce rychlosti zuhelnatění $k_2 = 0,730$

Hloubka zuhelnatění v okamžiku porušení ochrany $d_{char,f} = 15,0 \text{ mm}$

Čas porušení požární ochrany $t_f = 53,7 \text{ min}$

Součinitel zvýšení rychlosti zuhelnatění $k_3 = 2,000$

Čas návratu k zuhelnatění původní rychlostí β_n $t_a = 59,9 \text{ min}$

Hloubka zuhelnatění v čase t_a $d_{char,a} = 25,0 \text{ mm}$

Nominální návrhová hloubka zuhelnatění $d_{char,n} = 1,2 \text{ mm}$

Součinitel pro stanovení účinné hloubky zuhelnatění $k_0 = 1,000$

Účinná hloubka zuhelnatění $d_{ef} = 8,2 \text{ mm}$

Účinný průřez: $b = 103,7 \text{ mm}$; $h = 171,8 \text{ mm}$

Posouzení ohybu:

Ohybový moment $M_y = 11,456 \text{ kNm}$

Výpočet klopení od momentu M_y :

kritické napětí $\sigma_{m,crit} = 54,334 \text{ MPa}$

poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = 0,665$

součinitel klopení $k_{crit} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,20} = 30,000 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d,fi} = 30,000 \text{ MPa}$

Posudek v levém dolním rohu průřezu:

$W_y = 5,101E05 \text{ mm}^3$

$W_z = -3,078E05 \text{ mm}^3$

$\sigma_{m,y,d,fi} / (k_{crit} * M_y * f_{m,d,fi}) = 0,749$

$0,749 < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 0,428 \text{ kN}$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti ve smyku $f_{v,20} = 5,000 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d,fi} = 5,000 \text{ MPa}$

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 3,826E05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_y = 103,7 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,054 \text{ MPa}$

statický moment $S_z = 2,308E05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_z = 171,8 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d,fi} = 0,011$

$0,011 < 1$ Vyhovuje

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z $\lambda_z = 233,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y $\lambda_y = 141,1$

Rozhodující štíhlost $\lambda = 233,9$

Stanovení účinného průřezu v čase $t = 30,0 \text{ min}$ (Metoda redukovaného průřezu):

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění $\beta_n = 0,80 \text{ mm/min}$

Tloušťka materiálu požární ochrany $h_p = 15,0 \text{ mm}$

Čas počátku zuhelnatění $t_{ch} = 28,0 \text{ min}$

Součinitel redukce rychlosti zuhelnatění $k_2 = 0,730$

Hloubka zuhelnatění v okamžiku porušení ochrany $d_{char,f} = 15,0 \text{ mm}$

Čas porušení požární ochrany $t_f = 53,7 \text{ min}$

Součinitel zvýšení rychlosti zuhelnatění $k_3 = 2,000$

Čas návratu k zuhelnatění původní rychlostí β_n $t_a = 59,9 \text{ min}$

Hloubka zuhelnatění v čase t_a $d_{char,a} = 25,0 \text{ mm}$

Nominální návrhová hloubka zuhelnatění $d_{char,n} = 1,2 \text{ mm}$

Součinitel pro stanovení účinné hloubky zuhelnatění $k_0 = 1,000$

Účinná hloubka zuhelnatění $d_{ef} = 8,2 \text{ mm}$

Účinný průřez: $b = 103,7 \text{ mm}$; $h = 171,8 \text{ mm}$

Posouzení ohybu:

Ohybový moment $M_y = 10,753 \text{ kNm}$

Výpočet klopení od momentu M_y :

kritické napětí $\sigma_{m,crit} = 54,334 \text{ MPa}$

poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = 0,665$

součinitel klopení $k_{crit} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,20} = 30,000 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d,fi} = 30,000 \text{ MPa}$

Posudek v levém dolním rohu průřezu:

$W_y = 5,101E05 \text{ mm}^3$

$W_z = -3,078E05 \text{ mm}^3$

$\sigma_{m,y,d,fi} / (k_{crit} * M_y * f_{m,d,fi}) = 0,703$

$0,703 < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 0,683 \text{ kN}$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_{M,fi} = 1,000$

Modifikační součinitel $k_{mod,fi} = 1,000$

20% kvantil pevnosti ve smyku $f_{v,20} = 5,000 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d,fi} = 5,000 \text{ MPa}$

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 3,826E05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_y = 103,7 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vz} = V_z \cdot S_y / (I_y \cdot k_{cr} \cdot t_y) = 0,086 \text{ MPa}$

statický moment $S_z = 2,308 \text{ E}05 \text{ mm}^3$

tloušťka $t_z = 171,8 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vy} = V_y \cdot S_z / (I_z \cdot k_{cr} \cdot t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d,fi} = 0,017$

$0,017 < 1$ Vyhovuje

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z $\lambda_z = 233,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y $\lambda_y = 141,1$

Rozhodující štíhlost $\lambda = 233,9$

Celkové posouzení

Posouzení v čase požadované požární odolnosti $t = 30,0 \text{ min}$:

Metoda redukovaného průřezu

Hloubka zuhelnatění $d_{char,n} = 1,2 \text{ mm}$

Rozhodující zatěžovací případ: Q4:G1+G2

Vnitřní síly: $M_y = 11,456 \text{ kNm}$; $V_z = 0,428 \text{ kN}$

Posudek ohybu:

Únosnost: $M_{y,R,t,fi} = 15,304 \text{ kNm}$

$0,749 < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_{R,t,fi} = 39,782 \text{ kN}$

$0,011 < 1$ **Vyhovuje**

Průřez vyhovuje