

STATICKE POSOUZENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI

Dřevěná konstrukce pavlače se schodištěm u hasičské zbrojnice v Rochlově u Nýřan

Stavba: Rochlov, hasičská zbrojnice
Rochlov č.p. 115, 330 23 Nýřany

Investor: Obec Rochlov
Rochlov č.p. 31, 330 23 Nýřany

Zpracovatel: Ing. Radek Pfeifer, Projekční kancelář
Koperníkova 50, 301 00 Plzeň

Stupeň: Dokumentace pro stavební povolení

Obsah:	Str.:
1. ÚVOD	2
2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ	3
3. PODKLADY	4
4. KONSTRUKCE STŘECHY	7
5. KONSTRUKCE PODLAHY	11
6. SCHODIŠŤOVÉ RAMENO	15
7. NOSNÝ SKELET.....	20
8. ZÁVĚR.....	36

Počet A4: 36

Termín: únor 2016

Vypracoval: Ing. Radek Pfeifer

Číslo paré:

1. ÚVOD

Předmětem tohoto statického posudku je posouzení nově navržené dřevěné konstrukce pavlače se schodištěm u hasičské zbrojnice v Rochlově č.p. 115 u Nýřan na požární odolnost. Nová konstrukce pavlače byla navržena Ing. Luděkem Vejvarou Ph.D. dne 21. 12. 2016, avšak nebyla posouzena její požární odolnost. Tento statický posudek tedy slouží coby dodatek k původnímu statickému posudku.

Popis konstrukce

Popis konstrukce je převzatý ze statického výpočtu Ing. Vejvary Ph.D. Pavlač je řešena jako dřevěná samostatná konstrukce. Zahrmuje dvě řady sloupů umístěné podél boku stavby a příčné a podélné průvlaky. Průvlaky jsou uloženy na sloupy a okolní stěny zděného bloku. Vytvořeny jsou takto dvě roviny vodorovných nosných konstrukcí – pro podlahu na úrovni 2. podlaží a pro střechu. Střešní konstrukce je v mírném spádu. Prostorovou tuhost zajišťuje diagonální ztužení ve třech rovinách

Krytý a otevřený ochoz pavlače bude tvořen následujícím způsobem

- podlaha z fošen tloušťky 35 až 40 mm, kolmo na příčníky
- stropní trámy 160 x 160 mm po max. 700 mm mimo sloupy (5 trámů na šířku podlahy)
- příčné průvlaky – příčníky mezi sloupy z 180x240 mm (GL24h)
- podélné nosníky 180x 240 mm z GL24h
- sloupy 180x180 mm (C24)

Obdobně bude řešena i konstrukce v úrovni střechy s mírně zmenšenými profily (podélníky a příčníky min. 120 x 180 mm).

Podélná stabilita bude zajištěna svislým diagonálním ztužením v třetím poli mezi sloupy a v poli podél schodnic. Příčná stabilita systému (modelu) bude zajištěna diagonálním ztužením v čelech konstrukce a opřením do ocelových botek ukotveným ve zdivu do věnce. Styk sloup – průvlak bude posílen skrytým pozinkovaným plechem. Vodorovné diagonální ztužení bude i v úrovni podlahy ve středním poli (pod ní) a v úrovni střechy.

Dřevěné prvky a konstrukce budou opatřeny tlakovou impregnací proti škůdcům a vlhkosti. Finální barva úprava bude zvolena podle požadavků architekta.

Podélníky mezi sloupy (180x 240 mm) jsou dimenzovány na veškeré zatížení do podlahy. Lze tudíž zesílit podlahové fošny a uložit je příčně nebo použít příčníků 100x 160 mm namísto podélníků po max. 700 mm.

Dřevěné sloupy budou osazeny na pozinkované botky ukotvené do betonových základových patek. Velikost patek je navržena 1 x 1 metr. Budou vyztuženy sítí při spodním povrchu.

Patka vycházející do původní žumpy bude osazena na podbetonávku provedenou až na bývalé dno žumpy.

Schodiště bude provedeno z dřevěných schodnic i ze dřevěných stupňů bez podschodnic, dloužky. Konstrukce pavlače se schodištěm je staticky nezávislá na sousedním objektu hasičské zbrojnice.

Ochrana proti požáru

Dřevěná konstrukce pavlače se schodištěm i ocelová ztužidla jsou navržena tak, aby vyhověla požární odolnosti z hlediska únosnosti po dobu minimálně 15 min bez potřeby protipožárního obkladu či nátěru.

Použité materiály

Na ocelové konstrukce se použije ocel S235, na dřevěné konstrukce se použije jehličnaté dřevo pevnostní třída C24, jakostní S10 dle 73 2824-1. Tlaková impregnace proti škůdcům a pro vnější prostředí spoje pozinkované. Lepené dřevo GL24h.

Použité podklady

- dokumentace pro stavební povolení – stavební část – viz. kapitola „Podklady“
- Technická zpráva zpracovaná Ing. Luděkem Vejvarou Ph.D. 21. 12. 2015
- Statický výpočet zpracovaný Ing. Luděkem Vejvarou Ph.D. 21. 12. 2015

Použitá literatura a normy

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-3 Z1 – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1995 – Navrhování dřevěných konstrukcí

Použitý software

Pro výpočet vnitřních sil a deformací je použit program IDA NEXIS, sloužící pro výpočet výše uvedených veličin metodou konečných prvků. K posouzení únosnosti konstrukcí je použit tabulkový kalkulátor EXCEL.

2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ

Vlastní tíha konstrukce

- dle použitého materiálu

	$\gamma_f = 1,35$	$\psi = 1,0$
Dřevo:	$\rho = 400 \text{ kg/m}^3$	
Ocel:	$\rho = 7\,800 \text{ kg/m}^3$	

Stálé

Konstrukce střechy (lepenka + plech)

$\gamma_f = 1,35$	$\psi = 1,0$
$q = 20 \text{ kg/m}^2$	

Užitné zatížení (osoby)

$\gamma_f = 1,50$	$\psi = 0,4$
-------------------	--------------

Hodnota užitného zatížení je převzata z výpočtu Ing. Vejvary, tedy pro kategorii C2, ačkoliv by zatížení mělo být spíše dle kategorie C3 – viz níže

C	plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí (kromě ploch uvedených v kategoriích A, B a D ¹⁾)	C1: plochy se stoly atd., např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích. C2: plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech, nádražních a jiných čekárnách. C3: plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, ve výstavních sálech a přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách, hotelích, nemocnicích, železničních nádražních halách.
---	---	--

kategorie C	$q^k \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$Q^k \text{ [kN]}$
– C1	3,0	3,0
– C2	4,0	4,0
– C3	5,0	4,0

Plošné: 400 kg/m^2 ($q^k = 4,0 \text{ kN/m}^2$)

Lokální: 400 kg : ($Q^k = 4,0 \text{ kN}$)

Zatížení sněhem

$\gamma_f = 1,50$	$\psi = 0,2$
-------------------	--------------

Rochlov - I. oblast $s = 0,7 \text{ kN/m}^2$, sklon střechy $\alpha = 2^\circ$, $\mu = 0,80$; $C_e = C_t = 1$
 $s_k = s * \mu * C_e * C_t = 0,7 * 0,80 * 1 * 1 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem

$\gamma_f = 1,50$	$\psi = 0,4$
-------------------	--------------

Rochlov - II. oblast, III. kategorie terénu

Vzhledem k tomu, že pavlač není opláštěná svislým pláštěm, zatížení větrem na stěny neuvažují. Dále též neuvažují zatížení větrem na vodorovné konstrukce (střecha a podlaha), neboť konstrukce pavlače je poměrně mohutná a těžká a tudíž sání větru nerozhoduje. Vodorovné zatížení je uvažováno z důvodu stabilizace konstrukce dle odstavce níže.

Stabilizační zatížení

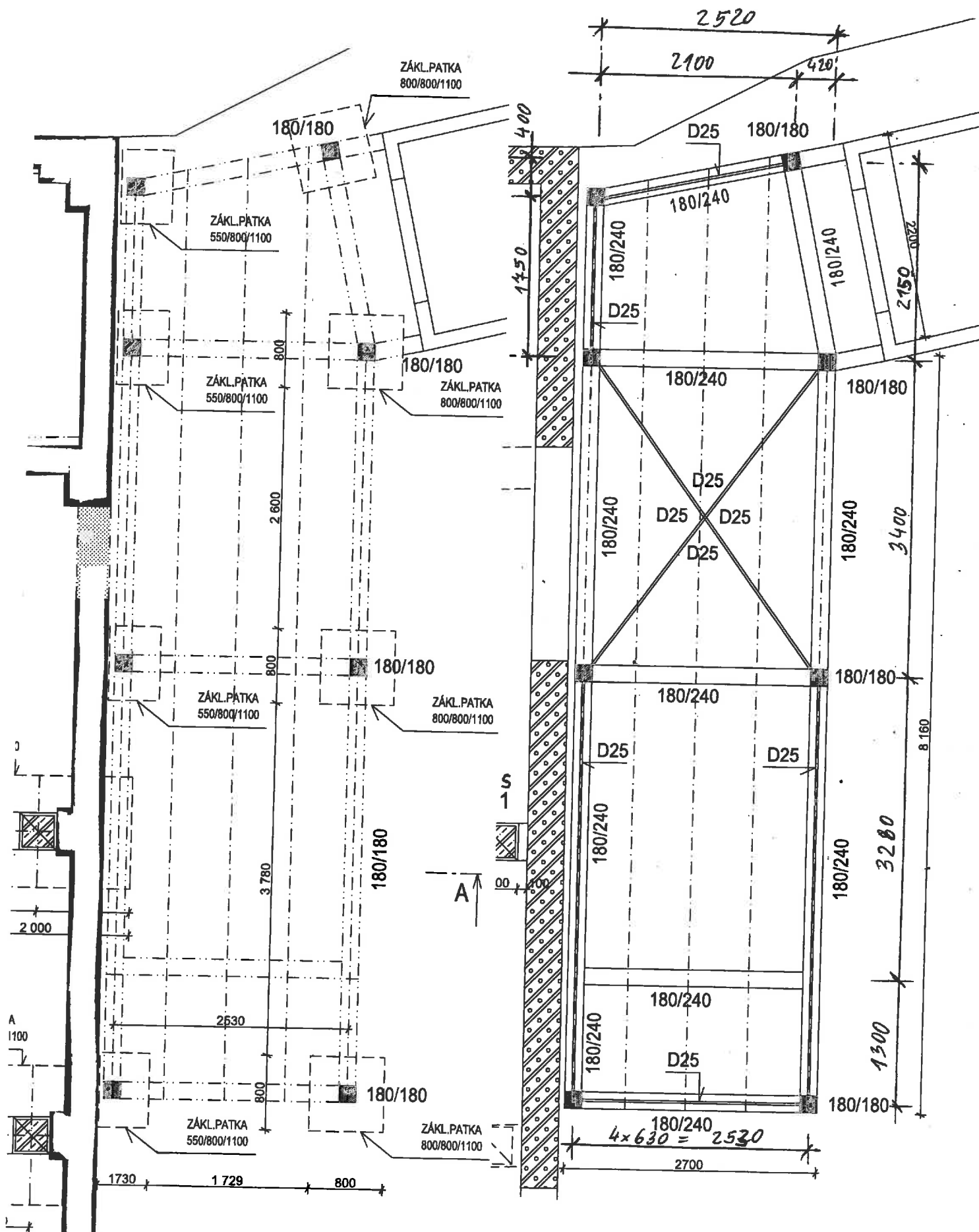
$\gamma_f = 1,50$	$\psi = 0,4$
-------------------	--------------

Toto zatížení v podstatě nahrazuje zatížení větrem a slouží k zajištění vodorovné tuhosti a stability konstrukce. Pro tento případ uvažují vodorovné zatížení o velikosti 5% z celkového svislého užitného zatížení (osoby + sníh).

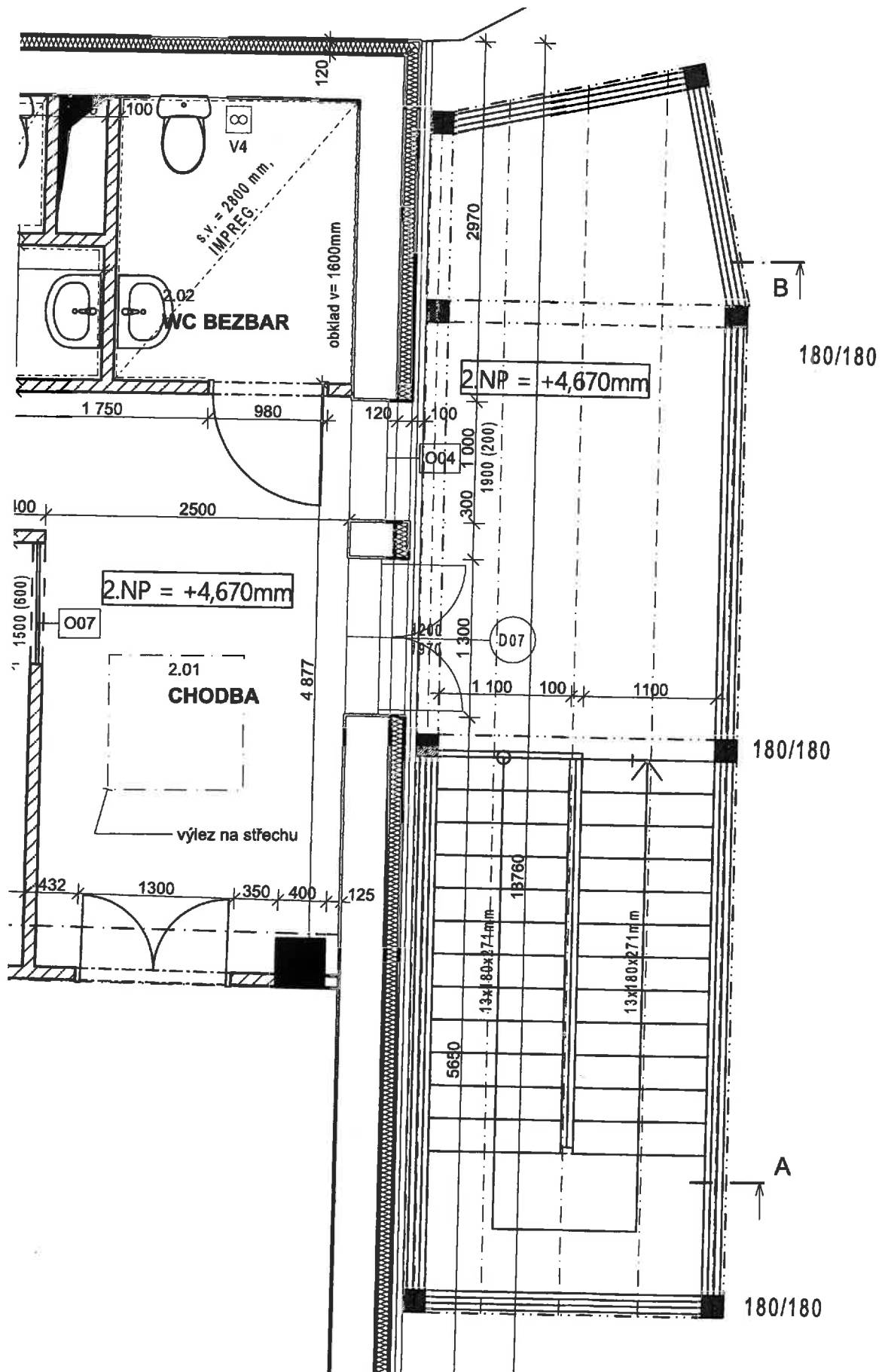
3. PODKLADY

- ZÁKLADY

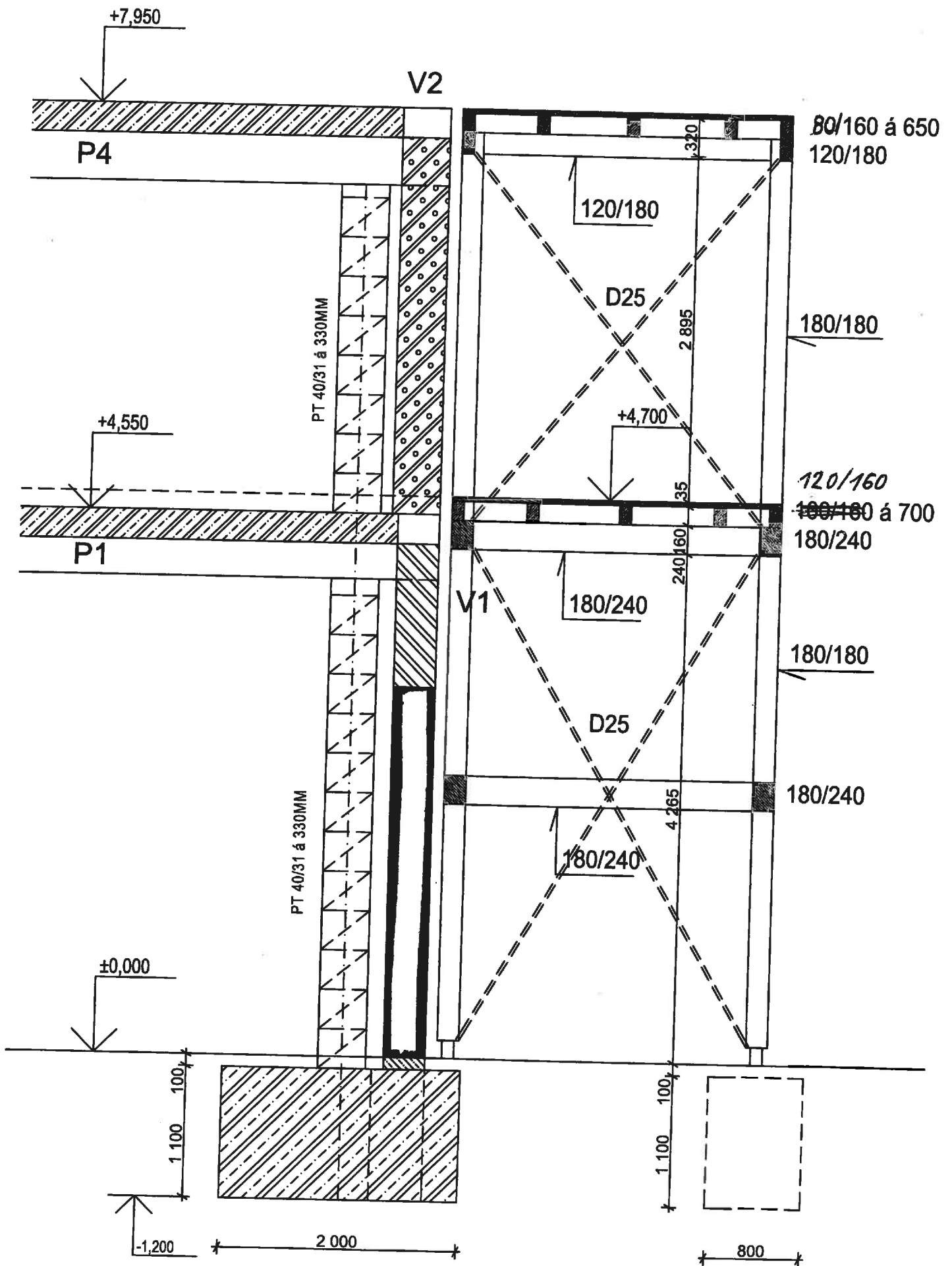
- PŮDORYS 1. N.P.



- PŮDORYS 2. N.P.



- ŘEZ A - A



4 - KONSTRUKCE STŘECHY

4.1. - STŘEŠNÍ PRKNA

- Nová střešní prkna 180 / 35 na požár

Profil: Fošna	B = 180 mm	H = 35 mm	zatěžovací šířka nosníku b = 0,18 m
Teor. rozpětí nosníku	0,63 m	$\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$	$l_{cr,y} = 630$ mm $l_{cr,z} = 630$ mm
Dřevo jehličnaté:	C22	Hustota [kg/m ³] $\rho_k = 340$	Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3	Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa	Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa	modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa
	Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa		

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení	1) Stálé (≥ 10 let) 0,5	2) Dlouhodobé ($1/2-10$ let) 0,55
	3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65	4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7
		5) Okamžikové (sekundy) 0,9
Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti $t =$ 15 min	Požár působí ze 3 stran	
Rychlost zuhelnatění $\beta = 0,67$	Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$	Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$

Vnitřní síly:

Zatížení jednoho prkna $P^K = 1$ kN	Rozpětí prkna $L = 0,63$ m	potom $M_{y,Sd}$ - viz. níže
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 0,236$ kNm	$M_{z,Sd} = 0$ kNm
Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 1,00$	Součinitel stálého zatíž. pro požár $\gamma_{GA} = 1,00$	
Velikost dominantního užitého zatížení $Q_{k,1} = 1$ kN/m'	Součinitel domin. nahodilého zatíž. $\gamma_{Q,1} = 1,50$	
Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m'	Součinitel stálého zatíž. standartní $\gamma_{G\phi} = 1,35$	
Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 1$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,70$	potom $E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$	
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{fi,y,Sd} = 0,166$ kNm	$M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm
V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4	$\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow$	$k_{mod} = 0,7$

Průřez. charakteristiky:

$A = 6\,300$ mm ²		
$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 180 \cdot 35^3 / 12 = 0,6431 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_y = 37 \cdot 10^3$ mm ³	
$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 35 \cdot 180^3 / 12 = 17,01 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_z = 189 \cdot 10^3$ mm ³	
$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1225}{12}} = 10,1$ mm $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 62,4$	$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,888$	
$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{32400}{12}} = 52,0$ mm $\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 12,1$	$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,173$	
$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,89 - 0,3) + 0,89^2) = 0,953$		
$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,17 - 0,3) + 0,17^2) = 0,502$		
$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (0,95 + \sqrt{(0,95^2 - 0,89^2)}) = 0,77$	ale max 1,0 $\Rightarrow$	$k_{c,y} = 0,77$
$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (0,5 + \sqrt{(0,5^2 - 0,17^2)}) = 1,027$	ale max 1,0 $\Rightarrow$	$k_{c,z} = 1$
Deformace: $\delta_{max} = 0,81$ mm	$< \delta_{lim} = 630 / 250 = 2,5$ mm	

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 6300 \cdot 0,013 / 1,3$	$= 44,1$ kN	$> N_{t,Sd} = 0$ kN
$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,77 \cdot 0,7 \cdot 6300 \cdot 0,02 / 1,3$	$= 52,24$ kN	$> N_{c,Sd} = 0$ kN
$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 1 \cdot 0,7 \cdot 6300 \cdot 0,02 / 1,3$	$= 67,85$ kN	$> N_{c,Sd} = 0$ kN
$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 36,8 \cdot 0,022 / 1,3$	$= 0,44$ kNm	$> M_{y,Sd} = 0,2363$ kNm
$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 189 \cdot 0,022 / 1,3$	$= 2,24$ kNm	$> M_{z,Sd} = 0$ kNm

Posouzení:

Tah:	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{44,1} + \frac{0,236}{0,44} + 0,7 \frac{0}{2,24} = 0,54 > 1,00$	
	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{44,1} + 0,7 \frac{0,236}{0,44} + \frac{0}{2,24} = 0,38 > 1,00$	
Tlak:	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{52,24} + \frac{0,236}{0,44} + 0,7 \frac{0}{2,24} = 0,54 > 1,00$	
	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{67,85} + 0,7 \frac{0,236}{0,44} + \frac{0}{2,24} = 0,38 > 1,00$	

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut

$$\text{Hloubka zuhelnatění } d_{\text{char}} = \beta_0 \cdot t = 0,67 \cdot 15 = 10,1 \text{ mm}$$

$$\text{Poloměr zuhelnatělého rohu } r = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Počet zuhelnatělých rohů } n = 2 \text{ ks}$$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{\text{fi}} = B - 2 \cdot d_{\text{char}} = 180 - 2 \cdot 10,1 = 159,9 \text{ mm}$$

$$A_{\text{fi}} = 3947 \text{ mm}^2$$

$$O_{\text{fi}} = 201 \text{ mm}$$

$$H_{\text{fi}} = H - d_{\text{char}} = 35 - 10,1 = 24,95 \text{ mm}$$

$$W_{y,\text{fi}} = 16,217 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{z,\text{fi}} = 103,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,\text{fi}} = B_{\text{fi}} \cdot H_{\text{fi}}^3 / 12 = 159,9 \cdot 24,95^3 / 12 = 0,20 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,\text{fi}} = H_{\text{fi}} \cdot B_{\text{fi}}^3 / 12 = 24,95 \cdot 159,9^3 / 12 = 8,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 7,2 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 87,5 \quad \lambda_{\text{rel},y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,245$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 46,2 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 13,6 \quad \lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,194$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,25 - 0,3) + 1,25^2) = 1,37$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,19 - 0,3) + 0,19^2) = 0,508$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (1,37 + \sqrt{(1,37^2 - 1,25^2)}) = 0,515 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,515$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 1 / (0,51 + \sqrt{(0,51^2 - 0,19^2)}) = 1,022 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 1$$

$$\text{Pro modul pružn. } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,2012 / (330 \cdot 0,003947) = 0,85$$

$$\text{Pro tah } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,2012 / (330 \cdot 0,003947) = 0,85$$

$$\text{Pro ohyb } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (200 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,2012 / (200 \cdot 0,003947) = 0,75$$

$$\text{Pro tlak } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (125 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,2012 / (125 \cdot 0,003947) = 0,59$$

$$\text{Pro modul pružn. } E_{0,05} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,85 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 10625 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tah } f_{t,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,85 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 13,8 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro ohyb } f_{m,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,75 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 20,6 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tlak } f_{c,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,59 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 14,8 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,\text{Rd}} = A \cdot f_{t,\text{fi,d}} = 3947 \cdot 0,0138 = 54,51 \text{ kN} > N_{t,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,\text{Rd}} = k_y \cdot A \cdot f_{c,\text{fi,d}} = 0,515 \cdot 3947 \cdot 0,0138 = 28,09 \text{ kN} > N_{c,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,\text{Rd}} = k_z \cdot A \cdot f_{c,\text{fi,d}} = 1 \cdot 3947 \cdot 0,0138 = 54,51 \text{ kN} > N_{c,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,\text{Rd}} = W_y \cdot f_{m,\text{fi,d}} = 20,6 \cdot 0,0162 = 0,33 \text{ kNm} > M_{y,\text{Sd}} = 0,1658 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,\text{Rd}} = W_z \cdot f_{m,\text{fi,d}} = 20,6 \cdot 0,1031 = 2,13 \text{ kNm} > M_{z,\text{Sd}} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,\text{Sd}}}{N_{t,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{54,51} + \frac{0,166}{0,33} + 0,7 \frac{0}{2,13} = 0,50 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,\text{Sd}}}{N_{t,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{54,51} + 0,7 \frac{0,166}{0,33} + \frac{0}{2,13} = 0,35 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,\text{Sd}}}{N_{c,y,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{28,09} + \frac{0,166}{0,33} + 0,7 \frac{0}{2,13} = 0,50 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,\text{Sd}}}{N_{c,z,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{54,51} + 0,7 \frac{0,166}{0,33} + \frac{0}{2,13} = 0,35 > 1,00$$

Vyhoví

4.2. - STŘEŠNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK 80 / 160 NA POŽÁR

Profil: Trám	B = 80 mm	H = 160 mm	zatěžovací šířka nosníku b = 0,63 m
Teor. rozpětí nosníku	4,58 m	$\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$	$l_{cr,y} = 4\,580$ mm $l_{cr,z} = 4\,580$ mm
Dřevo jehličnaté:	C22	Hustota [kg/m³] $\rho_k = 340$	Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3	Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa	Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa	modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa
	Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa		
Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení	1) Stálé (≥ 10 let) 0,5 2) Dlouhodobé ($1/2-10$ let) 0,55 3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65 4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7 5) Okamžikové (sekundy) 0,9		
Pro požár:	Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min	Požár působí ze 3 stran	Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$ Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$
	Rychlost uhořetání $\beta_0 = 0,8$		

Zatížení:

	tloušťka	objem. tíha ρ	Normové	γ_f	Výpočtové
- Vlastní hmotnost					
Dřevěné nosníky	80 x 160 mm	5 kN/m ³	0,102 kN/m ²	1,35	0,137 kN/m ²
- Stálé zatížení					
Plechová krytina	0,68 mm	80 kN/m ³	0,054 kN/m ²	1,35	0,073 kN/m ²
Pojistná izolace (lepenka)	4 mm	16 kN/m ³	0,064 kN/m ²	1,35	0,086 kN/m ²
Střešní prkna	35 mm	5 kN/m ³	0,175 kN/m ²	1,35	0,236 kN/m ²
Vlastní hmotnost + stálé celkem:	199,68 mm	$g =$	0,39 kN/m ²	1,35	0,53 kN/m ²
Užitné rovnoměrné:	buď a)	$p =$	0,56 kN/m ²	1,5	0,84 kN/m ²
Užitné lokální:	nebo b)	$P =$	2,00 kN	1,5	3,00 kN
Celkové zatížení:			0,95 kN/m ²	1,44	1,37 kN/m ²
Při rozteči nosníků 0,63 m		$q = g + p$	0,60 kN/m'		0,87 kN/m'
		$g =$	0,25 kN/m'		0,34 kN/m'

Ohybový moment od výše uvedeného zatížení:

	$M_{y,Sd,a} = 2,268$ kNm	$M_{y,Sd,b} = 4,3158$ kNm
Jiné vnitřní síly: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 0$ kNm	$M_{z,Sd} = 0$ kNm
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 4,316$ kNm	$M_{z,Sd} = 0$ kNm
Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 0,20$	Součinitel stálého zatíž. pro požár	$\gamma_{GA} = 1,00$
Velikost dominantního užitného zatížení $Q_{k,1} = 1$ kN/m'	Součinitel domin. nahodilého zatíž.	$\gamma_{Q,1} = 1,50$
Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m'	Součinitel stálého zatíž. standardní	$\gamma_{G\phi} = 1,35$
Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 1$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,42$ potom		$E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{fi,y,Sd} = 1,817$ kNm	$M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm

V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4 $\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow k_{mod} = 0,7$

Reakce: $A^K = B^K = q^K \cdot l_y / 2 = 0,6 \cdot 4,58 / 2 = 1,38$ kN	$A^D = B^D = 1,98$ kN	Zatížení a)
$A^K = B^K = g^K \cdot l_y / 2 + P / 2 = 0,25 \cdot 4,58 / 2 + 2 / 2 = 1,57$ kN	$A^D = B^D = 2,27$ kN	Zatížení b)

Deformace:

$\delta_{y,1} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot g^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot 0,25 \cdot 4,58^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 27,3} = 8,354$ mm	
$\delta_{y,2} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot p^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot 0,35 \cdot 4,58^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 27,3} = 9,253$ mm	
$\delta_{y,3} = \frac{1,0 \cdot P^K \cdot l_y^3}{48 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 4,58^3}{48 \cdot 0,01 \cdot 27,3} = 14,66$ mm	
buď a) $\delta_{v,a} = 8,35 + 9,25 = 17,61 <$	$\delta_{v,lim} = 4580 / 200 = 22,9$ mm
nebo b) $\delta_{v,b} = 8,35 + 14,66 = 23,01 > !$	$\delta_{v,lim} = 4580 / 200 = 22,9$ mm

Překročeno pouze o 0,5 %, lze ponechat

Průřez. charakteristiky:

$A = 12\,800$ mm ²	
$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 80 \cdot 160^3 / 12 = 27,307 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_y = 341 \cdot 10^3$ mm ³
$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 160 \cdot 80^3 / 12 = 6,8267 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_z = 171 \cdot 10^3$ mm ³
$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{25600}{12}} = 46,2$ mm $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 99,2$	$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,412$
$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{6400}{12}} = 23,1$ mm $\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 198,3$	$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,823$
$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,41 - 0,3) + 1,41^2) = 1,607$	
$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,82 - 0,3) + 2,82^2) = 4,737$	

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,61 + \sqrt{(1,61^2 - 1,41^2)}) = 0,421 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,421$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (4,74 + \sqrt{(4,74^2 - 2,82^2)}) = 0,117 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,117$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 12800 \cdot 0,013 / 1,3 = 89,6 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,42 \cdot 0,7 \cdot 12800 \cdot 0,02 / 1,3 = 58,01 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,12 \cdot 0,7 \cdot 12800 \cdot 0,02 / 1,3 = 16,14 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 341,3 \cdot 0,022 / 1,3 = 4,04 \text{ kNm} < M_{y,Sd} = 4,3158 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 170,7 \cdot 0,022 / 1,3 = 2,02 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{89,6} + \frac{4,316}{4,04} + 0,7 \frac{0}{2,02} = 1,07 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{89,6} + 0,7 \frac{4,316}{4,04} + \frac{0}{2,02} = 0,75 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{58,01} + \frac{4,316}{4,04} + 0,7 \frac{0}{2,02} = 1,07 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{16,14} + 0,7 \frac{4,316}{4,04} + \frac{0}{2,02} = 0,75 > 1,00$

Překročeno pouze o 6,7 %, lze ponechat

Únosnost při požáru: Hloubka zuhelnatění $d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{char} = 80 - 2 \cdot 12 = 56 \text{ mm} \quad A_{fi} = 8288 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 352 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - d_{char} = 160 - 1 \cdot 12 = 148 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 204,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 77,3547 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 56 \cdot 148^3 / 12 = 15,13 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 148 \cdot 56^3 / 12 = 2,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 42,7 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 107,2 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,526$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 16,2 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 283,3 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 4,033$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,53 - 0,3) + 1,53^2) = 1,787$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (4,03 - 0,3) + 4,03^2) = 9,006$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,79 + \sqrt{(1,79^2 - 1,53^2)}) = 0,368 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,368$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (9,01 + \sqrt{(9,01^2 - 4,03^2)}) = 0,059 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,059$$

Pro a modul pružn. $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,352 / (330 \cdot 0,008288) = 0,87$

Pro tah $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,352 / (330 \cdot 0,008288) = 0,87$

Pro ohyb $k_{mod,fi} = 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,352 / (200 \cdot 0,008288) = 0,79$

Pro tlak $k_{mod,fi} = 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,352 / (125 \cdot 0,008288) = 0,66$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,87 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 10875 \text{ MPa}$$

$$f_{t,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,87 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 14,1 \text{ MPa}$$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,79 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 21,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,66 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 16,5 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{t,fi,d} = 8288 \cdot 0,0141375 = 117,2 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,368 \cdot 8288 \cdot 0,0141 = 43,13 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,059 \cdot 8288 \cdot 0,0141 = 6,869 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = W_y \cdot f_{m,fi,d} = 22 \cdot 0,2044 = 4,44 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 1,8172 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_z \cdot f_{m,fi,d} = 22 \cdot 0,0774 = 1,68 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{117,2} + \frac{1,817}{4,44} + 0,7 \frac{0}{1,68} = 0,41 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{117,2} + 0,7 \frac{1,817}{4,44} + \frac{0}{1,68} = 0,29 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{43,13} + \frac{1,817}{4,44} + 0,7 \frac{0}{1,68} = 0,41 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{6,869} + 0,7 \frac{1,817}{4,44} + \frac{0}{1,68} = 0,29 > 1,00$

Vyhoví

5 - KONSTRUKCE PODLAHY

5.1. - PODLAHOVÉ FOŠNY

- Nové podlahové fošny 240 / 40 na požár

Profil: Fošna	B = 240 mm	H = 40 mm	zatěžovací šířka nosníku b = 0,24 m
Teor. rozpětí nosníku	0,63 m	$\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$	$l_{cr,y} = 630$ mm $l_{cr,z} = 630$ mm
Dřevo jehličnaté:	C22	Hustota [kg/m ³] $\rho_k = 340$	Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3	Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa	Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa	modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa
	Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa		
Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení			
	1) Stálé (≥ 10 let) 0,5	2) Dlouhodobé ($\frac{1}{2}$ -10 let) 0,55	
	3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65	4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7	5) Okamžikové (sekundy) 0,9
Pro požár:	Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min	Požár působí ze 4 stran	
	Rychlost zuhelnatění $\beta = 0,67$	Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$	Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$

Vnitřní síly:

Zatížení jednoho prkna $P^K = 2$ kN	Rozpětí fošny $L = 0,63$ m	potom $M_{y,Sd}$ - viz. níže
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 0,378$ kNm	$M_{z,Sd} = 0$ kNm
Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 0,40$	Součinitel stálého zatíž. pro požár $\gamma_{GA} = 1,00$	
Velikost dominantního užitného zatížení $Q_{k,1} = 1$ kN/m'	Součinitel domin. nahodilého zatíž. $\gamma_{Q,1} = 1,50$	
Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m'	Součinitel stálého zatíž. standardní $\gamma_{G\phi} = 1,35$	
Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 1$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,49$	potom $E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$	
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{fi,y,Sd} = 0,186$ kNm	$M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm
V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4	$\Rightarrow$ Krátkodobé	$\Rightarrow k_{mod} = 0,7$

Průřez. charakteristiky:

$A = 9\,600$ mm ²		
$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 240 \cdot 40^3 / 12 = 1,28 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_y = 64 \cdot 10^3$ mm ³	
$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 40 \cdot 240^3 / 12 = 46,08 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_z = 384 \cdot 10^3$ mm ³	
$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1600}{12}} = 11,5$ mm $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 54,6$	$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,777$	
$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{57600}{12}} = 69,3$ mm $\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 9,1$	$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,129$	
$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,78 - 0,3) + 0,78^2) = 0,849$		
$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,13 - 0,3) + 0,13^2) = 0,491$		
$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (0,85 + \sqrt{(0,85^2 - 0,78^2)}) = 0,838$	ale max 1,0 $\Rightarrow k_{c,y} = 0,838$	
$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (0,49 + \sqrt{(0,49^2 - 0,13^2)}) = 1,036$	ale max 1,0 $\Rightarrow k_{c,z} = 1$	
Deformace: $\delta_{max} = 0,81$ mm	$< \delta_{lim} = 630 / 250 = 2,5$ mm	

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 9600 \cdot 0,013 / 1,3 = 67,2$ kN	$> N_{t,Sd} = 0$ kN
$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,84 \cdot 0,7 \cdot 9600 \cdot 0,02 / 1,3 = 86,67$ kN	$> N_{c,Sd} = 0$ kN
$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 1 \cdot 0,7 \cdot 9600 \cdot 0,02 / 1,3 = 103,4$ kN	$> N_{c,Sd} = 0$ kN
$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 64 \cdot 0,022 / 1,3 = 0,76$ kNm	$> M_{y,Sd} = 0,378$ kNm
$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 384 \cdot 0,022 / 1,3 = 4,55$ kNm	$> M_{z,Sd} = 0$ kNm

Posouzení:

Tah:	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{67,2} + \frac{0,378}{0,76} + 0,7 \frac{0}{4,55} = 0,50 > 1,00$
	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{67,2} + 0,7 \frac{0,378}{0,76} + \frac{0}{4,55} = 0,35 > 1,00$
Tlak:	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{86,67} + \frac{0,378}{0,76} + 0,7 \frac{0}{4,55} = 0,50 > 1,00$
	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{103,4} + 0,7 \frac{0,378}{0,76} + \frac{0}{4,55} = 0,35 > 1,00$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut

$$\text{Hloubka zuhelnatění } d_{\text{char}} = \beta_0 \cdot t = 0,67 \cdot 15 = 10,1 \text{ mm}$$

$$\text{Poloměr zuhelnatělého rohu } r = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Počet zuhelnatělých rohů } n = 4 \text{ ks}$$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{\text{fi}} = B - 2 \cdot d_{\text{char}} = 240 - 2 \cdot 10,1 = 219,9 \text{ mm} \quad A_{\text{fi}} = 4290 \text{ mm}^2 \quad O_{\text{fi}} = 462 \text{ mm}$$

$$H_{\text{fi}} = H - 2 \cdot d_{\text{char}} = 40 - 2 \cdot 10,1 = 19,9 \text{ mm} \quad W_{y,\text{fi}} = 13,97 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,\text{fi}} = 151,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,\text{fi}} = B_{\text{fi}} \cdot H_{\text{fi}}^3 / 12 = 219,9 \cdot 19,9^3 / 12 = 0,14 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,\text{fi}} = H_{\text{fi}} \cdot B_{\text{fi}}^3 / 12 = 19,9 \cdot 219,9^3 / 12 = 16,64 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 5,7 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 109,7 \quad \lambda_{\text{rel},y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,561$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 63,5 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 9,9 \quad \lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,141$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,56 - 0,3) + 1,56^2) = 1,845$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,14 - 0,3) + 0,14^2) = 0,494$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (1,84 + \sqrt{(1,84^2 - 1,56^2)}) = 0,354 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,354$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 1 / (0,49 + \sqrt{(0,49^2 - 0,14^2)}) = 1,033 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 1$$

$$\text{Pro modul pružn. } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,4624 / (330 \cdot 0,00429) = 0,67$$

$$\text{Pro tah } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,4624 / (330 \cdot 0,00429) = 0,67$$

$$\text{Pro ohyb } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (200 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,4624 / (200 \cdot 0,00429) = 0,46$$

$$\text{Pro tlak } k_{\text{mod},\text{fi}} = 1 - O / (125 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,4624 / (125 \cdot 0,00429) = 0,14$$

$$\text{Pro modul pružn. } E_{0,05} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,67 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 8375 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tah } f_{t,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,67 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 10,9 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro ohyb } f_{m,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,46 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 12,7 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tlak } f_{c,\text{fi,d}} = k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,14 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 3,5 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,\text{Rd}} = A \cdot f_{t,\text{fi,d}} = 4290 \cdot 0,0109 = 46,71 \text{ kN} > N_{t,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,\text{Rd}} = k_y \cdot A \cdot f_{c,\text{fi,d}} = 0,354 \cdot 4290 \cdot 0,0109 = 16,52 \text{ kN} > N_{c,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,\text{Rd}} = k_z \cdot A \cdot f_{c,\text{fi,d}} = 1 \cdot 4290 \cdot 0,0109 = 46,71 \text{ kN} > N_{c,\text{Sd}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,\text{Rd}} = W_y \cdot f_{m,\text{fi,d}} = 12,7 \cdot 0,014 = 0,18 \text{ kNm} < M_{y,\text{Sd}} = 0,1857 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,\text{Rd}} = W_z \cdot f_{m,\text{fi,d}} = 12,7 \cdot 0,1513 = 1,91 \text{ kNm} > M_{z,\text{Sd}} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,\text{Sd}}}{N_{t,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{46,71} + \frac{0,186}{0,18} + 0,7 \frac{0}{1,91} = 1,05 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,\text{Sd}}}{N_{t,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{46,71} + 0,7 \frac{0,186}{0,18} + \frac{0}{1,91} = 0,74 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,\text{Sd}}}{N_{c,y,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{16,52} + \frac{0,186}{0,18} + 0,7 \frac{0}{1,91} = 1,05 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,\text{Sd}}}{N_{c,z,\text{Rd}}} + k_m \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} + \frac{M_{y,\text{Sd}}}{M_{y,b,\text{Rd}}} = \frac{0}{46,71} + 0,7 \frac{0,186}{0,18} + \frac{0}{1,91} = 0,74 > 1,00$$

Překročeno pouze o 5,1 %, lze ponechat

5.2. - PODLAHOVÝ PODÉLNÝ NOSNÍK 120 / 160 NA POŽÁR

Profil: Trám	B = 120 mm	H = 160 mm	zatěžovací šířka nosníku b = 0,63 m
Teor. rozpětí nosníku	3,4 m	$\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$	$l_{cr,y} = 3\,400$ mm $l_{cr,z} = 3\,400$ mm
Dřevo jehličnaté:	C22	Hustota [kg/m³] $\rho_k = 340$	Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3	Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa	Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa	modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa
	Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa		
Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení	1) Stálé (≥ 10 let) 0,5 2) Dlouhodobé ($\frac{1}{2}$ -10 let) 0,55 3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65 4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7 5) Okamžikové (sekundy) 0,9		
Pro požár:	Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min	Požár působí ze 3 stran	Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$ Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$
	Rychlost zuhelnatění $\beta_0 = 0,8$		

Zatížení:

	tloušťka	objem. tíha ρ	Normové	γ_f	Výpočtové
- Vlastní hmotnost					
Dřevěné nosníky	120 x 160 mm	5 kN/m ³	0,152 kN/m ²	1,35	0,206 kN/m ²
- Stálé zatížení					
Konstrukce podlahy (fošny)	40 mm	5 kN/m ³	0,200 kN/m ²	1,35	0,270 kN/m ²
Neobsazeno	0 mm	0 kN/m ³	0,000 kN/m ²	1,35	0,000 kN/m ²
Vlastní hmotnost + stálé celkem:	200 mm	$g =$	0,35 kN/m ²	1,35	0,48 kN/m ²
Užitné rovnoměrné:	buď a)	$p =$	4,00 kN/m ²	1,5	6,00 kN/m ²
Užitné lokální:	nebo b)	$P =$	4,00 kN	1,5	6,00 kN
Celkové zatížení:			4,35 kN/m ²	1,49	6,48 kN/m ²
Při rozteči nosníků 0,63 m		$q = g + p$	2,74 kN/m'		4,08 kN/m'
		$g =$	0,22 kN/m'		0,30 kN/m'

Ohybový moment od výše uvedeného zatížení:

$M_{y,Sd,a} = 5,895$ kNm	$M_{y,Sd,b} = 5,5331$ kNm
Jiné vnitřní síly: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 0$ kNm $M_{z,Sd} = 0$ kNm
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{y,Sd} = 5,895$ kNm $M_{z,Sd} = 0$ kNm
Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 0,20$	Součinitel stálého zatíž. pro požár $\gamma_{GA} = 1,00$
Velikost dominantního užitného zatížení $Q_{k,1} = 1$ kN/m'	Součinitel domin. nahodilého zatíž. $\gamma_{Q,1} = 1,50$
Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m'	Součinitel stálého zatíž. standartní $\gamma_{G\phi} = 1,35$
Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 1$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,42$ potom $E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$	
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 0 kN	$M_{fi,y,Sd} = 2,482$ kNm $M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm

V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4

Reakce: $A^K=B^K = q^K \cdot l_y / 2 = 2,74 \cdot 3,4 / 2 = 4,66$ kN	$A^D=B^D = 6,94$ kN	Zatížení a)
$A^K=B^K = g^K \cdot l_y / 2 + P / 2 = 0,22 \cdot 3,4 / 2 + 4 / 2 = 2,38$ kN	$A^D=B^D = 3,51$ kN	Zatížení b)

Deformace:

$$\delta_{y,1} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot g^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot 0,22 \cdot 3,4^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 41} = 1,509 \text{ mm}$$

$$\delta_{y,2} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot p^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot 2,52 \cdot 3,4^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 41} = 13,38 \text{ mm}$$

$$\delta_{y,3} = \frac{1,0 \cdot P^K \cdot l_y^3}{48 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 3,4^3}{48 \cdot 0,01 \cdot 41} = 7,996 \text{ mm}$$

buď a) $\delta_{y,a} = 1,51 + 13,38 = 14,89 <$	$\delta_{y,lim} = 3400 \left \begin{array}{l} 200 \\ 200 \end{array} \right. = 17 \text{ mm}$
nebo b) $\delta_{y,b} = 1,51 + 8 = 9,51 <$	$\delta_{y,lim} = 3400 \left \begin{array}{l} 200 \\ 200 \end{array} \right. = 17 \text{ mm}$

Vyhoví

Průřez. charakteristiky:

A = 19 200 mm ²	
$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 120 \cdot 160^3 / 12 = 40,96 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_y = 512 \cdot 10^3$ mm ³
$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 160 \cdot 120^3 / 12 = 23,04 \cdot 10^6$ mm ⁴	$W_z = 384 \cdot 10^3$ mm ³
$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{25600}{12}} = 46,2$ mm $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = 73,6$	$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,048$
$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{14400}{12}} = 34,6$ mm $\lambda_z = \frac{l_z}{i_z} = 98,1$	$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,397$
$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,05 - 0,3) + 1,05^2) = 1,124$	
$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,4 - 0,3) + 1,4^2) = 1,586$	

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,12 + \sqrt{(1,12^2 - 1,05^2)}) = 0,654 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,654$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (1,59 + \sqrt{(1,59^2 - 1,4^2)}) = 0,428 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,428$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 19200 \cdot 0,013 / 1,3 = 134,4 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,65 \cdot 0,7 \cdot 19200 \cdot 0,02 / 1,3 = 135,2 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,43 \cdot 0,7 \cdot 19200 \cdot 0,02 / 1,3 = 88,52 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 512 \cdot 0,022 / 1,3 = 6,07 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 5,8952 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 384 \cdot 0,022 / 1,3 = 4,55 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{134,4} + \frac{5,895}{6,07} + 0,7 \frac{0}{4,55} = 0,97 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{134,4} + 0,7 \frac{5,895}{6,07} + \frac{0}{4,55} = 0,68 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{135,2} + \frac{5,895}{6,07} + 0,7 \frac{0}{4,55} = 0,97 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{88,52} + 0,7 \frac{5,895}{6,07} + \frac{0}{4,55} = 0,68 > 1,00$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut: Hloubka zuhelnatění $d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{char} = 120 - 2 \cdot 12 = 96 \text{ mm} \quad A_{fi} = 14208 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 392 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - d_{char} = 160 - 1 \cdot 12 = 148 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 350,46 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 227,328 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 96 \cdot 148^3 / 12 = 25,93 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 148 \cdot 96^3 / 12 = 10,91 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 42,7 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 79,6 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,133$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 27,7 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 122,7 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,746$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,13 - 0,3) + 1,13^2) = 1,225$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,75 - 0,3) + 1,75^2) = 2,17$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,22 + \sqrt{(1,22^2 - 1,13^2)}) = 0,591 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,591$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (2,17 + \sqrt{(2,17^2 - 1,75^2)}) = 0,289 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,289$$

Pro a modul pružn. $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,392 / (330 \cdot 0,014208) = 0,92$

Pro tah $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,392 / (330 \cdot 0,014208) = 0,92$

Pro ohyb $k_{mod,fi} = 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,392 / (200 \cdot 0,014208) = 0,86$

Pro tlak $k_{mod,fi} = 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,392 / (125 \cdot 0,014208) = 0,78$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 11500 \text{ MPa}$$

$$f_{t,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 15,0 \text{ MPa}$$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,86 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 23,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,78 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 19,5 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{t,fi,d} = 14208 \cdot 0,01495 = 212,4 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,591 \cdot 14208 \cdot 0,015 = 125,6 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,289 \cdot 14208 \cdot 0,015 = 61,44 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = W_y \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,3505 = 8,29 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 2,4822 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_z \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,2273 = 5,38 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{212,4} + \frac{2,482}{8,29} + 0,7 \frac{0}{5,38} = 0,30 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{212,4} + 0,7 \frac{2,482}{8,29} + \frac{0}{5,38} = 0,21 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{125,6} + \frac{2,482}{8,29} + 0,7 \frac{0}{5,38} = 0,30 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{61,44} + 0,7 \frac{2,482}{8,29} + \frac{0}{5,38} = 0,21 > 1,00$

Vyhoví

6. - SCHODIŠŤOVÉ RAMENO

6.1. - SCHODIŠŤOVÉ STUPNĚ

- Nové schodišťové stupně 280 / 50 na požár

Profil: Fošna	B = 280 mm	H = 50 mm	zatěžovací šířka nosníku b = 0,28 m
Teor. rozpětí nosníku	1,1 m	$\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$	$l_{cr,y} = 1\,100$ mm $l_{cr,z} = 1\,100$ mm
Dřevo jehličnaté:	C22	Hustota [kg/m ³] $\rho_k = 340$	Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3	Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa	Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa	modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa
	Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa		

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení

1) Stálé (≥ 10 let) 0,5	2) Dlouhodobé ($1/2-10$ let) 0,55
3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65	4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7
	5) Okamžikové (sekundy) 0,9

Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min Požár působí ze 4 stran
Rychlost zuhelnatění $\beta = 0,67$ Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$ Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$

Vnitřní síly:

Zatížení jednoho stupně $P^k = 2$ kN Rozpětí stupně $L = 1,1$ m potom $M_{y,Sd} - viz. níže$
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN $M_{y,Sd} = 0,825$ kNm $M_{z,Sd} = 0$ kNm
 Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 0,40$ Součinitel stálého zatíž. pro požár $\gamma_{GA} = 1,00$
 Velikost dominantního užitného zatížení $Q_{k,1} = 1$ kN/m' Součinitel domin. nahodilého zatíž. $\gamma_{Q,1} = 1,50$
 Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m' Součinitel stálého zatíž. standartní $\gamma_{G\phi} = 1,35$
 Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 1$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,49$ potom $E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 0 kN $M_{fi,y,Sd} = 0,405$ kNm $M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm
 V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4 $\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow k_{mod} = 0,7$

Průřez. charakteristiky:

$$A = 14\,000 \text{ mm}^2$$

$$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 280 \cdot 50^3 / 12 = 2,9167 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 117 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 50 \cdot 280^3 / 12 = 91,467 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 653 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{2500}{12}} = 14,4 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 76,2 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,085$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{78400}{12}} = 80,8 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 13,6 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,194$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,08 - 0,3) + 1,08^2) = 1,167$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,19 - 0,3) + 0,19^2) = 0,508$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,17 + \sqrt{(1,17^2 - 1,08^2)}) = 0,626 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,626$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (0,51 + \sqrt{(0,51^2 - 0,19^2)}) = 1,023 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 1$$

Deformace: $\delta_{max} = 1,90$ mm $< \delta_{lim} = 1100 / 250 = 4,4$ mm

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 14000 \cdot 0,013 / 1,3$	=	98 kN	>	$N_{t,Sd} = 0$ kN
$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,63 \cdot 0,7 \cdot 14000 \cdot 0,02 / 1,3$	=	94,41 kN	>	$N_{c,Sd} = 0$ kN
$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 1 \cdot 0,7 \cdot 14000 \cdot 0,02 / 1,3$	=	150,8 kN	>	$N_{c,Sd} = 0$ kN
$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 116,7 \cdot 0,022 / 1,3$	=	1,38 kNm	>	$M_{y,Sd} = 0,825$ kNm
$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 653,3 \cdot 0,022 / 1,3$	=	7,74 kNm	>	$M_{z,Sd} = 0$ kNm

Posouzení:

Tah:	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{98} + \frac{0,825}{1,38} + 0,7 \frac{0}{7,74} = 0,60 > 1,00$
	$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{98} + 0,7 \frac{0,825}{1,38} + \frac{0}{7,74} = 0,42 > 1,00$
Tlak:	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{94,41} + \frac{0,825}{1,38} + 0,7 \frac{0}{7,74} = 0,60 > 1,00$
	$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{150,8} + 0,7 \frac{0,825}{1,38} + \frac{0}{7,74} = 0,42 > 1,00$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut

$$\text{Hloubka zuhelnatění } d_{\text{char}} = \beta_0 \cdot t = 0,67 \cdot 15 = 10,1 \text{ mm}$$

$$\text{Poloměr zuhelnatělého rohu } r = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Počet zuhelnatělých rohů } n = 4 \text{ ks}$$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{\text{char}} = 280 - 2 \cdot 10,1 = 259,9 \text{ mm} \quad A_{fi} = 7685 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 562 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - 2 \cdot d_{\text{char}} = 50 - 2 \cdot 10,1 = 29,9 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 37,777 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 325,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 259,9 \cdot 29,9^3 / 12 = 0,56 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 29,9 \cdot 259,9^3 / 12 = 42,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 8,6 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 127,4 \quad \lambda_{\text{rel},y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,814$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 75,0 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 14,7 \quad \lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,209$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,81 - 0,3) + 1,81^2) = 2,297$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,21 - 0,3) + 0,21^2) = 0,513$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (2,3 + \sqrt{(2,3^2 - 1,81^2)}) = 0,27 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,27$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 1 / (0,51 + \sqrt{(0,51^2 - 0,21^2)}) = 1,019 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 1$$

$$\text{Pro modul pružn. } k_{\text{mod},fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,5624 / (330 \cdot 0,007685) = 0,78$$

$$\text{Pro tah } k_{\text{mod},fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,5624 / (330 \cdot 0,007685) = 0,78$$

$$\text{Pro ohyb } k_{\text{mod},fi} = 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,5624 / (200 \cdot 0,007685) = 0,63$$

$$\text{Pro tlak } k_{\text{mod},fi} = 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,5624 / (125 \cdot 0,007685) = 0,41$$

$$\text{Pro modul pružn. } E_{0,05} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,78 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 9750 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tah } f_{t,fi,d} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,78 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 12,7 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro ohyb } f_{m,fi,d} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,63 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 17,3 \text{ MPa}$$

$$\text{Pro tlak } f_{c,fi,d} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,41 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 10,3 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{t,fi,d} = 7685 \cdot 0,0127 = 97,41 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,27 \cdot 7685 \cdot 0,0127 = 26,28 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 1 \cdot 7685 \cdot 0,0127 = 97,41 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = W_y \cdot f_{m,fi,d} = 17,3 \cdot 0,0378 = 0,65 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 0,4053 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_z \cdot f_{m,fi,d} = 17,3 \cdot 0,3258 = 5,65 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{97,41} + \frac{0,405}{0,65} + 0,7 \frac{0}{5,65} = 0,62 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{97,41} + 0,7 \frac{0,405}{0,65} + \frac{0}{5,65} = 0,43 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{26,28} + \frac{0,405}{0,65} + 0,7 \frac{0}{5,65} = 0,62 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{97,41} + 0,7 \frac{0,405}{0,65} + \frac{0}{5,65} = 0,43 > 1,00$$

Vyhoví

6.2. - SCHODNICE 100 / 240 NA POŽÁR

Profil: Trám B = 100 mm H = 240 mm **zatěžovací šířka nosníku b = 0,55 m**
Půdor. délka nosníku 3,55 m **Převýšení:** 2,34 m **Délka L = 4,25 m** $\varphi = 33,4^\circ$
Teor. rozpětí nosníku 4,25 m $\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$ $l_{cr,y} = 4\,252$ mm $l_{cr,z} = 4\,252$ mm

Třída

Dřevo jehličnaté: C22 **Hustota** [kg/m³] $\rho_k = 340$ **Souč. materiálu** $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3 **Char. pevnost v tahu** $f_{t,0,k} = 13$ MPa **Char. pevnost v tlaku** $f_{c,0,k} = 20$ MPa
Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa **modul pružnosti** $E_{0m} = 10\,000$ MPa

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení
 1) Stálé (≥ 10 let) 0,5 2) Dlouhodobé ($1/2 - 10$ let) 0,55
 3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65 4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7 5) Okamžikové (sekundy) 0,9

Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min **Požár působí ze** 4 stran
Rychlost zuhelnatění $\beta_0 = 0,8$ **Souč. zlepšení** $k_{fi} = 1,25$ **Souč. materiálu** $\gamma_{M,fi} = 1$

Zatížení:

- Vlastní hmotnost		tloušťka	objem. tíha ρ	Normové	γ _f	Výpočtové	
Dřevěné nosníky	100 x	240 mm	5 kN/m ³	0,218 kN/m ²	1,35	0,295 kN/m ²	
- Stálé zatížení							
Schodišťové stupně	a = 316	280	50 mm	5 kN/m ³	0,222 kN/m ²	1,35	0,299 kN/m ²
Zábradlí			30 mm	5 kN/m ³	0,273 kN/m ²	1,35	0,368 kN/m ²
Vlastní hmotnost + stálé celkem:			320 mm	g =	0,71 kN/m ²	1,35	0,96 kN/m ²
Při zatěžovací šířce 0,55 m				g =	0,39 kN/m'		0,53 kN/m'

- Užité zatížení

a) Užité rovnoměrné (osoby) - půdorysný průmět:	$p =$	4,00 kN/m ²	1,50	6,00 kN/m ²
a) Užité rovnoměrné (osoby) - na délku nosníku:	$p =$	1,84 kN/m'	1,50	2,76 kN/m'
b) Užité lokální:				
Případný vlivem spolupús. nosníků 100% $P_{celk} =$	4,0 kN	$P_{red} =$	4,0 kN	1,00 4,0 kN

- Celkové zatížení

Kolmo na nosník	Stálé zatížení:	$g_L =$	0,33 kN/m ²	1,35	0,44 kN/m ²
	Užité a):	$p_L =$	1,53 kN/m'	1,50	2,30 kN/m'
	Užité b):	$P_L =$	3,34 kN	1,00	3,34 kN
Rovnoběžně s nosníkem	Stálé zatížení:	$g_{ } =$	0,22 kN/m ²	1,35	0,29 kN/m ²
	Užité a):	$p_{ } =$	1,01 kN/m'	1,50	1,52 kN/m'
	Užité b):	$P_{ } =$	2,20 kN	1,00	2,20 kN

Vnitřní síly:

a) $N_{Sd} = (g_{ }^D + p_{ }^D) \cdot l_y$	$= (0,29 + 1,52) \cdot 4,25$	$= 7,69$ kN
a) $M_{y,Sd} = (g_L^D + p_L^D) \cdot l_y^2 / 8$	$= (0,44 + 2,3) \cdot 4,25^2 / 8$	$= 6,20$ kNm
b) $N_{Sd} = g_{ }^D \cdot l_y + P_{ }^D$	$= 0,29 \cdot 4,25 + 2,2$	$= 3,44$ kN
b) $M_{y,Sd} = g_L^D \cdot l_y^2 / 8 + P_L^D \cdot l_y / 4$	$= 0,44 \cdot 4,25^2 / 8 + 3,34 \cdot 4,25 / 4$	$= 3,55$ kNm

Rozhodující vnitřní síly: $N_{Sd} = 7,69$ kN $M_{y,Sd} = 6,20$ kNm
Jiné vnitřní síly: $N_{Sd} = 0$ či 0 kN $M_{y,Sd} = 0$ kNm $M_{z,Sd} = 0$ kNm
Síly bez požáru: $N_{Sd} = 0$ či 7,69 kN $M_{y,Sd} = 6,20$ kNm $M_{z,Sd} = 0$ kNm
 Komb. součinitel domin. nahod. zatíž. pro požár $\psi_{1,1} = 0,40$ **Součinitel stálého zatíž. pro požár** $\gamma_{GA} = 1,00$
 Velikost dominantního užitého zatížení $Q_{k,1} = 2$ kN/m' **Součinitel domin. nahodilého zatíž.** $\gamma_{Q,1} = 1,50$
 Velikost součtu všech stálých zatížení $G_k = 1$ kN/m' **Součinitel stálého zatíž. standartní** $\gamma_{G\phi} = 1,35$
 Pro $\xi = Q_{k,1} / G_k = 2$ platí $\eta_{fi} = (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_{G\phi} + \gamma_{Q,1} \cdot \xi) = 0,41$ potom $E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d$
Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0$ či 3,1801 kN $M_{fi,y,Sd} = 2,564$ kNm $M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm
 V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4 $\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow$ **$k_{mod} = 0,7$**

Průřez. charakteristiky:

$$A = 24\,000 \text{ mm}^2$$

$$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 100 \cdot 240^3 / 12 = 115,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 240 \cdot 100^3 / 12 = 20 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 960 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 400 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Reakce:

$$\text{Zatížení a)} \quad A^K = B^K = q^K \cdot l_y / 2 = (0,39 + 1,84) \cdot 4,25 / 2 = 4,74 \text{ kN} \quad A^D = B^D = 6,98 \text{ kN}$$

$$\text{Zatížení b)} \quad A^K = B^K = g^K \cdot l_y / 2 + P / 2 = 0,39 \cdot 4,25 / 2 + 4 / 2 = 2,83 \text{ kN} \quad A^D = B^D = 3,12 \text{ kN}$$

Deformace:

$$\delta_{y,1} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot g^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,6 \cdot 5 \cdot 0,33 \cdot 4,25^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 115,2} = 1,934 \text{ mm}$$

$$\delta_{y,2} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot p^K \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot 1,53 \cdot 4,25^4}{384 \cdot 0,01 \cdot 115,2} = 7,082 \text{ mm}$$

$$\delta_{y,3} = \frac{1,0 \cdot P^K \cdot l_y^3}{48 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1 \cdot 3,34 \cdot 4,25^3}{48 \cdot 0,01 \cdot 115,2} = 4,642 \text{ mm}$$

$$\text{buď a)} \quad \delta_{y,a} = 1,93 + 7,08 = 9,02 < \delta_{y,\text{lim}} = 4252 \cdot \frac{1}{200} = 21,3 \text{ mm}$$

$$\text{nebo b)} \quad \delta_{y,b} = 1,93 + 4,64 = 6,58 < \delta_{y,\text{lim}} = 4252 \cdot \frac{1}{200} = 21,3 \text{ mm}$$

Vyhoví

Vzpěr:

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{57600}{12}} = 69,3 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 61,4 \quad \lambda_{\text{rel},y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,874$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{10000}{12}} = 28,9 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 147,3 \quad \lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,097$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,87 - 0,3) + 0,87^2) = 0,939$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,1 - 0,3) + 2,1^2) = 2,878$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (0,94 + \sqrt{(0,94^2 - 0,87^2)}) = 0,779 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,779$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 1 / (2,88 + \sqrt{(2,88^2 - 2,1^2)}) = 0,206 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,206$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{\text{mod}} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 24000 \cdot 0,013 / 1,3 = 168 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{\text{mod}} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,78 \cdot 0,7 \cdot 24000 \cdot 0,02 / 1,3 = 201,4 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 7,6852 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{\text{mod}} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,21 \cdot 0,7 \cdot 24000 \cdot 0,02 / 1,3 = 53,3 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 7,6852 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{\text{mod}} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 960 \cdot 0,022 / 1,3 = 11,37 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 6,1966 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{\text{mod}} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 400 \cdot 0,022 / 1,3 = 4,74 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{168} + \frac{6,197}{11,37} + 0,7 \frac{0}{4,74} = 0,54 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{0}{168} + 0,7 \frac{6,197}{11,37} + \frac{0}{4,74} = 0,38 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{7,685}{201,4} + \frac{6,197}{11,37} + 0,7 \frac{0}{4,74} = 0,58 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{7,685}{53,3} + 0,7 \frac{6,197}{11,37} + \frac{0}{4,74} = 0,53 > 1,00$$

Vyhoví

$$\text{Únosnost při požáru 15 minut} \quad \text{Hloubka zuhelnatění} \quad d_{\text{char}} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$\begin{aligned} B_{\text{fi}} &= B - 2 \cdot d_{\text{char}} = 10 - 2 \cdot 12 = 76 \text{ mm} & A_{\text{fi}} &= 16\,416 \text{ mm}^2 & O_{\text{fi}} &= 584 \text{ mm} \\ H_{\text{fi}} &= H - 2 \cdot d_{\text{char}} = 10 - 2 \cdot 12 = 216 \text{ mm} & W_{y,\text{fi}} &= 590,98 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 & W_{z,\text{fi}} &= 207,936 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_{y,\text{fi}} &= B_{\text{fi}} \cdot H_{\text{fi}}^3 / 12 = 76 \cdot 216^3 / 12 = 63,83 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ I_{z,\text{fi}} &= H_{\text{fi}} \cdot B_{\text{fi}}^3 / 12 = 216 \cdot 76^3 / 12 = 7,90 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ i_y &= \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{4}{12}} = 62,4 \text{ mm} & \lambda_y &= \frac{L_y}{i_y} = 68,2 & \lambda_{\text{rel},y} &= \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,971 \\ i_z &= \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{0}{12}} = 21,9 \text{ mm} & \lambda_z &= \frac{L_z}{i_z} = 193,8 & \lambda_{\text{rel},z} &= \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,759 \\ k_y &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,97 - 0,3) + 0,97^2) = 1,038 \\ k_z &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,76 - 0,3) + 2,76^2) = 4,551 \\ k_{c,y} &= 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (1,04 + \sqrt{(1,04^2 - 0,97^2)}) = 0,711 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,711 \\ k_{c,z} &= 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 1 / (4,55 + \sqrt{(4,55^2 - 2,76^2)}) = 0,122 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,122 \\ \text{Pro a modul pružn.} \quad k_{\text{mod},\text{fi}} &= 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,584 / (330 \cdot 0,016416) = 0,89 \\ \text{Pro tah} \quad k_{\text{mod},\text{fi}} &= 1 - O / (330 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,584 / (330 \cdot 0,016416) = 0,89 \\ \text{Pro ohyb} \quad k_{\text{mod},\text{fi}} &= 1 - O / (200 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,584 / (200 \cdot 0,016416) = 0,82 \\ \text{Pro tlak} \quad k_{\text{mod},\text{fi}} &= 1 - O / (125 \cdot A_{\text{fi}}) = 1 - 0,584 / (125 \cdot 0,016416) = 0,72 \\ f_{m,\text{fi},d} &= k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,89 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 11125 \text{ MPa} \\ f_{t,\text{fi},d} &= k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,89 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 14,5 \text{ MPa} \\ f_{m,\text{fi},d} &= k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,82 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 22,6 \text{ MPa} \\ f_{c,\text{fi},d} &= k_{\text{mod},\text{fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,\text{fi}} = 0,72 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 18,0 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Únosnost při požáru:

$$\begin{aligned} N_{t,Rd} &= A \cdot f_{t,\text{fi},d} = 16416 \cdot 0,0144625 = 237,4 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0 \text{ kN} \\ N_{c,y,Rd} &= k_y \cdot A \cdot f_{c,\text{fi},d} = 0,711 \cdot 16416 \cdot 0,0145 = 168,8 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 3,1801 \text{ kN} \\ N_{c,z,Rd} &= k_z \cdot A \cdot f_{c,\text{fi},d} = 0,122 \cdot 16416 \cdot 0,0145 = 29,06 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 3,1801 \text{ kN} \\ M_{y,b,Rd} &= W_y \cdot f_{m,\text{fi},d} = 23 \cdot 0,591 = 13,33 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 2,5641 \text{ kNm} \\ M_{z,b,Rd} &= W_z \cdot f_{m,\text{fi},d} = 23 \cdot 0,2079 = 4,69 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posouzení:

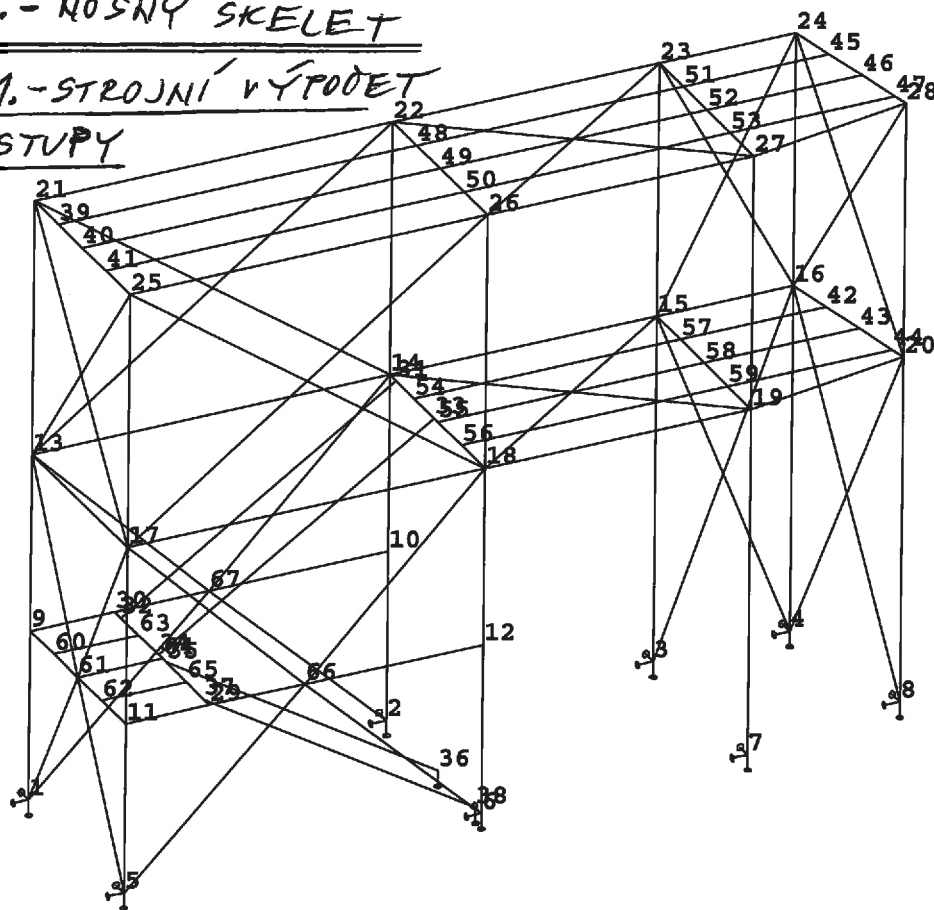
$$\begin{aligned} \text{Tah:} \quad \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{0}{237,4} + \frac{2,564}{13,33} + 0,7 \frac{0}{4,69} = 0,19 > 1,00 \\ \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{0}{237,4} + 0,7 \frac{2,564}{13,33} + \frac{0}{4,69} = 0,13 > 1,00 \\ \text{Tlak:} \quad \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{3,18}{168,8} + \frac{2,564}{13,33} + 0,7 \frac{0}{4,69} = 0,21 > 1,00 \\ \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{3,18}{29,06} + 0,7 \frac{2,564}{13,33} + \frac{0}{4,69} = 0,24 > 1,00 \end{aligned}$$

Vyhoví

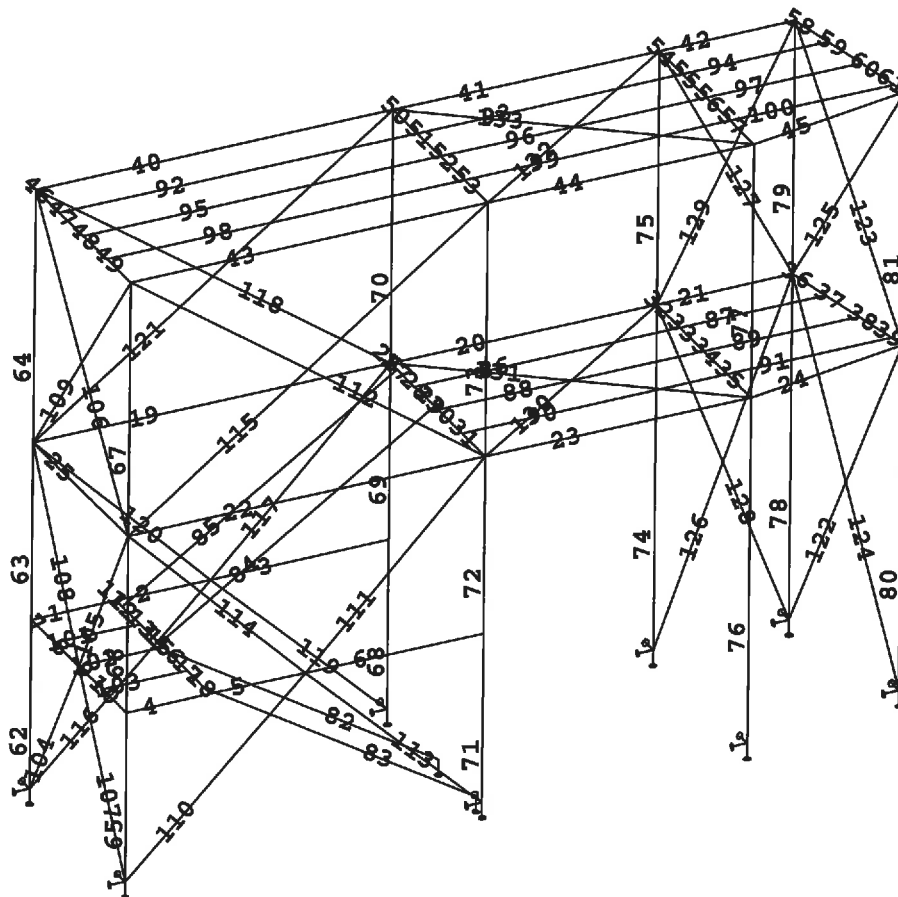
7. - NOSNÝ SKELET

7.1. - STROJNÍ VÝPOČET

- VSTUPY

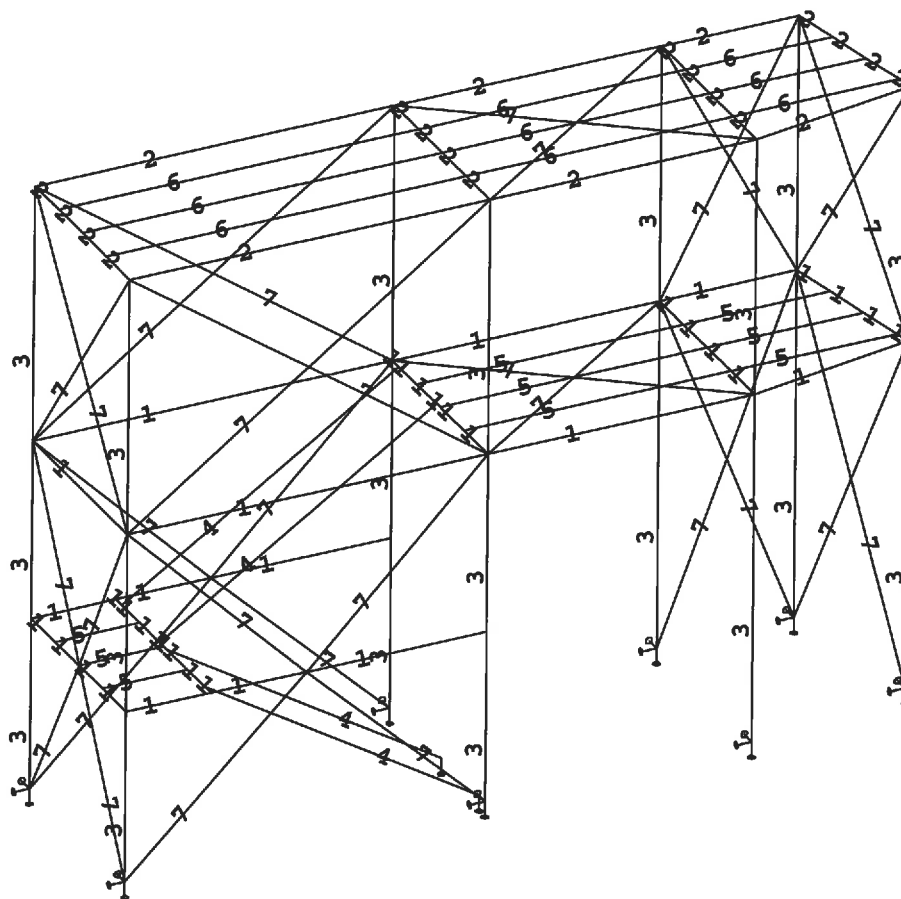


ČÍSLA UZLŮ



ČÍSLA PRUTŮ

-21-



ČÍSLA PROFILŮ

Základní data

Typ konstrukce : Rám XYZ

Počet uzlů :	67
Počet prutů :	133
Počet maker 1D:	51
Počet linií :	0
Počet 2D maker :	0
Počet průřezů :	7
Počet stavů :	6
Počet materiálů:	2

Materiál

Jméno		
S 235		
Pevnost v tahu	360.000 MPa	
Mez kluzu	235.000 MPa	
Modul E	210000.00 MPa	
Poissonův souč.	0.30	
Objemová hmotnost	7850.000 kg/m ³	

Jméno		
jehlicnate-S1	Roztažnost	0.012 mm/m.K
	Modul E	10000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.00
	Objemová hmotnost	500.000 kg/m ³
	Roztažnost	0 mm/m.K

Výpis materiálu

Skupina prutů :
 1/133

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost kg/m	délka m	váha kg
1	OBD (180,240)	jehlicnate-S1	21.60	43.80	946.05
2	OBD (120,180)	jehlicnate-S1	10.80	29.60	319.66
3	OBD (180,180)	jehlicnate-S1	16.20	62.40	1010.88
4	OBD (100,240)	jehlicnate-S1	12.00	16.64	199.73
5	OBD (120,160)	jehlicnate-S1	9.60	19.41	186.34
6	OBD (80,160)	jehlicnate-S1	6.40	29.91	191.42
7	R25	S 235	3.85	118.77	457.42

-22-

Celková hmotnost konstrukce : 3311.50 kg
 Nátěrová plocha : 145.34 m²

Uzly

uzel	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	4.580	0.000
3	0.000	7.980	0.000
4	0.000	9.730	0.000
5	2.520	0.000	0.000
6	2.520	4.580	0.000
7	2.520	7.980	0.000
8	2.100	10.130	0.000
9	0.000	0.000	2.200
10	0.000	4.580	2.200
11	2.520	0.000	2.200
12	2.520	4.580	2.200
13	0.000	0.000	4.500
14	0.000	4.580	4.500
15	0.000	7.980	4.500
16	0.000	9.730	4.500
17	2.520	0.000	4.500
18	2.520	4.580	4.500
19	2.520	7.980	4.500
20	2.100	10.130	4.500
21	0.000	0.000	7.800
22	0.000	4.580	7.800
23	0.000	7.980	7.800

uzel	X m	Y m	Z m
24	0.000	9.730	7.800
25	2.520	0.000	7.800
26	2.520	4.580	7.800
27	2.520	7.980	7.800
28	2.100	10.130	7.800
29	2.520	1.080	2.200
30	0.000	1.080	2.200
31	0.160	4.580	4.500
32	0.160	1.080	2.200
33	1.160	4.580	4.500
34	1.160	1.080	2.200
35	1.360	1.080	2.200
36	1.360	4.580	0.000
37	2.360	1.080	2.200
38	2.360	4.580	0.000
39	0.630	0.000	7.800
40	1.260	0.000	7.800
41	1.890	0.000	7.800
42	0.630	9.850	4.500
43	1.260	9.970	4.500
44	1.890	10.090	4.500
45	0.630	9.850	7.800
46	1.260	9.970	7.800

uzel	X m	Y m	Z m
47	1.890	10.090	7.800
48	0.630	4.580	7.800
49	1.260	4.580	7.800
50	1.890	4.580	7.800
51	0.630	7.980	7.800
52	1.260	7.980	7.800
53	1.890	7.980	7.800
54	0.630	4.580	4.500
55	1.260	4.580	4.500
56	1.890	4.580	4.500
57	0.630	7.980	4.500
58	1.260	7.980	4.500
59	1.890	7.980	4.500
60	0.630	0.000	2.200
61	1.260	0.000	2.200
62	1.890	0.000	2.200
63	0.630	1.080	2.200
64	1.260	1.080	2.200
65	1.890	1.080	2.200
66	2.520	2.290	2.200
67	0.000	2.290	2.200

Pruty

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
1	1	9	30	1.080	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	2	30	67	1.210	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	3	67	10	2.290	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
2	4	11	29	1.080	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	5	29	66	1.210	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	6	66	12	2.290	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
3	7	9	60	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	8	60	61	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	9	61	62	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
4	10	62	11	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	11	30	32	0.160	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	12	32	63	0.470	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	13	63	34	0.530	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	14	34	64	0.100	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	15	64	35	0.100	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	16	35	65	0.530	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	17	65	37	0.470	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	18	37	29	0.160	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
5	19	13	14	4.580	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	20	14	15	3.400	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	21	15	16	1.750	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
6	22	17	18	4.580	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	23	18	19	3.400	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	24	19	20	2.191	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
7	25	13	17	2.520	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
8	26	14	31	0.160	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	27	31	54	0.470	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	28	54	33	0.530	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	29	33	55	0.100	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	30	55	56	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	31	56	18	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
9	32	15	57	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	33	57	58	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	34	58	59	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	35	59	19	0.630	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	36	16	42	0.641	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1
	37	42	43	0.641	0.00	1 - OBD (180,240)	jehlícnate-S1

-23-

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
11	38	43	44	0.641	0.00	1 - OBD (180,240)	jehticnate-S1
	39	44	20	0.214	0.00	1 - OBD (180,240)	jehticnate-S1
	40	21	22	4.580	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	41	22	23	3.400	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
12	42	23	24	1.750	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	43	25	26	4.580	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	44	26	27	3.400	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	45	27	28	2.191	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
13	46	21	39	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	47	39	40	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	48	40	41	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	49	41	25	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
14	50	22	48	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	51	48	49	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	52	49	50	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	53	50	26	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
15	54	23	51	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	55	51	52	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	56	52	53	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	57	53	27	0.630	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
16	58	24	45	0.641	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	59	45	46	0.641	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	60	46	47	0.641	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
	61	47	28	0.214	0.00	2 - OBD (120,180)	jehticnate-S1
17	62	1	9	2.200	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	63	9	13	2.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	64	13	21	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	65	5	11	2.200	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
18	66	11	17	2.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	67	17	25	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	68	2	10	2.200	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	69	10	14	2.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
19	70	14	22	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	71	6	12	2.200	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	72	12	18	2.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	73	18	26	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
20	74	3	15	4.500	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	75	15	23	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	76	7	19	4.500	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	77	19	27	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
21	78	4	16	4.500	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	79	16	24	3.300	0.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	80	8	20	4.500	10.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
	81	20	28	3.300	10.00	3 - OBD (180,180)	jehticnate-S1
22	82	36	35	4.134	0.00	4 - OBD (100,240)	jehticnate-S1
	83	38	37	4.134	0.00	4 - OBD (100,240)	jehticnate-S1
	84	34	33	4.188	0.00	4 - OBD (100,240)	jehticnate-S1
	85	32	31	4.188	0.00	4 - OBD (100,240)	jehticnate-S1
23	86	54	57	3.400	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	87	57	42	1.870	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	88	55	58	3.400	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	89	58	43	1.990	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
24	90	56	59	3.400	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	91	59	44	2.110	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	92	39	48	4.580	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	93	48	51	3.400	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
25	94	51	45	1.870	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	95	40	49	4.580	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	96	49	52	3.400	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	97	52	46	1.990	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
26	98	41	50	4.580	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	99	50	53	3.400	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	100	53	47	2.110	0.00	6 - OBD (80,160)	jehticnate-S1
	101	60	63	1.080	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
27	102	61	64	1.080	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	103	62	65	1.080	0.00	5 - OBD (120,160)	jehticnate-S1
	104	1	61	2.535	0.00	7 - R25	S 235
	105	61	17	2.623	0.00	7 - R25	S 235
28	106	17	21	4.152	0.00	7 - R25	S 235
	107	5	61	2.535	0.00	7 - R25	S 235
	108	61	13	2.623	0.00	7 - R25	S 235
	109	13	25	4.152	0.00	7 - R25	S 235
29	110	5	66	3.176	0.00	7 - R25	S 235

- 24 -

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
	111	66	18	3.246	0.00	7 - R25	S 235
	112	18	25	5.645	0.00	7 - R25	S 235
41	113	6	66	3.176	0.00	7 - R25	S 235
	114	66	17	3.246	0.00	7 - R25	S 235
	115	17	26	5.645	0.00	7 - R25	S 235
42	116	1	67	3.176	0.00	7 - R25	S 235
	117	67	14	3.246	0.00	7 - R25	S 235
	118	14	21	5.645	0.00	7 - R25	S 235
43	119	2	67	3.176	0.00	7 - R25	S 235
	120	67	13	3.246	0.00	7 - R25	S 235
	121	13	22	5.645	0.00	7 - R25	S 235
44	122	4	20	4.982	0.00	7 - R25	S 235
	123	20	24	3.932	0.00	7 - R25	S 235
45	124	8	16	4.982	0.00	7 - R25	S 235
	125	16	28	3.932	0.00	7 - R25	S 235
46	126	3	16	4.828	0.00	7 - R25	S 235
	127	16	23	3.735	0.00	7 - R25	S 235
47	128	4	15	4.828	0.00	7 - R25	S 235
	129	15	24	3.735	0.00	7 - R25	S 235
48	130	18	15	4.232	0.00	7 - R25	S 235
49	131	14	19	4.232	0.00	7 - R25	S 235
50	132	26	23	4.232	0.00	7 - R25	S 235
51	133	22	27	4.232	0.00	7 - R25	S 235

Podpory

podpora	uzel	typ	Velikost m
1	1	XYZ	0.20
2	2	XYZ	0.20
3	3	XYZ	0.20
4	4	XYZ	0.20

podpora	uzel	typ	Velikost m
5	5	XYZ	0.20
6	6	XYZ	0.20
7	7	XYZ	0.20
8	8	XYZ	0.20

podpora	uzel	typ	Velikost m
9	36	Z	0.20
10	38	Z	0.20

Zatěžovací stavy

Stav	Jméno	souč.	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	1.35	Vlastní váha, Směr - Z
2	STÁLÉ	1.35	Stálé - Zatížení
3	SNÍH	1.50	Nahodilé - sníh
4	UŽITNÉ	1.50	Nahodilé - užité
5	STABILIZAČNÍ PŘÍČNÉ	1.50	Nahodilé - Vitr Výběr.
6	STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ	1.50	Nahodilé - Vitr Výběr.

Zatěžovací stav čís. 3 - uzlová zatížení

uzel	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

Zatěžovací stav čís. 4 - uzlová zatížení

uzel	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

Kombinace

Kombi	Norma	Stav	souč.
1.	ČSN - únosnost nedefinováno	1 VLASTNÍ HMOTNOST	1.00
		2 STÁLÉ	1.00
		3 SNÍH	1.00
		4 UŽITNÉ	1.00
		5 STABILIZAČNÍ PŘÍČNÉ	1.00
		6 STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ	1.00
2.	ČSN - použitelnost nedefinováno	1 VLASTNÍ HMOTNOST	1.00

Kombi	Norma	Stav	souč.
		2 STÁLÉ	1.00
		3 SNÍH	1.00
		4 UŽITNÉ	1.00
		5 STABILIZAČNÍ PŘÍČNÉ	1.00
		6 STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ	1.00
3.	ČSN - únosnost hlavní zatížení	1 VLASTNÍ HMOTNOST	0.67
		2 STÁLÉ	0.67

-25-

Kombi	Norma	Stav	souč.
		5 STABILIZAČNÍ PŘÍČNÉ	1.00

Kombi	Norma	Stav	souč.
		6 STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ	1.00

Základní pravidla pro generování kombinací na únosnost.

- 1 : 1.35°ZS1 / 1.35°ZS2
- 2 : 1.35°ZS1 / 1.35°ZS2 / 1.50°ZS3
- 3 : 1.35°ZS1 / 1.35°ZS2 / 1.50°ZS4
- 4 : 1.35°ZS1 / 1.35°ZS2 / 1.50°ZS5 / 1.50°ZS6
- 5 : 1.35°ZS1 / 1.35°ZS2 / 1.35°ZS3 / 1.35°ZS4 / 1.35°ZS5 / 1.35°ZS6
- 6 : 0.90°ZS1 / 0.90°ZS2
- 7 : 0.90°ZS1 / 0.90°ZS2 / 1.50°ZS5 / 1.50°ZS6

Základní pravidla pro generování kombinací na použitelnost.

- 1 : 1.00°ZS1 / 1.00°ZS2
- 2 : 1.00°ZS1 / 1.00°ZS2 / 1.00°ZS3
- 3 : 1.00°ZS1 / 1.00°ZS2 / 1.00°ZS4
- 4 : 1.00°ZS1 / 1.00°ZS2 / 1.00°ZS5 / 1.00°ZS6
- 5 : 1.00°ZS1 / 1.00°ZS2 / 0.90°ZS3 / 0.90°ZS4 / 0.90°ZS5 / 0.90°ZS6

Výpis nebezpečných kombinací na únosnost

- 1/ 6 : +0.90°ZS1+0.90°ZS2
- 2/ 1 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2
- 3/ 7 : +0.90°ZS1+0.90°ZS2+1.50°ZS5
- 4/ 7 : +0.90°ZS1+0.90°ZS2+1.50°ZS6
- 5/ 2 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.50°ZS3
- 6/ 3 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.50°ZS4
- 7/ 4 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.50°ZS5
- 8/ 4 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.50°ZS6
- 9/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS3+1.35°ZS4
- 10/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS3+1.35°ZS5
- 11/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS4+1.35°ZS5
- 12/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS3+1.35°ZS6
- 13/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS4+1.35°ZS6
- 14/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS3+1.35°ZS4+1.35°ZS5
- 15/ 5 : +1.35°ZS1+1.35°ZS2+1.35°ZS3+1.35°ZS4+1.35°ZS6

Výpis nebezpečných kombinací na použitelnost

- 1/ 1 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2
- 2/ 2 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+1.00°ZS3
- 3/ 3 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+1.00°ZS4
- 4/ 4 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+1.00°ZS5
- 5/ 4 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+1.00°ZS6
- 6/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS3+0.90°ZS4
- 7/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS3+0.90°ZS5
- 8/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS4+0.90°ZS5
- 9/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS3+0.90°ZS6
- 10/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS4+0.90°ZS6
- 11/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS3+0.90°ZS4+0.90°ZS5
- 12/ 5 : +1.00°ZS1+1.00°ZS2+0.90°ZS3+0.90°ZS4+0.90°ZS6

Protokol o výpočtu.

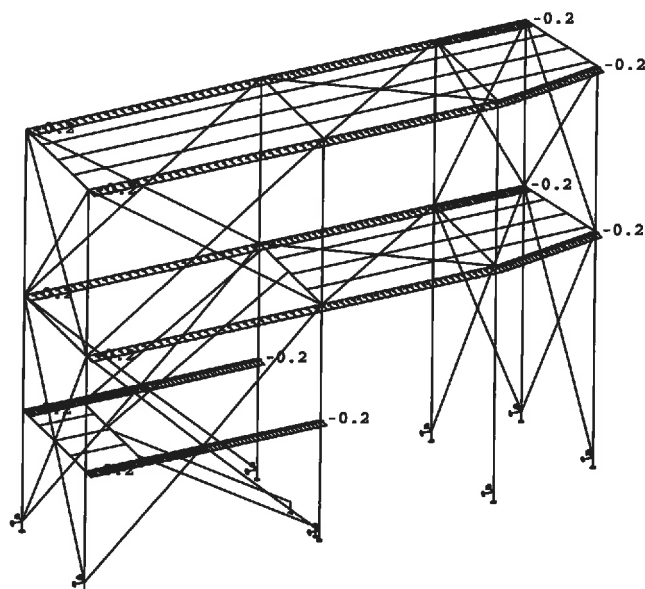
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	133
Počet uzlů sítě	67
Počet rovnic	402
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST ZS 2 STÁLÉ ZS 3 SNÍH ZS 4 UŽITNÉ ZS 5 STABILIZAČNÍ PŘÍČNÉ ZS 6 STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ
Spuštění výpočtu	11.02.2016 08:30
Konec výpočtu	11.02.2016 08:30

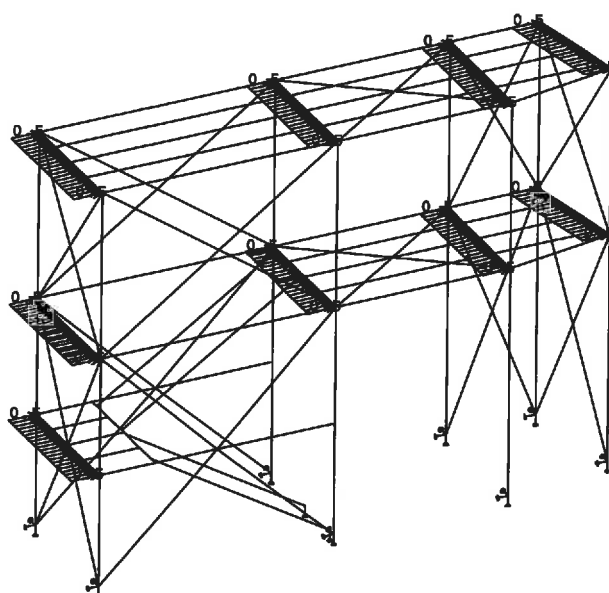
Suma zatížení a reakcí.

		X	Y	Z
zat. stav 1	zatížení	0.0	0.0	-33.1
	reakce v uzlech	0.0	0.0	33.1
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
zat. stav 2	zatížení	0.0	-0.0	-15.9
	reakce v uzlech	0.0	0.0	15.9
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
zat. stav 3	zatížení	0.0	0.0	-14.1
	reakce v uzlech	0.0	0.0	14.1
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0

		X	Y	Z
zat. stav 4	zatížení	0.0	0.0	-96.0
	reakce v uzlech	0.0	-0.0	96.0
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
zat. stav 5	zatížení	-9.8	0.0	0.0
	reakce v uzlech	9.8	0.0	0.0
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
zat. stav 6	zatížení	0.0	9.9	0.0
	reakce v uzlech	0.0	-9.9	0.0
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0



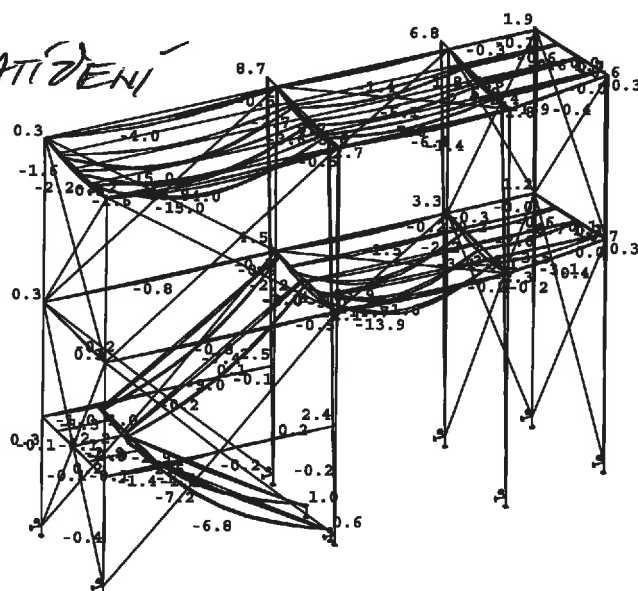
Spojité zatížení.Zatěžovací stavy - STABILIZ. PŘÍČNÉ



Spojitá zatížení.Zatěžovací stavy - STABILIZAČNÍ PODÉLNÉ

- VÝSTUPY

a) PROVOZNI ZATÍŽENÍ



Deformace "UZ" na makru(ech). Použ. kombi : 1/12

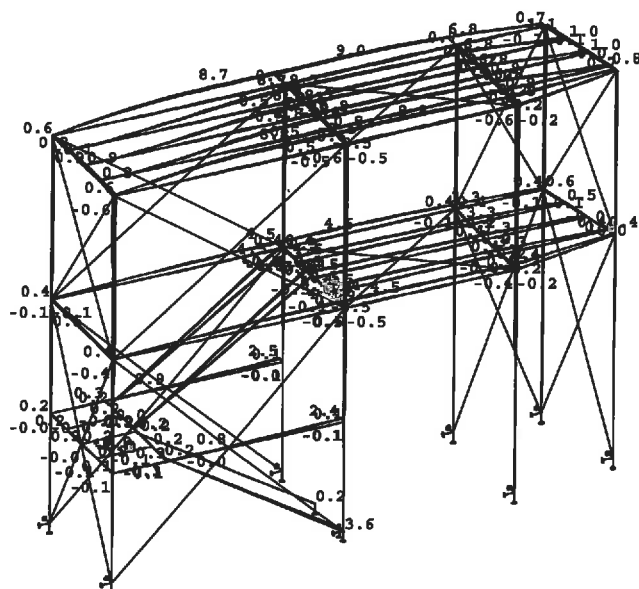
SLOOPY $H = 7800$

$\sigma = 8,4 \text{ mm} = \frac{H}{\sim 900} < c$

$$c < \frac{H}{150} = 52 \text{ mm}$$

VYHOVI

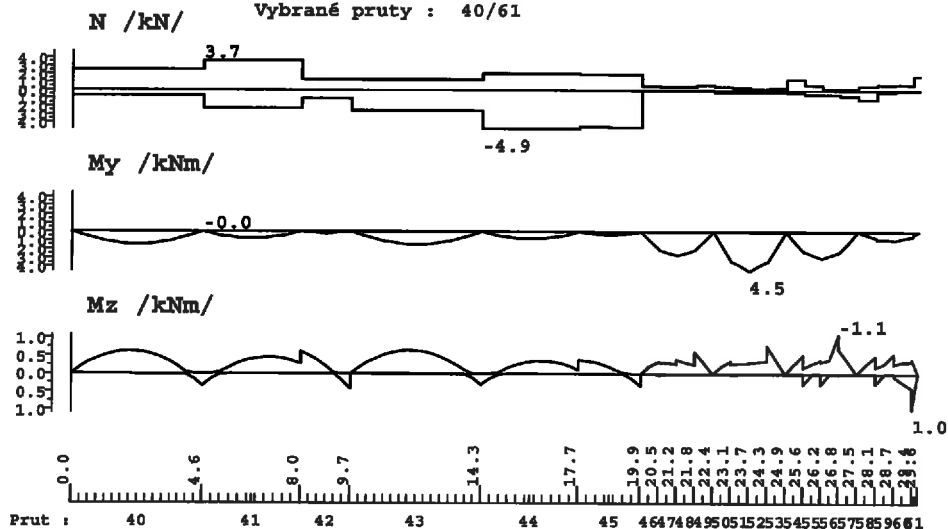
OSTATNÍ VIZ. DŘÍVE



Deformace "UY" na makro(ech). Použ. kombi : 1/12

Vnitřní síly.

Vybrané pruty : 40/61

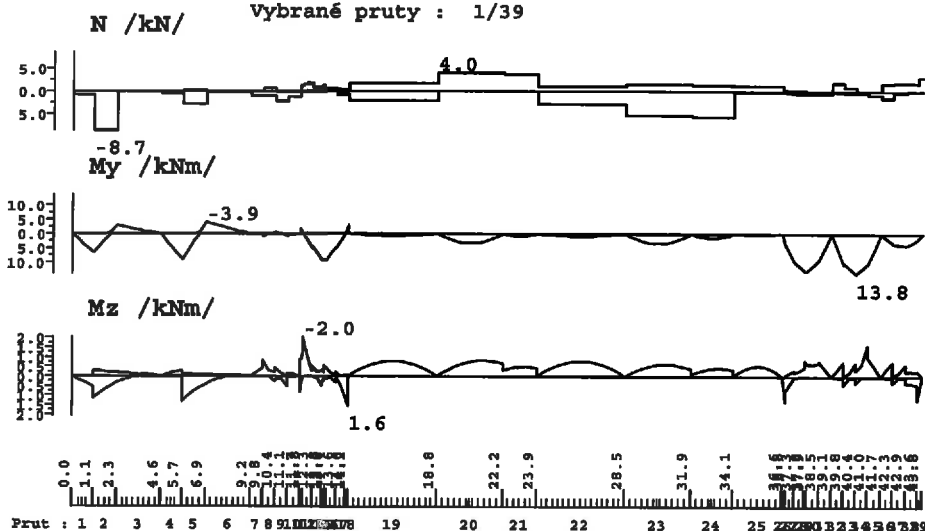


Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - STŘECHA

120/180

Vnitřní síly.

Vybrané pruty : 1/39

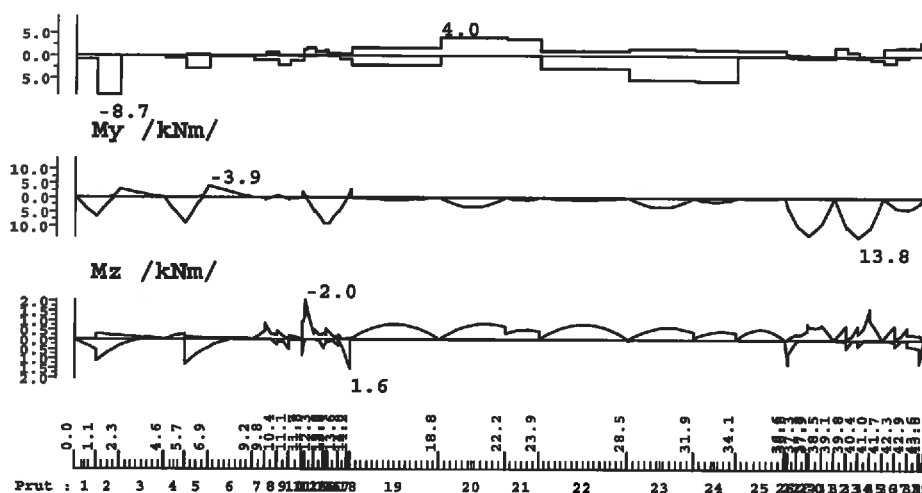


Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - PLOŠINY

-29-

Vnitřní síly.

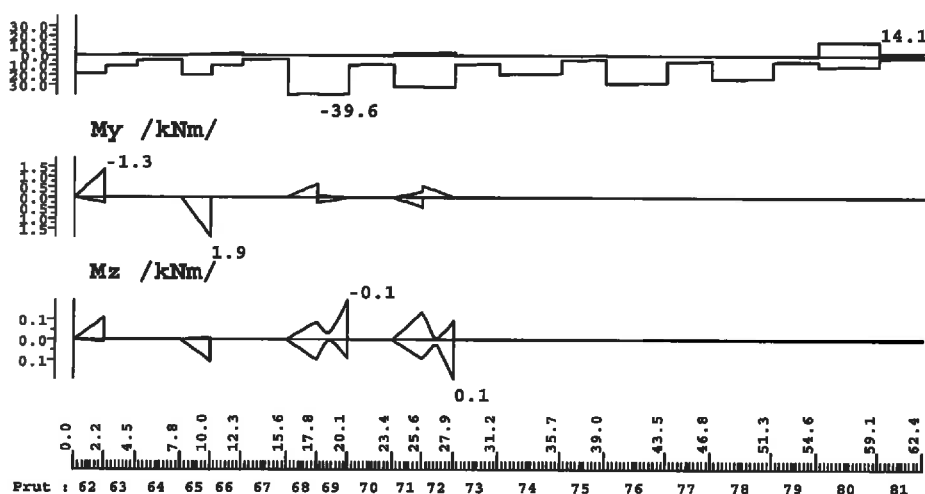
N /kN/ Vybrané pruty : 1/39



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - PODESTY

Vnitřní síly.

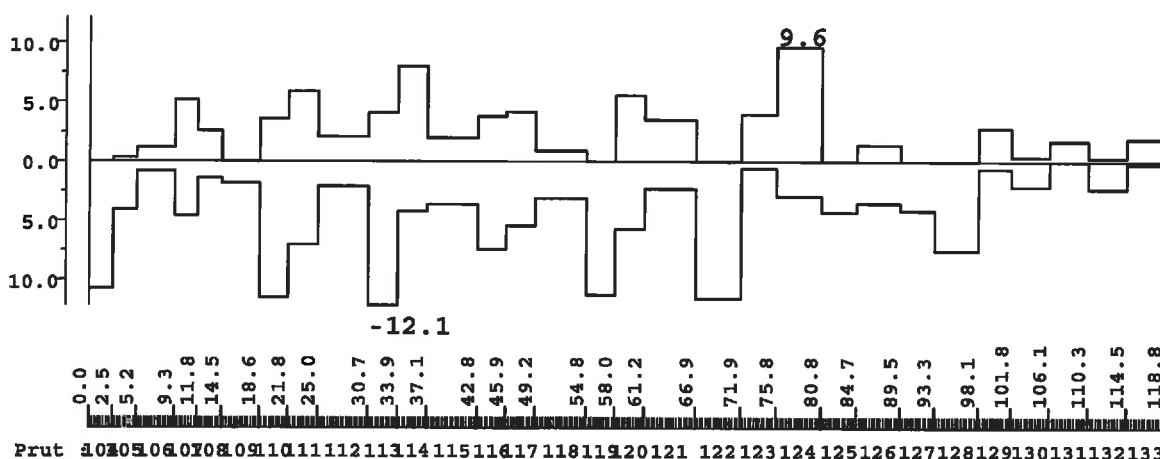
N /kN/ Vybrané pruty : 62/81



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - SLOUPY

Vnitřní síly.

N /kN/ Vybrané pruty : 104/133



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - ZTUŽIDLA

-30-

Reakce v podporách - hodnoty v uzlech.

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů : 1/67

Skupina zatěžovacích stavů : 1/6

podpora	uzel	stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1	1	0.47	0.72	5.11
		2	0.22	0.39	2.20
		3	0.15	0.24	1.83
		4	1.50	2.59	11.84
		5	1.91	-2.49	-1.58
		6	-0.34	-2.13	-5.03
2	2	1	0.01	-0.69	5.13
		2	0.01	-0.36	3.01
		3	0.00	-0.17	2.58
		4	0.10	-2.26	15.61
		5	0.10	-2.55	8.64
		6	0.00	-2.00	5.03
3	3	1	0.00	0.18	3.20
		2	0.00	0.08	1.31
		3	0.00	0.05	1.22
		4	0.00	0.62	10.66
		5	-0.00	-0.08	-1.92
		6	0.00	-0.50	-3.29
4	4	1	0.18	-0.18	3.19
		2	0.07	-0.08	0.98
		3	0.08	-0.12	1.23
		4	0.45	-0.59	6.65
		5	2.83	-0.39	18.68
		6	0.09	-0.46	3.29
5	5	1	-0.46	0.72	4.96
		2	-0.22	0.39	2.03
		3	-0.15	0.21	1.64
		4	-1.42	2.50	10.58
		5	2.00	2.34	0.85
		6	0.34	-2.38	-5.98

podpora	uzel	stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
6	6	1	-0.01	-0.73	5.04
		2	-0.02	-0.40	2.64
		3	0.00	-0.19	2.79
		4	-0.12	-2.76	13.10
		5	0.10	2.62	-7.91
		6	-0.00	-2.38	5.98
7	7	1	0.00	-0.00	3.39
		2	0.00	-0.00	1.82
		3	0.00	0.00	1.93
		4	0.00	-0.00	13.78
		5	-0.00	0.00	-0.01
		6	0.00	-0.00	-0.00
8	8	1	-0.19	-0.04	2.60
		2	-0.07	-0.01	0.79
		3	-0.07	-0.01	0.83
		4	-0.51	-0.10	6.06
		5	2.86	0.55	-16.75
		6	-0.09	-0.02	0.01
9	36	1	0.00	0.00	0.25
		2	0.00	0.00	0.56
		3	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	3.85
		5	0.00	0.00	-0.00
		6	0.00	0.00	-0.00
10	38	1	0.00	0.00	0.25
		2	0.00	0.00	0.56
		3	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	3.85
		5	0.00	0.00	0.00
		6	0.00	0.00	0.00

Reakce v podporách - hodnoty v uzlech. Lokální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

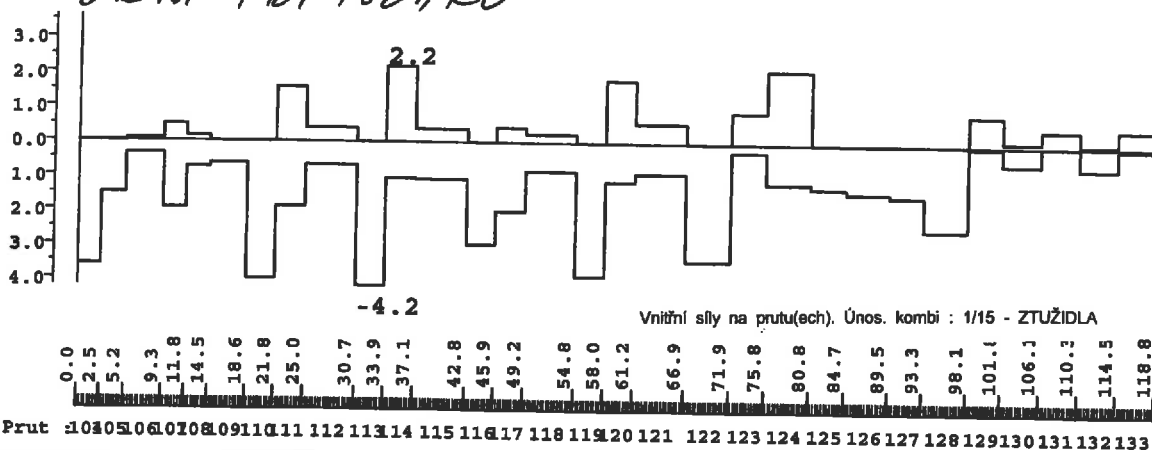
Skupina uzlů : 1/67

Skupina kombinací na použitelnost : 1/12

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	11	3.89	1.41	18.19	0.00	0.00	0.00
		5	0.35	-1.02	2.28	0.00	0.00	0.00
		3	2.19	3.70	19.15	0.00	0.00	0.00
		4	2.60	-1.38	5.73	0.00	0.00	0.00
		6	2.17	3.65	19.61	0.00	0.00	0.00
		11	0.20	-5.53	32.29	0.00	0.00	0.00
2	2	1	0.02	-1.05	8.14	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.88	15.17	0.00	0.00	0.00
		5	0.00	-0.23	1.22	0.00	0.00	0.00
		6	0.00	0.86	15.20	0.00	0.00	0.00
		11	3.27	-1.23	28.07	0.00	0.00	0.00
		1	0.25	-0.25	4.17	0.00	0.00	0.00
3	3	3	0.00	0.88	15.17	0.00	0.00	0.00
		5	0.00	-0.23	1.22	0.00	0.00	0.00
		6	0.00	0.86	15.20	0.00	0.00	0.00
		11	3.27	-1.23	28.07	0.00	0.00	0.00
		1	0.25	-0.25	4.17	0.00	0.00	0.00
		12	0.81	-1.30	14.22	0.00	0.00	0.00
4	4	11	3.27	-1.23	28.07	0.00	0.00	0.00
		1	0.25	-0.25	4.17	0.00	0.00	0.00
		12	0.81	-1.30	14.22	0.00	0.00	0.00
		4	1.31	3.45	7.84	0.00	0.00	0.00
		5	1.31	3.45	7.84	0.00	0.00	0.00
		4	1.31	3.45	7.84	0.00	0.00	0.00

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
6	6	3	-2.10	3.61	17.56	0.00	0.00	0.00
		11	-0.30	5.65	18.75	0.00	0.00	0.00
		5	-0.34	-1.27	1.01	0.00	0.00	0.00
		4	0.07	1.48	-0.23	0.00	0.00	0.00
		3	-0.14	-3.89	20.77	0.00	0.00	0.00
		12	-0.13	-5.93	27.36	0.00	0.00	0.00
7	7	6	0.00	-0.00	19.34	0.00	0.00	0.00
		4	-0.00	-0.00	5.20	0.00	0.00	0.00
		8	2.61	0.50	-13.36	0.00	0.00	0.00
		12	-0.86	-0.16	9.59	0.00	0.00	0.00
		9	0.00	0.00	4.66	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00
10	38	3	0.00	0.00	4.66	0.00	0.00	0.00
		1	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	4.66	0.00	0.00	0.00
		1	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00

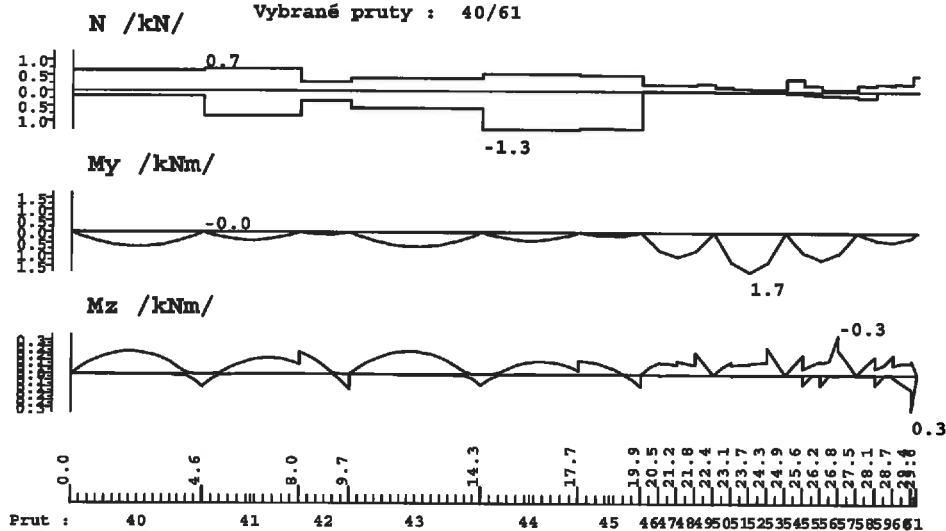
b) ZATÍŽENÍ PŘI POŽÁRU



-31-

Vnitřní síly.

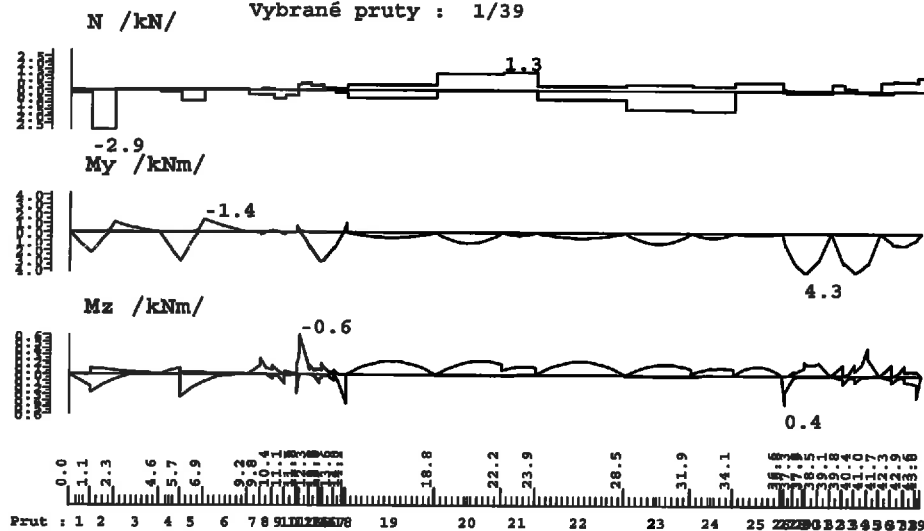
Vybrané pruty : 40/61



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - STŘECHA

Vnitřní síly.

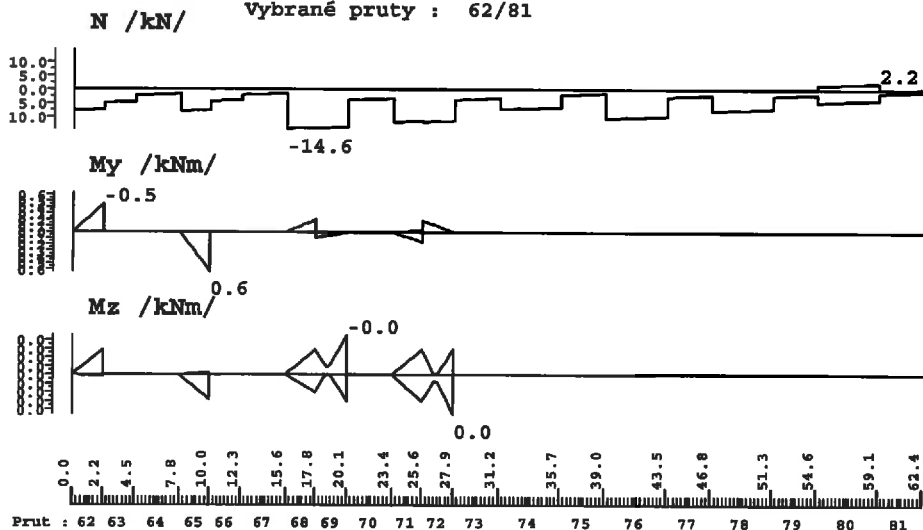
Vybrané pruty : 1/39



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - PODESTY

Vnitřní síly.

Vybrané pruty : 62/81



Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/15 - SLOUPY

7.3. - POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI PRUTŮ NOSNÉHO SKELETU - STŘEŠNÍ NOSNÍKY 120 / 180 NA POŽÁR

Profil: Trám B = 120 mm H = 180 mm **zatěžovací šířka nosníku b = 0,63 m**
Teor. rozpětí nosníku 4,58 m $\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$ $l_{cr,y} = 4\,580$ mm $l_{cr,z} = 4\,580$ mm
Dřevo jehličnaté: C22 Hustota [kg/m³] $\rho_k = 340$ Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3 Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa
Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa modul pružnosti $E_{0m} = 10\,000$ MPa

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení 1) Stálé (≥ 10 let) 0,5 2) Dlouhodobé ($1/2$ -10 let) 0,55
3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65 4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7 5) Okamžikové (sekundy) 0,9

Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min Požár působí ze 3 stran
Rychlost zuhelnatění $\beta_0 = 0,8$ Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$ Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$

Síly bez požáru: $N_{Sd} = 3,7$ či 4,9 kN $M_{y,Sd} = 4,5$ kNm $M_{z,Sd} = 1,1$ kNm

Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 0,7$ či 1,3 kN $M_{fi,y,Sd} = 1,7$ kNm $M_{fi,z,Sd} = 0,3$ kNm

V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvajících zatížení (1 - 5): 4 $\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow k_{mod} = 0,7$

Průřez. charakteristiky: A = 21 600 mm²

$$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 120 \cdot 180^3 / 12 = 58,32 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 180 \cdot 120^3 / 12 = 25,92 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 648 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 432 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{32400}{12}} = 52,0 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 88,1 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,255$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{14400}{12}} = 34,6 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 132,2 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,882$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,25 - 0,3) + 1,25^2) = 1,383$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,88 - 0,3) + 1,88^2) = 2,429$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,38 + \sqrt{(1,38^2 - 1,25^2)}) = 0,509 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,509$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (2,43 + \sqrt{(2,43^2 - 1,88^2)}) = 0,252 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,252$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 21\,600 \cdot 0,013 / 1,3 = 151,2 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 3,7 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,51 \cdot 0,7 \cdot 21\,600 \cdot 0,02 / 1,3 = 118,5 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 4,9 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,25 \cdot 0,7 \cdot 21\,600 \cdot 0,02 / 1,3 = 58,66 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 4,9 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 648 \cdot 0,022 / 1,3 = 7,68 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 4,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 432 \cdot 0,022 / 1,3 = 5,12 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 1,1 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{3,7}{151,2} + \frac{4,5}{7,68} + 0,7 \frac{1,1}{5,12} = 0,76 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{3,7}{151,2} + 0,7 \frac{4,5}{7,68} + \frac{1,1}{5,12} = 0,65 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{4,9}{118,5} + \frac{4,5}{7,68} + 0,7 \frac{1,1}{5,12} = 0,78 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{4,9}{58,66} + 0,7 \frac{4,5}{7,68} + \frac{1,1}{5,12} = 0,71 > 1,00$$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut: Hloubka zuhelnatění $d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12$ mm

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{char} = 120 - 2 \cdot 12 = 96 \text{ mm} \quad A_{fi} = 16\,128 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 432 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - d_{char} = 180 - 12 = 168 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 451,58 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 258,048 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 96 \cdot 168^3 / 12 = 37,93 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 168 \cdot 96^3 / 12 = 12,39 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{\#REF!}{12}} = 48,5 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 94,4 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,344$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{\#PE\Phi!}{12}} = 27,7 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 165,3 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,353$$

$$\begin{aligned}
 k_y &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,34 - 0,3) + 1,34^2) = 1,508 \\
 k_z &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,35 - 0,3) + 2,35^2) = 3,473 \\
 k_{c,y} &= 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,51 + \sqrt{(1,51^2 - 1,34^2)}) = 0,456 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,456 \\
 k_{c,z} &= 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (3,47 + \sqrt{(3,47^2 - 2,35^2)}) = 0,166 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,166
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pro a modul pružn.} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,432 / (330 \cdot 0,016128) = 0,92 \\
 \text{Pro tah} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,432 / (330 \cdot 0,016128) = 0,92 \\
 \text{Pro ohyb} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,432 / (200 \cdot 0,016128) = 0,87 \\
 \text{Pro tlak} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,432 / (125 \cdot 0,016128) = 0,79 \\
 f_{m,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 11500 \text{ MPa} \\
 f_{t,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 15,0 \text{ MPa} \\
 f_{m,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,87 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 23,9 \text{ MPa} \\
 f_{c,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,79 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 19,8 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Únosnost při požáru:

$$\begin{aligned}
 N_{t,Rd} &= A \cdot f_{t,fi,d} = 16128 \cdot 0,01495 = 241,1 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 0,7 \text{ kN} \\
 N_{c,y,Rd} &= k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,456 \cdot 16128 \cdot 0,015 = 110 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 1,3 \text{ kN} \\
 N_{c,z,Rd} &= k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,166 \cdot 16128 \cdot 0,015 = 40,01 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 1,3 \text{ kN} \\
 M_{y,b,Rd} &= W_y \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,4516 = 10,80 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 1,7 \text{ kNm} \\
 M_{z,b,Rd} &= W_z \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,258 = 6,17 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0,3 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posouzení:

$$\begin{aligned}
 \text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{0,7}{241,1} + \frac{1,7}{10,80} + 0,7 \frac{0,3}{6,17} = 0,19 > 1,00 \\
 \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{0,7}{241,1} + 0,7 \frac{1,7}{10,80} + \frac{0,3}{6,17} = 0,16 > 1,00 \\
 \text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{1,3}{110} + \frac{1,7}{10,80} + 0,7 \frac{0,3}{6,17} = 0,20 > 1,00 \\
 \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{1,3}{40,01} + 0,7 \frac{1,7}{10,80} + \frac{0,3}{6,17} = 0,19 > 1,00
 \end{aligned}$$

Vyhoví

- PODLAHOVÉ (PODESTOVÉ) NOSNÍKY 180 / 240 NA POŽÁR

$$\begin{aligned}
 \text{Profil: Trám} \quad B &= 180 \text{ mm} \quad H = 240 \text{ mm} \\
 \text{Teor. rozpětí nosníku} &4,58 \text{ m} \quad \beta_y = 1 \quad \beta_z = 1 \quad l_{cr,y} = 4580 \text{ mm} \quad l_{cr,z} = 4580 \text{ mm} \\
 \text{Dřevo jehličnaté: C22} &\quad \text{Hustota } [\text{kg/m}^3] \quad \rho_k = 340 \\
 \text{Třída vlhkosti: 3} &\quad \text{Char. pevnost v tahu } f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa} \quad \text{Char. pevnost v tlaku } f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa} \\
 &\quad \text{Char. pevnost za ohybu } f_{m,k} = 22 \text{ MPa} \quad \text{modul pružnosti } E_{0m} = 10000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Stálé } (\geq 10 \text{ let}) &0,5 \\
 2) \text{ Dlouhodobé } (1/2 - 10 \text{ let}) &0,55 \\
 3) \text{ Střednědobé } (\leq 6 \text{ měs.}) &0,65 \\
 4) \text{ Krátkodobé } (\leq 1 \text{ týden}) &0,7 \\
 5) \text{ Okamžikové (sekundy)} &0,9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti } t &= 15 \text{ min} \\
 \text{Rychlost zuhelnatění } \beta_0 &= 0,8 \quad \text{Souč. zlepšení } k_{fi} = 1,25 \quad \text{Požár působí ze 4 stran}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Síly bez požáru: } N_{Sd} &= 4 \text{ či } 8,7 \text{ kN} \quad M_{y,Sd} = 13,8 \text{ kNm} \quad M_{z,Sd} = 2 \text{ kNm} \\
 \text{Síly při požáru: } N_{fi,Sd} &= 1,3 \text{ či } 2,9 \text{ kN} \quad M_{fi,y,Sd} = 4,3 \text{ kNm} \quad M_{fi,z,Sd} = 0,6 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\text{V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): } 4 \Rightarrow \text{Krátkodobé} \Rightarrow k_{mod} = 0,7$$

Průřez. charakteristiky:

$$\begin{aligned}
 A &= 43200 \text{ mm}^2 \\
 I_y &= B \cdot H^3 / 12 = 180 \cdot 240^3 / 12 = 207,36 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 I_z &= H \cdot B^3 / 12 = 240 \cdot 180^3 / 12 = 116,64 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 i_y &= \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{57600}{12}} = 69,3 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 66,1 \\
 i_z &= \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{32400}{12}} = 52,0 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 88,1 \\
 k_y &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,94 - 0,3) + 0,94^2) = 1,007 \\
 k_z &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,25 - 0,3) + 1,25^2) = 1,383
 \end{aligned}$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,01 + \sqrt{(1,01^2 - 0,94^2)}) = 0,733 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,733$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (1,38 + \sqrt{(1,38^2 - 1,25^2)}) = 0,509 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,509$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 43200 \cdot 0,013 / 1,3 = 302,4 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 4 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,73 \cdot 0,7 \cdot 43200 \cdot 0,02 / 1,3 = 340,8 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 8,7 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,51 \cdot 0,7 \cdot 43200 \cdot 0,02 / 1,3 = 236,9 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 8,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 1728 \cdot 0,022 / 1,3 = 20,47 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 13,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 1296 \cdot 0,022 / 1,3 = 15,35 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 2 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{4}{302,4} + \frac{13,8}{20,47} + 0,7 \frac{2}{15,35} = 0,78 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{4}{302,4} + 0,7 \frac{13,8}{20,47} + \frac{2}{15,35} = 0,62 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{8,7}{340,8} + \frac{13,8}{20,47} + 0,7 \frac{2}{15,35} = 0,79 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{8,7}{236,9} + 0,7 \frac{13,8}{20,47} + \frac{2}{15,35} = 0,64 > 1,00$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut: Hloubka zuhelnatění $d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{char} = 180 - 2 \cdot 12 = 156 \text{ mm} \quad A_{fi} = 33 \, 696 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 744 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - 2 \cdot d_{char} = 240 - 2 \cdot 12 = 216 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 1213,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 876,096 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 156 \cdot 216^3 / 12 = 131,01 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 216 \cdot 156^3 / 12 = 68,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{46656}{12}} = 62,4 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 73,5 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,046$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{24336}{12}} = 45,0 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 101,7 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,448$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,05 - 0,3) + 1,05^2) = 1,121$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,45 - 0,3) + 1,45^2) = 1,663$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,12 + \sqrt{(1,12^2 - 1,05^2)}) = 0,655 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,655$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (1,66 + \sqrt{(1,66^2 - 1,45^2)}) = 0,403 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,403$$

Pro a modul pružn. $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,744 / (330 \cdot 0,033696) = 0,93$

Pro tah $k_{mod,fi} = 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,744 / (330 \cdot 0,033696) = 0,93$

Pro ohyb $k_{mod,fi} = 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,744 / (200 \cdot 0,033696) = 0,89$

Pro tlak $k_{mod,fi} = 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,744 / (125 \cdot 0,033696) = 0,82$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,93 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 11625 \text{ MPa}$$

$$f_{t,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,93 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 15,1 \text{ MPa}$$

$$f_{m,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,89 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 24,5 \text{ MPa}$$

$$f_{c,fi,d} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,82 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 20,5 \text{ MPa}$$

Únosnost při požáru:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{t,fi,d} = 33696 \cdot 0,0151125 = 509,2 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 1,3 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,655 \cdot 33696 \cdot 0,0151 = 333,7 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 2,9 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,403 \cdot 33696 \cdot 0,0151 = 205,3 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 2,9 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = W_y \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 1,2131 = 29,69 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 4,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_z \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,8761 = 21,44 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0,6 \text{ kNm}$$

Posouzení:

Tah: $\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{1,3}{509,2} + \frac{4,3}{29,69} + 0,7 \frac{0,6}{21,44} = 0,17 > 1,00$

$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{1,3}{509,2} + 0,7 \frac{4,3}{29,69} + \frac{0,6}{21,44} = 0,13 > 1,00$

Tlak: $\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{2,9}{333,7} + \frac{4,3}{29,69} + 0,7 \frac{0,6}{21,44} = 0,17 > 1,00$

$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{2,9}{205,3} + 0,7 \frac{4,3}{29,69} + \frac{0,6}{21,44} = 0,14 > 1,00$

Vyhoví

- SLOUPY 180 / 180 NA POŽÁR

Profil: Trám B = 180 mm H = 180 mm
Teor. délka nosníku 4,5 m $\beta_y = 1$ $\beta_z = 1$ $l_{cr,y} = 4\,500$ mm $l_{cr,z} = 4\,500$ mm
Dřevo jehličnaté: C22 Hustota [kg/m³] $\rho_k = 340$ Souč. materiálu $\gamma_M = 1,3$
Třída vlhkosti: 3 Char. pevnost v tahu $f_{t,0,k} = 13$ MPa Char. pevnost v tlaku $f_{c,0,k} = 20$ MPa
Char. pevnost za ohybu $f_{m,k} = 22$ MPa modul pružnosti $E_{0,05} = 10\,000$ MPa

Součinitel k_{mod} pro jednotlivá zatížení 1) Stálé (≥ 10 let) 0,5 2) Dlouhodobé ($\frac{1}{2}$ -10 let) 0,55
3) Střednědobé (≤ 6 měs.) 0,65 4) Krátkodobé (≤ 1 týden) 0,7 5) Okamžikové (sekundy) 0,9

Pro požár: Doba požad. požár. odolnosti $t = 15$ min Požár působí ze 4 stran
Rychlost zuhelnatění $\beta_0 = 0,8$ Souč. zlepšení $k_{fi} = 1,25$ Souč. materiálu $\gamma_{M,fi} = 1$

Síly bez požáru: $N_{Sd} = 14,1$ či $39,6$ kN $M_{y,Sd} = 1,9$ kNm $M_{z,Sd} = 0,1$ kNm

Síly při požáru: $N_{fi,Sd} = 2,2$ či $16,4$ kN $M_{fi,y,Sd} = 0,6$ kNm $M_{fi,z,Sd} = 0$ kNm

V kombinaci je zahrnuto i nejkratší dobu trvající zatížení (1 - 5): 4 $\Rightarrow$ Krátkodobé $\Rightarrow k_{mod} = 0,7$

Průřez. charakteristiky: $A = 32\,400$ mm²

$$I_y = B \cdot H^3 / 12 = 180 \cdot 180^3 / 12 = 87,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 972 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = H \cdot B^3 / 12 = 180 \cdot 180^3 / 12 = 87,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 972 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{32400}{12}} = 52,0 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 86,6 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,233$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{32400}{12}} = 52,0 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 86,6 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,233$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,23 - 0,3) + 1,23^2) = 1,353$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,23 - 0,3) + 1,23^2) = 1,353$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (1,35 + \sqrt{(1,35^2 - 1,23^2)}) = 0,523 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,523$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1 / (1,35 + \sqrt{(1,35^2 - 1,23^2)}) = 0,523 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,523$$

Únosnost běžná, bez účinků požáru:

$$N_{t,Rd} = k_{mod} \cdot A \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 32400 \cdot 0,013 / 1,3 = 226,8 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 14,1 \text{ kN}$$

$$N_{c,y,Rd} = k_y \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,52 \cdot 0,7 \cdot 32400 \cdot 0,02 / 1,3 = 182,6 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 39,6 \text{ kN}$$

$$N_{c,z,Rd} = k_z \cdot k_{mod} \cdot A \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,52 \cdot 0,7 \cdot 32400 \cdot 0,02 / 1,3 = 182,6 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 39,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_y \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 972 \cdot 0,022 / 1,3 = 11,51 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 1,9 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = k_{mod} \cdot W_z \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 972 \cdot 0,022 / 1,3 = 11,51 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0,1 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{14,1}{226,8} + \frac{1,9}{11,51} + 0,7 \frac{0,1}{11,51} = 0,23 > 1,00$$

$$\frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{14,1}{226,8} + 0,7 \frac{1,9}{11,51} + \frac{0,1}{11,51} = 0,19 > 1,00$$

$$\text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{39,6}{182,6} + \frac{1,9}{11,51} + 0,7 \frac{0,1}{11,51} = 0,39 > 1,00$$

$$\frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} = \frac{39,6}{182,6} + 0,7 \frac{1,9}{11,51} + \frac{0,1}{11,51} = 0,34 > 1,00$$

Vyhoví

Únosnost při požáru 15 minut: Hloubka zuhelnatění $d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,8 \cdot 15 = 12$ mm

Průřez. charakteristiky při požáru:

$$B_{fi} = B - 2 \cdot d_{char} = 180 - 2 \cdot 12 = 156 \text{ mm} \quad A_{fi} = 24\,336 \text{ mm}^2 \quad O_{fi} = 624 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - 2 \cdot d_{char} = 180 - 2 \cdot 12 = 156 \text{ mm} \quad W_{y,fi} = 632,74 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{z,fi} = 632,736 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,fi} = B_{fi} \cdot H_{fi}^3 / 12 = 156 \cdot 156^3 / 12 = 49,35 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,fi} = H_{fi} \cdot B_{fi}^3 / 12 = 156 \cdot 156^3 / 12 = 49,35 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{24336}{12}} = 45,0 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = 99,9 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,422$$

$$i_z = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = \sqrt{\frac{24336}{12}} = 45,0 \text{ mm} \quad \lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = 99,9 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,422$$

$$\begin{aligned}
 k_y &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,42 - 0,3) + 1,42^2) = 1,624 \\
 k_z &= 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,42 - 0,3) + 1,42^2) = 1,624 \\
 k_{c,y} &= 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - 1,42^2)}) = 1 / (1,62 + \sqrt{(1,62^2 - 1,42^2)}) = 0,415 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,y} = 0,415 \\
 k_{c,z} &= 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - 1,42^2)}) = 1 / (1,62 + \sqrt{(1,62^2 - 1,42^2)}) = 0,415 \text{ ale max } 1,0 \Rightarrow k_{c,z} = 0,415
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pro a modul pružn.} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,624 / (330 \cdot 0,024336) = 0,92 \\
 \text{Pro tah} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (330 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,624 / (330 \cdot 0,024336) = 0,92 \\
 \text{Pro ohyb} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (200 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,624 / (200 \cdot 0,024336) = 0,87 \\
 \text{Pro tlak} \quad k_{mod,fi} &= 1 - O / (125 \cdot A_{fi}) = 1 - 0,624 / (125 \cdot 0,024336) = 0,79 \\
 f_{m,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 10000 / 1 = 11500 \text{ MPa} \\
 f_{t,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,92 \cdot 1,25 \cdot 13 / 1 = 15,0 \text{ MPa} \\
 f_{m,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 0,87 \cdot 1,25 \cdot 22 / 1 = 23,9 \text{ MPa} \\
 f_{c,fi,d} &= k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 0,79 \cdot 1,25 \cdot 20 / 1 = 19,8 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Únosnost při požáru:

$$\begin{aligned}
 N_{t,Rd} &= A \cdot f_{t,fi,d} = 24336 \cdot 0,01495 = 363,8 \text{ kN} > N_{t,Sd} = 2,2 \text{ kN} \\
 N_{c,y,Rd} &= k_y \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,415 \cdot 24336 \cdot 0,015 = 151,1 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 16,4 \text{ kN} \\
 N_{c,z,Rd} &= k_z \cdot A \cdot f_{c,fi,d} = 0,415 \cdot 24336 \cdot 0,015 = 151,1 \text{ kN} > N_{c,Sd} = 16,4 \text{ kN} \\
 M_{y,b,Rd} &= W_y \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,6327 = 15,14 \text{ kNm} > M_{y,Sd} = 0,6 \text{ kNm} \\
 M_{z,b,Rd} &= W_z \cdot f_{m,fi,d} = 24 \cdot 0,6327 = 15,14 \text{ kNm} > M_{z,Sd} = 0 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posouzení:

$$\begin{aligned}
 \text{Tah: } \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{2,2}{363,8} + \frac{0,6}{15,14} + 0,7 \frac{0}{15,14} = 0,05 > 1,00 \\
 \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{2,2}{363,8} + 0,7 \frac{0,6}{15,14} + \frac{0}{15,14} = 0,03 > 1,00 \\
 \text{Tlak: } \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,y,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{16,4}{151,1} + \frac{0,6}{15,14} + 0,7 \frac{0}{15,14} = 0,15 > 1,00 \\
 \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,z,Rd}} + k_m \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,b,Rd}} &= \frac{16,4}{151,1} + 0,7 \frac{0,6}{15,14} + \frac{0}{15,14} = 0,14 > 1,00
 \end{aligned}$$

Vyhoví

ZAVĚTROVÁNÍ SKELETU - KR Ø 25 PŘI POŽÁRU

$$\begin{aligned}
 \text{Profil: KR } \emptyset \quad D &= 25 \quad \text{v závitu } d = 22 \quad \text{Ocel S } 235 \quad \gamma_f = 1 \quad \text{Požár působí ze: } 4 \text{ stran} \\
 \text{Počet táhel } n &= 1 \quad 4O/A = 207 \text{ m}^{-1} \quad O/A = 207 \text{ m}^{-1} \\
 \text{Celková síla} \quad \text{Zatížení bez požáru: } N_{Sd} &= 20 \text{ kN} \quad \text{Zatížení při požáru: } 7 \text{ kN} \\
 \text{Pro 1 táhlo} \quad \text{Zatížení bez požáru: } N_{Sd} &= 20 \text{ kN} \quad \text{Zatížení při požáru: } 7 \text{ kN} \\
 \text{Průřezové charakteristiky: } A_j = \pi \cdot d^2 / 4 &= 380 \text{ mm}^2 \quad m = 7,85 \cdot A / 1000 = 2,98 \text{ kg/m} \\
 \text{Únosnost: V době } t = 0 \quad \Theta_{a,0} &= 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad k_{y,\Theta,0} = 1,000 \\
 N_{b,Rd,0} &= A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 380,1 \cdot 0,235 / 1 = 89,33 \text{ kN} > N_{Sd} = 20 \text{ kN} \\
 20 / 89,33 &= 0,22 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Doba odolnosti tyče požáru} \quad \text{Využití profilu pro zatížení při požáru v době } t = 0 \quad 7 / 89,3 &= 0,078 \\
 \text{Potom minimální součinitel } k_{y,\Theta,0} &= 0,078 \Rightarrow \text{Maximální teplota konstrukce při požáru} \quad \Theta_{a,max} = 863,3 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &\Rightarrow \text{Maximální doba odolnosti konstrukce při požáru} \quad t_{max} = ##### \text{ min} \\
 \text{Po 15-ti minutách} \quad \Theta_{a,15} &= 628,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad k_{y,\Theta,15} = 0,403 \\
 N_{b,Rd,15} &= k_{y,\Theta,15} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,403 \cdot 380,1 \cdot 0,235 / 1 = 35,97 \text{ kN} > N_{Sd} = 7 \text{ kN} \\
 7 / 35,97 &= 0,19 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}
 \end{aligned}$$

8. ZÁVĚR

Tento dodatek statického výpočtu zpracovaného dne 21. 12. 2015 Ing. L. Vejvarou Ph.D. prokázal že **upravená dřevěná konstrukce pavlače s dřevěným schodištěm a ocelovými ztužidly** vyhoví bez jakékoliv protipožární ochrany (nátěry, obklady) i při působení požáru po dobu **minimálně 15 min.** Revidované rozměry profilů konstrukce viz. strany 4 – 6.

KONEC DODATKU STATICKÉHO VÝPOČTU