


*Handwritten signature in blue ink.*

STUPEŇ		DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ	
NÁZEV AKCE			
OPRAVA STROPU A KROVU OBJEKTU č.p. 25 a č.p. 26 Masarykovo náměstí, Přelouč			
INVESTOR		SCHVÁLIL, DATUM	
 <p>Město Přelouč Československé armády 1665 535 33 Přelouč IČ: 00274101 DIČ: CZ 00274101</p>			
GENERÁLNÍ PROJEKTANT		VEDOUcí PROJEKTU	
Fapal s.r.o. Dlouhá 131, 411 55 Terezín tel.: +420 721 335 478 e-mail: info@fapal.cz IČ: 060 83 927		Ing. Jan VINAŘ (ČKAIT-0000769)	
		ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	
		Ing. Pavel VEVERKA	
		VYPRACOVAL	
		Ing. Pavel VEVERKA	
		DATUM	
		6/2017	
NÁZEV			PARÉ
STATICKÝ VÝPOČET			
INDEX	ČÍSLO ZAKÁZKY	REVIZE	
D.1.2.a	013-2016	-	

## OBSAH

1. Úvod	4
2. Použité normy	4
3. Posouzení krovu č.p. 25	4
3.1 Výpočet zatížení	4
3.1.1 Zatížení stálé	4
3.1.2 Zatížení nahodilé	5
3.2 Výpočet vnitřních sil	8
3.3 Posouzení stávajícího krovu	10
3.3.1 Vaznice – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	11
3.3.2 Krokev – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	12
3.3.3 Vazný trám – osa 2 – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	13
3.3.4 Vazný trám – osa 4 – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	14
3.3.5 Sloupek – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	15
3.3.6 Hambálek – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	16
3.3.7 Rozpěra – posouzení na tlak s ohybem	17
3.3.8 Vzpěra – posouzení na tlak s ohybem	18
3.3.9 Pásek – posouzení na tlak s ohybem	19
4. Závěr posouzení stávajícího krovu	20
5. Zesílení krovu	20
5.1 Návrh a posouzení zesílení krovu	20
5.1.1 Vaznice – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	21
5.1.2 Krokev – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	22
5.1.3 Vazný trám – osa 2 – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	23
5.1.4 Vazný trám – osa 4 – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	24
5.1.5 Hambálek – posouzení na tlak s ohybem	25
5.1.6 Rozpěra – posouzení na tlak s ohybem	26
5.1.7 Vzpěra – posouzení na tlak s ohybem	27
5.1.8 Nový hambálek – posouzení na tlak s ohybem	28
5.1.9 Nová rozpěra – posouzení na tlak s ohybem	29
5.1.10 Nová vaznice – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	30
5.1.11 Nový sloupek – posouzení na tlak s ohybem	31
5.1.12 Nový pásek – posouzení na tlak s ohybem	32
6. Závěr posouzení krovu č.p. 25	33

7. Posouzení krovu č.p. 26	34
7.1 Výpočet zatížení	34
7.1.1 Zatížení stálé	34
7.1.2 Zatížení nahodilé	34
7.2 Výpočet vnitřních sil	35
7.3 Posouzení stávajícího krovu	40
7.3.1 Vaznice dolní – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	41
7.3.2 Vaznice střední – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	42
7.3.3 Vaznice vrcholová – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	43
7.3.4 Krokev – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	44
7.3.5 Vazný trám – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	45
7.3.6 Sloupek – posouzení na tlak s ohybem	46
7.3.7 Šikmý sloupek – posouzení na tlak s ohybem	47
7.3.8 Patní sloupek – posouzení na tlak s ohybem	48
7.3.9 Hambálek – posouzení na tlak s ohybem	49
7.3.10 Pásek – posouzení na tlak s ohybem	50
7.3.11 Vzpěra – posouzení na tlak s ohybem	51
8 Závěr posouzení stávajícího krovu	52
9 Zesílení krovu	52
9.1 Návrh a posouzení zesílení krovu	52
9.1.1 Vaznice dolní – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	53
9.1.2 Krokev – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	54
9.1.3 Šikmý sloupek – posouzení na tlak s ohybem	55
9.1.4 Nová krokev – posouzení na ohyb, smyk a průhyb	56
9.1.5 Pásek – posouzení na tlak s ohybem	57
10 Závěr posouzení krovu č.p. 26	58
11 Závěr posouzení krovů č.p. 25 a č.p. 26	58
12 Příloha č.1 – Statické posouzení stropů	



## 1. Úvod

Ve statickém výpočtu je popsáno posouzení stávající konstrukce krovu na objektu bývalé radnice č.p. 25 a č.p.26 ve městě Přelouč (1.sněhová oblast, 2.větrná oblast). Dále je popsán výpočet posílení konstrukce krovu. Nově zesílený krov plně zachová původní stav, objem a konstrukci krovu, která plně dodrží původní tvar.

Při osobním prozkoumání konstrukce bylo zjištěno, že do konstrukce krovu lokálně zatéká. To způsobilo napadení hnilobou několika druhů prvků krovu. Statický výpočet se zabývá pouze posouzením a zesílením stávající konstrukce krovu. Poškozením konstrukce krovu vlivem zatékání dešťové vody se zabývá technická zpráva a část výkresové dokumentace. Veškeré nové prvky krovu budou hoblovány a ošetřeny přípravkem proti dřevokazným houbám a dřevokazným škůdcům.

Při posuzování dřevěných trámových stropů jsme vycházeli z průzkumu a zřízených sond.

Při výpočtu bylo uvažováno s rostlým dřevem s třídou pevnosti C20 – stávající dřevo, nové prvky budou ze dřeva pevnosti C22.

## 2. Použité normy

- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## 3. Posouzení krovu č.p. 25

### 3.1 Výpočet zatížení

#### 3.1.1 Zatížení stálé

	$f_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$	$f_d$ (kN/m <sup>2</sup> )
Střešní krytina –skládaná střešní krytina – česká šablona	0,40	1,35	0,54
Latě 70/50 á 210mm	0,07	1,35	0,10
Krokev 140/170	0,08	1,35	0,11
$\Sigma$	<b>0,56</b>	X	<b>0,75</b>

### 3.1.2 Zatížení nahodilé

1. Sněhová oblast, sklon střešní roviny je 31° a 38°

#### Zatížení sněhem

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = \underline{0,54 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_e = 1,0$$

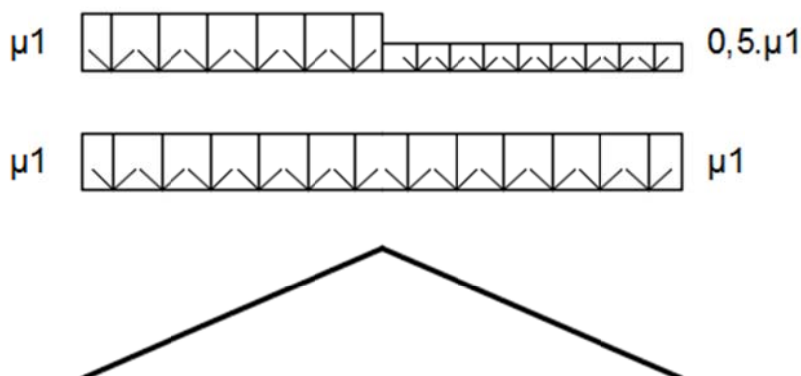
$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8 (60 - \alpha) / 30 = 0,8 (60 - 31) / 30 = 0,77$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

pro výpočet je uvažována hodnota  $0,54 \cdot 1,5 = \underline{0,82 \text{ kN/m}^2}$

#### Zatěžovací stavy



#### Zatížení větrem

2. Větrná oblast  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

#### Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = \underline{25 \text{ m/s}}$$

Kategorie terénu	Zo[m]	Zmin[m]
0 Moře nebo oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5

IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto pozemními stavbami jejichž průměrná výška je větší než 15m	1	10
--	---	----

Kategorie terénu – III.,  $z_o = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 9,42\text{m}$

*Základní tlak větru*

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot v_{b,0}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = \underline{0,390 \text{ kN/m}^2}$$

*Charakteristický dynamický tlak*

$$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 2,00 \cdot 0,390 = \underline{0,780 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_{e(z)} = 2,00 \text{ (odečteno z grafu)}$$

Rozměr střešní konstrukce 16,4x18,0 m

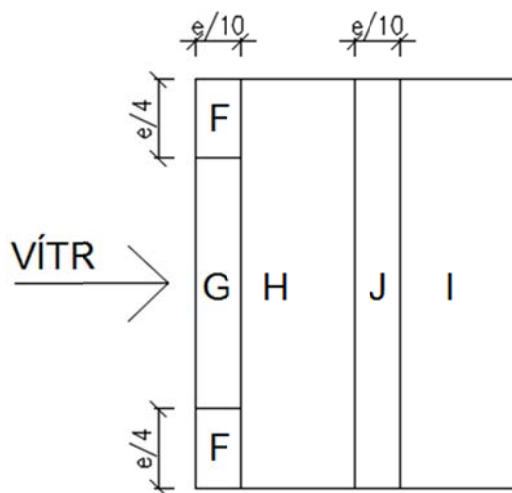
$$b = 16,4 \text{ m}$$

$$h = 15,3 \text{ m}$$

$$d = 18,0 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = 16,4 \text{ m}$$

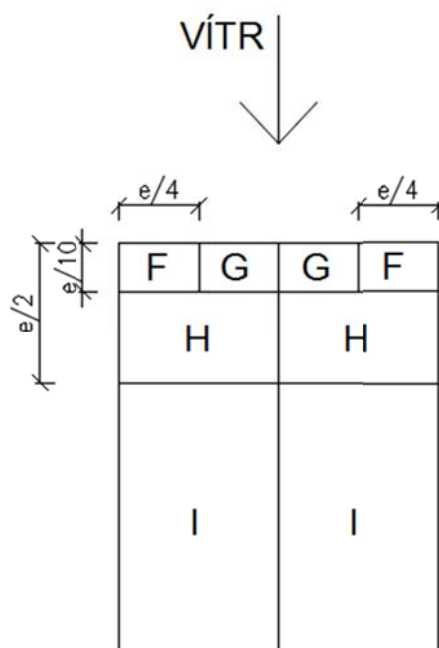
*Schéma působení tlaků větru*



Podélný směr větru

$$F = e/4 = 16,4/4 = 4,1 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 16,4/10 = 1,64 \text{ m}$$



Příčný směr větru

$$F = e/4 = 16,4/4 = 4,1 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 16,4/10 = 1,64 \text{ m}$$

$$H = e/2 = 16,4/2 = 8,2 \text{ m}$$

typ střechy - 2 varinty	oblasti				
	F	G	H	I	J
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
podélný směr 1	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
podélný směr 2	0,7	0,7	0,4	0	0
příčný směr 1	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5	-

### Tlak větru

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe,10}$$

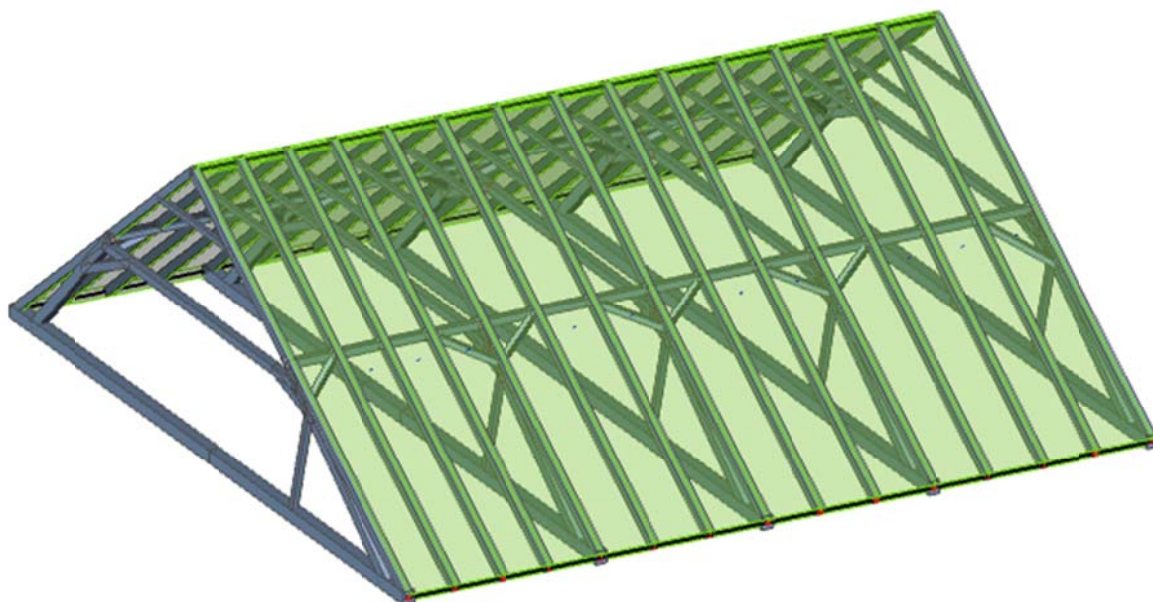
	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Příčný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )
Oblast F	-0,390	0,546	-0,858
Oblast G	-0,390	0,546	-1,092
Oblast H	-0,156	0,312	-0,624
Oblast I	-0,312	0,00	-0,390
Oblast J	-0,390	0,00	-

### Tlak větru se součinitelem nahodilého zatížení (1,5)

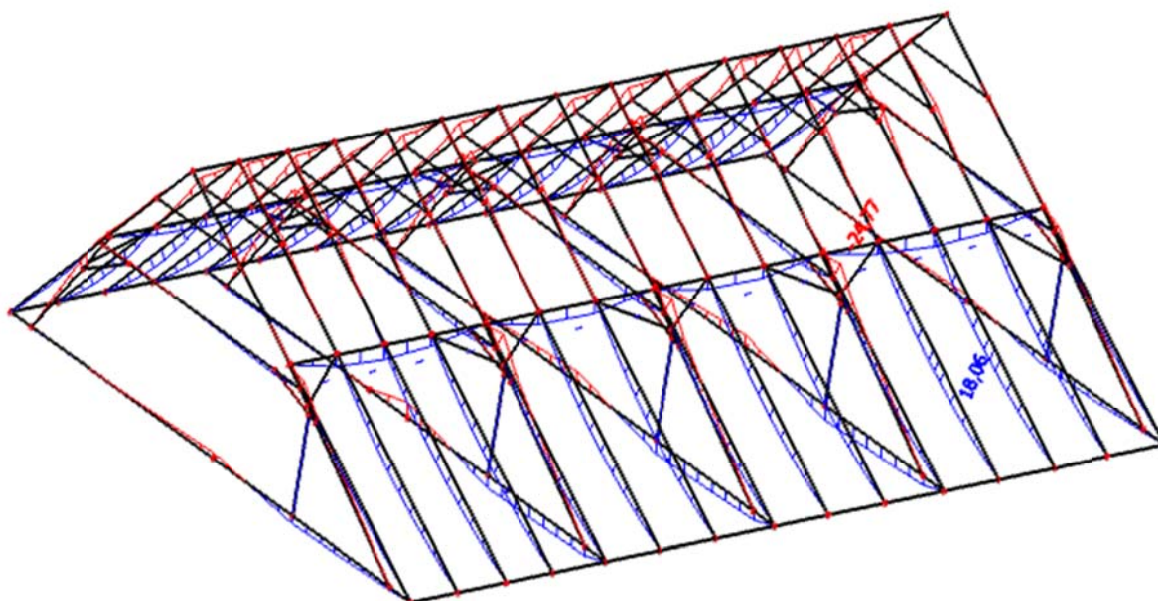
	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Příčný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )
Oblast F	-0,585	0,819	-1,287
Oblast G	-0,585	0,819	-1,638
Oblast H	-0,234	0,468	-0,936
Oblast I	-0,468	0,00	-0,585
Oblast J	-0,585	0,00	-

### 3.2 Výpočet vnitřních sil

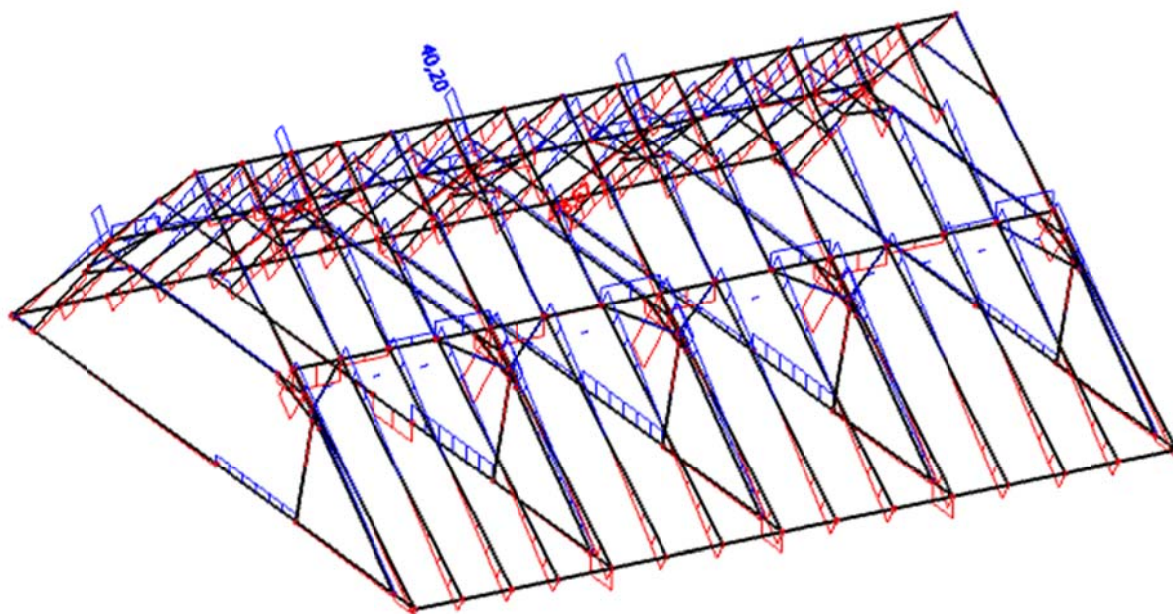
*Posuzovaná konstrukce*



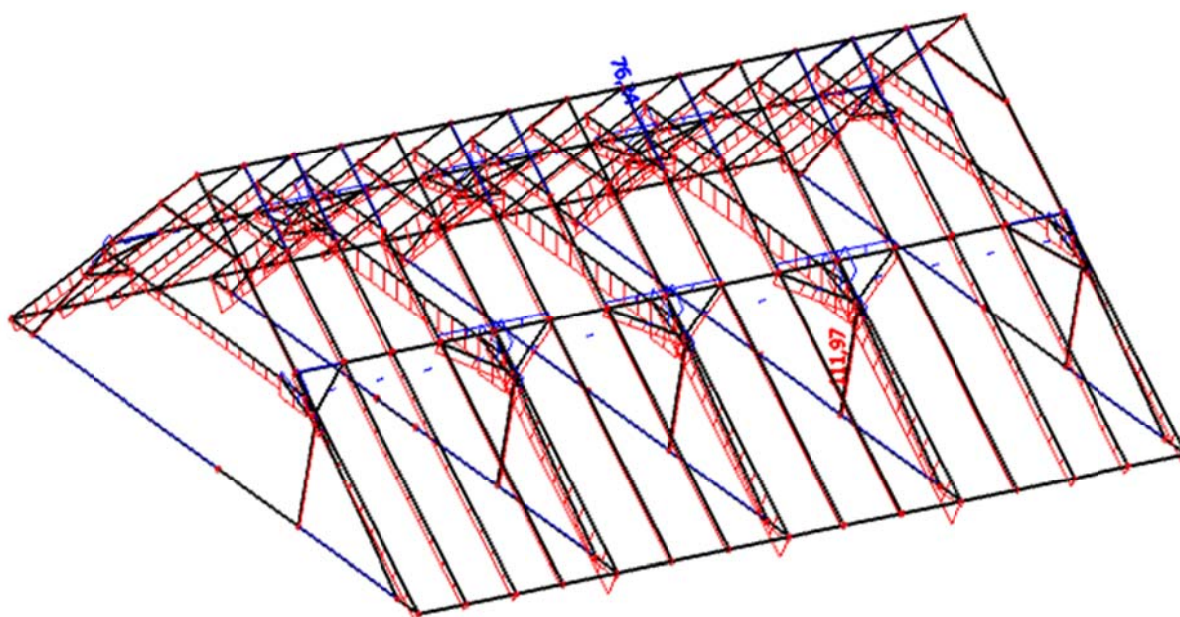
*Ohybové momenty*



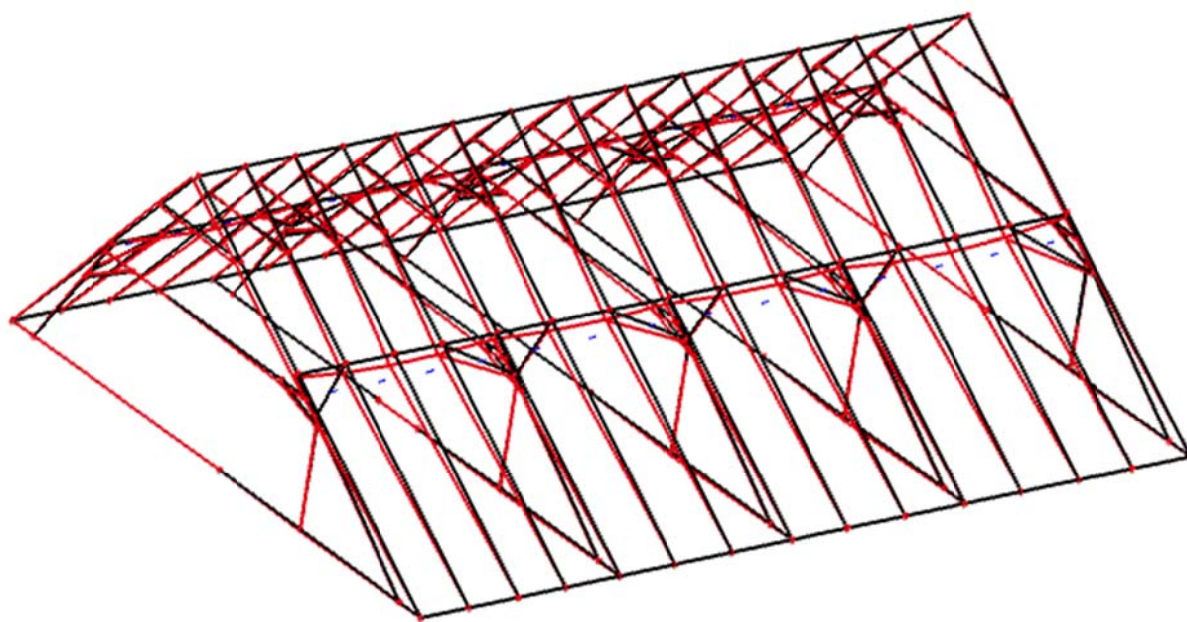
*Posouvající síly*



*Normálové síly*



### Deformace



### Maximální hodnoty působících sil v konstrukci

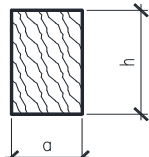
Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
Vaznice	15,3	10,6	-
Krokev	18,5	14,1	-
Vazný trám-osa2	15,4	9,3	-
Vazný trám-osa 4	14,6	8,8	-
Sloupek	0,1	-	-9,7
Hambálek	0,1	-	-45,2
Rozpěra	8,75	-	-112
Vzpěra	0,3	-	-52
Pásek	0,4	-	-37

### 3.3 Posouzení stávajícího krovu

### 3.3.1 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku		L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu		$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
ohyb		$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk		$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti		$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
		$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$		$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
		$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:				
maximální ohybový moment		$M_{e,d}$	15,30	kNm
maximální posouvající síla		$V_d$	10,60	kN

Průřez:				
	šířka	b	160	mm
	výška	h	160	mm
	plocha průřezu	A	25600	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	682667	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	54613333	mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,93	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,93	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	22,41	MPa
22,41	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb	Smyk		
2,023	0,443	$\leq$	1
2,466		$\leq$	1
<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	271,80	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,26	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**22,41**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

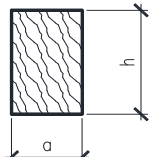
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	1,87	mm
		$g_k$	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	2,23	mm
		$q_k$	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	2,81	mm
	<b>5,04</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>9,67</b>	<b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení				
	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	6,88	mm
	<b>6,9</b>	$w_{net,fin} \leq l/200$	<b>14,5</b>	<b>VYHOVUJE</b>
	<b>Průřez vyhovuje na průhyb!</b>			
	<b>dřevo třídy C18</b>			

### 3.3.2 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	2,30	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	18,50	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	14,10	kN

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	25500 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	722500 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	61412500 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	1,24	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

1,24	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	25,61	MPa
25,61	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
2,312	+	Smyk	
		0,592	
		$\leq$	1
		2,903	
		$\leq$	1
<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	283,48	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,25	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
a torzní stability	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**25,61**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	0,66	mm
		$g_k$	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,78	mm
		$q_k$	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,99	mm
	<b>1,77</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>7,67</b>	<b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1 + k_{1,def}) + w_{2,inst}(1 + \psi_{2,1}k_{2,def})$$

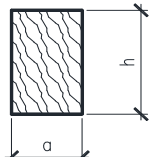
$w_{net,fin}$  2,42 mm

**2,4**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **11,5**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 3.3.3 Vazný trám - osa 2 - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	5,70	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	15,40	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	9,30	kN

Průřez:			
	šířka	b	240 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	62400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	2704000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	351520000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,33	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,33	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příčné a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	5,70	MPa
			5,70	
	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,514	+	Smyk	
		0,159	
		$\leq$	1
	0,674	$\leq$	1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	191,47	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,31	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**5,70**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$		$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	4,34 mm
			$g_k$	1,19 kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	5,17 mm
			$q_k$	1,5 kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	6,52 mm
		<b>11,69</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>19,00</b> <b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

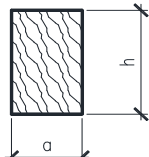
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	15,96	mm
---	---------------	-------	----

**16,0**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **28,5**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 3.3.3 Vazný trám - osa 4 - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	5,70	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	14,60	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	8,80	kN

Průřez:			
	šířka	b	240 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	62400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	2704000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	351520000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,32	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,32	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	5,40	MPa
5,40	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,487	+	Smyk	
		0,151	
		$\leq$	1
	0,638	$\leq$	1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	191,47	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,31	-
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ ( $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$ ) $1/\lambda_{rel,m}^2$ ( $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ ) $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	$k_{crit}$	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

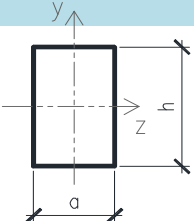
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

### 3.3.5 Sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	1,85	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	9,70	kN
ohybový moment	Med	0,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	120 mm
	výška	h	120 mm
	plocha průřezu	A	14400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	288000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	17280000 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	34,6 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,67 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,35 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	53,4	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	20,76	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,93	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,98	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,79	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

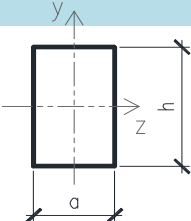
$$0,077 + \frac{0,031}{0,11} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 3.3.6 Hambálek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{c,0,k}$	18	MPa
ohyb	$f_{m,k}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{0,05}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{c,0,d}$	11,1	MPa
	$f_{m,d}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	45,20	kN
ohybový moment	Med	0,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	100 mm
	výška	h	110 mm
	plocha průřezu	A	11000 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	201667 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	11091667 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	31,8 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	4,11 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,50 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	107,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	5,17	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,87	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	2,38	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,26	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

1,430 + 0,045

1,47

$\leq$

1,00

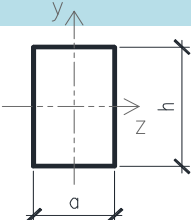
**NEVYHOVUJE !**

**Průřez nevyhovuje na vzpěr a ohyb!  
dřevo třídy C18**

### 3.3.7 Rozpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	112,00	kN
ohybový moment	Med	8,75	kNm

Průřez:			
	šířka	b	170 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	28900 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	818833 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	69600833 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	49,1 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	3,88 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	10,69 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	69,3	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	12,34	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,21	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,30	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,56	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

$$0,623 + \frac{0,965}{1,59} \leq 1,00$$

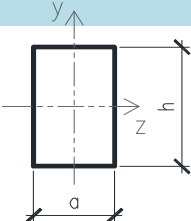
**Průřez nevyhovuje na vzpěr a ohyb!  
dřevo třídy C18**

**NEVYHOVUJE !**

### 3.3.8 Vzpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{c,0,k}$	18	MPa
ohyb	$f_{m,k}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{0,05}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{c,0,d}$	11,1	MPa
	$f_{m,d}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	65,00	kN
ohybový moment	Med	25,00	kNm

Průřez:			
	šířka	b	170 mm
	výška	h	220 mm
	plocha průřezu	A	37400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	1371333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	150846667 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	63,5 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,74 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	18,23 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	53,5	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	20,66	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,93	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,98	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,78	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

$$0,200 + \frac{1,646}{1,85} \leq 1,00$$

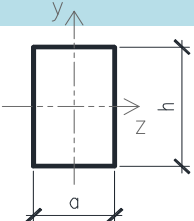
**Průřez nevyhovuje na vzpěr a ohyb!  
dřevo třídy C18**

**NEVYHOVUJE !**

### 3.3.9 Pásek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C22	
tlak	$f_{c,0,k}$	20	MPa
ohyb	$f_{m,k}$	22	MPa
modul pružnosti	$E_{0,05}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{c,0,d}$	12,3	MPa
	$f_{m,d}$	13,5	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	37,00	kN
ohybový moment	Med	0,40	kNm

Průřez:			
	šířka	b	120 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	20400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	578000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	49130000 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	49,1 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,81 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,69 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	69,3	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	13,78	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,20	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,30	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,56	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

$$0,262 + \frac{0,051}{0,31} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C22**

#### 4. Závěr posouzení stávajícího krovu

Navržené prvky byly posouzeny na jejich v jejich primární zatěžování a dále na kombinaci více zatížení.

V tabulce jsou uvedeny výsledky:

Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek	Rozměr b/h (mm)
Vaznice	15,3	10,6	-	Nevyhovuje	160/160
Krokv	18,5	14,1	-	Nevyhovuje	150/170
Vazný trám-osa2	15,4	9,3	-	Vyhovuje	240/260
Vazný trám-osa 4	14,6	8,8	-	Vyhovuje	240/260
Sloupek	0,1	-	-9,7	Vyhovuje	120/120
Hambálek	0,1	-	-45,2	Nevyhovuje	100/110
Rozpěra	8,75	-	-112	Nevyhovuje	170/170
Vzpěra	25	-	-65	Nevyhovuje	170/220
Pásek	0,4	-	-37	Vyhovuje	120/170

#### 5. Zesílení krovu

Ze statického výpočtu je zřejmé, že nevyhověli krokve a vaznice, hambálek, rozpěra a vzpěra. Pro maximální zachování všech prvků krovu jsme navrhli doplnění několika prvků krovu, které zesílí stávající krov.

Budou doplněny hambálky, tj. hambálky pod stávající hambálky a to s osazením nad stávající vaznice.

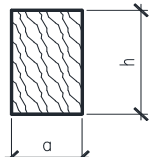
Následně budou doplněny vaznice a svislé sloupky vždy mezi plnými vazbami. Mezi vaznice a svislé sloupky budou čepovány pásky. Sloupky budou ztuženy v příčném směru kleštinami k rozpěře a krokvím.

##### 5.1 Návrh a posouzení zesíleného krovu

### 5.1.1 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	4,30	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	4,10	kN

Průřez:			
	šířka	b	160 mm
	výška	h	160 mm
	plocha průřezu	A	25600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	682667 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	54613333 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,36	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,36	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	6,30	MPa
6,30	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb	Smyk		
0,569	0,171	$\leq$	1
0,740		$\leq$	1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>		<b>VYHOVUJE</b>	

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	271,80	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,26	-
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ $1/\lambda^2_{rel,m}$	( $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$ ) ( $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ ) ( $1,4 < \lambda_{rel,m}$ )			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

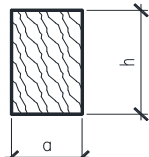
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

### 5.1.2 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	2,30	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	8,60	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	10,70	kN

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	25500 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	722500 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	61412500 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,94	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,94	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příčné a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	11,90	MPa
11,90	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
1,075	+	Smyk	
		0,449	
		$\leq$	1
	1,524	$\leq$	1
<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	283,48	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,25	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
a torzní stability	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**11,90**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	0,66	mm
		$g_k$	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,78	mm
		$q_k$	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,99	mm
		<b>1,77</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>7,67</b> <b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1 + k_{1,def}) + w_{2,inst}(1 + \psi_{2,1}k_{2,def})$$

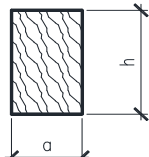
$w_{net,fin}$       2,42      mm

**2,4**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **11,5**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 5.1.3 Vazný trám - osa 2 - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	5,70	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	31,10	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	28,50	kN

Průřez:			
	šířka	b	240 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	62400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	2704000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	351520000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	1,02	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

1,02	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	11,50	MPa
11,50	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
1,038	+		
Smyk			
0,489		$\leq$	1
	1,527	$\leq$	1
<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	191,47	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,31	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**11,50**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$		$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	4,34 mm
			$g_k$	1,19 kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	5,17 mm
			$q_k$	1,5 kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	6,52 mm
		<b>11,69</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>19,00</b> <b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

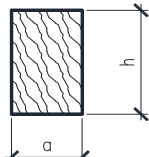
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	15,96	mm
---	---------------	-------	----

**16,0**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **28,5**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 5.1.4 Vazný trám - osa 4 - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	5,70	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	29,20	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	26,50	kN

Průřez:			
	šířka	b	240 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	62400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	2704000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	351520000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,95	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,95	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C18

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	10,80	MPa
10,80	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,975	+		
Smyk			
0,454		$\leq$	1
	1,429	$\leq$	1
Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			<b>NEVYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	191,47	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,31	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	$k_{crit}$	1,00 -
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

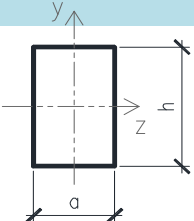
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

## 5.1.5 Hambálek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	14,00	kN
ohybový moment	Med	0,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	100 mm
	výška	h	110 mm
	plocha průřezu	A	11000 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	201667 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	11091667 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	31,8 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,27 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,50 MPa

### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	107,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	5,17	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,87	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	2,38	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,26	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

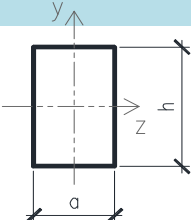
$$0,443 + \frac{0,045}{0,49} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

## 5.1.6 Rozpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

	délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$		0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa	
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa	
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa	
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa	
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa	

Vnitřní síly				
zatížení normálové	Ned	20,00	kN	
ohybový moment	Med	4,70	kNm	

Průřez:				
	šířka	b	170	mm
	výška	h	170	mm
	plocha průřezu	A	28900	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	818833	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	69600833	mm <sup>4</sup>
		$i_y$	49,1	mm

Normálové napětí v průřezu:				
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,69	MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	5,74	MPa

### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	69,3	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	12,34	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	$\lambda_{rel}$	1,21	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	1,30	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	$k_c$	0,56	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d} + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	$\leq$	1	

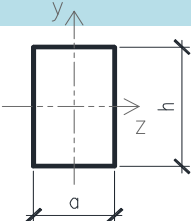
$$0,111 + \frac{0,518}{0,63} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

## 5.1.7 Vzpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	50,00	kN
ohybový moment	Med	4,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	170 mm
	výška	h	220 mm
	plocha průřezu	A	37400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	1371333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	150846667 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	63,5 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,34 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	2,99 MPa

### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	53,5	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	20,66	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,93	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,98	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,78	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

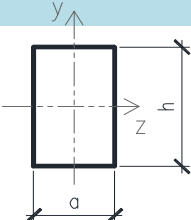
$$0,154 + \frac{0,270}{0,42} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

## 5.1.8 Nový hambálek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22
tlak	$f_{(c,0,k)}$	20	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	30,00	kN
ohybový moment	Med	0,50	kNm

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	140 mm
	plocha průřezu	A	19600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	457333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	32013333 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	40,4 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,53 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	1,09 MPa

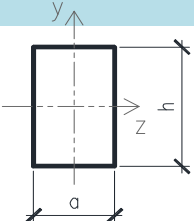
### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	84,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	9,34	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,46	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,67	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,41	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	
	0,307 + 0,081			
	0,39	$\leq$	1,00	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C22				

## 5.1.9 Nová rozpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22
tlak	$f_{(c,0,k)}$	20	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	26,00	kN
ohybový moment	Med	0,60	kNm

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	140 mm
	plocha průřezu	A	19600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	457333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	32013333 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	40,4 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,33 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	1,31 MPa

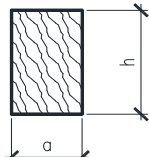
### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	84,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	9,34	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,46	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,67	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,41	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	
	0,266 + 0,097			
	0,36	$\leq$	1,00	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C22				

### 5.1.10 Nová vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	5,70	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,8	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	10000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,3	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	4,30	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	4,10	kN

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	200 mm
	plocha průřezu	A	28000 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	933333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	9333333,3 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,33	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,33	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,3	<b>VYHOVUJE</b>
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C22

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	4,61	MPa
			4,61	
	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	13,5	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C22	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,340	+	Smyk	
		0,140	
		$\leq$	1
	0,480	$\leq$	1
Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	94,58	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,48	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	13,54	MPa

**4,61**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **13,54**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C22**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$		$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	14,73 mm
			$g_k$	1,19 kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	17,52 mm
			$q_k$	1,5 kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	22,09 mm
		<b>39,61</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>19,00</b> <b>NEVYHOVUJE !</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

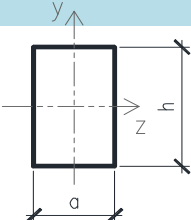
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	54,11	mm
---	---------------	-------	----

**54,1**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **28,5**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C22**

### 5.1.11 Nový sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C22	
tlak	$f_{c,0,k}$	20	MPa
ohyb	$f_{m,k}$	22	MPa
modul pružnosti	$E_{0,05}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{c,0,d}$	12,3	MPa
	$f_{m,d}$	13,5	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	19,00	kN
ohybový moment	Med	2,30	kNm

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	140 mm
	plocha průřezu	A	19600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	457333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	32013333 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	40,4 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,97 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	5,03 MPa

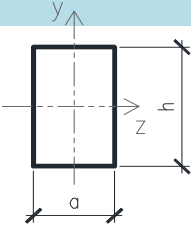
### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	84,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	9,34	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,46	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,67	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,41	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

$$0,194 + \frac{0,371}{0,57} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C22**

## 5.1.12 Nový pásek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku		L	3,40	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	20	MPa	
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa	
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6700	MPa	
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	12,3	MPa	
	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa	
Vnitřní síly				
zatížení normálové	Ned	15,00	kN	
ohybový moment	Med	0,10	kNm	
Průřez:				
	šířka	b	120	mm
	výška	h	120	mm
	plocha průřezu	A	14400	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	288000	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	17280000	mm <sup>4</sup>
		$i_y$	34,6	mm
Normálové napětí v průřezu:				
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,04	MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,35	MPa
Posouzení na vzpěr a ohyb:				
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	98,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	6,86	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	$\lambda_{rel}$	1,71	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	2,08	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	$k_c$	0,31	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d} + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	≤	1	
	0,276 + 0,026			
	0,30	≤	1,00	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C22				

## 6. Závěr posouzení krovu č.p. 25

Navržené prvky byly posouzeny na jejich v jejich primární zatěžování a dále na kombinaci více zatížení.

V tabulce jsou uvedeny rozměry.

Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek
Vaznice	4,3	4,1	-	Vyhovuje
Krokev	8,6	10,7	-	Vyhovuje
Vazný trám-osa2	31,1	28,5	-	Vyhovuje
Vazný trám-osa 4	29,2	26,5	-	Vyhovuje
Hambálek	0,1	-	-14	Vyhovuje
Rozpěra	4,7	-	-20	Vyhovuje
Vzpěra	4,1	-	-50	Vyhovuje
Nový hambálek	0,5		-30	Vyhovuje
Nová rozpěra	0,6	-	-26	Vyhovuje
Nová vaznice	4,3	4,1	-	Vyhovuje
Nový sloupek	2,3	-	-19	Vyhovuje
Nový pásek	0,1	-	-15	Vyhovuje

Navržený způsob zesílení konstrukce stávajícího krovu vyhověl ve všech posuzovaných vlastnostech.

## 7. Posouzení krovu č.p. 26

### 7.1 Výpočet zatížení

#### 7.1.1 Zatížení stálé

	$f_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$	$f_d$ (kN/m <sup>2</sup> )
Střešní krytina –skládaná střešní krytina – česká šablona	0,40	1,35	0,54
Latě 70/50 á 210mm	0,07	1,35	0,10
Krokev 140/170	0,08	1,35	0,11
$\Sigma$	<b>0,56</b>	$\chi$	<b>0,75</b>

#### 7.1.2 Zatížení nahodilé

1. Sněhová oblast, sklon střešní roviny je 31° a 38°

##### Zatížení sněhem

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = \underline{0,54 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_e = 1,0$$

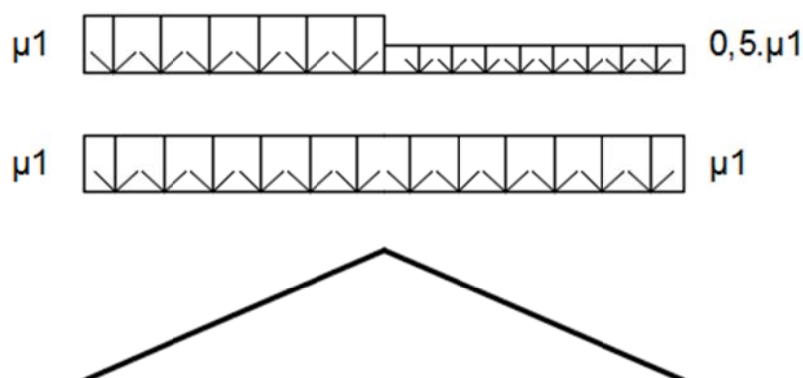
$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8 (60-\alpha) / 30 = 0,8 (60-31) / 30 = 0,77$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

pro výpočet je uvažována hodnota  $0,54 \cdot 1,5 = \underline{0,82 \text{ kN/m}^2}$

##### Zatěžovací stavy



### Zatížení větrem

2. Větrná oblast  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

#### Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = \underline{25 \text{ m/s}}$$

Kategorie terénu	$z_0[\text{m}]$	$z_{min}[\text{m}]$
0 Moře nebo oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto pozemními stavbami jejichž průměrná výška je větší než 15m	1	10

Kategorie terénu – III.,  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{min} = 9,42\text{m}$

#### Základní tlak větru

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{b,0}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = \underline{0,390 \text{ kN/m}^2}$$

#### Charakteristický dynamický tlak

$$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 2,00 \cdot 0,390 = \underline{0,780 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_{e(z)} = 2,00 \text{ (odečteno z grafu)}$$

Rozměr střešní konstrukce 16,4x18,0 m

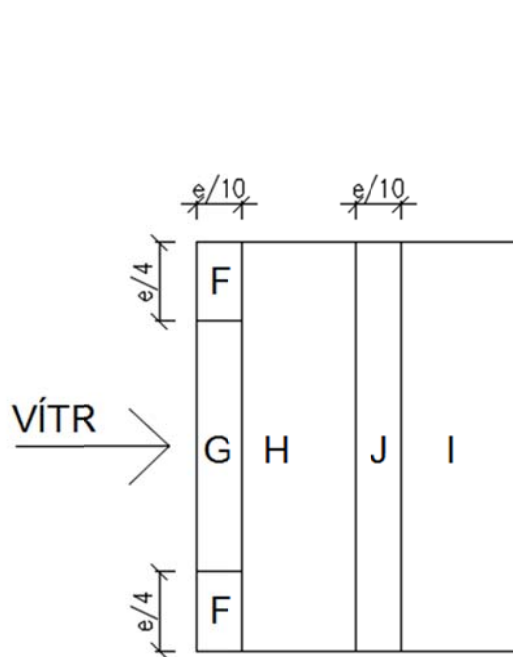
$$b = 16,4 \text{ m}$$

$$h = 15,3 \text{ m}$$

$$d = 18,0 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = 16,4 \text{ m}$$

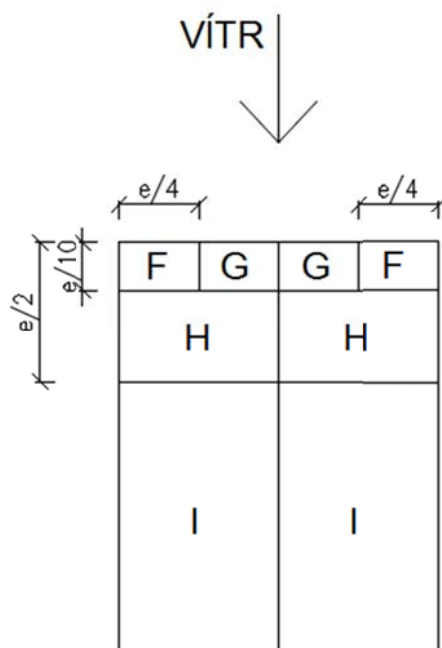
#### Schéma působení tlaků větru



Podélný směr větru

$$F = e/4 = 16,4/4 = 4,1 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 16,4/10 = 1,64 \text{ m}$$



Příčný směr větru

$$F = e/4 = 16,4/4 = 4,1 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 16,4/10 = 1,64 \text{ m}$$

$$H = e/2 = 16,4/2 = 8,2 \text{ m}$$

typ střechy - 2 varinty	oblasti				
	F	G	H	I	J
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
podélný směr 1	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
podélný směr 2	0,7	0,7	0,4	0	0
příčný směr 1	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5	-

Tlak větru

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe,10}$$

	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Podélný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )	Příčný směr $w_e$ (kN/m <sup>2</sup> )
Oblast F	-0,390	0,546	-0,858
Oblast G	-0,390	0,546	-1,092
Oblast H	-0,156	0,312	-0,624

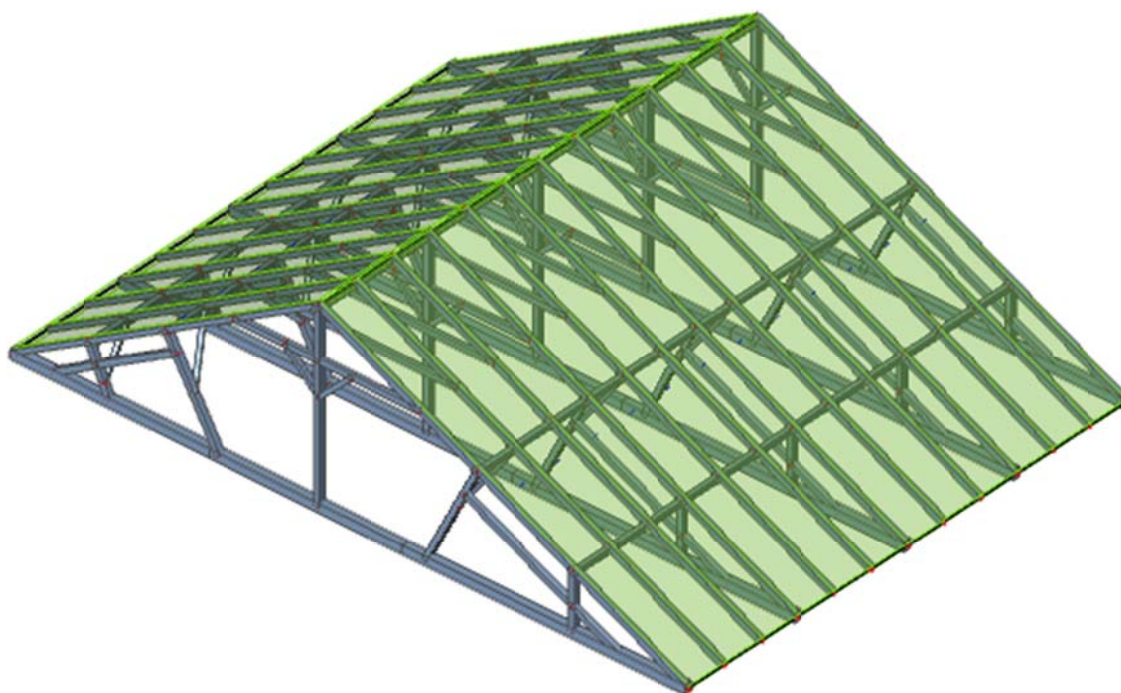
Oblast I	-0,312	0,00	-0,390
Oblast J	-0,390	0,00	-

Tlak větru se součinitelem nahodilého zatížení (1,5)

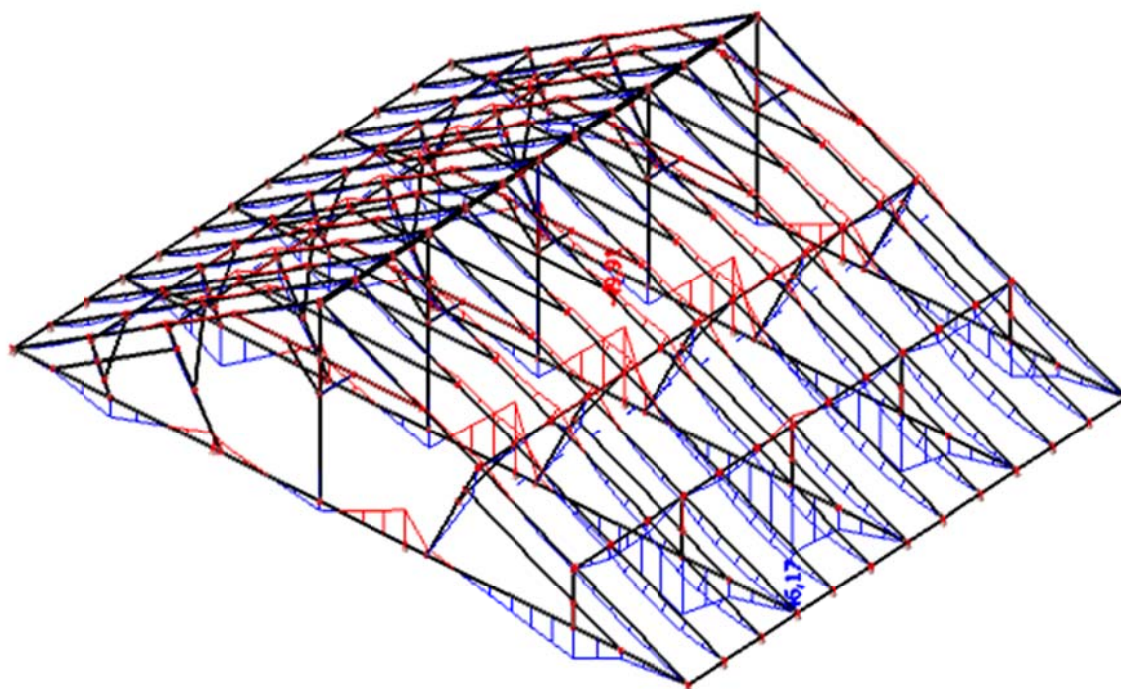
	Podélný směr we (kN/m <sup>2</sup> )	Podélný směr we (kN/m <sup>2</sup> )	Příčný směr we (kN/m <sup>2</sup> )
Oblast F	-0,585	0,819	-1,287
Oblast G	-0,585	0,819	-1,638
Oblast H	-0,234	0,468	-0,936
Oblast I	-0,468	0,00	-0,585
Oblast J	-0,585	0,00	-

## 7.2 Výpočet vnitřních sil

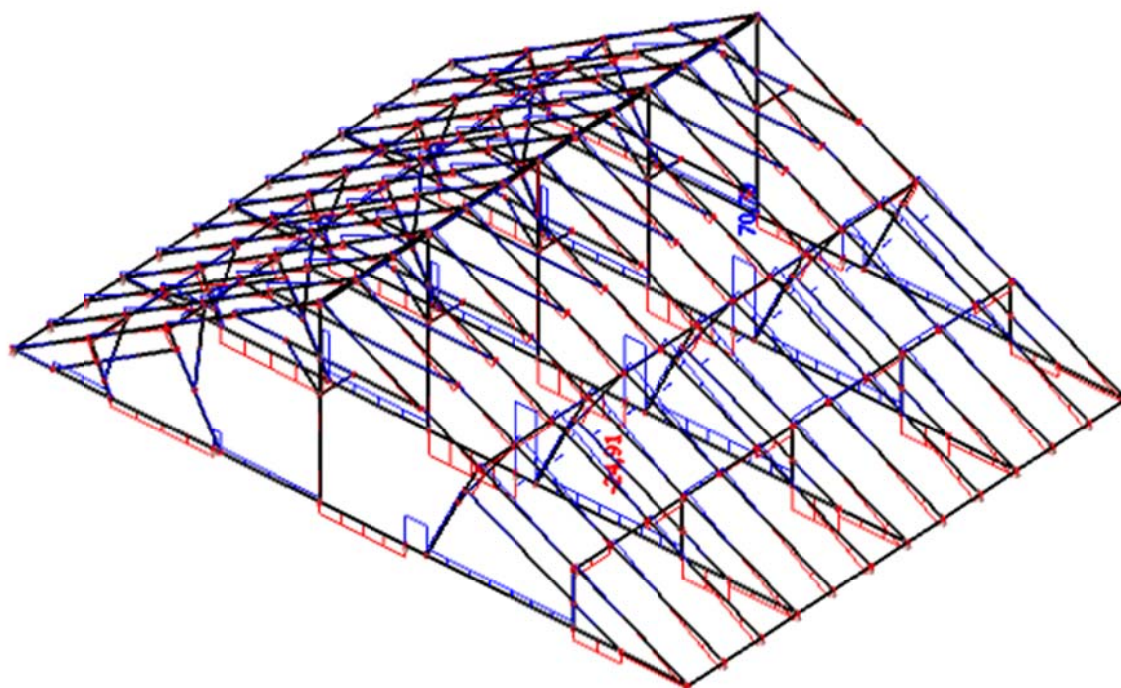
*Posuzovaná konstrukce*



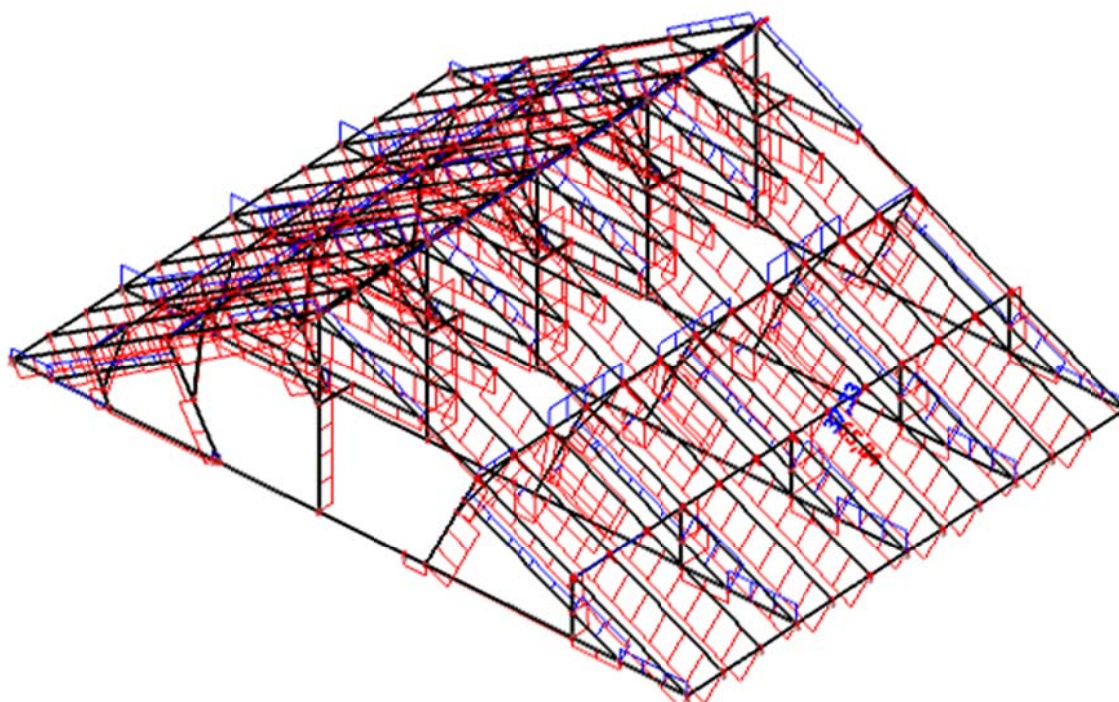
*Ohybové momenty*



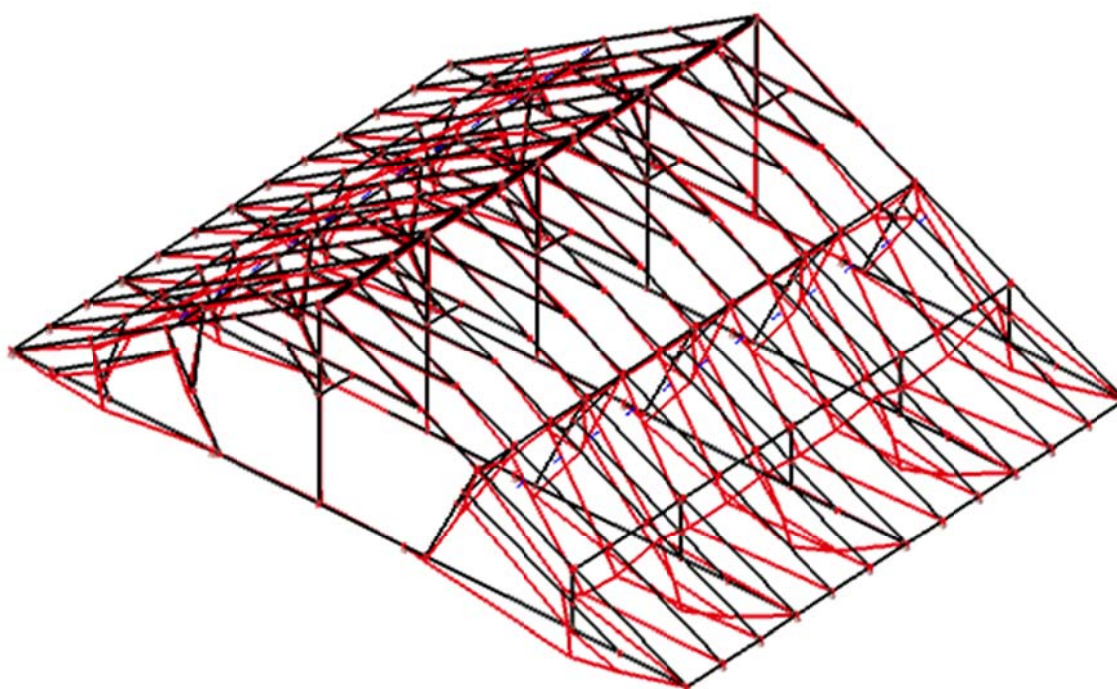
*Posouvající síly*



*Normálové síly*



*Deformace*



Maximální hodnoty působících sil v konstrukci

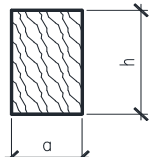
Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
Vaznice - dolní	8,9	8	-
Vaznice - střední	3,5	3,6	-
Vaznice - vrcholová	1,2	2	-
Krokev	11,4	12,5	-
Vazný trám	49,2	68	-
Střední sloupek	1	-	-33
Šikmý sloupek	12	-	-63
Patní sloupek	0,1	-	-37
Hambálek	0,5	-	-23
Pásek	0,2	-	-34
Vzpěra	0,1	-	-20

### 7.3 Posouzení stávajícího krovu

### 7.3.1 Vaznice - dolní - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	9,10	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	7,50	kN

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	150 mm
	plocha průřezu	A	21000 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	525000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	39375000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,80	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,80	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C18

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	17,33	MPa
17,33	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
1,565	+	Smyk	
		0,382	
		$\leq$	1
	1,947	$\leq$	1
Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	221,97	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,28	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
a torzní stability	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**17,33**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

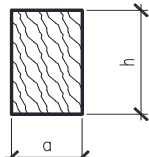
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	2,60	mm
		$g_k$	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	3,09	mm
		$q_k$	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	3,90	mm
		<b>6,99</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>9,67</b> <b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení				
	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	9,55	mm
		<b>9,5</b>	$w_{net,fin} \leq l/200$	<b>14,5</b> <b>VYHOVUJE</b>
	<b>Průřez vyhovuje na průhyb!</b>			
	<b>dřevo třídy C18</b>			

### 7.3.2 Vaznice - střední - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku		L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu		$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
ohyb		$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk		$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti		$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
		$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$		$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
		$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:				
maximální ohybový moment		$M_{e,d}$	3,50	kNm
maximální posouvající síla		$V_d$	3,60	kN

Průřez:				
	šířka	b	150	mm
	výška	h	130	mm
	plocha průřezu	A	19500	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	422500	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	27462500	mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,41	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,41	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	8,28	MPa
8,28	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb	Smyk		
0,748	+	0,198	$\leq 1$
0,945		$\leq$	1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>		<b>VYHOVUJE</b>	

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	294,01	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

<p>poměrná štíhlost</p> <p> <math>\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}</math> </p> <p> <math>\lambda_{rel,m}</math> </p> <p>0,25</p> <p>-</p>	<p> <math>\lambda_{rel,m} \leq 0,75</math> </p> <p> <math>0,75 &lt; \lambda_{rel,m} \leq 1,4</math> </p> <p> <math>1,4 &lt; \lambda_{rel,m}</math> </p>	<p>nedochází ke ztrátě stability</p>
<p>součinitel příčné a torzní stability</p> <p> <math>k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}</math> </p> <p> <math>1/\lambda_{rel,m}^2</math> </p> <p> <math>k_{crit}</math> </p> <p>1,00</p> <p>-</p>	<p> <math>k_{crit}</math> </p> <p>1,00</p> <p>-</p>	
<p>redukováná návrhová pevnost</p> <p> <math>k_{crit} f_{m,d}</math> </p> <p>11,08</p> <p>MPa</p>		

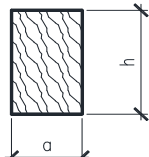
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

### 7.3.3 Vaznice - vrcholová - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$		$f_{(m,d)}$	11,1 MPa
		$f_{(v,d)}$	2,1 MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	1,20	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	2,00	kN

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	140 mm
	plocha průřezu	A	19600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	457333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	32013333 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,23	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,23	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	2,62	MPa
			2,62	
	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,237	+	Smyk	
		0,109	
		$\leq$	1
		0,346	$\leq$ 1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	237,82	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,28	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**2,62**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$		$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	3,20 mm
			$g_k$	1,19 kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	3,80 mm
			$q_k$	1,5 kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	4,79 mm
	<b>8,60</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>9,67</b>	<b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

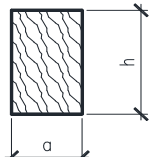
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	11,74	mm
---	---------------	-------	----

**11,7**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **14,5**      **VYHOVUJE**  
**Průřez vyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 7.3.4 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	3,30	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	11,40	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	12,50	kN

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	25500 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	722500 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	61412500 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	1,10	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

1,10	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	15,78	MPa
15,78	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	NEVYHOVUJE !	
Průřez nevyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
1,424	+	Smyk	
		0,525	
		$\leq$	1
		1,949	
		$\leq$	1
<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			
<b>NEVYHOVUJE</b>			

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	197,58	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,30	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**15,78**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

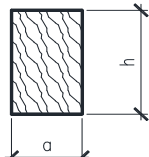
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$		$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	2,79 mm
			$g_k$	1,19 kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	3,32 mm
			$q_k$	1,5 kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	4,19 mm
		<b>7,52</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>11,00</b> <b>VYHOVUJE</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení				
	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$		$w_{net,fin}$	10,26 mm
		<b>10,3</b>	$w_{net,fin} \leq l/200$	<b>16,5</b> <b>VYHOVUJE</b>
	<b>Průřez vyhovuje na průhyb!</b>			
	<b>dřevo třídy C18</b>			

### 7.3.5 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	9,00	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	49,20	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	68,00	kN

Průřez:			
	šířka	b	230 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	59800 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	2591333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	336873333 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	2,55	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

$\frac{2,55}{T_{v,d} \leq f_{v,d}}$ 
 $\frac{2,1}{f_{v,d}}$ 
**NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na smyk!**
**dřevo třídy**
**C18**

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	18,99	MPa
	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	$f_{m,d}$	11,1	
	$\frac{18,99}{\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}}$	$f_{m,d}$	11,1	<b>NEVYHOVUJE !</b>
	<b>Průřez nevyhovuje na ohyb!</b>	<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1	
Ohyb				
1,714	+	Smyk		
		1,217	$\leq$	1
			$\frac{2,931}{\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}}$	$\leq$
			1	
				<b>Průřez nevyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>
				<b>NEVYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	111,37	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,40	-
			nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$			
a torzní stability	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	$k_{crit}$	1,00	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

**18,99**       $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$       **11,08**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na ohyb se ztrátou stability!**  
**dřevo třídy C18**

### Posouzení na průhyb:

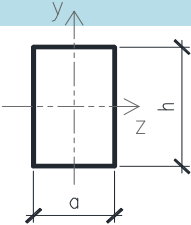
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1def}$	0,6	-
		$k_{2def}$	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	$w_{ref}$	28,18	mm
		$g_k$	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	33,53	mm
		$q_k$	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	42,27	mm
		<b>75,80</b>	$w_{inst} \leq l/300$	<b>30,00</b> <b>NEVYHOVUJE !</b>

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

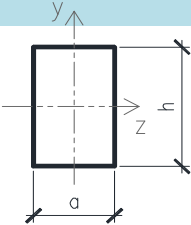
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	103,52	mm
---	---------------	--------	----

**103,5**       $w_{net,fin} \leq l/200$       **45,0**      **NEVYHOVUJE !**  
**Průřez nevyhovuje na průhyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 7.3.6 Střední sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku		L	2,80	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
tlak		$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb		$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti		$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
	$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
		$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
Vnitřní síly				
zatížení normálové		Ned	33,00	kN
ohybový moment		Med	1,00	kNm
Průřez:				
	šířka	b	155	mm
	výška	h	175	mm
	plocha průřezu	A	27125	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	791146	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	69225260	mm <sup>4</sup>
		$i_y$	50,5	mm
Normálové napětí v průřezu:				
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,22	MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	1,26	MPa
Posouzení na vzpěr a ohyb:				
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	55,4	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	19,28	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	$\lambda_{rel}$	0,97	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	1,01	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	$k_c$	0,76	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d} + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	$\leq$	1	
	0,145 + 0,114			
	0,26	$\leq$	1,00	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C18				

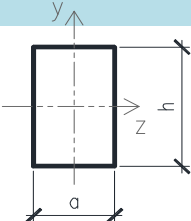
### 7.3.7 Šikmý sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku		L	2,25	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
tlak		$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb		$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti		$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
	$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
		$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
Vnitřní síly				
zatížení normálové		Ned	63,00	kN
ohybový moment		Med	12,00	kNm
Průřez:				
	šířka	b	155	mm
	výška	h	185	mm
	plocha průřezu	A	28675	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	884146	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	81783490	mm <sup>4</sup>
		$i_y$	53,4	mm
Normálové napětí v průřezu:				
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	2,20	MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	13,57	MPa
Posouzení na vzpěr a ohyb:				
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	42,1	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	33,36	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	$\lambda_{rel}$	0,73	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	0,79	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	$k_c$	0,92	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d} + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	≤	1	
	0,217 + 1,225			
	1,44	≤	1,00	NEVYHOVUJE !
Průřez nevyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C18				

### 7.3.8 Patní sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	1,50	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{c,0,k}$	18	MPa
ohyb	$f_{m,k}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{0,05}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{c,0,d}$	11,1	MPa
	$f_{m,d}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	37,00	kN
ohybový moment	Med	0,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	170 mm
	výška	h	160 mm
	plocha průřezu	A	27200 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	725333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	58026667 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	46,2 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,36 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,14 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	32,5	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	56,15	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,57	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,67	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,98	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

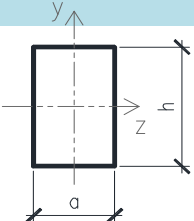
$$0,125 + \frac{0,012}{0,14} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 7.3.9 Hambálek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	2,55	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	23,00	kN
ohybový moment	Med	0,50	kNm

Průřez:			
	šířka	b	130 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	22100 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	626167 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	53224167 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	49,1 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,04 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,80 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	52,0	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	21,93	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,91	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,95	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,81	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

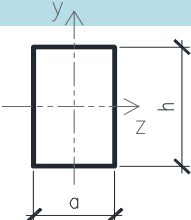
$$0,117 + \frac{0,072}{0,19} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!  
dřevo třídy C18**

### 7.3.10 Pásek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	1,20	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	34,00	kN
ohybový moment	Med	0,20	kNm

Průřez:			
	šířka	b	120 mm
	výška	h	120 mm
	plocha průřezu	A	14400 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	288000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	17280000 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	34,6 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	2,36 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,69 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	34,6	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	49,35	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,60	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,69	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,97	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

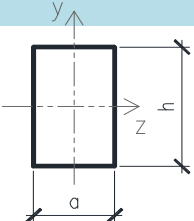
$$0,220 + \frac{0,063}{0,28} \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

### 7.3.11 Vzpěra - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	3,10	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	20,00	kN
ohybový moment	Med	0,10	kNm

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	150 mm
	plocha průřezu	A	22500 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	562500 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	42187500 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	43,3 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,89 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,18 MPa

#### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	71,6	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	11,55	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	1,25	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	1,35	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	0,53	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	

$$0,151 + 0,016 = 0,17 \leq 1,00 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!**  
**dřevo třídy C18**

## 8. Závěr posouzení stávajícího krovu

Navržené prvky byly posouzeny na jejich v jejich primární zatěžení a dále na kombinaci více zatížení.

V tabulce jsou uvedeny výsledky:

Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek	Rozměr b/h (mm)
Vaznice - dolní	8,9	8	-	Nevyhovuje	155/175
Vaznice - střední	3,5	3,6	-	Vyhovuje	150/130
Vaznice - vrcholová	1,2	2	-	Vyhovuje	140/140
Krokev	11,4	12,5	-	Nevyhovuje	160/140
Vazný trám	49,2	68	-	Nevyhovuje	230/260
Střední sloupek	1	-	-33	Vyhovuje	155/175
Šikmý sloupek	12	-	-63	Nevyhovuje	180/160
Patní sloupek	0,1	-	-37	Vyhovuje	155/175
Hambálek	0,5	-	-23	Vyhovuje	130/170
Pásek	0,2	-	-34	Vyhovuje	120/130
Vzpěra	0,1	-	-20	Vyhovuje	140/170

V posouzení nevyhověly krokve, vazné trámy, šikmý sloupek a dolní vaznice.

## 9. Zesílení krovu

V rámci realizace bude odstraněna stávající krytina a laťování, pro zesílení krokví bude v každé plné vazbě přidána nová krokev 120/180mm, která bude osedlána na vaznice a začepována do pozednice.

Pro zesílení šikmého sloupku budou doplněny trámy 180/120mm ke stávajícím šikmým sloupkům a spojeny svorníkem průměru 16mm s podložkou. Spojení bude provedeno vždy po 500mm.

Mezi dolní vaznici a její svislý sloupek budou doplněny pásy 140/140mm, které budou mezi tyto prvky začepovány.

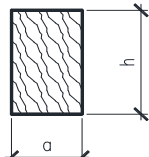
Pro zesílení vazných trámů budou doplněny příložky z pásové oceli 10/200mm (opatřeny základním nátěrem). Příložky budou osazeny z obou stran vazného trámu a staženy svorníky průměru 16mm s podložkou vždy po 500mm.

### 9.1 Návrh a posouzení zesíleného krovu

### 9.1.1 Vaznice - dolní - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku		L	2,90	m
Vlastnosti materiálů:				
třída provozu (1-3)			1	
třída trvání zatížení			Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu		$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18	
ohyb		$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk		$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti		$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
		$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:				
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$		$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
		$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:				
maximální ohybový moment		$M_{e,d}$	4,50	kNm
maximální posouvající síla		$V_d$	4,20	kN

Průřez:				
	šířka	b	140	mm
	výška	h	150	mm
	plocha průřezu	A	21000	mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	525000	mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	39375000	mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,45	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,45	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Průřez vyhovuje na smyk!</b>		<b>dřevo třídy</b>	<b>C18</b>

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	8,57	MPa
8,57	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb	Smyk		
0,774	+	0,214	$\leq 1$
0,988		$\leq$	1
<b>Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku</b>			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	221,97	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,28	-
			<b>nedochází ke ztrátě stability</b>		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ $1/\lambda^2_{rel,m}$	( $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$ ) ( $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ ) ( $1,4 < \lambda_{rel,m}$ )	$k_{crit}$	1,00	-
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

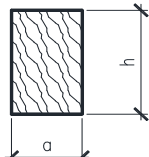
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

## 9.1.2 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	3,30	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C18
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,4	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,1	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	4,57	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	6,30	kN

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	25500 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	722500 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	61412500 mm <sup>4</sup>

### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,55	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,55	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,1	<b>VYHOVUJE</b>
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C18

### Posouzení na ohyb (zajištění proti příčné a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	6,33	MPa
6,33	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	11,1	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C18	

### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,571	+	Smyk	
		$\leq$	1
		$\leq$	1
		$\leq$	1
Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			<b>VYHOVUJE</b>

### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	197,58	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,30	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ ( $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ ) $1/\lambda_{rel,m}^2$ ( $1,4 < \lambda_{rel,m}$ )	$k_{crit}$	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa

6,33	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$	11,08	VYHOVUJE
<b>Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!</b> <b>dřevo třídy C18</b>			

### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{\text{net,fin}} = w_{1,\text{inst}}(1 + k_{1,\text{def}}) + w_{2,\text{inst}}(1 + \psi_{2,1}k_{2,\text{def}})$$

$w_{\text{net,fin}}$  10,26 mm

---

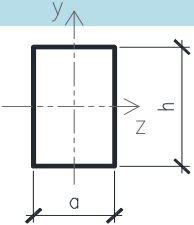
**10,3**  $w_{\text{net,fin}} \leq l/200$  **16,5** **VYHOVUJE**

**Průřez vyhovuje na průhyb!**

**dřevo třídy C18**

**Průřez vyhovuje na průhyb!  
dřevo třídy C18**

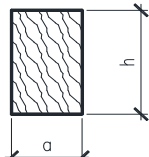
### 9.1.3 Šikmý sloupek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	1,90	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C18	
tlak	$f_{(c,0,k)}$	18	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	18	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6000	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	11,1	MPa
	$f_{(m,d)}$	11,1	MPa
Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	63,00	kN
ohybový moment	Med	9,90	kNm
Průřez:			
	šířka	b	270 mm
	výška	h	185 mm
	plocha průřezu	A	49950 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	1540125 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	142461563 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	53,4 mm
Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,26 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	6,43 MPa
Posouzení na vzpěr a ohyb:			
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	35,6 -
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	46,78 MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	$\lambda_{rel}$	0,62 -
		prvek posuzujeme na vzpěr	
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	0,70 -
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	$k_c$	0,96 -
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d} + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	≤	1
	0,118 + 0,580		
	0,70	≤	1,00
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!			
dřevo třídy C18			
VYHOVUJE			

### 9.1.4 Nová krokev - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	3,30	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	$\gamma_M$	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,8	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	10000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,3	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	4,57	kNm
maximální posouvající síla	$V_d$	6,30	kN

Průřez:			
	šířka	b	120 mm
	výška	h	180 mm
	plocha průřezu	A	21600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	648000 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	58320000 mm <sup>4</sup>

#### Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,65	Mpa
součinitel výsušných trhlin		$k_{cr}$	0,67	

0,65	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,3	<b>VYHOVUJE</b>
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C22

#### Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	7,05	MPa
7,05	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	13,5	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C22	

#### Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	$\leq$	1
Ohyb			
0,521	+	Smyk	
		0,279	
		$\leq$	1
	0,800	$\leq$	1
Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			<b>VYHOVUJE</b>

#### Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * l_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	133,36	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,41	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ ( $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$ ) $1/\lambda_{rel,m}^2$ ( $1,4 < \lambda_{rel,m}$ )	$k_{crit}$	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	13,54	MPa

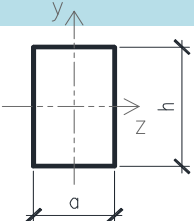
### Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

## 9.1.5 Pásek - Posouzení na vzpěr a ohyb

délka nosníku	L	1,20	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	$k_{mod}$	0,8	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C22
tlak	$f_{(c,0,k)}$	20	MPa
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(c,0,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	Ned	20,00	kN
ohybový moment	Med	0,20	kNm

Průřez:			
	šířka	b	140 mm
	výška	h	140 mm
	plocha průřezu	A	19600 mm <sup>2</sup>
	průřezový modul	$W_y$	457333 mm <sup>3</sup>
	moment setrvačnosti	$I_y$	32013333 mm <sup>4</sup>
		$i_y$	40,4 mm

Normálové napětí v průřezu:			
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,02 MPa
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d/W$	$\sigma_{m,d}$	0,44 MPa

### Posouzení na vzpěr a ohyb:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	$\lambda_y$	29,7	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^{2*}E_{0,05}/\lambda^2$	$\sigma_{c,crit}$	75,00	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})}$	$\lambda_{rel}$	0,52	-
		prvek posuzujeme na vzpěr		
	$k = 0,5*[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,3)+\lambda_{rel}^2]$	k	0,63	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1/(k+\sqrt{(k^2-\lambda_{rel}^2)})$	$k_c$	1,00	-
kombinace ohybu a vzpěru	$\sigma_{c,0,d}/k_c*f_{c,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	$\leq$	1	
	0,083 + 0,032			
	0,12	$\leq$	1,00	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na vzpěr a ohyb!				
dřevo třídy C22				

## 10. Závěr posouzení krovu č.p. 26

Navržené prvky byly posouzeny na jejich v jejich primární zatěžování a dále na kombinaci více zatížení.

V tabulce jsou uvedeny rozměry.

Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek	Rozměr b/h (mm)
Vaznice - dolní	4,5	4,2	-	Vyhovuje	155/175
Krokev	4,57	6,3	-	Vyhovuje	160/140
Šikmý sloupek	9,9	-	-63	Vyhovuje	270/185
Nové prvky	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek	Rozměr b/h (mm)
Nová krokev	4,5	4,2	-	Vyhovuje	120/180
Pásek	0,2	-	20	Vyhovuje	140/140
Ocelové příložky	49,2	68	-	Vyhovuje	2x10/200mm

Navržený způsob zesílení konstrukce stávajícího krovu vyhověl ve všech posuzovaných vlastnostech.

## 11. Závěr

Všechny nové prvky krovu budou z jehličnatého dřeva třídy pevnosti C22 a před usazením do konstrukce budou hoblovány a ošetřeny přípravkem proti dřevokazným houbám a dřevokazným škůdcům, hrany prvků budou sraženy. Jednotlivé spoje budou provedeny vždy tesařským spojem a případně zajištěny ocelovým svorníkem průměru 16mm (včetně podložky).

Projektová dokumentace je navržena dle dostupných informací. Vzhledem k charakteru stavby mohou být při stavební činnosti zjištěny skutečnosti, které mohou ovlivnit předpoklad a rozsah stavebních prací. Pokud tato skutečnost nastane, bude projektant bez odkladu upozorněn.



V Praze 6/2017

Ing. Pavel Veverka, Ing. Jan Vinař

## Příloha č.1 – Posouzení stropních konstrukcí

## OBSAH

OBSAH.....	2
1. Úvodní údaje .....	3
2. Podklady pro zhotovení.....	3
3. Použitá literatura a technické normy .....	3
4. Výpočty .....	3
5. Popis stavby a konstrukčního systému .....	3
6. Stavebně technický průzkum.....	4
7. Navržené konstrukce a materiály .....	5
7. 1. Zesílení stropní konstrukce.....	5
7. 2. Použité materiály .....	5
8. Hodnoty zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce .....	5
8. 1. Stálá zatížení – stropní trámy .....	5
8. 2. Stálá zatížení – rákosníky.....	6
8. 3. Užitné zatížení .....	6
9. Kombinace zatížení a výpočet vnitřních sil.....	6
Stropní trámy – objekt A .....	7
Rákosníky – objekt A .....	7
Stropní trámy – objekt B .....	8
Rákosníky – objekt B .....	9
10. Statický výpočet .....	11
Návrh zesílení stropní konstrukce .....	
Objekt A .....	11
Objekt B .....	13
11. Závěr.....	26

## Úvodní údaje

Předložené statické posouzení a technická zpráva se zabývají posouzením a návrhem zesílení nosné konstrukce stropu v podkroví objektu radnice na č.p. **25 a č.p.26**, k.ú. Přelouč, okres Pardubice.

## 1. Podklady pro zhotovení

Zpracovateli byla dodána výkresová dokumentace stávajícího stavu – INRECO s r.o., duben 2001.

Stavebně technický průzkum stropní konstrukce – J. Kubát a P. Veverka, květen 2017

## 2. Použitá literatura a technické normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. ČNI, březen 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. ČNI, březen 2004.
- [3] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI, prosinec 2006

Uvedené normy byly použity společně s platnými Národními dodatky, Změnami a Opravami příslušné normy vydanými do doby zpracování předložené technické zprávy a statického posudku.

## 3. Výpočty

Výpočet a posouzení jednotlivých prvků bylo provedeno dle příslušných podkladů a normových předpisů. Jednotlivé části konstrukce byly posuzovány samostatně jako oddělené prvky. Jednotlivé prvky byly posouzeny z hlediska I. a II. mezního stavu únosnosti a použitelnosti.

## 4. Popis stavby a konstrukčního systému

Předmětem posouzení jsou dvě stropní konstrukce v podkroví vzájemně průchozích objektů staré radnice (objekt A, objekt B). Obě stropní konstrukce mají obdobný charakter – jedná se o dřevěný trámový strop s rákosníky, dřevěným záklopem a podbitím.

Stropní konstrukce u objektu A má přibližně čtvercový půdorys 16,27 x 15,34 m. Nosné trámy jsou podepřeny podélnými cihelnými stěnami tloušťky 300 mm a podélnými průvlaky. Poloha stěn a průvlaků je zakreslena ve výkresu stávajícího stavu stropu. Podélné stěny jsou příčně ztuženy schodišťovými stěnami. V podélných stěnách jsou umístěna komínová tělesa. Během stavebně technické prohlídky konstrukce byly zjištěny dimenze stropních trámů a rákosníků – trámy mají různé průřezové rozměry, které jsou uvedeny ve výkresu stávajícího stavu stropní konstrukce. Světlý rozpon stropní konstrukce v zadním traktu je 7,74 m. V předním traktu jsou trámy uloženy spojitě přes dvě pole o světlostech 1,90 a 4,94 m (viz výkres stávajícího stavu).

Stropní konstrukce u objektu B má obdélný půdorys 15,29 x 19,87 m. Objekt je do nádvoří / průčelí situován kratší stranou. Stropní konstrukce je uložena příčně na obvodové cihelné stěny. Dále je strop uložen na podélnou vnitřní nosnou stěnu tl. 500 mm z keramických cihel a na průvlak. Doplnujícím nosným prvkem je i ocelový průvlak I č. 300 v podkroví, za který jsou stropní trámy v jedné části zavěšeny.

## 5. Stavebně technický průzkum

Podkladem pro provedení stavebně technického průzkumu byla výkresová dokumentace v rozsahu půdorysy, výkresy krovu a řezy objektem zpracovaná společností INRECO s r.o. v dubnu 2001.

Stavebně technický průzkum stropní konstrukce byl proveden dne 10. 5. 2017. Průzkum byl možný až po obnažení stropu (odstraněn záklop a nadzáklopové vrstvy) – sondy byly provedeny u zhlaví trámů při obvodových stěnách a také nad podélnými nosnými stěnami.



Obr. 1: Obnažené stropní trámy a rákosníky u objektu A (nahore) a objektu B (dole).

Stavebně technický průzkum odhalil polohy a dimenze jednotlivých stropních trámů a rákosníků. Tyto údaje jsou vyznačeny ve výkresové dokumentaci. Osové vzdálenosti i dimenze jednotlivých prvků se velmi různí. Pro statický výpočet stropních konstrukcí objektů A, B budou uvažovány následující rozpony a dimenze stropních trámů a rákosníků. Pro výpočet zatížení budou uvažovány větší průřezy.

typ	Objekt	Rozpětí	Dimenze prvku – do výpočtu		Dimenze prvku – do zatížení	
			šířka [mm]	výška [mm]	šířka [mm]	výška [mm]
stropní trám	A	7,74	200	240	220	280
	B	8,11	200	220	220	280
rákosník	A	7,74	160	180	180	220
	B	8,11	160	180	180	220

V rámci STP byl kontrolován technický stav dřevěných trámů. Bylo zjištěno povrchové narušení jednoho stropního trámu u objektu A + celkové narušení dvou stropních trámů u objektu B a šesti rákosníků v objektu B.

## 6. Navržené konstrukce a materiály

### 7. 1. Zesílení stropní konstrukce

Konstrukce stropu bude zesílena dřevěnými příloškami ze dřeva pevnostní třídy C24. Příložky budou ke stávajícím nosným profilům připevněny z boku. Připevnění bude provedeno pomocí ocelových spojovacích prostředků – svorníků. Příložka bude po spojení se stropním trámem přenášet část zatížení. Zbylé zatížení přenáší stávající stropní trám.

Dále bude stávající trámový strop objektu A doplněn o nové trámy v největších osových roztečích – vyznačeno ve výkresu. Vložením nových trámů do širokých polí se efektivně zmenší zatěžovací šířka z původních 1,75 m na 1,25 m.

Stropní konstrukce (objekt A i B) bude doplněna ocelovými nosníky, na které budou vyvěšeny subtilní rákosníky popřípadě stropní trámy. Ocelové nosníky průřezu 2x U (vzájemně spojeno do profilu I) budou uloženy na příčné ztužující stěny popř. na nový ocelový trám průřezu 2x U (svařeno do krabice).

Narušené trámy budou vyměněny, popř. protézovány, popř. zbroušeny a doplněny příložkou. Způsob opravy narušených trámů určí po celkovém odkrytí záklopu projektant.

Všechny nové dřevěné prvky stropu a podhledu budou provedeny ze dřeva pevnostní značky C24 a budou ošetřeny ochrannými nátěry.

### 7. 2. Použité materiály

Nová záklopová prkna/fošny	- dřevo pevnostní třídy C24
Stropní trám	- původní dřevo
Rákosník	- původní dřevo
Ocelové nosníky	- ocel S235
Příložky	- dřevo třídy C24, ochranný nátěr

## 7. Hodnoty zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce

### 8. 1. Stálá zatížení – stropní trámy

Skladba stropní konstrukce - stropní trámy	TL	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m <sup>-2</sup> ]	
	[mm]	hmot.	[kN.m <sup>-2</sup> ]	komb.	6.10 a 6.10 b
záklop z fošen tl. 35mm	35	500	0,18	0,24	0,20
<b>zatížení stálé na 1 m<sup>2</sup> stropu</b>			<b>0,18</b>	<b>0,24</b>	<b>0,20</b>

Vlastní tíha - stropní trámy	š.	v.	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m <sup>-1</sup> ]	
	[mm]	[mm]	hmot.	[kN.m <sup>-1</sup> ]	komb.	6.10 a 6.10 b
vlastní tíha trámů	220	280	500	0,31	0,42	0,35
<b>zatížení vl. tíha na 1 m<sup>1</sup> stropu</b>				<b>0,31</b>	<b>0,42</b>	<b>0,35</b>

## 8. 2. Stálá zatížení – rákosníky

Skladba stropní konstrukce - rákosníky	TL	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m <sup>-2</sup> ]	
	[mm]	hmot.	[kN.m <sup>-2</sup> ]	komb.	6.10 a 6.10 b
tepelná izolace tl. 200 mm	200	150	0,30	0,41	0,34
podbití	20	500	0,10	0,14	0,11
rákosová omítka - zbytky	15	1800	0,27	0,36	0,31
tepelná izolace tl. 100 mm	100	150	0,15	0,20	0,17
parotěsná folie	-	-	0,05	0,07	0,06
SDK podhled v roštu	-	-	0,25	0,34	0,29
<b>zatížení stálé na 1 m<sup>2</sup> střechy</b>			<b>1,12</b>	<b>1,51</b>	<b>1,29</b>

Vlastní tíha - rákosníky	š.	v.	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m <sup>-1</sup> ]	
	[mm]	[mm]	hmot.	[kN.m <sup>-1</sup> ]	komb.	6.10 a 6.10 b
vlastní tíha rákosníků	180	220	500	0,20	0,27	0,23
<b>zatížení vl. tíha na 1 m' stropu</b>				<b>0,20</b>	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>

## 8. 3. Užité zatížení

Stropní konstrukce	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m <sup>-2</sup> ]	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	komb.	6.10 a 6.10 b
Stropní konstrukce (nepochozí půda) > pouze servisní zatížení	0,75	0,79	1,125
<b>zatížení užité na 1 m<sup>2</sup> střechy</b>		<b>0,75</b>	<b>0,79 1,13</b>

## 8. Kombinace zatížení a výpočet vnitřních sil

V kombinacích bylo stanoveno charakteristické a návrhové zatížení a vnitřní síly v prutech. Tyto veličiny byly stanoveny jednak pro nejdelší rozpětí trámů, pro variantu s vyvěšením nejdelších trámů v polovině a pro kratší rozpětí. Zatěžovací šířky byly odečteny z výkresů.

Kombinace jsou členěny v následujících kapitolách:

- Stropní trámy – objekt A
- Rákosníky – objekt A
- Stropní trámy – objekt B
- Rákosníky – objekt B

### Stropní trámy – objekt A (delší a kratší rozpětí)

Zatížení stropních trámů - objekt A zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h. [kN.m <sup>-2</sup> ]	Zat. š./v. [m]	Char. h. [kN.m <sup>-1</sup> ]	Součinitel		MSÚ		MSP	
				kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>				
stálé - vlastní tíha	0,31	1	0,31	-	-	0,42	0,35	0,31	0,31
stálé - ostatní stálé	0,18	1,25	0,22	-	-	0,30	0,25	0,22	0,22
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,75	1,25	0,94	0,7	0	0,98	1,41	0,94	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						1,70	2,01	1,46	0,53

Rozpětí trámu	$l =$	7,74 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,01 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,46 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>15,1 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>7,8 kN</b>

Zatížení stropních trámů - objekt A (kratší rozpětí) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h. [kN.m <sup>-2</sup> ]	Zat. š./v. [m]	Char. h. [kN.m <sup>-1</sup> ]	Součinitel		MSÚ		MSP	
				kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>				
stálé - vlastní tíha	0,31	1	0,31	-	-	0,42	0,35	0,31	0,31
stálé - ostatní stálé	0,18	1,32	0,23	-	-	0,31	0,27	0,23	0,23
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,75	1,32	0,99	0,7	0	1,04	1,49	0,99	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						1,77	2,10	1,53	0,54

Rozpětí trámu	$l =$	5,05 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,10 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,53 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>6,7 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>5,3 kN</b>

### Rákosníky – objekt A (delší, zavěšený a kratší rozpětí)

Zatížení rákosníků - objekt A zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace					
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,26	1,41	-	-	1,91	1,62	1,41	1,41
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,26	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,17	1,85	1,61	1,61

Rozpětí trámu	$l =$	7,74 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,17 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,61 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>16,3 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>8,4 kN</b>

Zatížení rákosníků - objekt A (zavěšen v 1/2) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace					
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,26	1,41	-	-	1,91	1,62	1,41	1,41
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,26	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,17	1,85	1,61	1,61

Rozpětí trámu	$l =$	3,87 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,17 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,61 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>4,1 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>4,2 kN</b>

Zatížení rákosníků - objekt A (kratší rozpětí) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>				
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,28	1,43	-	-	1,94	1,65	1,43	1,43
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,28	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,20	1,87	1,63	1,63

Rozpětí trámu	$l =$	5,05 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,20 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,63 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>7,0 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>5,6 kN</b>

### Stropní trámy – objekt B (delší, zavěšený a kratší rozpětí)

Zatížení stropních trámů - objekt B zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h. [kN.m <sup>-2</sup> ]	Zat. š./v. [m]	Char. h. [kN.m <sup>-1</sup> ]	Součinitel		MSÚ		MSP	
				kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>				
stálé - vlastní tíha	0,31	1	0,31	-	-	0,42	0,35	0,31	0,31
stálé - ostatní stálé	0,18	1,23	0,22	-	-	0,29	0,25	0,22	0,22
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,75	1,23	0,92	0,7	0	0,97	1,38	0,92	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						1,68	1,98	1,45	0,52

Rozpětí trámu	$l =$	8,11 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	1,98 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,45 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>16,3 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>8,0 kN</b>

Zatížení stropních trámů - objekt B (zavěšen v 1/2) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h. [kN.m <sup>-2</sup> ]	Zat. š./v. [m]	Char. h. [kN.m <sup>-1</sup> ]	Součinitel		MSÚ		MSP	
				kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,31	1	0,31	-	-	0,42	0,35	0,31	0,31
stálé - ostatní stálé	0,18	1,23	0,22	-	-	0,29	0,25	0,22	0,22
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,75	1,23	0,92	0,7	0	0,97	1,38	0,92	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						1,68	1,98	1,45	0,52
Rozpětí trámu	<i>l</i> =	4,05 m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	<i>f<sub>d</sub></i> =	1,98 kN/m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	<i>f<sub>k</sub></i> =	1,45 kN/m							
Návrhový ohybový moment	<i>M<sub>ed</sub></i> =	4,1 kNm							
Návrhová posouvající síla	<i>V<sub>ed</sub></i> =	4,0 kN							

Zatížení stropních trámů - objekt B (krátké rozpětí) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h. [kN.m <sup>-2</sup> ]	Zat. š./v. [m]	Char. h. [kN.m <sup>-1</sup> ]	Součinitel		MSÚ		MSP	
				kombinace		6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,31	1	0,31	-	-	0,42	0,35	0,31	0,31
stálé - ostatní stálé	0,18	1,35	0,24	-	-	0,32	0,27	0,24	0,24
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,75	1,35	1,01	0,7	0	1,06	1,52	1,01	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						1,80	2,14	1,56	0,54
Rozpětí trámu	$l =$	5,83 m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,14 kN/m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,56 kN/m							
Návrhový ohybový moment	$M_{ed} =$	9,1 kNm							
Návrhová posouvající síla	$V_{ed} =$	6,2 kN							

### Rákosníky – objekt B (delší, zavěšený a kratší rozpětí)

Zatížení rákosníků - objekt B zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace					
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,26	1,41	-	-	1,91	1,62	1,41	1,41
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,26	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,17	1,85	1,61	1,61
Rozpětí trámu	<i>l</i> =	8,11 m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	<i>f<sub>d</sub></i> =	2,17 kN/m							
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	<i>f<sub>k</sub></i> =	1,61 kN/m							
Návrhový ohybový moment	<i>M<sub>ed</sub></i> =	17,9 kNm							

Zatížení rákosníků - objekt B (zavěšen v 1/2) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace					
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,26	1,41	-	-	1,91	1,62	1,41	1,41
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,26	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,17	1,85	1,61	1,61

Rozpětí trámu	$l =$	4,05 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,17 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,61 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>4,5 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>4,4 kN</b>

Zatížení rákosníků - objekt B (krátké rozpětí) zatěžovací stav:	Hodnoty do kombinací [kN.m <sup>-1</sup> ]								
	Char. h.	Zat. š./v.	Char. h.	Součinitel		MSÚ		MSP	
	[kN.m <sup>-2</sup> ]	[m]	[kN.m <sup>-1</sup> ]	kombinace					
				ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	6.10a	6.10b	char.	kvazi.
stálé - vlastní tíha	0,20	1	0,20	-	-	0,27	0,23	0,20	0,20
stálé - ostatní stálé	1,12	1,2	1,34	-	-	1,81	1,54	1,34	1,34
hl. proměnné - užitné (servisní)	0,00	1,2	0,00	0,7	0	0,00	0,00	0,00	0
Zatížení stropní konstrukce celkem						2,08	1,77	1,54	1,54

Rozpětí trámu	$l =$	5,83 m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - návrhová h	$f_d =$	2,08 kN/m
Rovn. spojitě zatížení nosníku - char. h.	$f_k =$	1,54 kN/m
<b>Návrhový ohybový moment</b>	$M_{ed} =$	<b>8,8 kNm</b>
<b>Návrhová posouvající síla</b>	$V_{ed} =$	<b>6,1 kN</b>

## 9. Statický výpočet

### Objekt A – stropní trámy

#### Původní stropní trám - 200/240 - objekt A (85 % zatížení) – delší rozpětí:

##### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
Třída provozu: Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

##### Zatížení:

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 6,63$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 12,84$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

##### Geometrie trámu:

**Výška:**  $h = 0,24$  m **Šířka:**  $b = 0,20$  m Průřez. modul ( $mm^3$ ):  $W = 0,0019$  m<sup>3</sup>

##### Posouzení MSÚ:

	napětí (MPa)	Podmínka návrhové hodnoty:
<b>Ohyb</b>	$\sigma = M_{Ed} / W =$ 6,68 MPa	pevnosti v ohybu $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$ <b>0,52 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>
<b>Smyk</b>	$t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$ 0,31 MPa	pevnosti ve smyku $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$ <b>0,14 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>
<b>Kroucení</b>	$\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$ $\cdot h \cdot b^2 =$ 0,00 MPa	pevnosti v kroucení $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$ <b>0,00 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>

##### Posouzení MSP:

**účinná délka:**  $l = 7,740$  m **Mom. Setrvač. ( $mm^4$ ):**  $I = 0,0002304$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0184$  m .... prostý nosník

##### Okamžitý průhyb:

$w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0083$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0147$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m

$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0230$  m  $\leq l/300 = 0,0258$  m => Vyhovuje

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0307$  m  $\leq l/250 = 0,0310$  m => Vyhovuje

**=> Navržený průřez vyhovuje**

### Příloška k trámu - 60/220 – objekt A (15 % zatížení) – delší rozpětí:

#### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

#### Zatížení:

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 1,17$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 2,265$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

#### Geometrie trámu:

**Výška:**  $h = 0,22$  m **Šířka:**  $b = 0,06$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0005$  m<sup>3</sup>

#### Posouzení MSÚ:

napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $4,68$  MPa **0,36**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,20$  MPa **0,09**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

#### Posouzení MSP:

**účinná délka:**  $l = 7,740$  m **Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):**  $I = 0,0000532$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0798$  m .... prostý nosník  
**Okamžitý**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0063$  m  
**průhyb:**  $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0113$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 **$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0176$  m  $\leq l/300 = 0,0258$  m => Vyhovuje**

**Konečný**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
**průhyb:**  $w_{net,fin} = 0,0234$  m  $\leq l/250 = 0,0310$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

### Nově vložený trám - 220/260 – objekt A (100 % zatížení) – delší rozpětí:

#### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

Posouvací síla:  $V_{Ed} = 7,8$  kN

Ohybový moment:  $M_{Ed} = 15,1$  kN·m Krouticí moment:  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

**Geometrie trámu:**

Výška:  $h = 0,26$  m Šířka:  $b = 0,20$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0023$  m<sup>3</sup>

**Posouzení MSÚ:**

	napětí (MPa)	Podmínka návrhové hodnoty:
<b>Ohyb</b>	$\sigma = M_{Ed} / W =$ 6,70 MPa	pevnosti v ohybu $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$ <b>0,52 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>
<b>Smyk</b>	$t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$ 0,34 MPa	pevnosti ve smyku $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$ <b>0,16 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>
<b>Kroucení</b>	$\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot h \cdot b^2 =$ 0,00 MPa	pevnosti v kroucení $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$ <b>0,00 ≤ 1,0 =&gt; Vyhovuje</b>

**Posouzení MSP:**

účinná délka:  $l = 7,740$  m Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):  $I = 0,0002929$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0145$  m .... prostý nosník

**Okamžitý**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0077$  m

**průhyb:**  $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0136$  m

$w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m

$w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m

$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0213$  m  $\leq l/300 = 0,0258$  m => Vyhovuje

**Konečný**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$

**průhyb:**  $w_{net,fin} = 0,0284$  m  $\leq l/250 = 0,0310$  m => Vyhovuje

**=> Navržený průřez vyhovuje**

**Původní trám - 200/240 – objekt A (100 % zatížení) – kratší rozpětí:**

Trámy na kratší rozpětí ( $l = 5,05$ m) ve vedlejším traktu vyhovují dle 1. a 2. MS bez nutnosti přílohek. Byly zde doplněny dva trámy pro zmenšení osových vzdáleností nosných trámů (viz výkresová dokumentace).

**Stropní trámy u objektu A po provedení navržených úprav budou vyhovovat z hlediska mezního stavu únosnosti a použitelnosti.**

## Objekt A – rákosníky

### Původní rákosník - 160/180 - objekt A – zavěšen v 1/2 rozpětí:

#### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
Třída provozu: Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

#### Zatížení:

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 4,2$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 4,1$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

#### Geometrie trámu:

**Výška:**  $h = 0,18$  m **Šířka:**  $b = 0,16$  m Průřez. modul ( $mm^3$ ):  $W = 0,0009$  m<sup>3</sup>

#### Posouzení MSÚ:

napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $4,75$  MPa **0,37**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,33$  MPa **0,15**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

#### Posouzení MSP:

**účinná délka:**  $l = 3,870$  m **Mom. Setrvač. ( $mm^4$ ):**  $I = 0,0000778$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0034$  m .... prostý nosník  
**Okamžitý**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0055$  m  
**průhyb:**  $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 **$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0055$  m  $\leq l/300 = 0,0129$  m => Vyhovuje**

**Konečný**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
**průhyb:**  $w_{net,fin} = 0,0087$  m  $\leq l/250 = 0,0155$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

### Táhlo k zavěšení rákosníku – průměr 12 mm - objekt A:

$f_{yd} = 500$  MPa (ocel B500B)  
 $N_{Ek} = 6,25$  kN (max. charakteristická síla v táhlu)  
 $N_{Ed} = 6,25 \cdot 1,35 = 8,44$  kN  
 $Sig_{yd} = 8,44 \cdot 10^{-3} / \pi \cdot 0,006^2 = 74,5$  MPa  $< f_{yd} = 500$  MPa

**Táhlo od rákosníku vyhovuje na tah.**

### Ocelový nosník k rákosníkům – 2x UPE220 - objekt A:

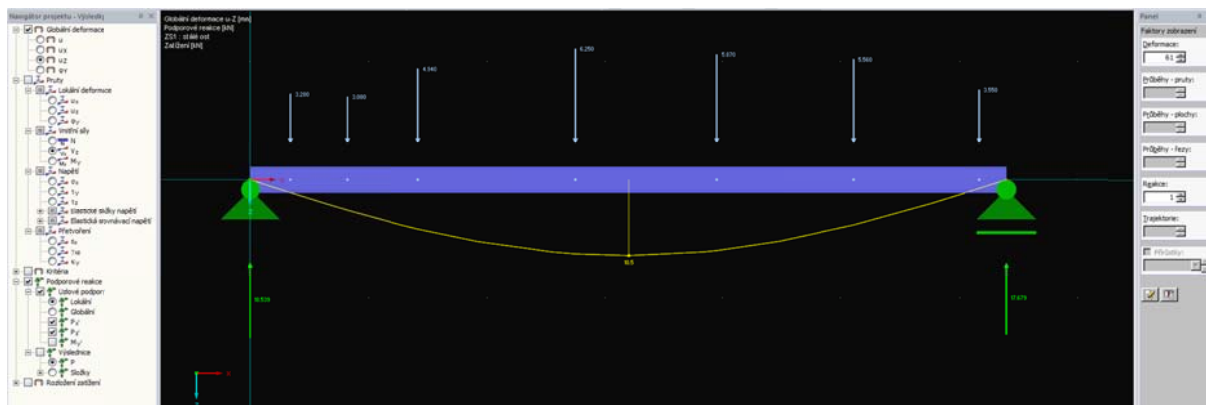
Ocelový nosník je navržen na průhyb  $L/600 >$  vytváří tuhou podporu. Nosník bude tvořit dvojice válcovaných profilů UPE 220 otočená stojinami k sobě (tvar I). Mezi stojinami bude mezera 20 mm. Oba profily budou k sobě vzájemně přivařeny pomocí ocelové pásoviny 4/40 á 1000 mm.

$$W_{\text{lim}} = 6400 / 600 = 10,67 \text{ mm}$$

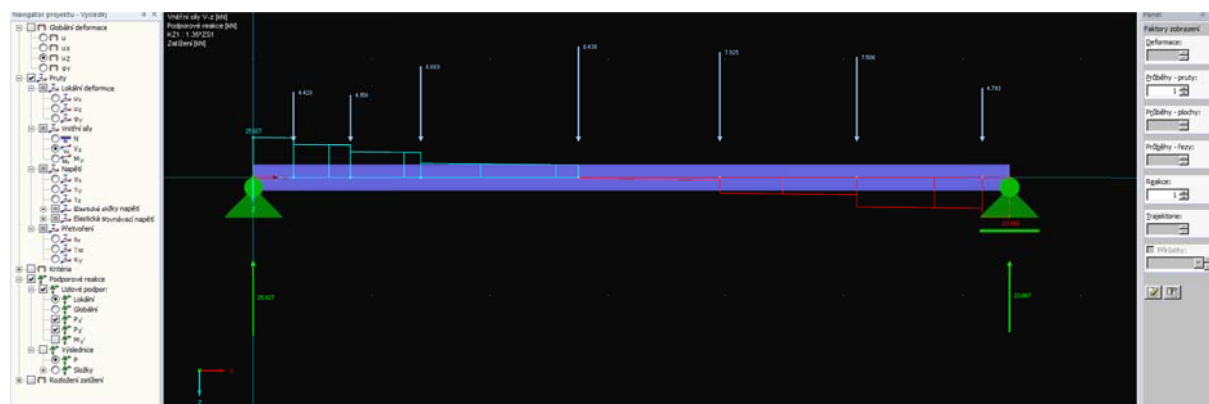
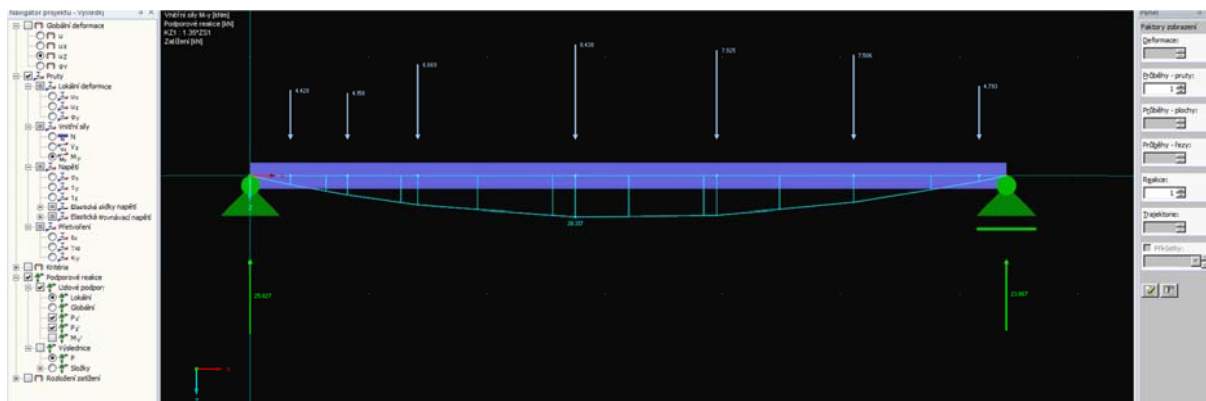
#### Charakteristické síly od rákosníků na ocelovém nosníku:

$G1 = 3,28 \text{ kN}$ ,  $G2 = 3,08 \text{ kN}$ ,  $G3 = 4,94 \text{ kN}$ ,  $G4 = 6,25 \text{ kN}$ ,

$G5 = 5,87 \text{ kN}$ ,  $G6 = 5,56 \text{ kN}$ ,  $G7 = 3,55 \text{ kN}$



*RFEM: charakteristická kombinace - deformace  $w = 10,5 \text{ mm}$*



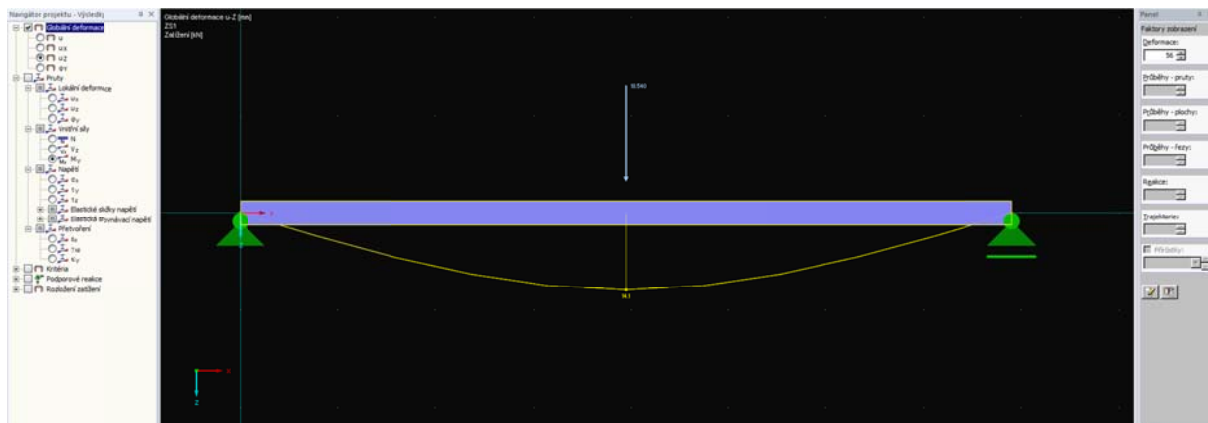
*RFEM: návrhová kombinace – moment  $M_{ed} = 38,32 \text{ kNm}$ ,  $V_{ed} = 25,03 \text{ kN}$ .*

**Nosník vyhovuje z hlediska 1. a 2. MS. Nosník vyhovuje na průhyb  $L/600$ .**

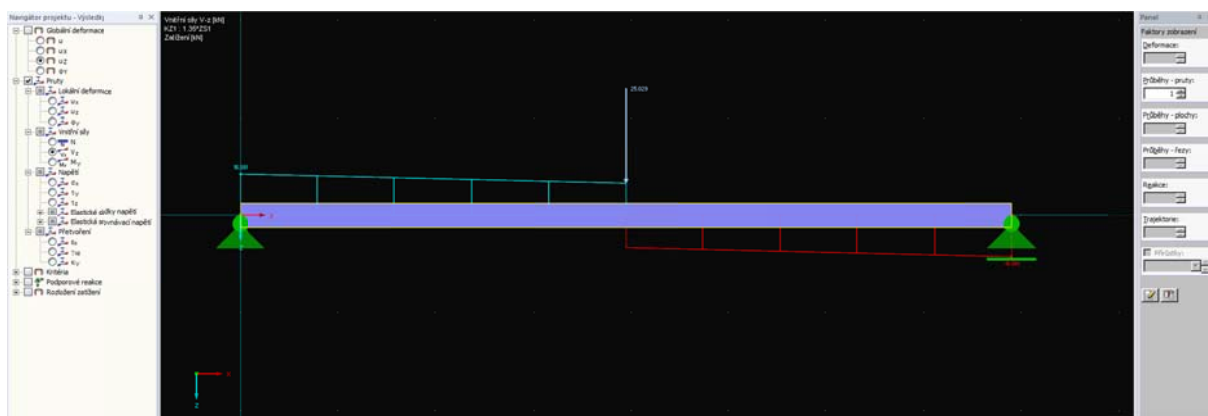
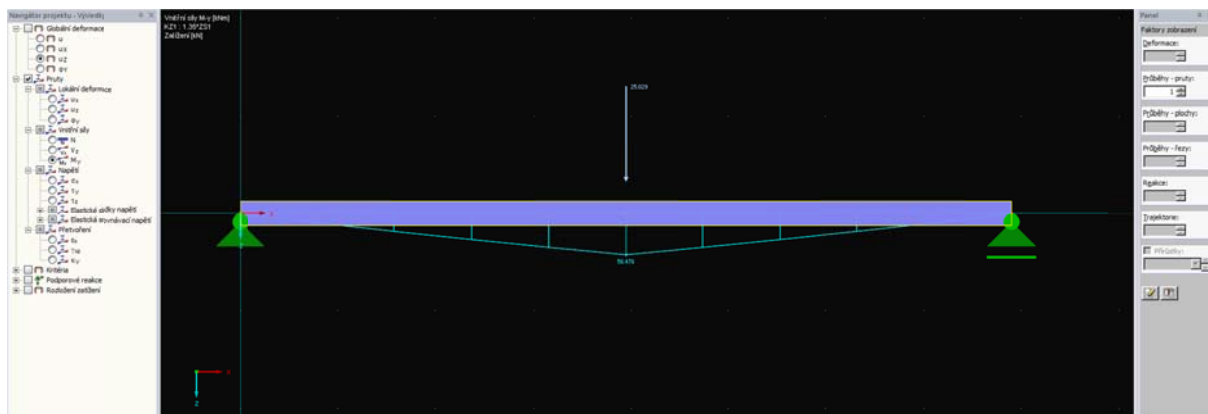
### Ocelový trám – 2x UPE220 do krabice- objekt A:

Ocelový trám je navržen na průhyb  $L/500 >$  vytváří tuhou podporu. Nosník bude tvořit dvojice válcovaných profilů UPE 220 svařená přírubami (uzavřený průřez - klopení).

$$W_{\text{lim}} = 7900 / 500 = 15,8 \text{ mm}$$



RFEM: charakteristická kombinace - deformace  $w = 14,1 \text{ mm}$



RFEM: návrhová kombinace – moment  $M_{ed} = 56,48 \text{ kNm}$ ,  $V_{ed} = 16,08 \text{ kN}$ .

**Nosník vyhovuje z hlediska 1. a 2. MS. Nosník vyhovuje na průhyb  $L/500$ .**

**Původní rákosník - 160/180 - objekt A (75 % zatížení) – kratší rozpětí:**

**Materiály:**

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 4,2$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 5,25$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

**Geometrie trámu:**

**Výška:**  $h = 0,18$  m **Šířka:**  $b = 0,16$  m Průřez. modul ( $mm^3$ ):  $W = 0,0009$  m<sup>3</sup>

**Posouzení MSÚ:** napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $0,08$  MPa **0,47**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,33$  MPa **0,15**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

**Posouzení MSP:** účinná délka:  $l = 5,050$  m Mom. Setrvač. ( $mm^4$ ):  $I = 0,0000778$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0099$  m .... prostý nosník

**Okamžitý průhyb:**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0121$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0121$  m  $\leq l/300 = 0,0168$  m => **Vyhovuje**

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0194$  m  $\leq l/250 = 0,0202$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

**Příloška k rákosníku - 60/200 - objekt A (25 % zatížení) – kratší rozpětí:**

**Materiály:**

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

Posouvací síla:  $V_{Ed} = 1,4 \text{ kN}$

Ohybový moment:  $M_{Ed} = 1,75 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Krouticí moment:  $M_{tor,d} = 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$

**Geometrie trámu:**

Výška:  $h = 0,20 \text{ m}$  Šířka:  $b = 0,06 \text{ m}$

Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0004 \text{ m}^3$

**Posouzení MSÚ:**

napětí (MPa)  
 $\sigma = M_{Ed} / W =$   
Ohyb 4,38 MPa

Podmínka návrhové hodnoty:

pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$

0,34  $\leq$  1,0 => Vyhovuje

Smyk  
 $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$   
0,26 MPa

pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$

0,12  $\leq$  1,0 => Vyhovuje

Kroucení  
 $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot h \cdot b^2 =$   
0,00 MPa

pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$

0,00  $\leq$  1,0 => Vyhovuje

**Posouzení MSP:**

účinná délka:  $l = 5,050 \text{ m}$

Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):  $I = 0,0000400 \text{ m}^4$

$w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) =$  0,0192 m

.... prostý nosník

Okamžitý  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} =$  0,0078 m

průhyb:  $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} =$  0,0000 m

$w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} =$  0,0000 m

$w_{inst,S} = w_k \cdot w_{ref} =$  0,0000 m

$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0078 \text{ m} \leq l/300 = 0,0168 \text{ m} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Konečný  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$

průhyb:  $w_{net,fin} = 0,0125 \text{ m} \leq l/250 = 0,0202 \text{ m} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

**=> Navržený průřez vyhovuje**

Rákosníky u objektu A po provedení navržených úprav budou vyhovovat z hlediska mezního stavu únosnosti a použitelnosti.

## Objekt B – stropní trámy

### Původní stropní trám 200/220 - objekt B (zavěšen v 1/2 rozpětí) – delší rozpětí:

#### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
Třída provozu: Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

#### Zatížení:

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 7,4$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 14,2$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

#### Geometrie trámu:

**Výška:**  $h = 0,22$  m **Šířka:**  $b = 0,20$  m Průřez. modul ( $mm^3$ ):  $W = 0,0016$  m<sup>3</sup>

#### Posouzení MSÚ:

napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $8,80$  MPa **0,68**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,38$  MPa **0,17**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

#### Posouzení MSP:

**účinná délka:**  $l = 4,050$  m **Mom. Setrvač. ( $mm^4$ ):**  $I = 0,0001775$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0018$  m .... prostý nosník

#### Okamžitý průhyb:

$w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0010$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0017$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 **$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0026$  m  $\leq l/300 = 0,0135$  m => Vyhovuje**

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0035$  m  $\leq l/250 = 0,0162$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

### Táhlo k zavěšení trámu – průměr 12 mm - objekt B:

$f_{yd} = 500$  MPa (ocel B500B)

$N_{Ek} = 6,25$  kN (max. charakteristická síla v táhlu)

$N_{Ed} = 5,70 \cdot 1,35 = 7,70$  kN

$\sigma_{yd} = 7,70 \cdot 10^{-3} / \pi \cdot 0,006^2 = 68,0$  MPa  $< f_{yd} = 500$  MPa

**Táhlo od rákosníku vyhovuje na tah.**

**Ocelový nosník k trámům a rákosníkům – 2x UPE240 - objekt B:**

Ocelový nosník je navržen na průhyb  $L/600 >$  vytváří tuhou podporu. Nosník bude tvořit dvojice válcovaných profilů UPE 220 otočená stojinami k sobě (tvar I). Mezi stojinami bude mezera 20 mm. Oba profily budou k sobě vzájemně přivařeny pomocí ocelové pásoviny 4/40 á 1000 mm.

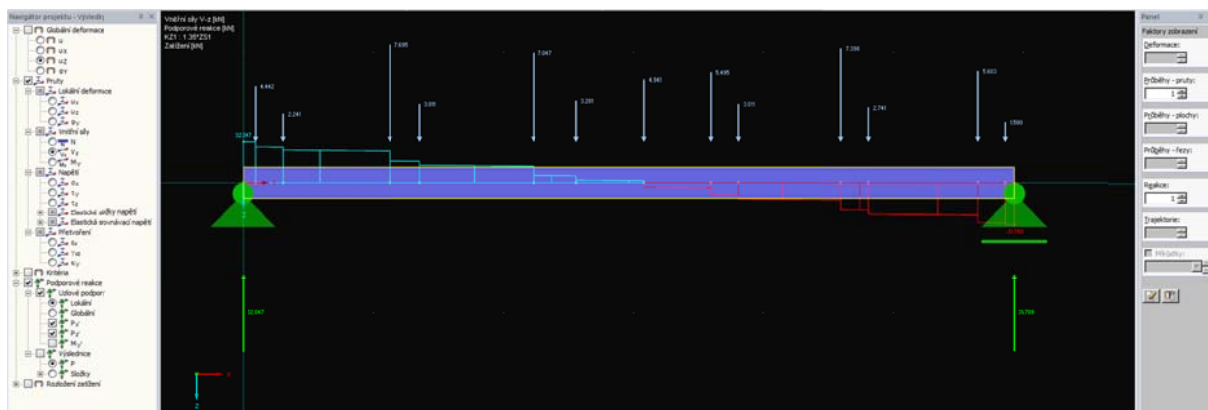
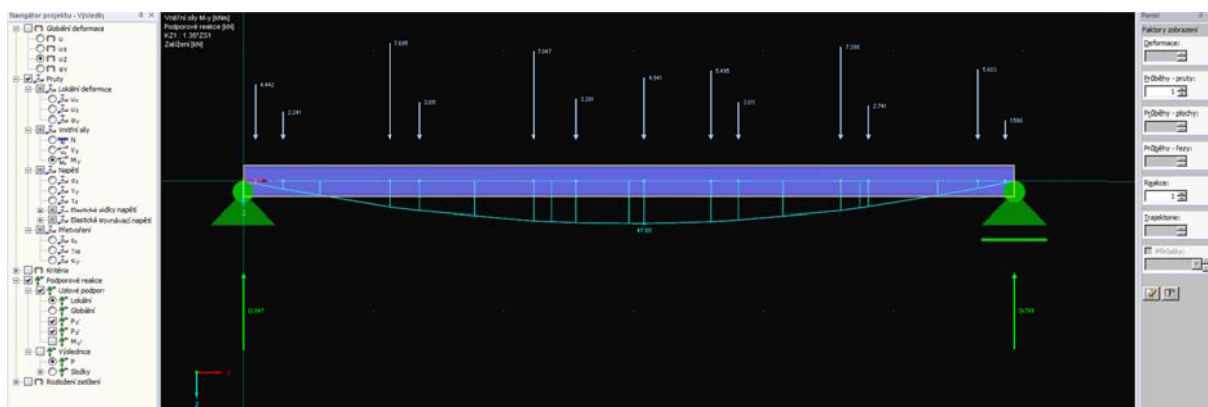
$$W_{\text{lim}} = 5930 / 600 = 9,88 \text{ mm}$$

**Charakteristické síly od stropních trámů na ocelový nosník:**

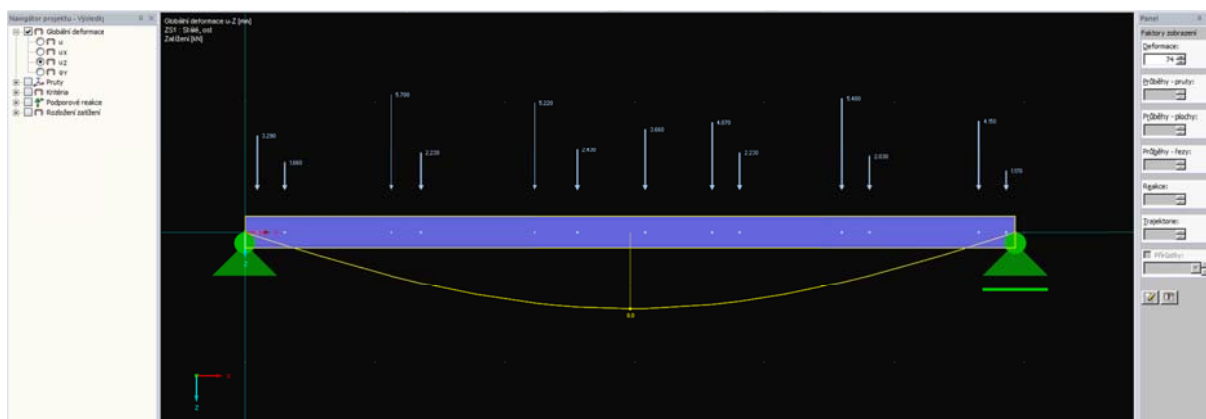
$G1 = 1,66 \text{ kN}$ ,  $G2 = 2,23 \text{ kN}$ ,  $G3 = 2,43 \text{ kN}$ ,  $G4 = 2,23 \text{ kN}$ ,  
 $G5 = 2,03 \text{ kN}$ ,  $G6 = 1,17 \text{ kN}$

**Charakteristické síly od rákosníků na ocelový nosník:**

$G1 = 3,29 \text{ kN}$ ,  $G2 = 5,70 \text{ kN}$ ,  $G3 = 5,22 \text{ kN}$ ,  $G4 = 3,66 \text{ kN}$ ,  
 $G5 = 4,07 \text{ kN}$ ,  $G6 = 5,48 \text{ kN}$ ,  $G7 = 4,15 \text{ kN}$



RFEM: návrhová kombinace – moment  $M_{ed} = 47,10 \text{ kNm}$ ,  $V_{ed} = 32,05 \text{ kN}$ .



RFEM: charakteristická kombinace - deformace  $w = 8,0 \text{ mm}$

**Nosník vyhovuje z hlediska 1. a 2. MS. Nosník vyhovuje na průhyb  $L/600$ .**

**Původní stropní trám - 200/220 - objekt A (100% zatížení) – kratší rozpětí:**

**Materiály:**

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
Třída provozu: Třída 1 =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
Materiálový součinitel: dřevo:  $\gamma_M = 1,3$   
Návrhové hodnoty: dřevo:  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 6,2$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 9,1$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

**Geometrie trámu:**

**Výška:**  $h = 0,22$  m **Šířka:**  $b = 0,20$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0016$  m<sup>3</sup>

**Posouzení MSÚ:** napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $5,64$  MPa **0,44**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,32$  MPa **0,15**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot h \cdot b^2 =$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

**Posouzení MSP:** účinná délka:  $l = 5,830$  m Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):  $I = 0,0001775$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0077$  m .... prostý nosník

**Okamžitý průhyb:**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0042$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0078$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0120$  m  $\leq l/300 = 0,0194$  m => **Vyhovuje**

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0160$  m  $\leq l/250 = 0,0233$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

**Stropní trámy u objektu B po provedení navržených úprav budou vyhovovat z hlediska mezního stavu únosnosti a použitelnosti.**

## Objekt B – rákosníky

### Rákosník – 160/180 - objekt B – zavěšen v 1/2 rozpětí:

#### Materiály:

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** **Třída 1** =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: **dřevo:**  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: **dřevo:**  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

#### Zatížení:

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 4,4$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 4,5$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

#### Geometrie trámu:

**Výška:**  $h = 0,18$  m **Šířka:**  $b = 0,16$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0009$  m<sup>3</sup>

#### Posouzení MSÚ:

napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $5,21$  MPa **0,40**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,34$  MPa **0,16**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

#### Posouzení MSP:

**účinná délka:**  $l = 4,050$  m **Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):**  $I = 0,0000778$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0041$  m .... prostý nosník  
**Okamžitý**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0066$  m  
**průhyb:**  $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 **$w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0066$  m  $\leq l/300 = 0,0135$  m => Vyhovuje**

**Konečný**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
**průhyb:**  $w_{net,fin} = 0,0106$  m  $\leq l/250 = 0,0162$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

**Původní rákosník - 160/180 - objekt B (50% zatížení) – kratší rozpětí:**

**Materiály:**

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** **Třída 1** =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: **dřevo:**  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: **dřevo:**  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 3,05$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 4,4$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

**Geometrie trámu:**

**Výška:**  $h = 0,18$  m **Šířka:**  $b = 0,16$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0009$  m<sup>3</sup>

**Posouzení MSÚ:** napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
**Ohyb**  $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $5,09$  MPa **0,39**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,24$  MPa **0,11**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

**Posouzení MSP:** účinná délka:  $l = 5,830$  m Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):  $I = 0,0000778$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0176$  m .... prostý nosník

**Okamžitý průhyb:**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0135$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,W} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0135$  m  $\leq l/300 = 0,0194$  m => **Vyhovuje**

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1 + \psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1 + \psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0217$  m  $\leq l/250 = 0,0233$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

**Příloška k rákosníku - 100/220 - objekt B (50 % zatížení) – kratší rozpětí:**

**Materiály:**

**Třída pevnosti dřeva:** **C24** => *Jehličnaté dřevo*  
**Třída provozu:** **Třída 1** =>  $k_{def} = 0,6$  -  $k_{mod} = 0,7$  -  
 char. pevnost v ohybu:  $f_{m,k} = 24,00$  MPa char. pevnost ve smyku:  $f_{v,k} = 4,00$  MPa  
 Materiálový součinitel: **dřevo:**  $\gamma_M = 1,3$   
 Návrhové hodnoty: **dřevo:**  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  MPa  
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,15$  MPa  
 $E_{0,mean} = 11$  GPa

**Zatížení:**

**Posouvací síla:**  $V_{Ed} = 3,05$  kN  
**Ohybový moment:**  $M_{Ed} = 4,4$  kN·m **Krouticí moment:**  $M_{tor,d} = 0$  kN·m

**Geometrie trámu:**

**Výška:**  $h = 0,22$  m **Šířka:**  $b = 0,10$  m Průřez. modul ( $\text{mm}^3$ ):  $W = 0,0008$  m<sup>3</sup>

**Posouzení MSÚ:**

**Ohyb** napětí (MPa) Podmínka návrhové hodnoty:  
 $\sigma = M_{Ed} / W =$  pevnosti v ohybu  $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$   
 $5,45$  MPa **0,42**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Smyk**  $t_{v,d} = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$  pevnosti ve smyku  $t_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$   
 $0,31$  MPa **0,14**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**  
**Kroucení**  $\tau_{tor,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$  pevnosti v kroucení  $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1,0$   
 $\cdot h \cdot b^2 =$   $0,00$  MPa **0,00**  $\leq$  **1,0** => **Vyhovuje**

**Posouzení MSP:**

**účinná délka:**  $l = 5,830$  m **Mom. Setrvač. ( $\text{mm}^4$ ):**  $I = 0,0000887$  m<sup>4</sup>  
 $w_{ref} = 5 \cdot g_{ref} \cdot l^4 / (384 \cdot EI) = 0,0154$  m .... prostý nosník  
**Okamžitý průhyb:**  $w_{inst,G} = g_k \cdot w_{ref} = 0,0119$  m  
 $w_{inst,Q} = q_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = s_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{inst,S} = w_k \cdot w_{ref} = 0,0000$  m  
 $w_{2,inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} + w_{inst,S} + w_{inst,W} = 0,0119$  m  $\leq l/300 = 0,0194$  m => **Vyhovuje**

**Konečný průhyb:**  $w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1+k_{def}) + w_{inst,Q} \cdot (1+\psi_{2,Q} \cdot k_{def}) + w_{inst,S} \cdot (1+\psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{inst,W} \cdot (1+\psi_{2,W} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 0,0190$  m  $\leq l/250 = 0,0233$  m => **Vyhovuje**

**=> Navržený průřez vyhovuje**

## 10. Závěr

Předložený stavebně technický průzkum a statické posouzení se zabývají návrhem a posouzením sanace nosné konstrukce stropu objektu staré radnice v Přelouči, okres Pardubice.

Posuzované stavební konstrukce jsou na základě předloženého statického posudku hodnoceny jako staticky vyhovující.



V Praze 6/2017

Ing. Jan Kubát, Ing. Pavel Veverka, Ing. Jan Vinař