



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta stavební

Katedra pozemních staveb

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
**PŘÍLOHA Č.2 – stavebně konstrukční řešení**

**Dřevostavba administrativní budovy**

**Office building based on timber structure**

**Martin Adolf**

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

**Praha, 2019**



# Obsah

1.	Výpočet zatížení pro hlavní nosnou konstrukci .....	4
1.1.	Stálé zatížení .....	4
1.1.1.	Střešní plášť .....	4
1.1.2.	Obvodový plášť .....	4
1.1.3.	Podlaha 2.NP – keramická dlažba .....	4
1.1.4.	Podlaha 2.NP – linoleum .....	5
1.1.5.	Prosklený plášť .....	5
1.1.6.	Slunolam .....	5
1.2.	Proměnné zatížení .....	5
1.2.1.	Sníh .....	5
1.2.2.	Vítr .....	6
1.2.3.	Užitné zatížení .....	9
2.	Statický návrh vybraných prvků hlavní nosné konstrukce .....	10
2.1.	Výpočetní část objektu .....	10
2.2.	Návrh a posouzení prvků – model A .....	11
2.2.1.	Vnitřní síly a průhyby .....	11
2.2.2.	Sloup .....	15
2.2.3.	Průvlak – dolní .....	17
2.2.4.	Průvlak – horní .....	19
2.2.5.	Průvlak – atrium .....	21
2.3.	Návrh a posouzení prvků – model E .....	24
2.3.1.	Vnitřní síly a průhyby .....	24
2.3.2.	Sloup .....	28
2.3.3.	Průvlak – dolní .....	30
2.3.4.	Průvlak – horní .....	32
2.3.5.	Průvlak – atrium .....	34

3.	Statický výpočet jednotlivých modelů trámových stropních konstrukcí.....	37
3.1.	Návrh a posouzení prvků – KVH á 625 mm .....	37
3.1.1.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP .....	37
3.1.2.	Strop nad 1.NP .....	38
3.1.3.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP .....	40
3.1.4.	Strop nad 2.NP .....	41
3.2.	Návrh a posouzení prvků – KVH á 312,5 mm .....	43
3.2.1.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP .....	43
3.2.2.	Strop nad 1.NP .....	44
3.2.3.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP .....	46
3.2.4.	Strop nad 2.NP .....	47
3.3.	Návrh a posouzení prvků – Steico á 400 mm .....	49
3.3.1.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP .....	49
3.3.2.	Strop nad 1.NP .....	50
3.3.3.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP .....	51
3.3.4.	Strop nad 2.NP .....	52
3.4.	Návrh a posouzení prvků – Steico á 312,5 mm .....	54
3.4.1.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP .....	54
3.4.2.	Strop nad 1.NP .....	55
3.4.3.	Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP .....	57
3.4.4.	Strop nad 2.NP .....	58
4.	Seznam použité literatury.....	60
4.1.	Normy .....	60
4.2.	Literatura .....	60
5.	Seznam tabulek .....	60
6.	Seznam obrázků .....	61

# 1. Výpočet zatížení pro hlavní nosnou konstrukci

## 1.1. Stálé zatížení

### 1.1.1. Střešní plášť

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
zásyp z těžného štěrku	0,05	17	0,85
separační vrstva – geotextílie	-	-	-
2x asfaltový hydroizolační pás	0,008	11	0,09
spádová vrstva – EPS 200	0,2	0,35	0,07
konstantní vrstva – EPS 200	0,1	0,35	0,04
parozábrana	-	-	-
základ z OSB desky	0,022	6	0,13
stropní trámy + TI (min. vata)	0,24	-	0,35
základ z OSB desky	0,012	6	0,07
TI – minerální vata	0,06	0,8	0,05
podhled	-	-	0,03
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>1,675 kN/m<sup>2</sup></b>

### 1.1.2. Obvodový plášť

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
základ z OSB desky	0,022	6	0,13
sloupky + TI (min. vata)	0,2	-	0,29
rošt + TI (min. vata)	0,14	-	0,19
difuzní folie	-	-	-
diagonální rošt	0,06	0,18	0,01
dřevěné obložení	0,025	4,1	0,1
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>0,723 kN/m<sup>2</sup></b>

### 1.1.3. Podlaha 2.NP – keramická dlažba

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
keramická dlažba	0,009	22	0,2
lepidlo na dlažbu	-	-	0,04
desky CETRIS - 2 vrstvy křížem	0,024	13	0,31
TI – minerální vata	0,05	1,5	0,08
základ z OSB desky	0,022	6	0,13
stropní trámy + TI (min. vata)	0,24	-	0,34
základ z OSB desky	0,012	6	0,07
TI – minerální vata	0,06	0,8	0,05
podhled	-	-	0,03
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>1,252 kN/m<sup>2</sup></b>

### 1.1.4. Podlaha 2.NP – linoleum

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
linoleum	0,003	12	0,04
pružná vrstva	-	-	-
desky CETRIS - 2 vrstvy křížem	0,024	13	0,31
TI – minerální vata	0,05	1,5	0,08
základ z OSB desky	0,022	6	0,13
stropní trámy + TI (min. vata)	0,24	-	0,34
základ z OSB desky	0,012	6	0,07
TI – minerální vata	0,06	0,8	0,05
podhled	-	-	0,03
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>1,050 kN/m<sup>2</sup></b>

### 1.1.5. Prosklený plášť

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
výplň – sklo	-	-	0,24
rám okna – dřevo	-	-	0,3
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>0,54 kN/m<sup>2</sup></b>

### 1.1.6. Slunolam

	d [m]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
dřevěný rošt	-	-	0,49
		<b>Σg<sub>k</sub> =</b>	<b>0,492 kN/m<sup>2</sup></b>

## 1.2. Proměnné zatížení

### 1.2.1. Sníh

Vypočteno dle normy ČSN EN 1991-1-3.

sněhová oblast → II →  $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

typ krajiny → normální →  $C_e = 1$

tepelný součinitel →  $< 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  →  $C_t = 1$

tvarový součinitel střechy →  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  →  $\mu_i = 0,8$

výsledná hodnota zatížení →  $s = s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_i = 1,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ kN/m}^2$

## 1.2.2. Vítr

Vypočteno dle normy ČSN EN 1991-1-4.

větrná oblast  $\rightarrow$  II  $\rightarrow v_{b,0} = 1,0 \text{ m/s}$

součinitel směru větru  $\rightarrow c_{dir} = 1$

součinitel ročního období  $\rightarrow c_{season} = 1$

základní rychlost větru  $\rightarrow v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu  $\rightarrow$  III  $\rightarrow v_{b,0} = 1,0 \text{ m/s}$

součinitel expozice  $\rightarrow z = 7,75 \text{ m, kat. III} \rightarrow c_e(z) = 1,5$  (z grafu)

základní dynamický tlak větru  $\rightarrow q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 25^2 = 0,375 \text{ kN/m}^2$

maximální dynamický tlak větru  $\rightarrow q_b(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,5 \cdot 0,375 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

součinitelé tlaků a sil  $\rightarrow A > 10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$

tlak větru na vnější plochy  $\rightarrow w_e = q_b(z) \cdot c_{pe,10} = 0,56 \cdot c_{pe,10}$

a) příčný vítr

$d = 13,6 \text{ m}$   $h_p = 0,7 \text{ m}$

$b = 31,6 \text{ m}$   $h/d = 0,52$

$h = 7,1 \text{ m}$   $h_p/h = 0,1$

$e = \text{MIN}(b; 2h) \rightarrow \text{MIN}(31,6; 14,2) \rightarrow e = 14,2 \text{ m}$

1) oblasti stěny

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Tabulka 1 – hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro stěny – příčný vítr

$$A \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-1,2) = -0,675 \text{ kN/m}^2$$

$$B \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,8) = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$C \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,5) = -0,281 \text{ kN/m}^2$$

$$D \rightarrow w_e = 0,56 \cdot 0,743 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$E \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,385) = -0,217 \text{ kN/m}^2$$

2) oblasti střechy

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h = 0,025$							+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,05$							+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,10$							+ 0,2	
								- 0,2	

Tabulka 2 – hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro střechu – příčný vítr

$$F \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-1,2) = -0,675 \text{ kN/m}^2$$

$$G \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,8) = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$H \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,7) = -0,394 \text{ kN/m}^2$$

$$I \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (\pm 0,2) = \pm 0,11 \text{ kN/m}^2$$



b) podélný vítr

$$d = 31,6 \text{ m}$$

$$h_p = 0,7 \text{ m}$$

$$b = 13,6 \text{ m}$$

$$h/d = 0,22$$

$$h = 7,1 \text{ m}$$

$$h_p/h = 0,1$$

$$e = \text{MIN}(b; 2h) \rightarrow \text{MIN}(13,6; 14,2) \rightarrow e = 13,6 \text{ m}$$

1) oblasti stěny

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Tabulka 3 – hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro stěny – podélný vítr

$$A \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-1,2) = -0,675 \text{ kN/m}^2$$

$$B \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,8) = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$C \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,5) = -0,281 \text{ kN/m}^2$$

$$D \rightarrow w_e = 0,56 \cdot 0,7 = 0,394 \text{ kN/m}^2$$

$$E \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,385) = -0,169 \text{ kN/m}^2$$

2) oblasti střechy

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h = 0,025$	1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	

Tabulka 4 – hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro střechu – podélný vítr

$$F \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-1,2) = -0,675 \text{ kN/m}^2$$

$$G \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,8) = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$H \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (-0,7) = -0,394 \text{ kN/m}^2$$

$$I \rightarrow w_e = 0,56 \cdot (\pm 0,2) = \pm 0,11 \text{ kN/m}^2$$

### 1.2.3. Užiténé zatížení

Vypočteno dle normy ČSN EN 1991-1-1.

a) stropní konstrukce

*kategorie B – kancelářské budovy* →  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

b) přemístitelné příčky

*vlastní tíha příček do 1 kN/m* →  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$

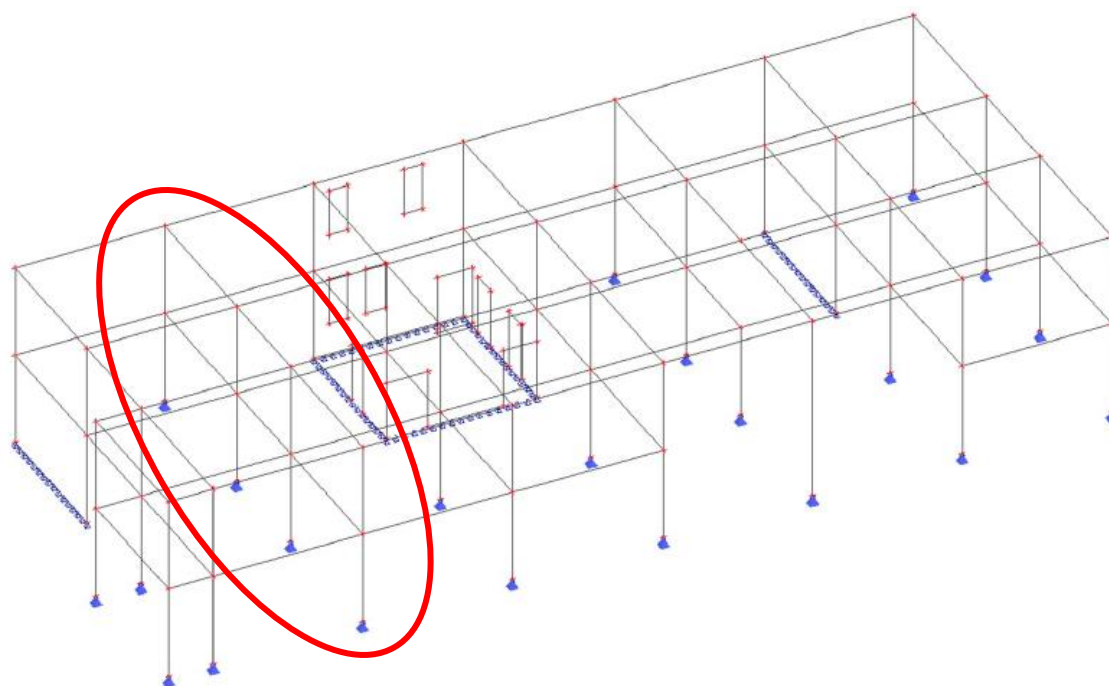
c) střešní plášť

*kategorie H – střechy nepřístupné, pouze servis* →  $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

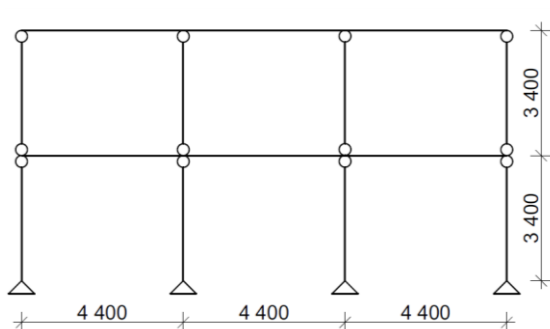
## 2. Statický návrh vybraných prvků hlavní nosné konstrukce

### 2.1. Výpočetní část objektu

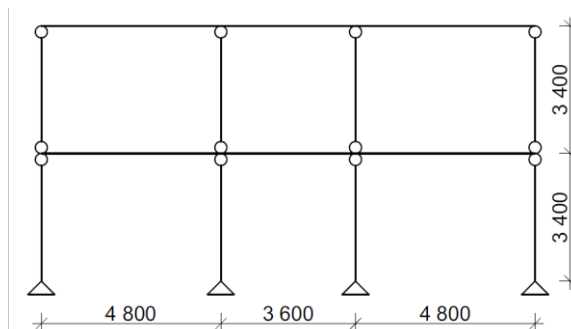
Na obrázku níže je označena část objektu, na které je proveden statický návrh a posouzení jednotlivých prvků – průvlaky a sloup. V modelu A (oddíl 2.2) jsou rozpory průvlaků stejné, a to 4,4 m (viz. Obrázek 2). V případě modelu E (oddíl 2.3) je rozpon v krajních polích 4,8 m a rozpon mezi středními sloupy je 3,6 m (viz. Obrázek 3).



Obrázek 1 – vybraná část objektu pro návrh



Obrázek 2 – rozměry navrhované části – model A



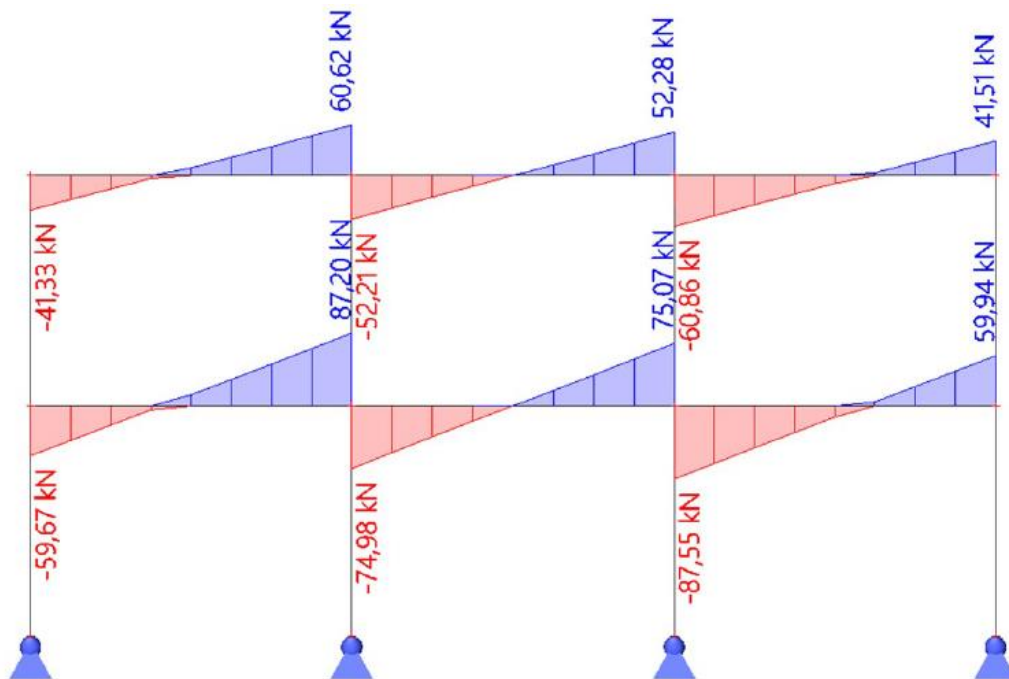
Obrázek 3 – rozměry navrhované části – model E

## 2.2. Návrh a posouzení prvků – model A

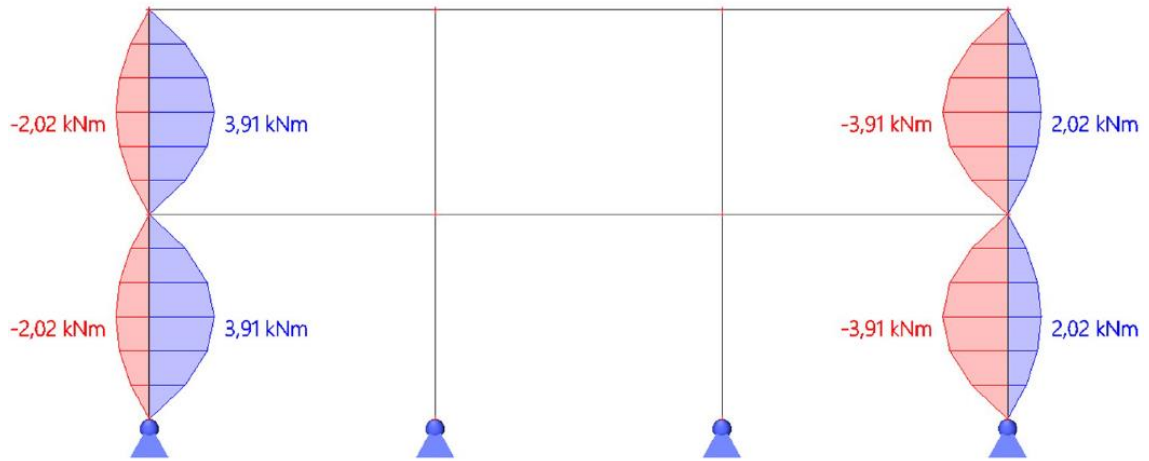
### 2.2.1. Vnitřní síly a průhyby



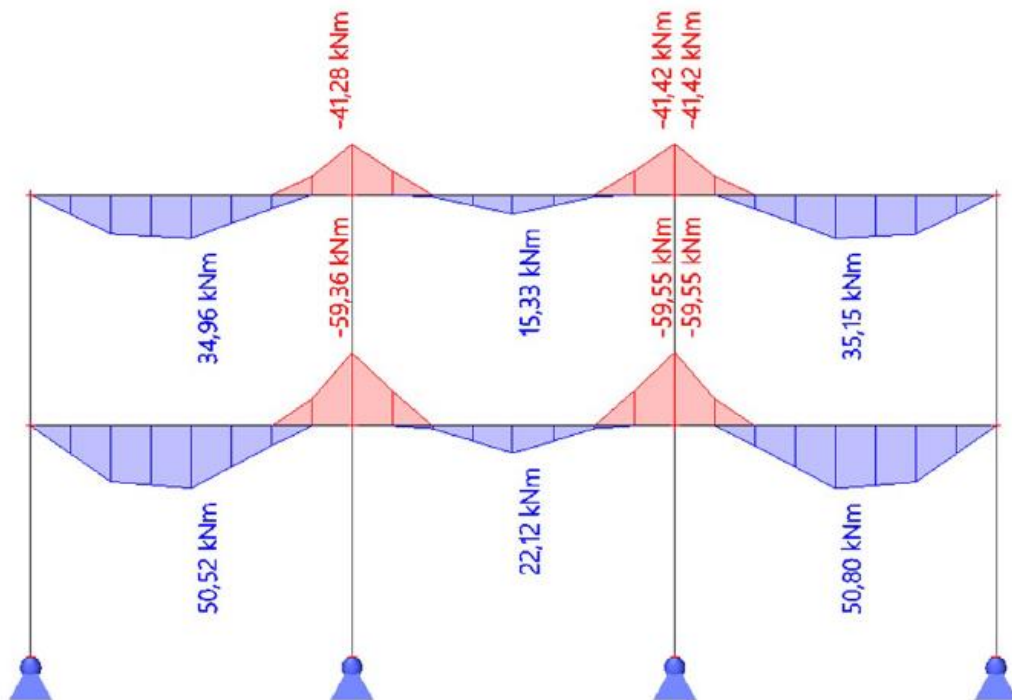
Obrázek 4 – normálové síly ve sloupech – model A



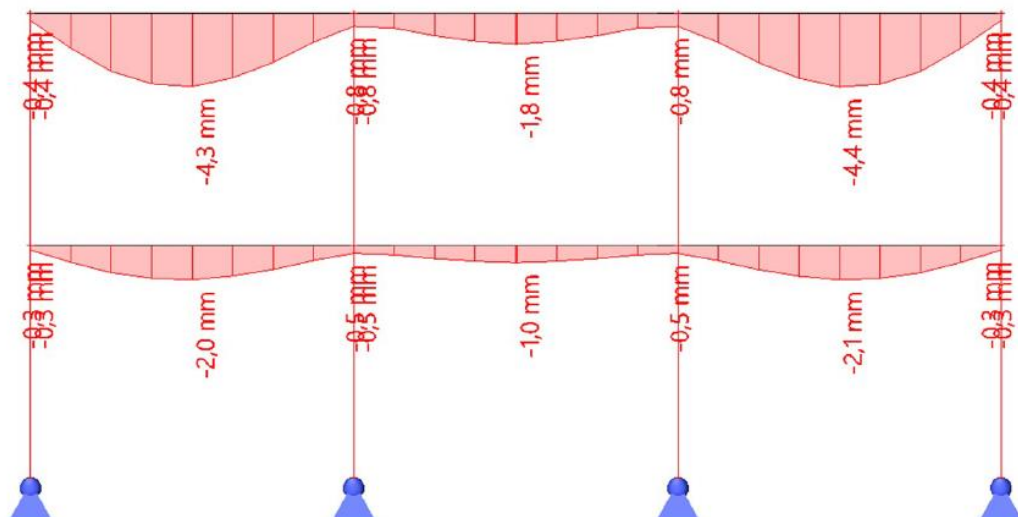
Obrázek 5 – posouvající síly na průvlacích – model A



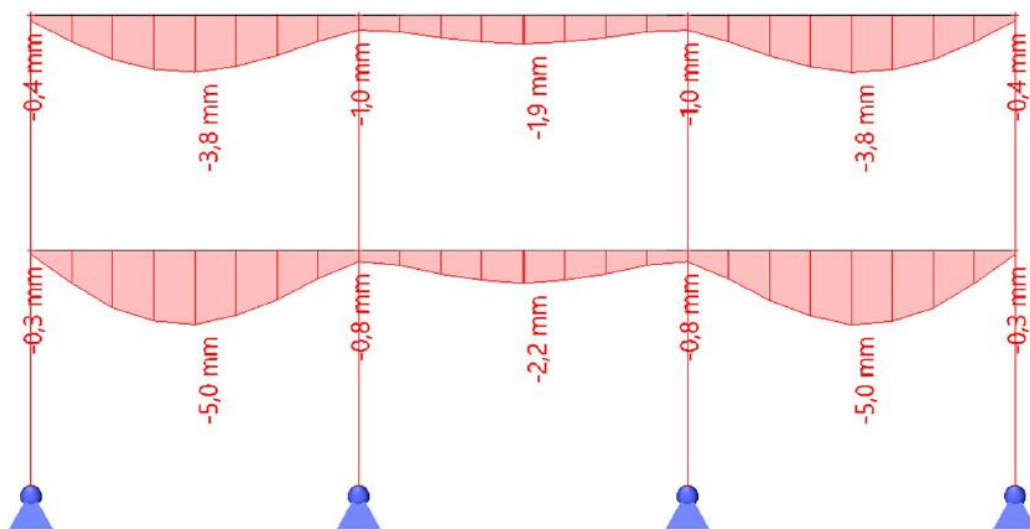
Obrázek 6 – ohybové momenty na sloupech – model A



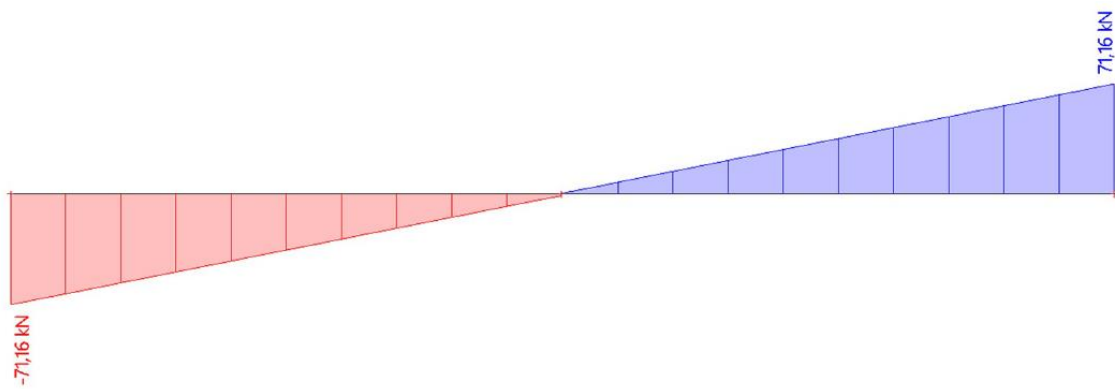
Obrázek 7 – ohybové momenty na průvlacích – model A



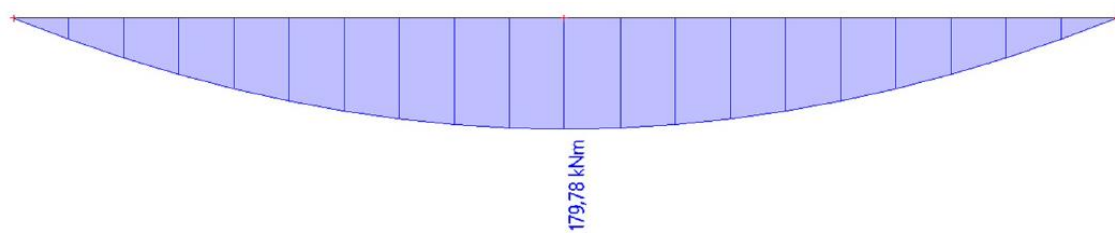
Obrázek 8 – průhyby na průvlacích od stálého zatížení – model A



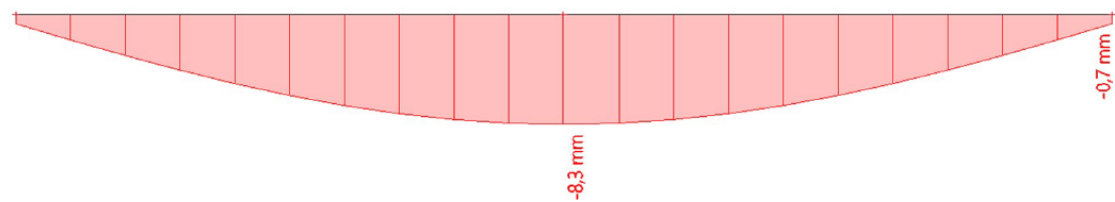
Obrázek 9 – průhyby na průvlacích od proměnného zatížení – model A



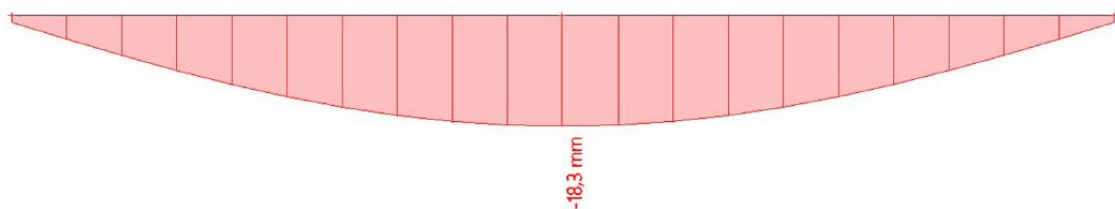
Obrázek 11 – posouvající síly na průvlaku v atriu – model A



Obrázek 12 – ohybový moment na průvlaku v atriu – model A



Obrázek 10 – průhyb od stálého zatížení na průvlaku v atriu – model A



Obrázek 13 – průhyb od proměnného zatížení na průvlaku v atriu – model A

## 2.2.2. Sloup

### Základní hodnoty a informace

$$N_{ed} = 287\,060\text{ N}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$M_{y,ed} = 3\,910\,000\text{ Nmm}$$

třída provozu = 1

$$f_{c,0,k} = 24\text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{m,k} = 28\text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$\gamma_M = 1,25 \quad (\text{lepené lamelové dřevo})$$

$$E_{0,05} = 10\,200\text{ MPa}$$

### Návrh

#### a) návrhové pevnosti v tlaku a ohybu

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{24}{1,25} = 11,52\text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44\text{ MPa}$$

#### b) návrh rozměru prvku

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} \quad \rightarrow \quad A = \frac{N_{ed}}{\sigma_{c,0,d}} = \frac{287\,060}{11,52} = 24\,918\text{ mm}^2$$

$$h = 200\text{ mm} \qquad b = 200\text{ mm}$$

$$A_{nt} = 200 \cdot 200 = 40\,000\text{ mm}^2 > A = 24\,918\text{ mm}^2$$

**Rozměry průřezu vyhovují.**

#### c) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 200^2 = 1\,333\,333\text{ mm}^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 200^3 = 133\,333\,333\text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{133\,333\,333}{40\,000}} = 58\text{ mm}$$



## Posouzení

a) normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{287\,060}{40\,000} = 7,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{3\,910\,000}{133\,333} = 2,93 \text{ MPa}$$

b) štíhlostí poměry

$$l_{ef} = \beta \cdot l = 1 \cdot 3400 = 3\,400 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3400}{58} = 58,9$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{10\,200}{58,9^2} = 29,03 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{29,03}} = 0,909$$

c) součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,1 \quad \rightarrow \quad \text{lepené lamelové dřevo}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,1 \cdot (0,909 - 0,3) + 0,909^2]$$

$$k = 0,944$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,944 + \sqrt{0,944^2 - 0,909^2}} = 0,835$$

d) posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad \rightarrow \quad \frac{7,18}{0,835 \cdot 11,52} + \frac{2,93}{13,44} = 0,964 < 1$$

**Prut na vzpěr a ohyb vyhovuje.**

## 2.2.3. Průvlak – dolní

### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 59\,550\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 87\,550 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (\text{GL28c})$$

$$\gamma_M = 1,25 \quad (\text{lepené lamelové dřevo})$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

### Návrh

#### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 380 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 380 = 76\,000 \text{ mm}^2$$

#### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 380^2 = 4\,813\,333 \text{ mm}^3$$

### Posouzení na ohyb

#### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

#### b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{59\,550\,000}{4\,813\,333} = 12,37 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí v průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 87\,550}{2 \cdot 76\,000} = 1,73 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

c) smykové napětí v přípoji s CLT stěnou

$$A = 76\,000 - (380 \cdot 15) = 70\,300 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 87\,550}{2 \cdot 70\,300} = 1,87 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 2,1 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 5,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4400}{350} = 12,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 2,1 + 5,0 = 7,1 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 12,5 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4400}{300} = 14,7 \text{ mm}$$

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

$$w_{net,fin} = 2,1 \cdot (1 + 0,6) + 5,0 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 9,3 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 14,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

## 2.2.4. Průvlak – horní

### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 41\,420\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 60\,860 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (GL28c)$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (GL28c)$$

$$\gamma_M = 1,25 \text{ (lepené lamelové dřevo)}$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

### Návrh

a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 320 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 320 = 64\,000 \text{ mm}^2$$

b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 320^2 = 3\,413\,333 \text{ mm}^3$$

### Posouzení na ohyb

a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{41\,420\,000}{3\,413\,333} = 12,31 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

**Posouzení na smyk**

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí v průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 60\,860}{2 \cdot 64\,000} = 1,43 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

c) smykové napětí v přípoji s CLT stěnou

$$A = 76\,000 - (320 \cdot 15) = 71\,200 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 87\,550}{2 \cdot 71\,200} = 1,84 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

**Posouzení na průhyb**

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 4,4 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 3,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4400}{350} = 12,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 4,4 + 3,8 = 8,2 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 12,5 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4400}{300} = 14,7 \text{ mm}$$

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

$$w_{net,fin} = 4,4 \cdot (1 + 0,6) + 3,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 11,5 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 14,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

## 2.2.5. Průvlak – atrium

### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 179\,780\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 71\,160 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (GL28c)$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (GL28c)$$

$$\gamma_M = 1,25 \text{ (lepené lamelové dřevo)}$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

### Návrh

a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 640 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 640 = 128\,000 \text{ mm}^2$$

b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 640^2 = 13\,653\,333 \text{ mm}^3$$

### Posouzení na ohyb

a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{179\,780\,000}{13\,653\,333} = 13,17 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 71\,160}{2 \cdot 128\,000} = 0,83 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 8,3 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 18,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{350} = \frac{9\,800}{300} = 32,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 8,3 + 18,3 = 26,6 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 32,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{9\ 800}{250} = 39,2 \text{ mm}$$

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

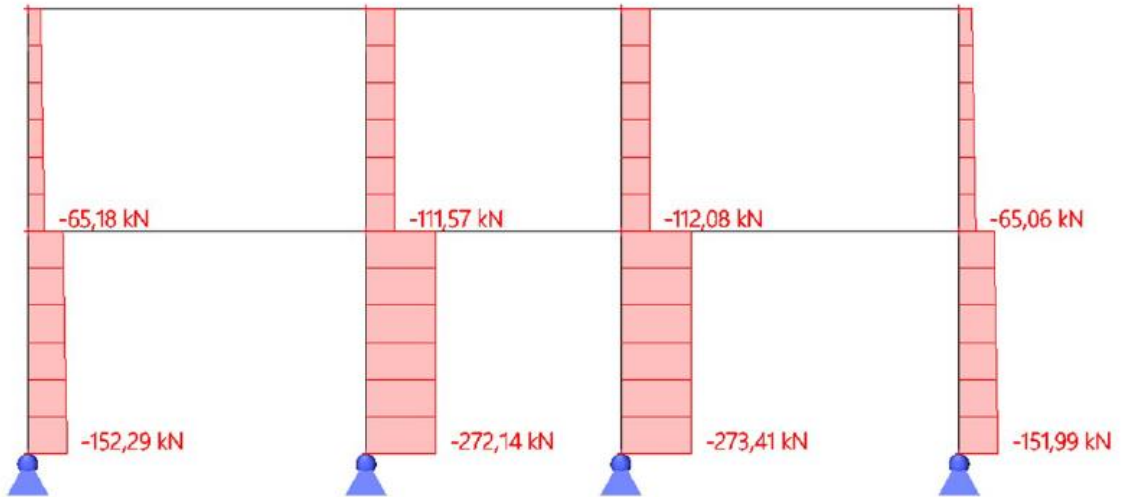
$$w_{net,fin} = 8,3 \cdot (1 + 0,6) + 18,3 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 34,9 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 39,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

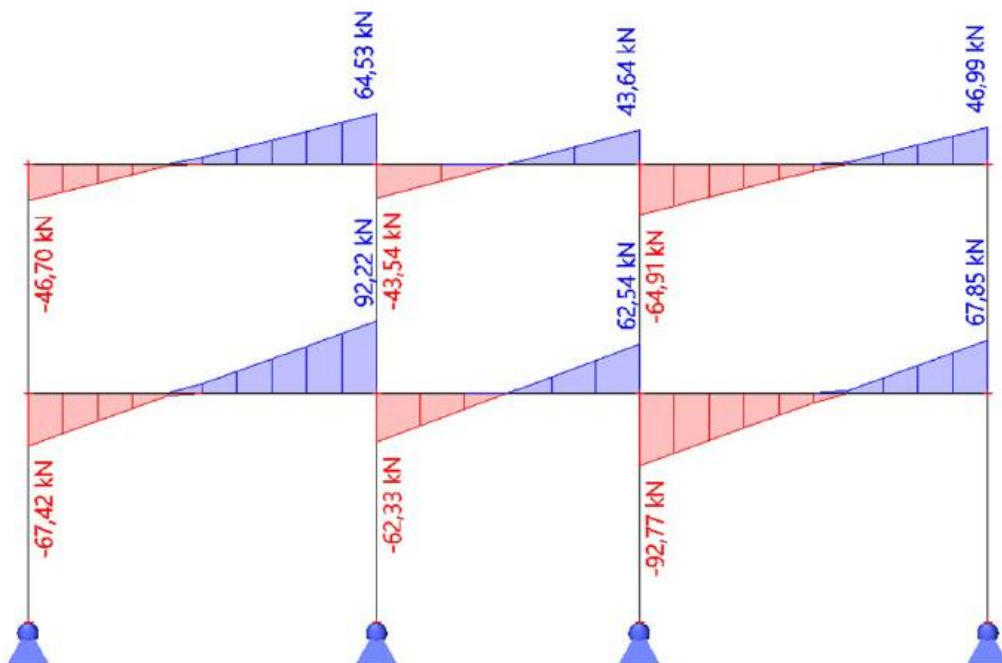


## 2.3. Návrh a posouzení prvků – model E

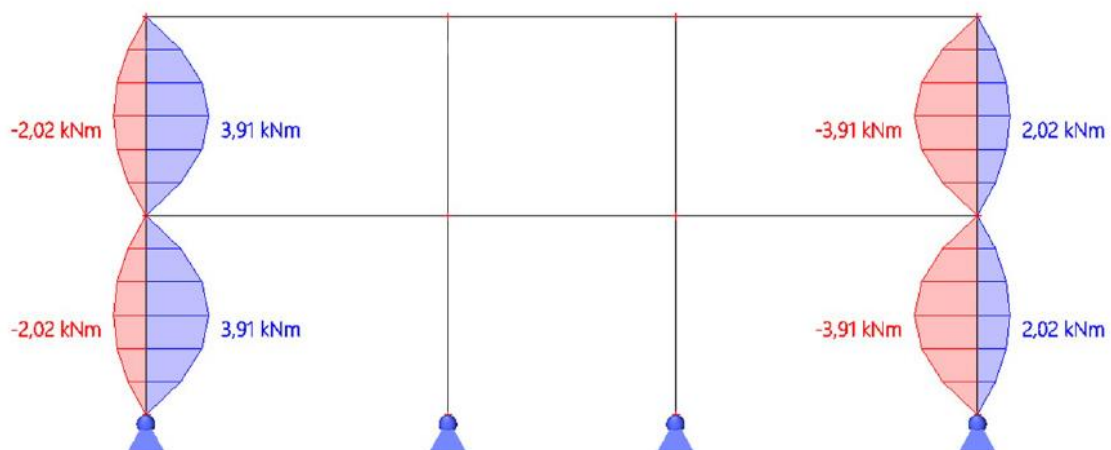
### 2.3.1. Vnitřní síly a průhyby



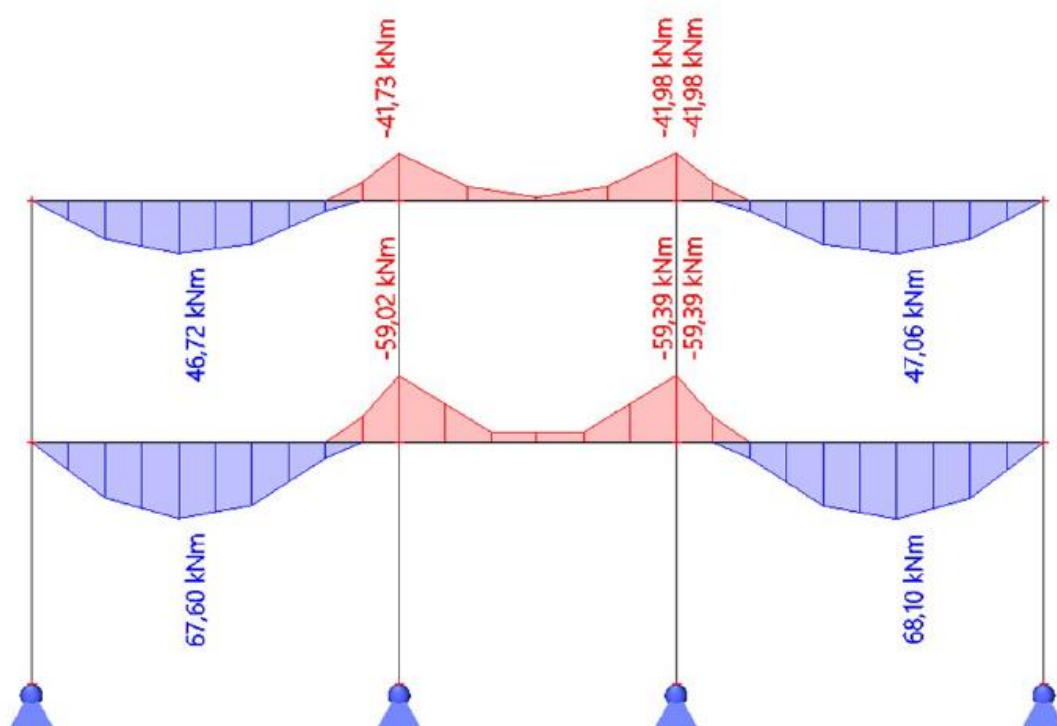
Obrázek 14 – normálové síly na sloupech – model E



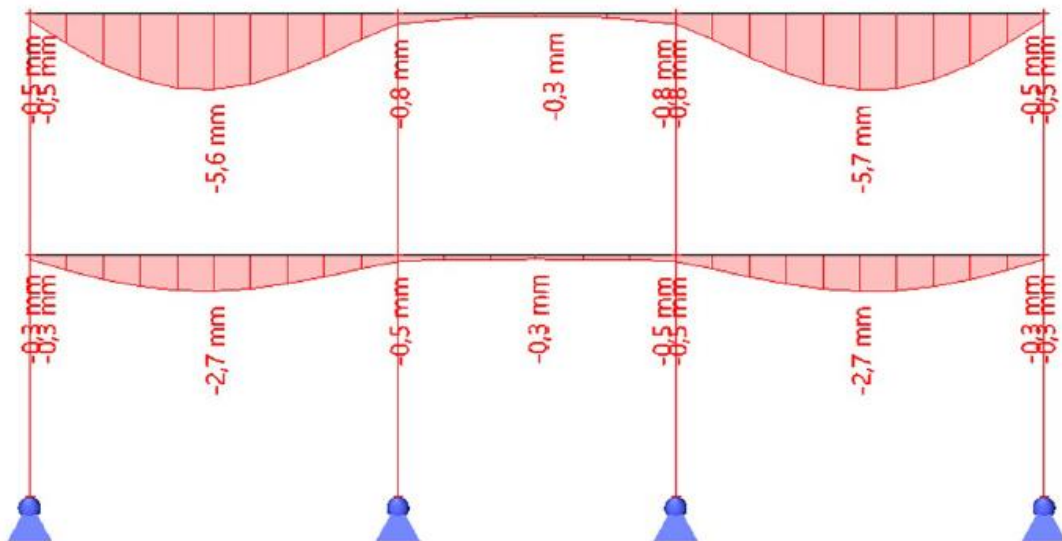
Obrázek 15 – posouvající síly na průvlacích – model E



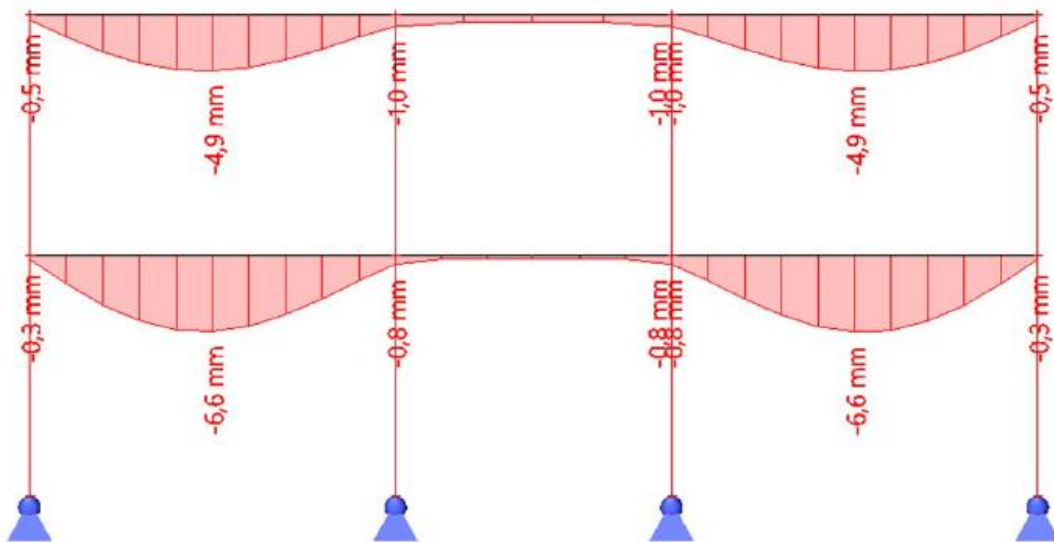
Obrázek 16 – ohybové momenty na sloupech – model E



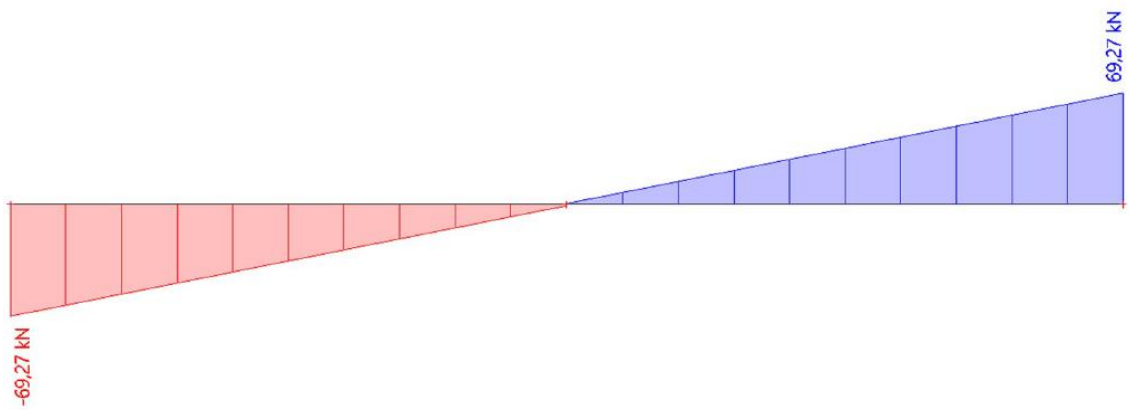
Obrázek 17 – ohybové momenty na průvlacích – model E



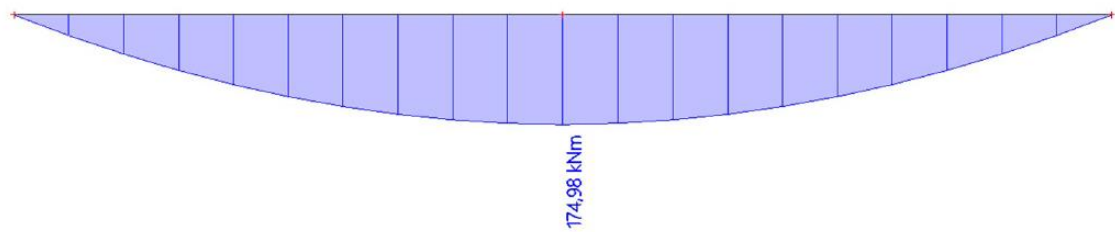
Obrázek 18 – průhyby na průvlacích od stálého zatížení – model E



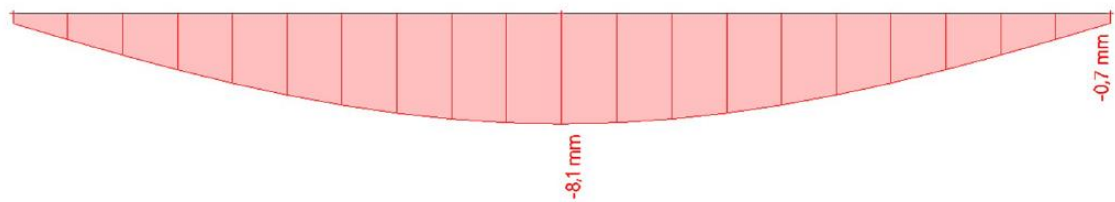
Obrázek 19 – průhyby na průvlacích od proměnného zatížení – model E



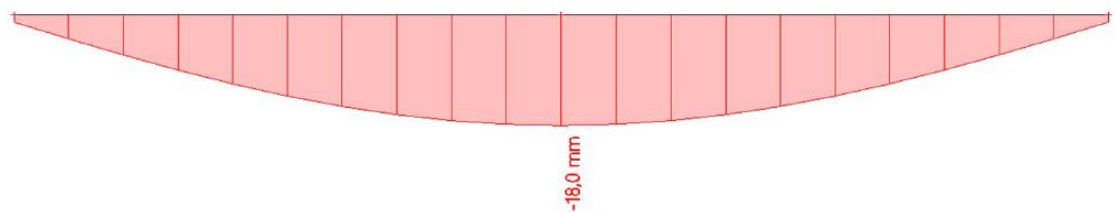
Obrázek 20 – posouvající síly na průvlaku v atriu – model E



Obrázek 21 – ohybový moment na průvlaku v atriu – model E



Obrázek 22 – průhyb od stálého zatížení na průvlaku v atriu – model E



Obrázek 23 – průhyb od proměnného zatížení na průvlaku v atriu – model E

## 2.3.2. Sloup

### Základní hodnoty a informace

$$N_{ed} = 273\,410\text{ N}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$M_{y,ed} = 3\,910\,000\text{ Nmm}$$

třída provozu = 1

$$f_{c,0,k} = 24\text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{m,k} = 28\text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$\gamma_M = 1,25 \quad (\text{lepené lamelové dřevo})$$

$$E_{0,05} = 10\,200\text{ MPa}$$

### Návrh

#### a) návrhové pevnosti v tlaku a ohybu

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{24}{1,25} = 11,52\text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44\text{ MPa}$$

#### b) návrh rozměru prvku

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} \quad \rightarrow \quad A = \frac{N_{ed}}{\sigma_{c,0,d}} = \frac{273\,410}{11,52} = 23\,734\text{ mm}^2$$

$$h = 200\text{ mm} \quad b = 200\text{ mm}$$

$$A_{nt} = 200 \cdot 200 = 40\,000\text{ mm}^2 > A = 23\,734\text{ mm}^2$$

**Rozměry průřezu vyhovují.**

#### c) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 200^2 = 1\,333\,333\text{ mm}^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 200^3 = 133\,333\,333\text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{133\,333\,333}{40\,000}} = 58\text{ mm}$$

## Posouzení

a) normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{273\,410}{40\,000} = 6,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{3\,910\,000}{133\,333} = 2,93 \text{ MPa}$$

b) štíhlostí poměry

$$l_{ef} = \beta \cdot l = 1 \cdot 3400 = 3\,400 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3400}{58} = 58,9$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{10\,200}{58,9^2} = 29,03 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{29,03}} = 0,909$$

c) součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,1 \quad \rightarrow \quad \text{lepené lamelové dřevo}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,1 \cdot (0,909 - 0,3) + 0,909^2]$$

$$k = 0,944$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,944 + \sqrt{0,944^2 - 0,909^2}} = 0,835$$

d) posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad \rightarrow \quad \frac{6,84}{0,835 \cdot 11,52} + \frac{2,93}{13,44} = 0,928 < 1$$

**Prut na vzpěr a ohyb vyhovuje.**

### 2.3.3. Průvlak – dolní

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 68\,100\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 92\,770 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (\text{GL28c})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (\text{GL28c})$$

$$\gamma_M = 1,25 \quad (\text{lepené lamelové dřevo})$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

#### Návrh

##### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 400 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 400 = 80\,000 \text{ mm}^2$$

##### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 400^2 = 5\,333\,333 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

##### b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{68\,100\,000}{5\,333\,333} = 12,77 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí v průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 92\,770}{2 \cdot 80\,000} = 1,74 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

c) smykové napětí v přípoji s CLT stěnou

$$A = 76\,000 - (400 \cdot 15) = 70\,000 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 87\,550}{2 \cdot 70\,000} = 1,88 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 2,7 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 6,6 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4800}{350} = 13,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 2,7 + 6,6 = 9,3 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 13,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**



b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

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

$$w_{net,fin} = 2,7 \cdot (1 + 0,6) + 6,6 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 12,1 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

### 2.3.4. Průvlak – horní

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 47\,060\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 64\,910 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (GL28c)$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (GL28c)$$

$$\gamma_M = 1,25 \text{ (lepené lamelové dřevo)}$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

#### Návrh

a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 340 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 340 = 68\,000 \text{ mm}^2$$

b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 340^2 = 3\,853\,333 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{47\,060\,000}{3\,853\,333} = 12,21 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### **Posouzení na smyk**

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí v průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 64\,910}{2 \cdot 68\,000} = 1,43 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

c) smykové napětí v přípoji s CLT stěnou

$$A = 76\,000 - (340 \cdot 15) = 70\,900 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 87\,550}{2 \cdot 70\,900} = 1,85 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### **Posouzení na průhyb**

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 5,7 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 4,9 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{350} = \frac{4800}{350} = 13,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 5,7 + 4,9 = 10,6 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 13,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

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

$$w_{net,fin} = 5,7 \cdot (1 + 0,6) + 4,9 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 14,9 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

### 2.3.5. Průvlak – atrium

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{z,ed} = 174\,980\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{y,ed} = 69\,270 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 28 \text{ MPa} \quad (GL28c)$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}^* \quad (GL28c)$$

$$\gamma_M = 1,25 \text{ (lepené lamelové dřevo)}$$

\* hodnota  $f_{v,k}$  je zvýšena z 2,7 MPa na 4,0 MPa z důvodu starých hodnot smykové pevnosti lepeného lamelového dřeva v tabulkách. Předěláno na základě konzultace s doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem.

#### Návrh

a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 640 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 200 \cdot 640 = 128\,000 \text{ mm}^2$$

b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 640^2 = 13\,653\,333 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{28}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{z,ed}}{W} = \frac{174\,980\,000}{13\,653\,333} = 12,82 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,44 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,2 = 134 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{y,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 69\,270}{2 \cdot 128\,000} = 0,81 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,92 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 8,1 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 18,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{9\,800}{300} = 32,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 8,1 + 18,0 = 26,1 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 32,7 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{9\,800}{250} = 39,2 \text{ mm}$$

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

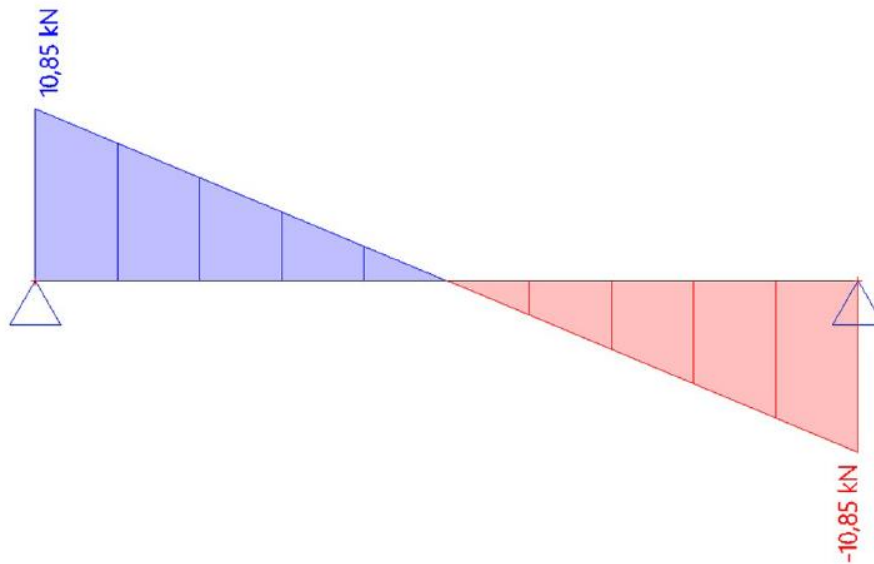
$$w_{net,fin} = 8,1 \cdot (1 + 0,6) + 18,0 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 34,2 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 39,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

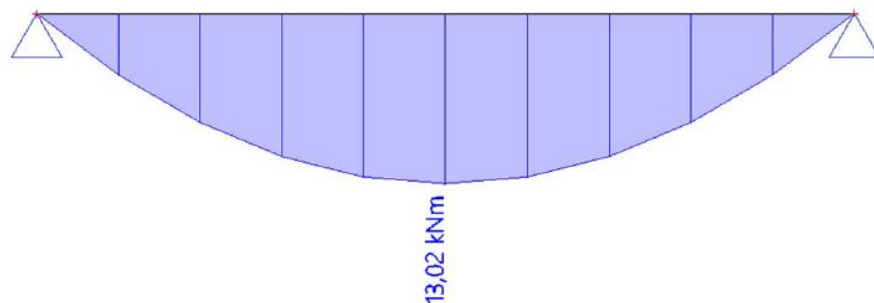
### 3. Statický výpočet jednotlivých modelů trámových stropních konstrukcí

#### 3.1. Návrh a posouzení prvků – KVH á 625 mm

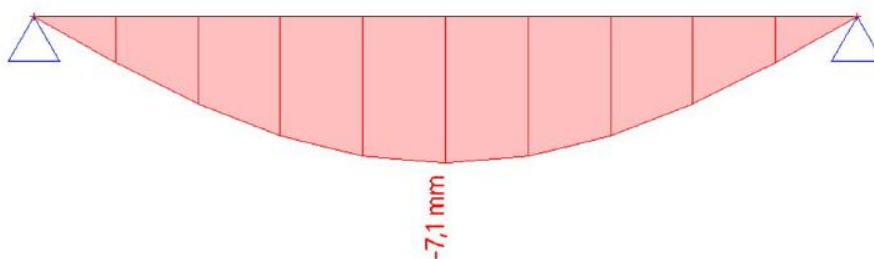
##### 3.1.1. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP



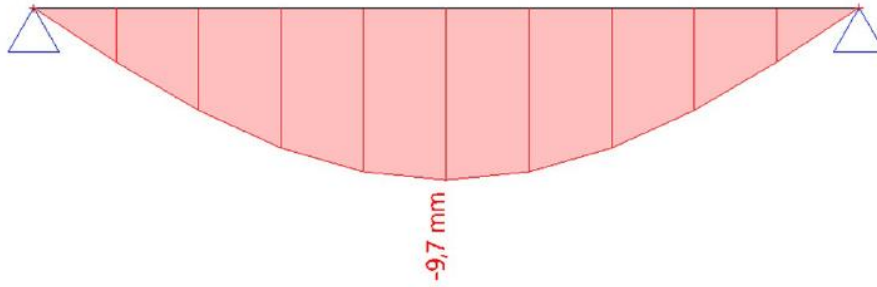
Obrázek 24 – KVH, á 625 mm – posouvající síly – nad 1.NP



Obrázek 25 – KVH, á 625 mm – ohybový moment – nad 1.NP



Obrázek 26 – KVH, á 625 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP



Obrázek 27 – KVH, á 625 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP

### 3.1.2. Strop nad 1.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 13\,020\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 10\,850 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (rostlé dřevo)}$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 140 \text{ mm} \quad h = 240 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 140 \cdot 240 = 33\,600 \text{ mm}^2$$

##### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 240^2 = 1\,344\,000 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{22}{1,3} = 10,15 \text{ MPa}$$

b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{13\,020\,000}{1\,344\,000} = 9,69 \text{ MPa} < f_{m,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

**Posouzení na smyk**

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 1,75 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,14 = 93,8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 10\,850}{2 \cdot 33\,600} = 0,48 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

**Posouzení na průhyb**

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 4,1 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 9,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 4,1 + 9,7 = 13,8 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**



b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

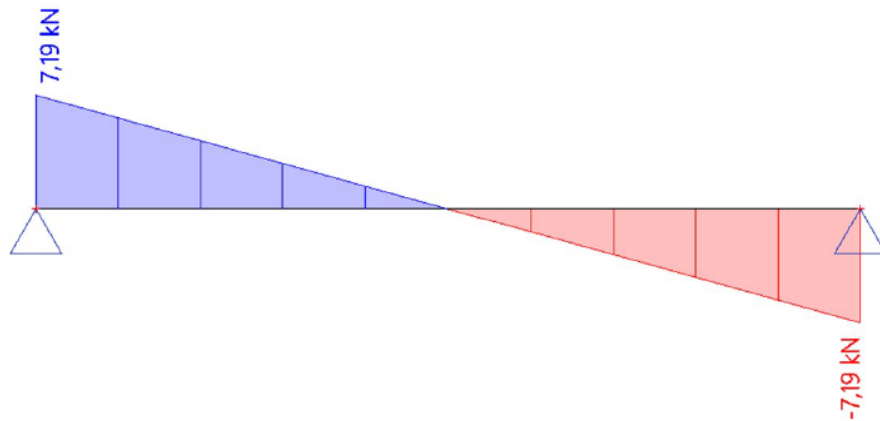
$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

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

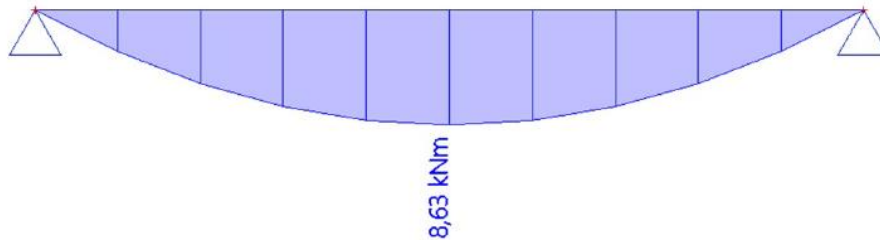
$$w_{net,fin} = 4,1 \cdot (1 + 0,6) + 9,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 18,0 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

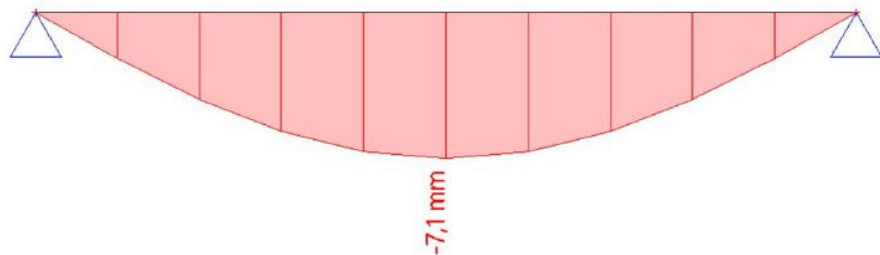
### 3.1.3. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP



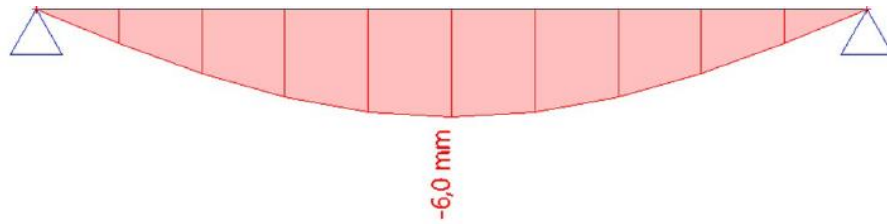
Obrázek 28 – KVH, á 625 mm – posouvající síly – nad 2.NP



Obrázek 29 – KM, á 625 mm – ohybový moment – nad 2.NP



Obrázek 30 – KVH, á 625 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 2.NP



Obrázek 31 – KVH, á 625 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP

### 3.1.4. Strop nad 2.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 8\,630\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 7\,190 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (rostlé dřevo)}$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 100 \text{ mm} \quad h = 240 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 100 \cdot 240 = 24\,000 \text{ mm}^2$$

##### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 240^2 = 960\,000 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{22}{1,3} = 10,15 \text{ MPa}$$

##### b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{8\,630\,000}{960\,000} = 8,99 \text{ MPa} < f_{m,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 1,75 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,1 = 67 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 7190}{2 \cdot 24000} = 0,45 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 7,1 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 6,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 7,1 + 6,0 = 13,1 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

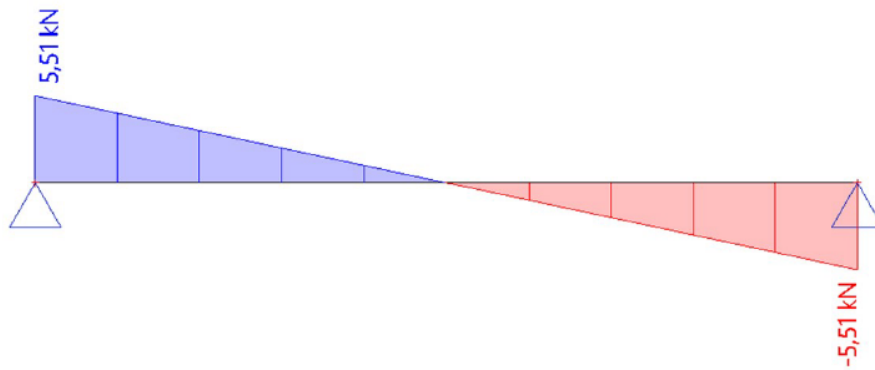
$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 7,1 \cdot (1 + 0,6) + 6,0 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 18,4 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

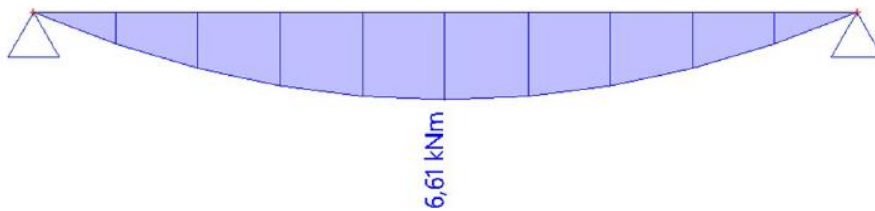
**Prut na průhyb vyhovuje.**

## 3.2. Návrh a posouzení prvků – KVH á 312,5 mm

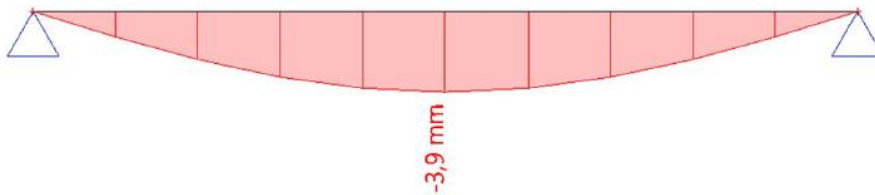
### 3.2.1. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP



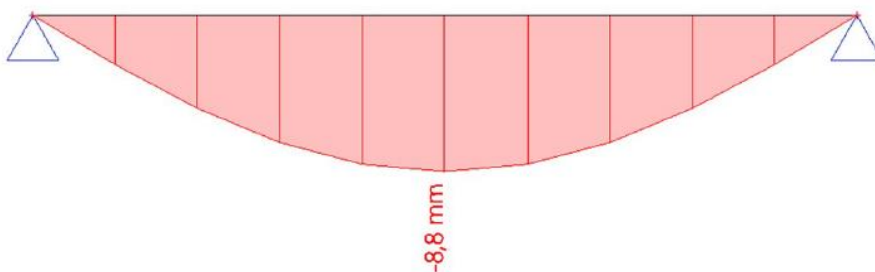
Obrázek 35 – KVH, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 1.NP



Obrázek 34 – KVH, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 1.NP



Obrázek 33 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP



Obrázek 32 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP

### 3.2.2. Strop nad 1.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 6\,610\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 5\,510 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (rostlé dřevo)}$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 100 \text{ mm} \quad h = 220 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 100 \cdot 220 = 22\,000 \text{ mm}^2$$

##### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 220^2 = 806\,667 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{22}{1,3} = 10,15 \text{ MPa}$$

##### b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{6\,610\,000}{806\,667} = 8,19 \text{ MPa} < f_{m,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 1,75 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,1 = 67 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 5\,510}{2 \cdot 22\,000} = 0,38 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 3,9 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 8,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 3,9 + 8,8 = 12,7 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

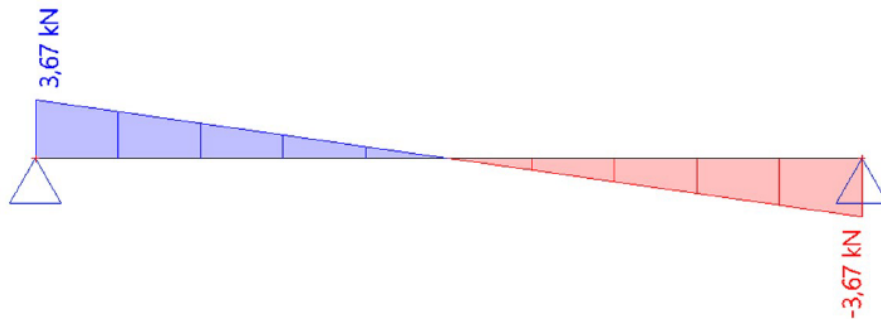
$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

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

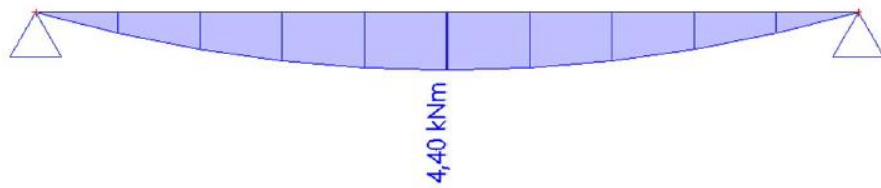
$$w_{net,fin} = 3,9 \cdot (1 + 0,6) + 8,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 16,6 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

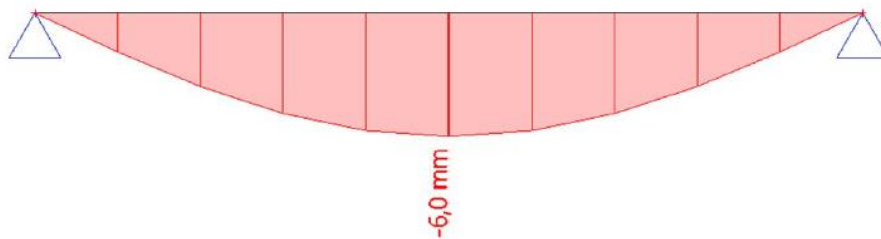
### 3.2.3. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP



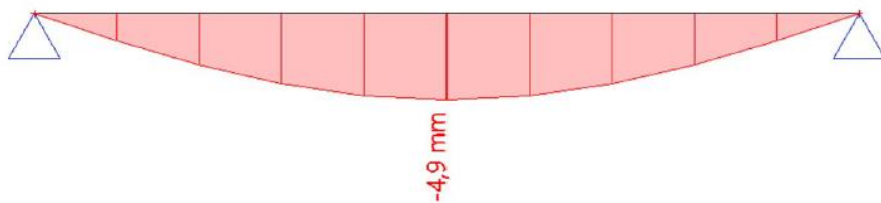
Obrázek 39 – KVH, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 2.NP



Obrázek 38 – KVH, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 2.NP



Obrázek 36 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od stálého – nad 2.NP



Obrázek 37 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od proměnného – nad 2.NP

### 3.2.4. Strop nad 2.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 4\,400\,000 \text{ Nmm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 3\,670 \text{ N}$$

třída provozu = 1

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$k_{mod} = 0,6$$

$$f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa} \quad (\text{C22})$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (rostlé dřevo)}$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměrů průvlaku

$$b = 80 \text{ mm} \quad h = 220 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A = b \cdot h = 80 \cdot 220 = 17\,600 \text{ mm}^2$$

##### b) statické parametry průřezu

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 80 \cdot 220^2 = 645\,333 \text{ mm}^3$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{22}{1,3} = 10,15 \text{ MPa}$$

##### b) normálové napětí za ohybu

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní netabilitě.

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W} = \frac{4\,400\,000}{645\,333} = 6,82 \text{ MPa} < f_{m,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**



### Posouzení na smyk

a) návrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 1,75 \text{ MPa}$$

b) smykové napětí

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 0,08 = 53,6 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 5\,510}{2 \cdot 17\,600} = 0,31 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 6,0 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 4,9 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 6,0 + 4,9 = 10,9 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

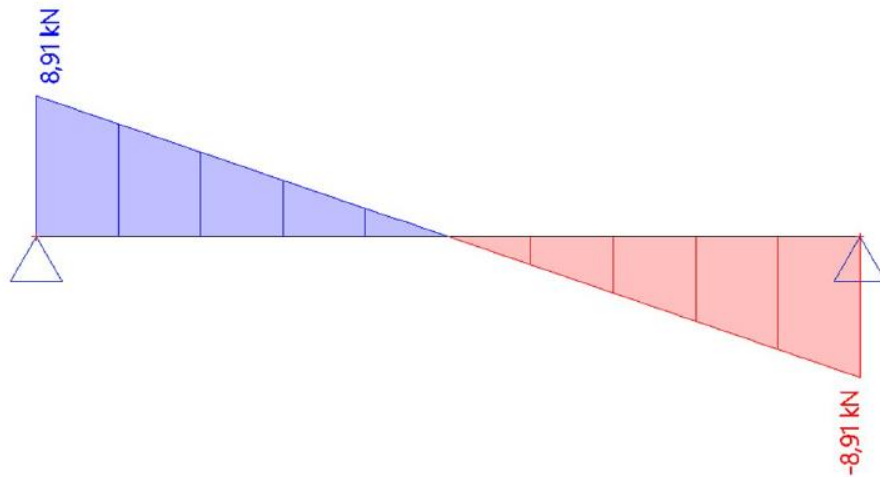
$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 6,0 \cdot (1 + 0,6) + 4,9 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 15,4 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

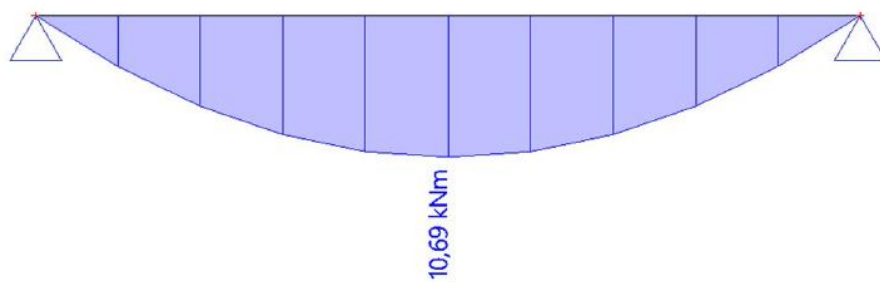
**Prut na průhyb vyhovuje.**

### 3.3. Návrh a posouzení prvků – Steico á 400 mm

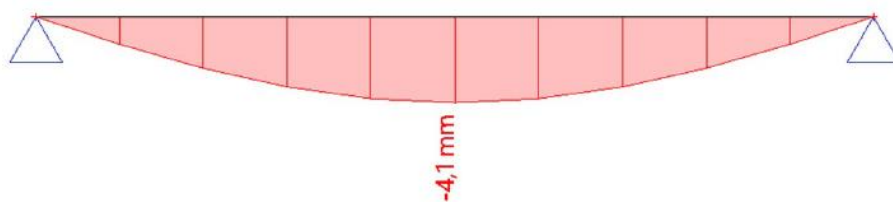
#### 3.3.1. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP



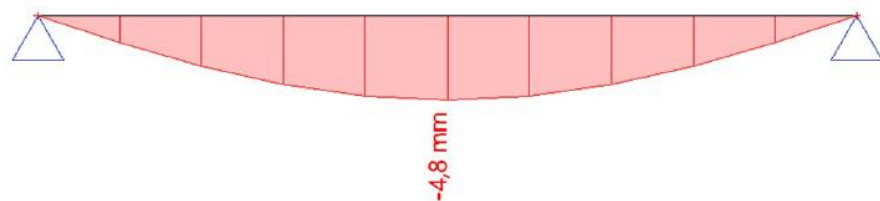
Obrázek 43 – Steico, á 400 mm – posouvající síly – nad 1.NP



Obrázek 40 – Steico, á 400 mm – ohybový moment – nad 1.NP



Obrázek 42 – Steico, á 400 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP



Obrázek 41 – Steico, á 400 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP

### 3.3.2. Strop nad 1.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 10,69 \text{ kNm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 8,91 \text{ kN}$$

třída provozu = 1

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,3$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměru nosníku

$$b = 90 \text{ mm} \quad h = 360 \text{ mm} \quad (\text{joist SJ90})$$

##### b) statické parametry průřezu

$$M_{Rk} = 27,51 \text{ kNm}$$

$$V_{Rk} = 20,13 \text{ kN}$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$M_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{27,51}{1,3} = 12,7 \text{ kNm} > M_{y,ed} = 10,69 \text{ kNm}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

#### Posouzení na smyk

##### a) únosnost ve smyku

$$V_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{20,13}{1,3} = 9,29 \text{ MPa} > V_{z,ed} = 8,91 \text{ kN}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

## Posouzení na průhyb

### a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

průhyb od stálého zatížení  $\rightarrow w_{1,inst} = 4,1 \text{ mm}$

průhyb od proměnného zatížení  $\rightarrow w_{2,inst} = 4,8 \text{ mm}$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 4,1 + 4,8 = 8,9 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

### b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

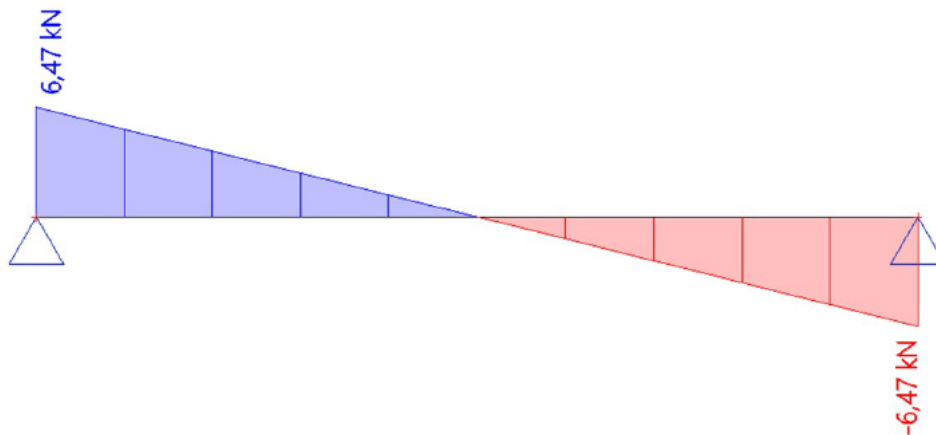
$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

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

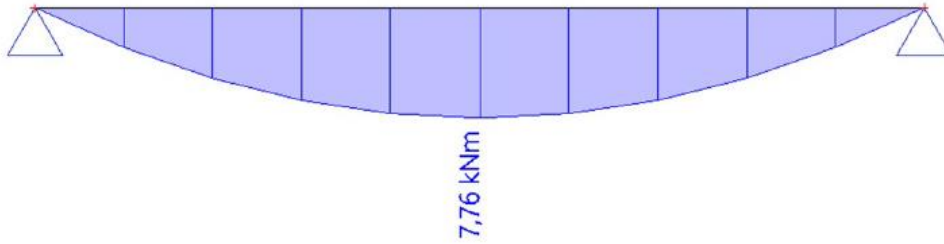
$$w_{net,fin} = 4,1 \cdot (1 + 0,6) + 4,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 12,2 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

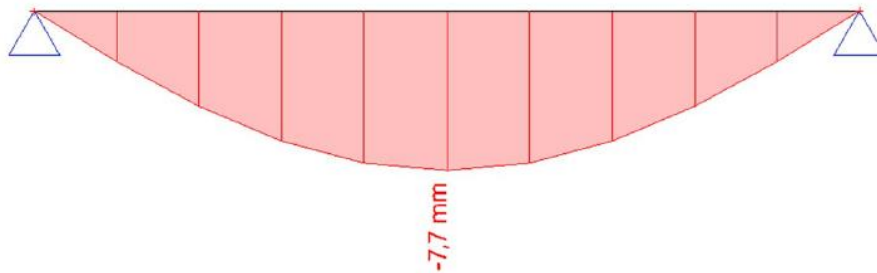
## 3.3.3. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP



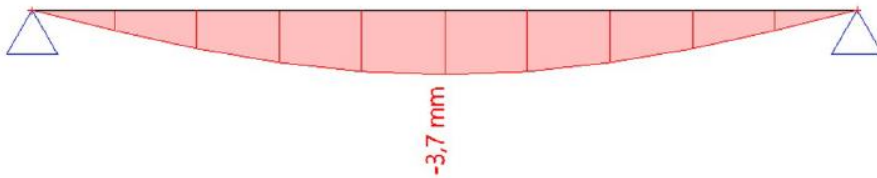
Obrázek 44 – Steico, á 400 mm – posouvající síly – nad 2.NP



Obrázek 45 – Steico, á 400 mm – ohybový moment – nad 2.NP



Obrázek 47 – Steico, á 400 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 2.NP



Obrázek 46 – Steico, á 400 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP

### 3.3.4. Strop nad 2.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 10,69 \text{ kNm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 8,91 \text{ kN}$$

třída provozu = 1

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,3$$

## Návrh

### a) návrh rozměru nosníku

$$b = 90 \text{ mm} \quad h = 280 \text{ mm} \quad (\text{joist SJ90})$$

### b) statické parametry průřezu

$$M_{Rk} = 21,38 \text{ kNm}$$

$$V_{Rk} = 17,44 \text{ kN}$$

## Posouzení na ohyb

### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$M_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{21,38}{1,3} = 9,87 \text{ kNm} > M_{y,ed} = 7,76 \text{ kNm}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

## Posouzení na smyk

### a) únosnost ve smyku

$$V_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{17,44}{1,3} = 8,05 \text{ MPa} > V_{z,ed} = 6,47 \text{ kN}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

## Posouzení na průhyb

### a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\text{průhyb od stálého zatížení} \rightarrow w_{1,inst} = 7,7 \text{ mm}$$

$$\text{průhyb od proměnného zatížení} \rightarrow w_{2,inst} = 3,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 7,7 + 3,7 = 11,4 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

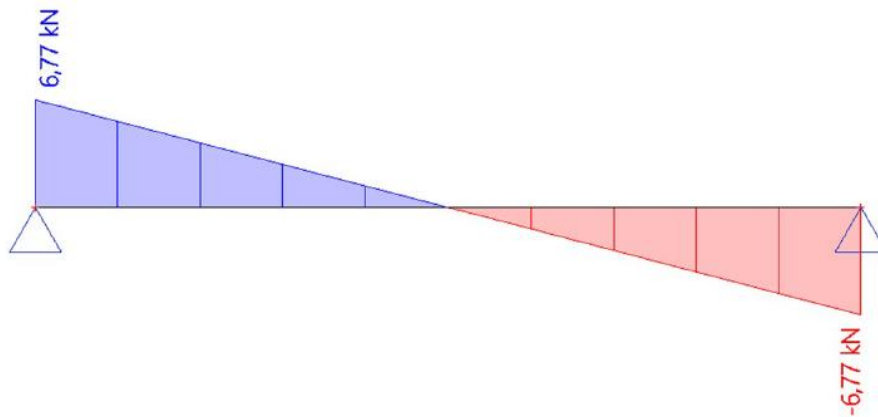
$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 7,7 \cdot (1 + 0,6) + 3,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 16,7 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

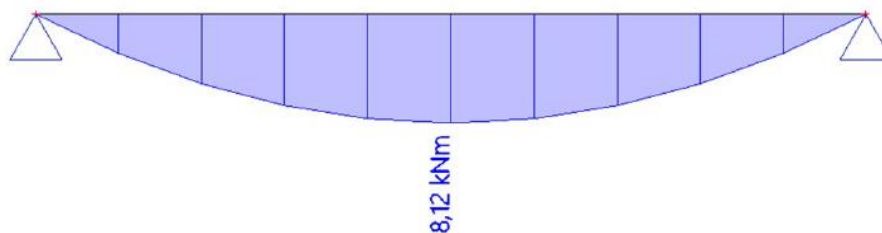
**Prut na průhyb vyhovuje.**

### 3.4. Návrh a posouzení prvků – Steico á 312,5 mm

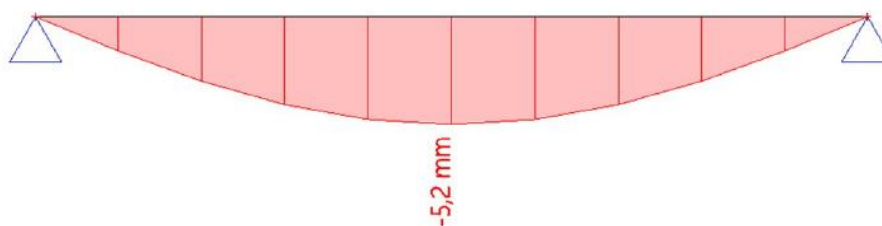
#### 3.4.1. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 1.NP



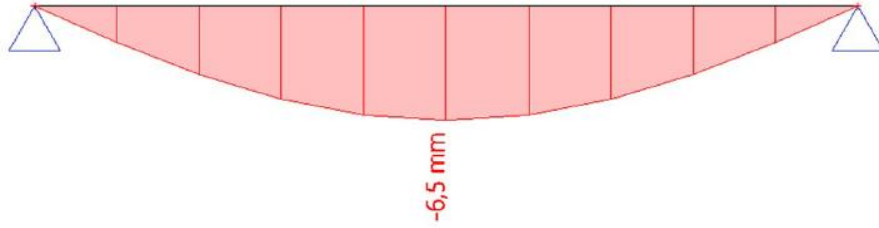
Obrázek 49 – Steico, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 1.NP



Obrázek 48 – Steico, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 1.NP



Obrázek 50 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP



Obrázek 51 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP

### 3.4.2. Strop nad 1.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 8,12 \text{ kNm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 6,77 \text{ kN}$$

třída provozu = 1

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,3$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměru nosníku

$$b = 90 \text{ mm} \quad h = 280 \text{ mm} \quad (\text{joist SJ90})$$

##### b) statické parametry průřezu

$$M_{Rk} = 21,38 \text{ kNm}$$

$$V_{Rk} = 17,44 \text{ kN}$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$M_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{21,38}{1,3} = 9,87 \text{ kNm} > M_{y,ed} = 8,12 \text{ kNm}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**



### Posouzení na smyk

#### a) únosnost ve smyku

$$V_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{17,44}{1,3} = 8,05 \text{ MPa} > V_{z,ed} = 6,77 \text{ kN}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

### Posouzení na průhyb

#### a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

*průhyb od stálého zatížení* →  $w_{1,inst} = 5,2 \text{ mm}$

*průhyb od proměnného zatížení* →  $w_{2,inst} = 6,5 \text{ mm}$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 5,2 + 6,5 = 11,7 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

#### b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

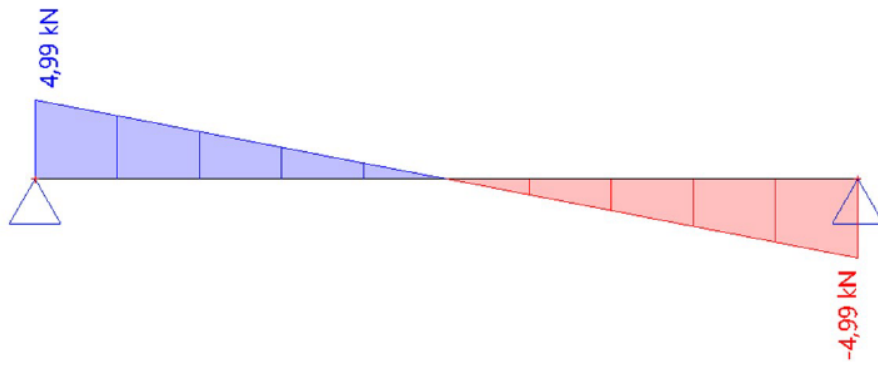
$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

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

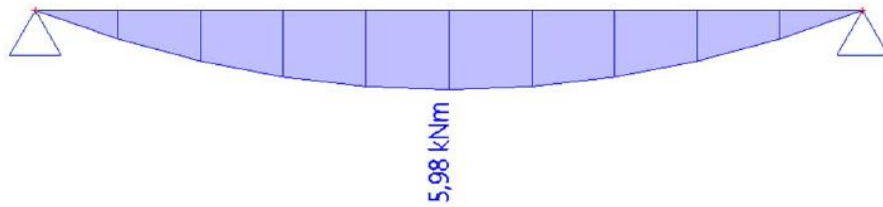
$$w_{net,fin} = 5,2 \cdot (1 + 0,6) + 6,5 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 16,0 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

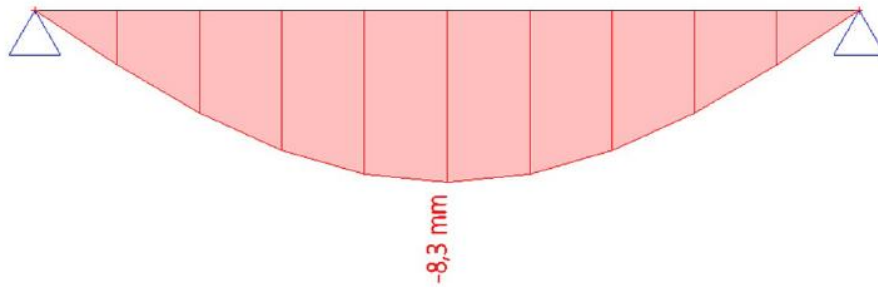
### 3.4.3. Vnitřní síly a průhyby – strop nad 2.NP



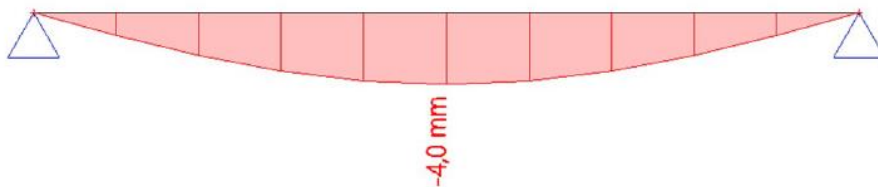
Obrázek 53 – Steico, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 2.NP



Obrázek 55 – Steico, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 2.NP



Obrázek 54 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení - nad 2.NP



Obrázek 52 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP

### 3.4.4. Strop nad 2.NP

#### Základní hodnoty a informace

$$M_{y,ed} = 5,98 \text{ kNm}$$

zatížení = stálé a dlouhodobé

$$V_{z,ed} = 4,99 \text{ kN}$$

třída provozu = 1

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,3$$

#### Návrh

##### a) návrh rozměru nosníku

$$b = 90 \text{ mm} \quad h = 240 \text{ mm} \quad (\text{joist SJ90})$$

##### b) statické parametry průřezu

$$M_{Rk} = 17,75 \text{ kNm}$$

$$V_{Rk} = 15,96 \text{ kN}$$

#### Posouzení na ohyb

##### a) návrhové pevnosti v ohybu

$$M_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{17,75}{1,3} = 8,19 \text{ kNm} > M_{y,ed} = 5,98 \text{ kNm}$$

**Prut na ohyb vyhovuje.**

#### Posouzení na smyk

##### a) únosnost ve smyku

$$V_{Rd} = k_{mod} \cdot \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{15,96}{1,3} = 7,37 \text{ MPa} > V_{z,ed} = 4,99 \text{ kN}$$

**Prut na smyk vyhovuje.**

## Posouzení na průhyb

### a) okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

průhyb od stálého zatížení  $\rightarrow w_{1,inst} = 8,3 \text{ mm}$

průhyb od proměnného zatížení  $\rightarrow w_{2,inst} = 4,0 \text{ mm}$

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 8,3 + 4,0 = 12,3 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 16 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

### b) konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

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

$$w_{net,fin} = 8,3 \cdot (1 + 0,6) + 4,0 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 18,0 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 19,2 \text{ mm}$$

**Prut na průhyb vyhovuje.**

## 4. Seznam použité literatury

### 4.1. Normy

[1] ČSN EN 1991-1-1. Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

[2] ČSN EN 1991-1-3. Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

[3] ČSN EN 1991-1-4. Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.

[4] ČSN EN 1995-1-1. Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.

[5] ČSN EN 1995-1-2. Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.

### 4.2. Literatura

[1] České vysoké učení technické v Praze. Ocelové a dřevěné konstrukce – řešené příklady. Editor T. Rotter. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT v Praze, 2009. 157 stran. ISBN 978-80-01-04398-1.

[2] STEICO Gruppe. Technická příručka – Nosníky [online]. Vydání: březen 2018 [cit. 4. 5. 2019]. Dostupné z: [https://www.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Konstruktionshefte/STEICO\\_Technicka\\_prirucka\\_Nosniky\\_cz\\_i.pdf](https://www.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Konstruktionshefte/STEICO_Technicka_prirucka_Nosniky_cz_i.pdf)

## 5. Seznam tabulek

Tabulka 1 - hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro stěny – příčný vítr .....	7
Tabulka 2 - hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro střechu – příčný vítr .....	7
Tabulka 3 - hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro stěny – podélný vítr.....	8
Tabulka 4 - hodnoty součinitele vnějšího tlaku pro střechu – podélný vítr.....	8

## 6. Seznam obrázků

Obrázek 1 – vybraná část objektu pro návrh .....	10
Obrázek 2 – rozměry navrhované části – model A.....	10
Obrázek 3 – rozměry navrhované části – model E .....	10
Obrázek 4 – normálové síly ve sloupech – model A .....	11
Obrázek 5 – posouvající síly na průvlacích – model A .....	11
Obrázek 6 – ohybové momenty na sloupech – model A .....	12
Obrázek 7 – ohybové momenty na průvlacích – model A .....	12
Obrázek 8 – průhyby na průvlacích od stálého zatížení – model A .....	13
Obrázek 9 – průhyby na průvlacích od proměnného zatížení – model A.....	13
Obrázek 10 – průhyb od stálého zatížení na průvlaku v atriu – model A.....	14
Obrázek 11 – posouvající síly na průvlaku v atriu – model A .....	14
Obrázek 12 – ohybový moment na průvlaku v atriu – model A.....	14
Obrázek 13 – průhyb od proměnného zatížení na průvlaku v atriu – model A.....	14
Obrázek 14 – normálové síly na sloupech – model E.....	24
Obrázek 15 – posouvající síly na průvlacích – model E.....	24
Obrázek 16 – ohybové momenty na sloupech – model E.....	25
Obrázek 17 – ohybové momenty na průvlacích – model E.....	25
Obrázek 18 – průhyby na průvlacích od stálého zatížení – model E.....	26
Obrázek 19 – průhyby na průvlacích od proměnného zatížení – model E.....	26
Obrázek 20 – posouvající síly na průvlaku v atriu – model E.....	27
Obrázek 21 – ohybový moment na průvlaku v atriu – model E.....	27
Obrázek 22 – průhyb od stálého zatížení na průvlaku v atriu – model E.....	27
Obrázek 23 – průhyb od proměnného zatížení na průvlaku v atriu – model E .....	27
Obrázek 24 – KVH, á 625 mm – posouvající síly – nad 1.NP .....	37
Obrázek 25 – KVH, á 625 mm – ohybový moment – nad 1.NP .....	37
Obrázek 26 – KVH, á 625 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP .....	37
Obrázek 27 – KVH, á 625 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP.....	38
Obrázek 28 – KVH, á 625 mm – posouvající síly – nad 2.NP .....	40
Obrázek 29 – KVH, á 625 mm – ohybový moment – nad 2.NP .....	40
Obrázek 30 – KVH, á 625 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 2.NP .....	40
Obrázek 31 – KVH, á 625 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP.....	41

Obrázek 32 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP.....	43
Obrázek 33 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP.....	43
Obrázek 34 – KVH, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 1.NP .....	43
Obrázek 35 – KVH, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 1.NP .....	43
Obrázek 36 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od stálého – nad 2.NP.....	46
Obrázek 37 – KVH, á 312,5 mm – průhyb od proměnného – nad 2.NP .....	46
Obrázek 38 – KVH, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 2.NP .....	46
Obrázek 39 – KVH, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 2.NP .....	46
Obrázek 40 – Steico, á 400 mm – ohybový moment – nad 1.NP.....	49
Obrázek 41 – Steico, á 400 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP .....	49
Obrázek 42 – Steico, á 400 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP.....	49
Obrázek 43 – Steico, á 400 mm – posouvající síly – nad 1.NP.....	49
Obrázek 44 – Steico, á 400 mm – posouvající síly – nad 2.NP.....	51
Obrázek 45 – Steico, á 400 mm – ohybový moment – nad 2.NP.....	52
Obrázek 46 – Steico, á 400 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP .....	52
Obrázek 47 – Steico, á 400 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 2.NP.....	52
Obrázek 48 – Steico, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 1.NP.....	54
Obrázek 49 – Steico, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 1.NP.....	54
Obrázek 50 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení – nad 1.NP.....	54
Obrázek 51 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 1.NP .....	55
Obrázek 52 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od proměnného zatížení – nad 2.NP .....	57
Obrázek 53 – Steico, á 312,5 mm – posouvající síly – nad 2.NP.....	57
Obrázek 54 – Steico, á 312,5 mm – průhyb od stálého zatížení - nad 2.NP.....	57
Obrázek 55 – Steico, á 312,5 mm – ohybový moment – nad 2.NP .....	57