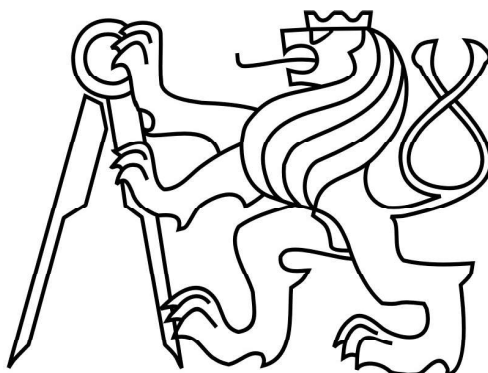


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB**



## **PŘÍLOHA 1**

### **STATICKÉ POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE KROVU**

Vypracoval:

Bc. David Smejkal

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Studijní program:

Stavební inženýrství

Studijní obor:

Konstrukce pozemních staveb

Praha 2023

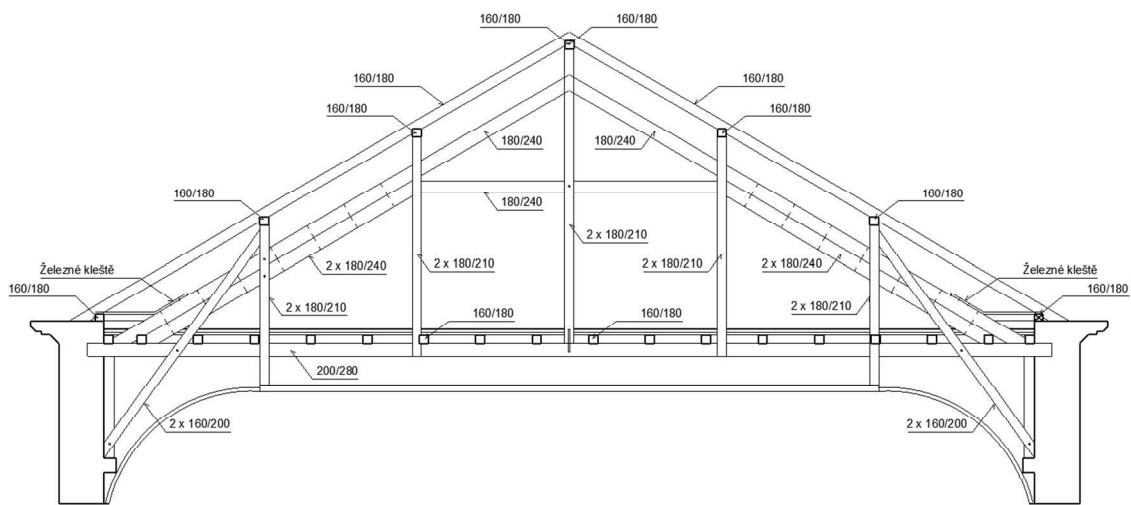
# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Výpočet zatížení.....</b>	<b>4</b>
2.1. Zatížení stálé .....	4
2.1.1. ZS1 – Vlastní tíha.....	4
2.1.2. ZS2 – Skladba střechy .....	4
2.1.3. ZS3 – Skladba půdní lávky.....	4
2.1.4. ZS4 – Skladba podhledu .....	5
2.2. Proměnné zatížení .....	5
2.2.1. ZS5 – UŽITNÉ ZATÍŽENÍ .....	5
2.2.2. ZS6 – SNÍH .....	6
2.2.3. ZS7 – VÍTR PODÉLNÝ (zleva – sání) .....	7
2.2.4. ZS8 – VÍTR PODÉLNÝ (zleva – tlak a sání).....	8
2.2.5. ZS9 – VÍTR PŘÍČNÝ (shora – sání) .....	9
2.2.6. ZS10 – VÍTR PŘÍČNÝ (shora – tlak a sání).....	10
<b>3. Zatěžovací stavy .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Kombinace .....</b>	<b>15</b>
<b>5. Vnitřní síly – jednotlivé kombinace.....</b>	<b>17</b>
<b>6. Posouzení dřevěných prvků krovu .....</b>	<b>25</b>
<b>7. Seznam tabulek .....</b>	<b>41</b>
<b>8. Seznam obrázků .....</b>	<b>41</b>

# 1. Úvod

Bude posouzena plná vazba krovu, která je vytvořena napříč velkým sálem. Plná vazba se skládá z vazného trámu, pěti řad sloupů, šikmých vzpěr, vaznic, pozednic, pásků, krokví, pomocného sloupku a pomocné šikmé vzpěry. Dimenze jednotlivých prvků plné vazby krovu jsou zobrazeny v Obrázku č. 1.

Jelikož nedošlo k provedení pevnostních zkoušek dřevěných prvků, bude ve výpočtu uvažována pevnostní třída C24 všech částí krovu.



Obrázek 1: Schéma krovu

## 2. Výpočet zatížení

### 2.1. Zatížení stálé

#### 2.1.1. ZS1 – Vlastní tíha

Vlastní tíha jednotlivých částí konstrukce je generována statickým softwarem SCIA Engineer 21

#### 2.1.2. ZS2 – Skladba střechy

- S1 – skladba střešního pláště (zatížení krokví)

Tabulka 1: Výpočet zatížení skladby S1

Skladba	tl. [mm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$G_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_f$ souč.	$G_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	
Plechová krytina - měď	2	8960	0,18	1,35	0,24	
Rošt 60/60 mm	-	500	0,05	1,35	0,07	
Difuzní fólie	-	-	-	1,35	-	
Celoplošné bednění - prkna	25	500	0,13	1,35	0,17	
<b>Celkem plošné zatížení (bez vlastní tíhy krokví)</b>			<b>0,35</b>		<b>0,48</b>	(kN/m <sup>2</sup> )
Zatěžovací šířka krokví	1,1 m					
Liniové zatížení krokví			0,39	1,35	<b>0,53</b>	(kN/m)
<b>Celkem liniové zatížení:</b>			<b>0,39</b>		<b>0,53</b>	(kN/m)

#### 2.1.3. ZS3 – Skladba půdní lávky

- S2 – Skladba půdní lávky (zatížení vazného trámu)

Tabulka 2: Výpočet zatížení skladby S2

Skladba	tl. [mm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$G_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_f$ souč.	$G_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	
Cihelné dlaždice	40	1900	0,76	1,35	1,03	
Vápenná malta	10	1800	0,18	1,35	0,24	
Škvárový násyp	100	1000	1,00	1,35	1,35	
Celoplošné bednění - prkna	25	500	0,13	1,35	0,17	
<b>Celkem</b>			<b>2,07</b>		<b>2,79</b>	(kN/m <sup>2</sup> )
Zatěžovací šířka podlahového trámu	1,1	m				
Vlastní tíha podlahového trámu	b = 160 h = 180	500	0,14	1,35	<b>0,19</b>	(kN/m)
Liniové zatížení vazného trámu			2,27	1,35	<b>3,07</b>	(kN/m)
<b>Celkem liniové zatížení:</b>			<b>2,42</b>		<b>3,26</b>	(kN/m)

### 2.1.4. ZS4 – Skladba podhledu

- S3 – Skladba podhledu velkého sálu (zatížení v místě krajních sloupků)

Tabulka 3: Výpočet zatížení skladby S2

Skladba	tl. [mm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$G_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_f$ souč.	$G_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	
Rošt podhledu	-	500	0,50	1,35	0,68	
Dřevěný záklop	20	500	0,10	1,35	0,14	
Rákos	10	100	0,01	1,35	0,01	
Omítka	10	1800	0,18	1,35	0,24	
<b>Celkem</b>			<b>0,79</b>		<b>1,07</b>	(kN/m <sup>2</sup> )
Zatěžovací šířka podlahového trámu	1,1 m					
Vlastní tíha podhledového trámu	b = 160 h = 180	500	0,14	1,35	<b>0,19</b>	(kN/m)
Liniové zatížení vazného trámu			0,87	1,35	<b>1,17</b>	(kN/m)
Polovina rozpětí plné vazby	8,2 m					
<b>Celkem liniové zatížení:</b>			<b>1,01</b>		<b>1,37</b>	(kN/m)
<b>Celkem bodové zatížení krajního sloupu:</b>			<b>8,31</b>		<b>11,21</b>	(kN/m)

## 2.2. Proměnné zatížení

### 2.2.1. ZS5 – UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Kategorie H – Střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby – střešní konstrukce

Charakteristická hodnota zatížení  $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Charakteristická hodnota liniového zatížení  $q_k = 0,75 * 1,1 \text{ m} = 0,825 \text{ kN/m}$

### 2.2.2. ZS6 – SNÍH

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast:	I
Charakteristická hodnota zatížení $s_k$	= 0,70 kN/m <sup>2</sup>
Typ krajiny:	normální
Součinitel expozice $C_e$	= 1,00
Tepelný součinitel $C_t$	= 1,00
Součinitel zatížení $\gamma_f$	= 1,50

**Tvar zastřešení: sedlová střecha**

Sklon střechy $\alpha_1$	= 35,0 °
Sklon střechy $\alpha_2$	= 35,0 °
Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_1)$	= 0,67
Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_2)$	= 0,67

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

Případ (i) - zatížení nenavátým sněhem:

$$s_1 = 0,47 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,70 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$

$$s_2 = 0,47 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,70 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$

Případ (ii) - zatížení navátým sněhem:

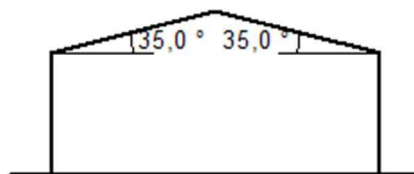
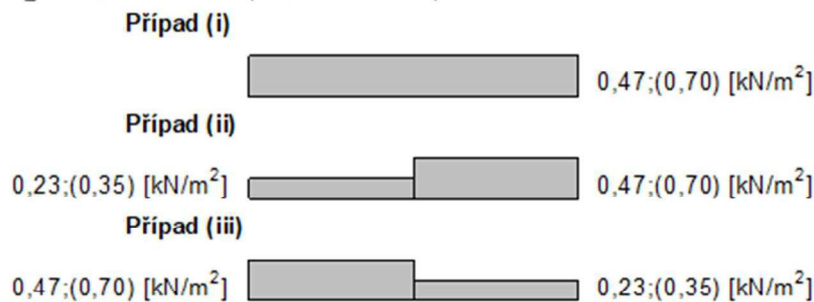
$$s_1 = 0,23 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,35 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$

$$s_2 = 0,47 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,70 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$

Případ (iii) - zatížení navátým sněhem:

$$s_1 = 0,47 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,70 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$

$$s_2 = 0,23 \text{ kN/m}^2 \text{ ( } 0,35 \text{ kN/m}^2 \text{ )}$$



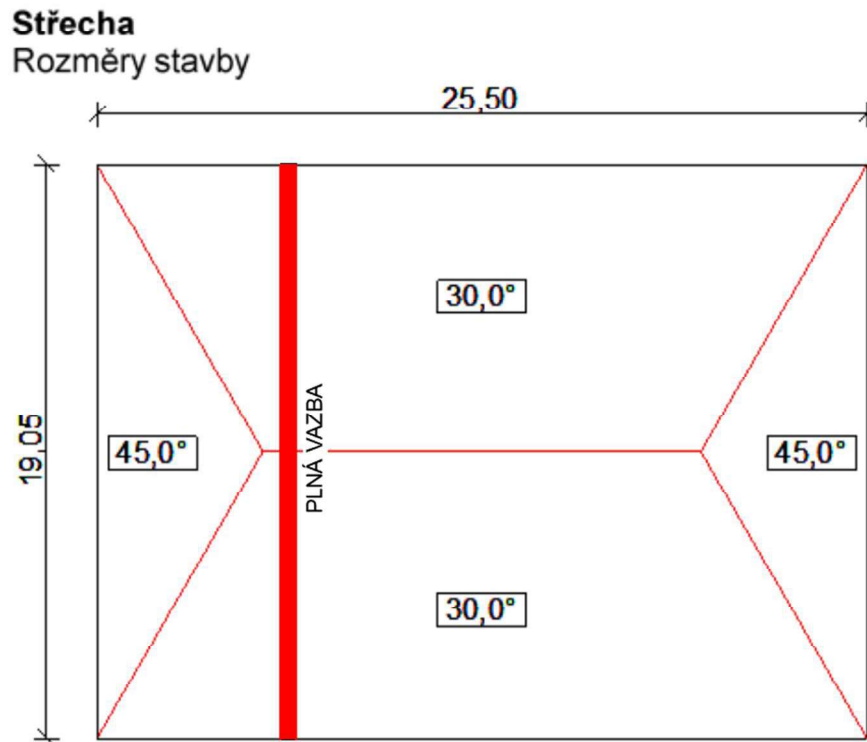
Obrázek 2: Výpočet zatížení sněhem v programu FINE zatížení

Charakteristická hodnota liniového zatížení  $S_k = 0,47 * 1,1 \text{ m} = 0,52 \text{ kN/m}'$

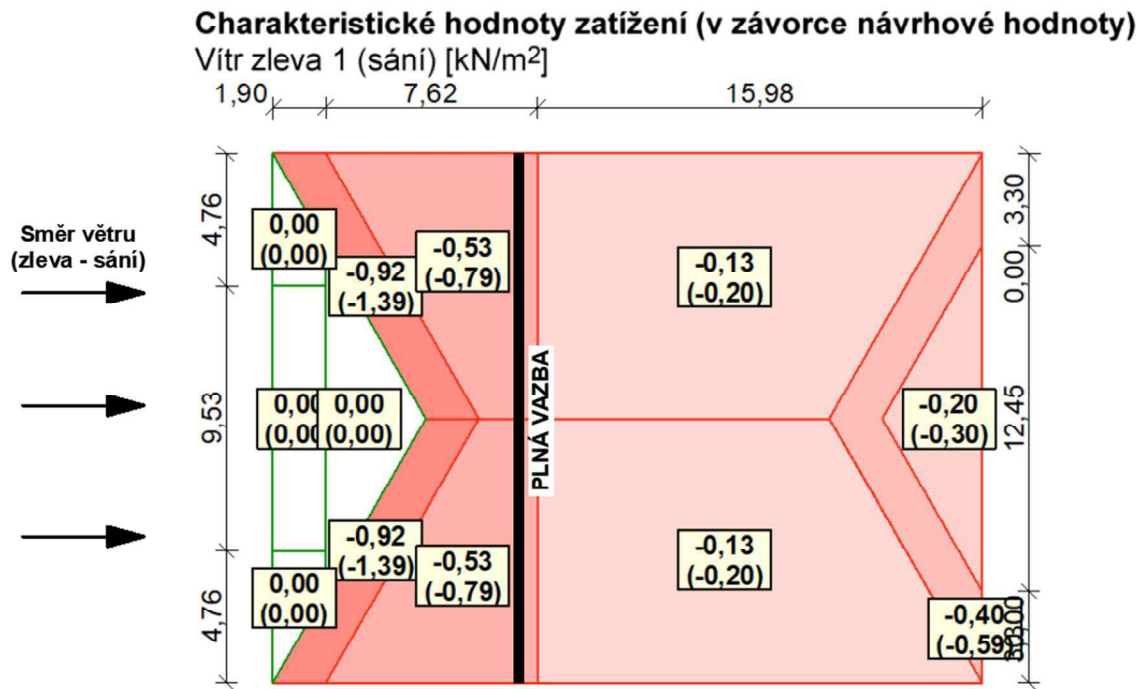
### 2.2.3. ZS7 – VÍTR PODÉLNÝ (zleva – sání)

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4			
Větrná oblast:		II	
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00	m/s
Kategorie terénu:		III	
Referenční výška budovy	$z_e$	= 9,70	m
Součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1,00	
Součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1,00	
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	= 1,250	kg/m <sup>3</sup>
Součinitel orografie	$c_o$	= 1,00	
Maximální dynamický tlak	$q_p$	= 0,66	kN/m <sup>2</sup>
Součinitel zatížení	$\gamma_f$	= 1,50	
Plocha pro stanovení	$c_{pe}$ A	= 10,00	m <sup>2</sup>

Obrázek 3: Výpočet vstupních hodnot pro výpočet zatížení větrem – Program FINE zatížení

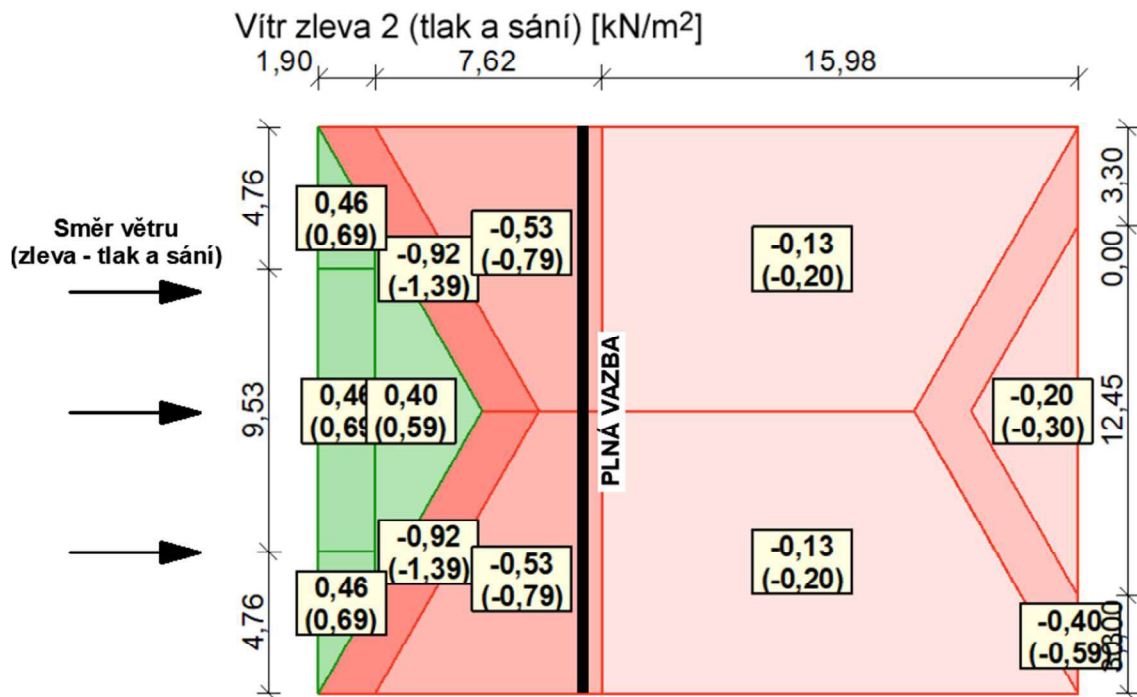


Obrázek 4: Schéma polohy posuzované plné vazby krovu



Obrázek 5: Vítr zleva (sání) - FINE zatížení

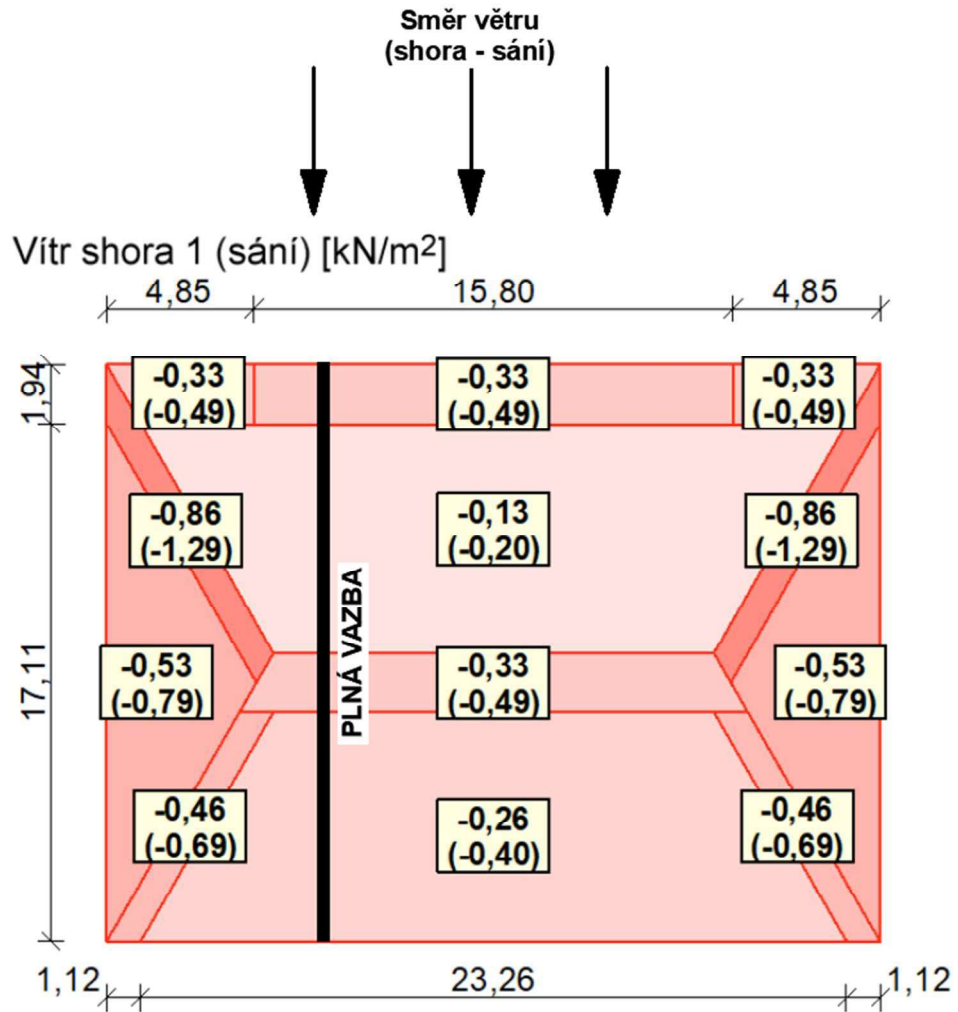
#### 2.2.4. ZS8 – VÍTR PODÉLNÝ (zleva – tlak a sání)



Obrázek 6: Vítr zleva (tlak a sání) - FINE zatížení

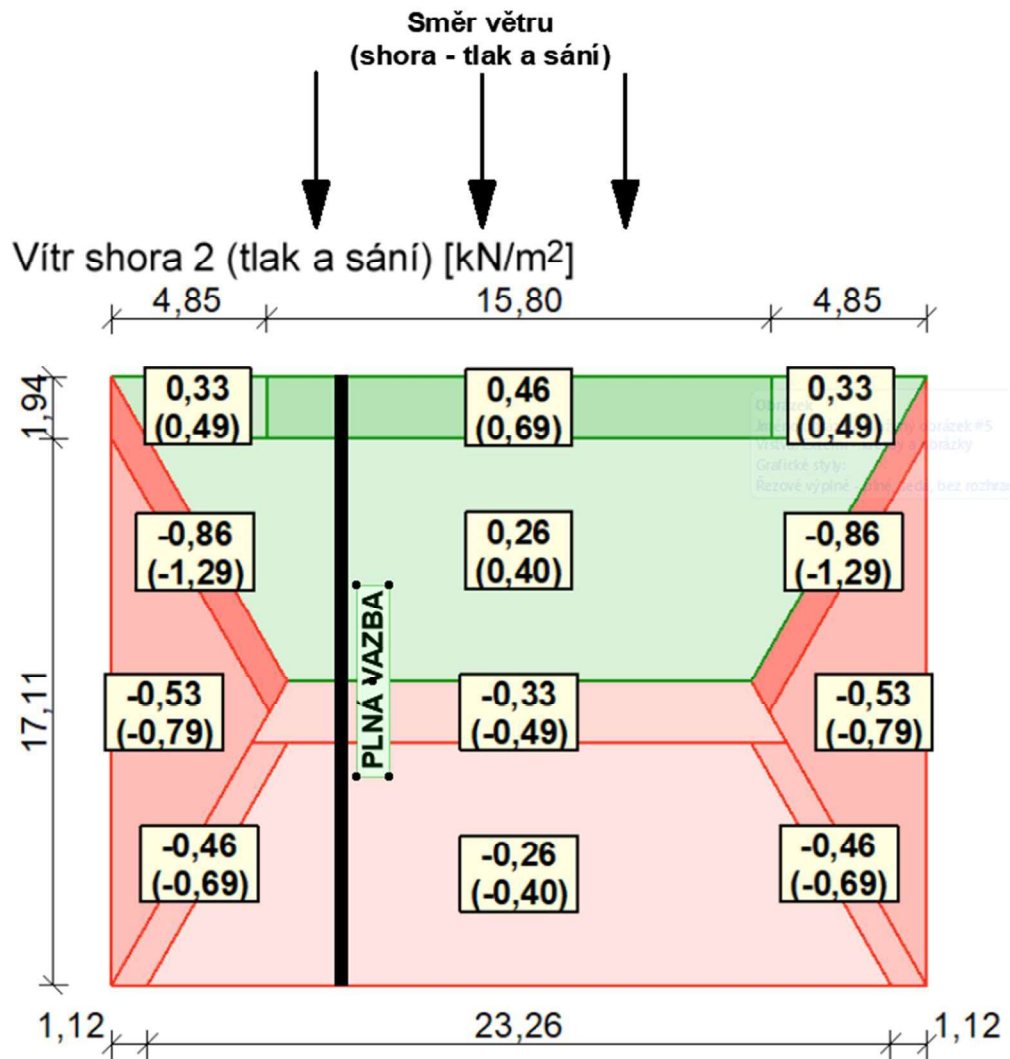


### 2.2.5. ZS9 – VÍTR PŘÍČNÝ (shora – sání)



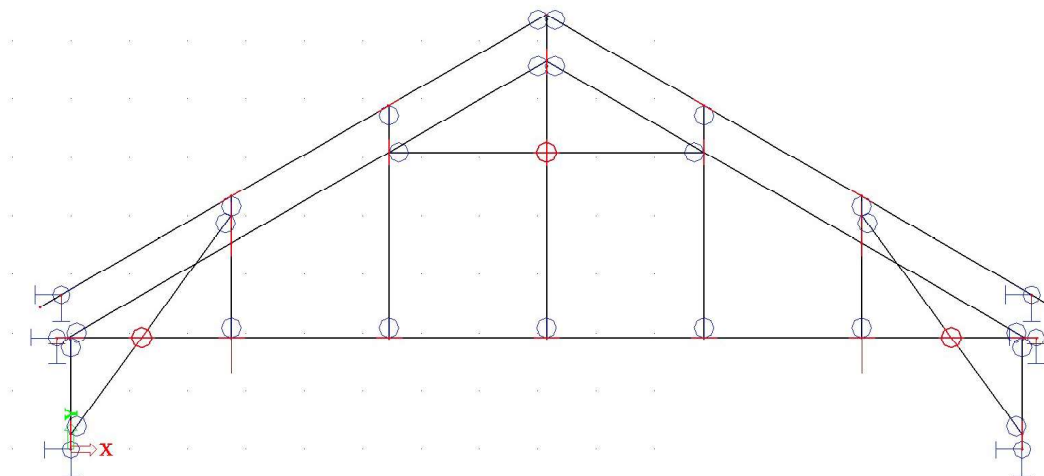
Obrázek 7: Vítr shora (sání) - FINE zatížení

### 2.2.6. ZS10 – VÍTR PŘÍČNÝ (shora – tlak a sání)



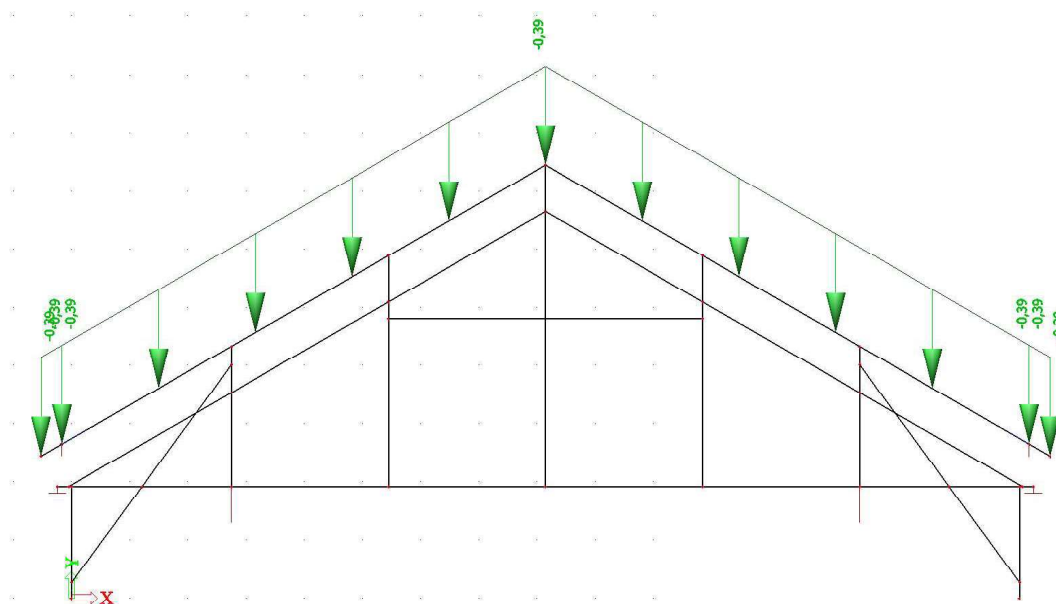
### 3. Zatěžovací stavy

- **ZS1 – vlastní tíha:**



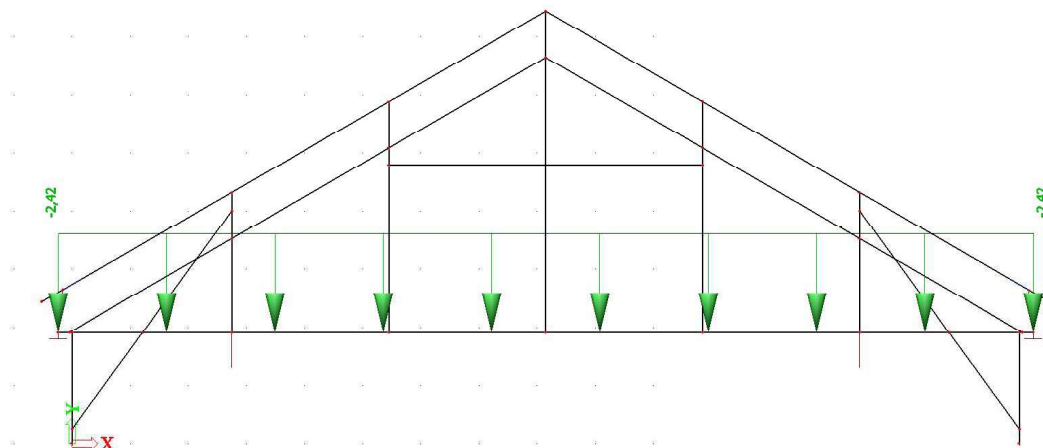
Obrázek 9: ZS1 – vlastní tíha

- **ZS2 – skladba střechy:**



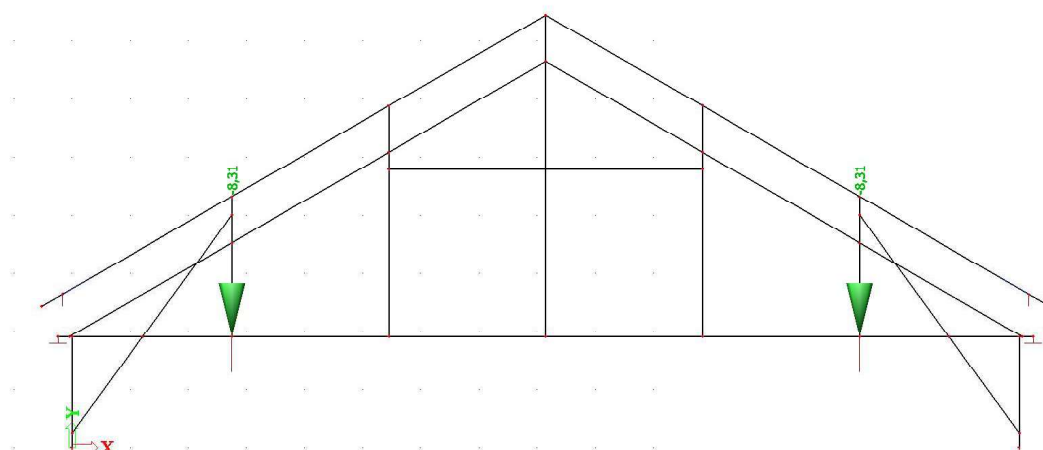
Obrázek 10: ZS2 – skladba střechy

- **ZS3 – skladba půdní lávky:**



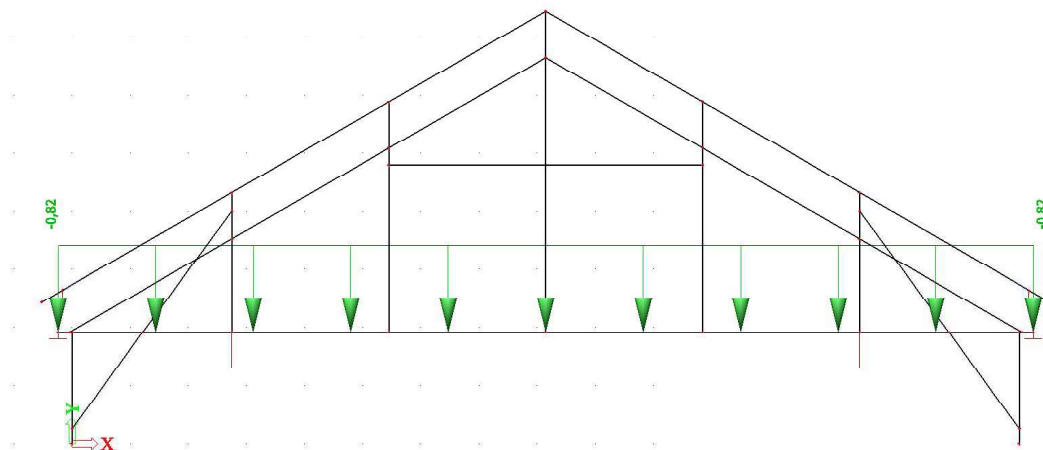
Obrázek 11: ZS3 – skladba půdní lávky

- **ZS4 – skladba podhledu:**



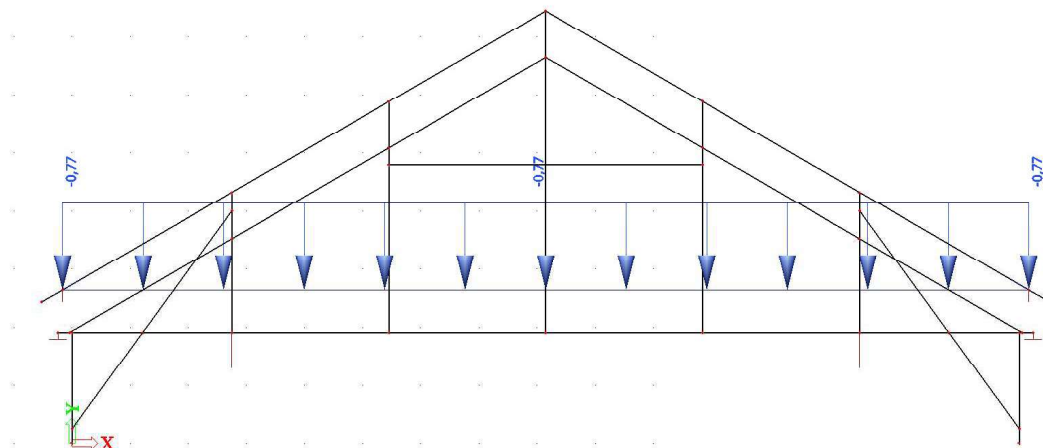
Obrázek 12: ZS4 – skladba podhledu

- **ZS5 – užité zatížení:**



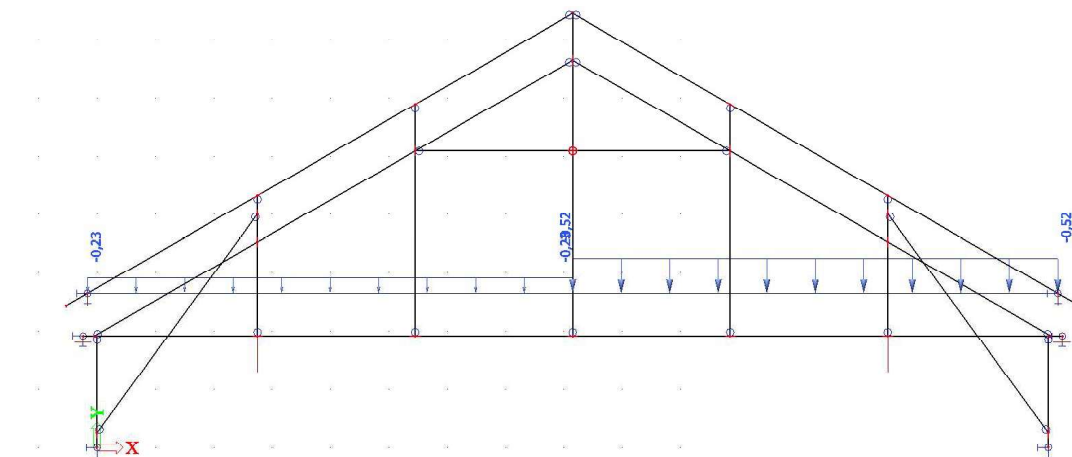
Obrázek 13: ZS5 – užité zatížení

- **ZS6 – sníh:**



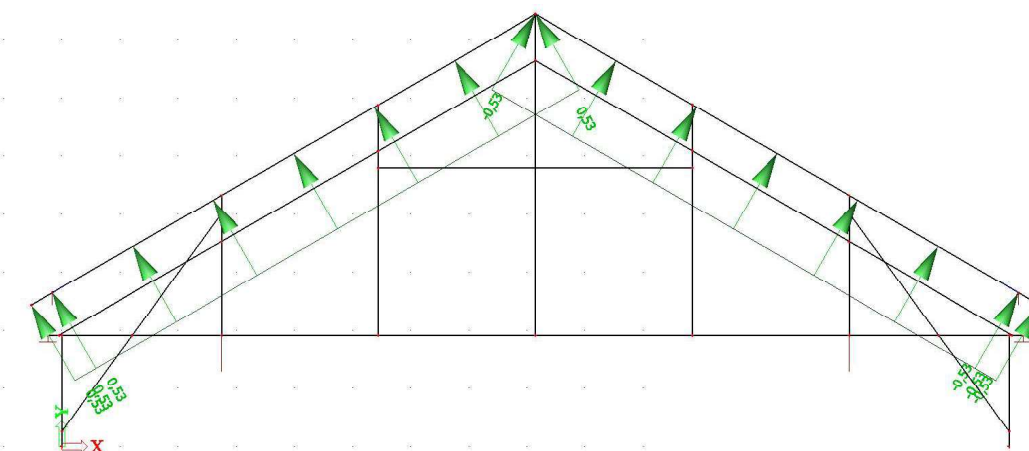
Obrázek 14: ZS6 – sníh

- **ZS7 – Sníh 50/100:**



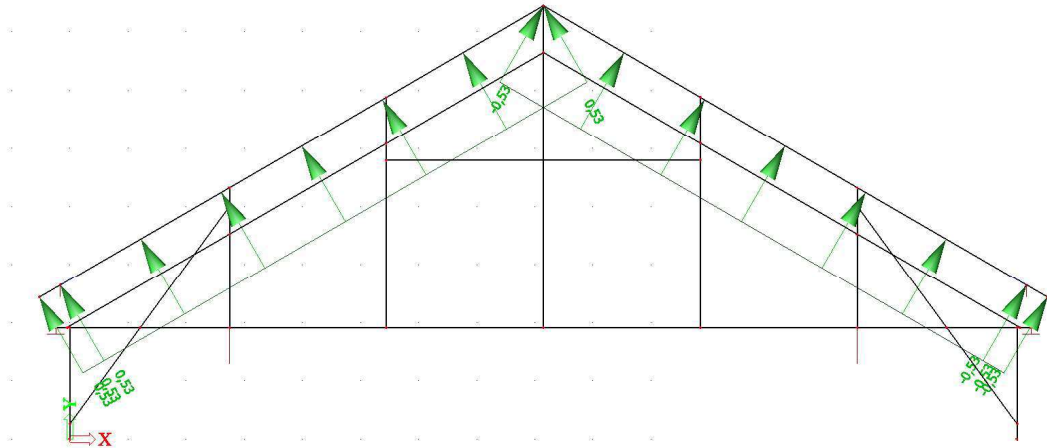
Obrázek 15: ZS7 – sníh 50/100

- **ZS8 – vítr podélný (zleva – sání):**



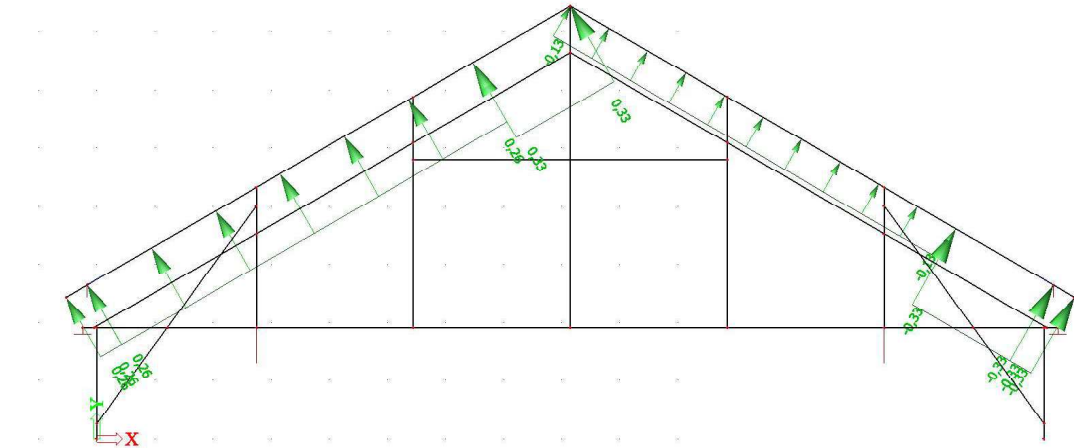
Obrázek 16: ZS7 – vítr podélný (zleva – sání)

- **ZS9 – vítr podélný (zleva – tlak a sání):**



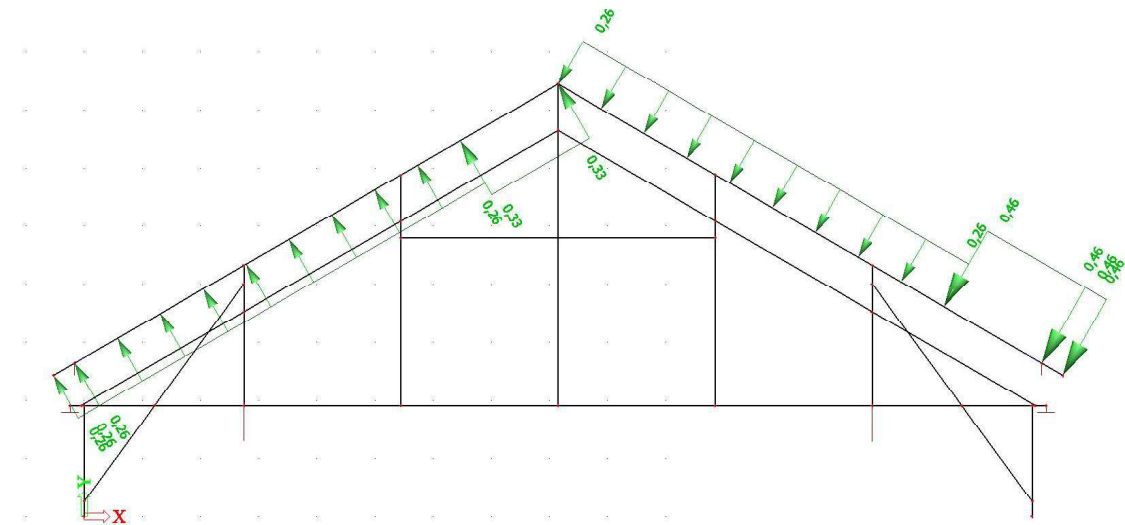
Obrázek 17: ZS8 – vítr podélný (zleva – tlak a sání)

- **ZS10 – vítr příčný (shora – sání):**



Obrázek 18: ZS9 – vítr příčný (shora – sání)

- **ZS11 – vítr příčný (shora tlak a sání):**



Obrázek 19: ZS10 – vítr příčný (shora – tlak a sání)

## 4. Kombinace

### • 1. Mezní stav – MSÚ

Kombinace pro první mezní stav (MSÚ) byly vytvořeny v programu SCIA Engineer a vycházejí ze základní rovnice:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{ki})$$

Name	Type	Load cases	Coeff. [ ]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S</i>			
1	Linear - ultimate	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS6 - Snih	1,050
		ZS7 - Vítr - zleva (sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
2	Linear - ultimate	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS6 - Snih	1,050
		ZS8 - Vítr - zleva (tlak a sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
3	Linear - ultimate	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS6 - Snih	1,050
		ZS9 - Vítr - shora (sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
4	Linear - ultimate	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS6 - Snih	1,050
		ZS10 - Vítr - shora (tlak a sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
5	Linear - serviceability	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS8 - Vítr - zleva (sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
		ZS7 - Snih 50/100 - Skladba podhledu	1,050
6	Linear - serviceability	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS9 - Vítr - zleva (tlak a sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
		ZS7 - Snih 50/100 - Skladba podhledu	1,050
7	Linear - serviceability	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS10 - Vítr - shora (sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
		ZS7 - Snih 50/100 - Skladba podhledu	1,050
8	Linear - serviceability	ZS1 - Vlastní tíha	1,350
		ZS2 - skladba střechy	1,350
		ZS5 - Užité zatížení	1,500
		ZS11 - Vítr - shora (tlak a sání)	1,050
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,350
		ZS4 - Skladba podhledu	1,350
		ZS7 - Snih 50/100 - Skladba podhledu	1,050

Obrázek 20: Výčet kombinací MSÚ z programu SCIA Engineer

- **2. Mezní stav – MSP**

Kombinace pro MSP jsou vytvořeny taktéž v programu SCIA Engineer podle charakteristické kombinační rovnice:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + Q_{k1} + \sum_{i > 1} (\psi_{0,i} \cdot Q_{ki})$$

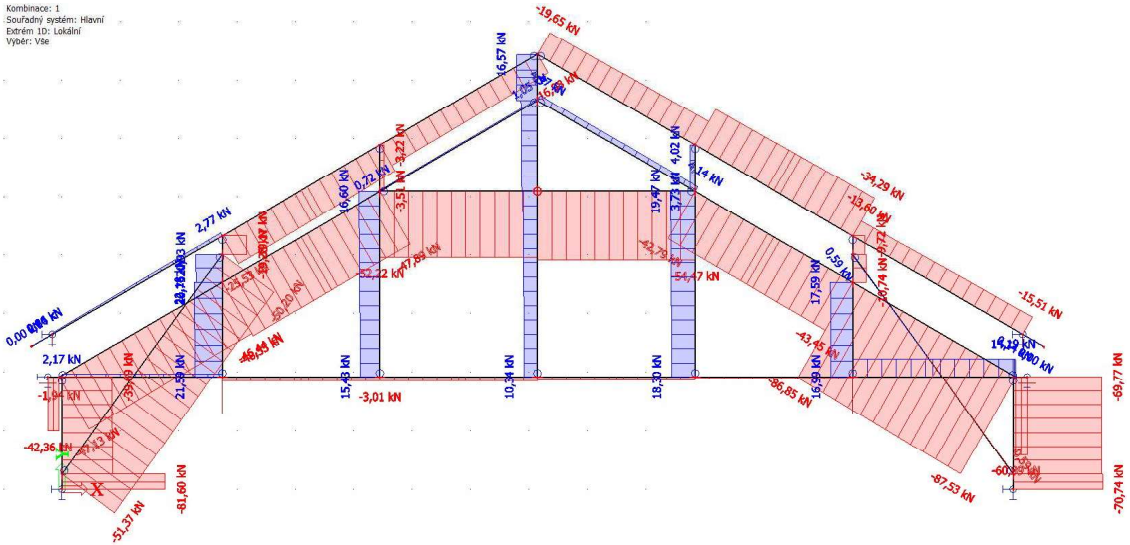
Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
<small>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</small>			
5 - MSP	Linear - serviceability	ZS1 - Vlastní tíha	1,000
		ZS2 - skladba střechy	1,000
		ZS5 - Užité zátížení	1,000
		ZS6 - Sníh	0,700
		ZS7 - Vítr - zleva (sání)	0,700
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,000
		ZS4 - Skladba podhledu	1,000
		6 - MSP	Linear - serviceability
ZS2 - skladba střechy	1,000		
ZS5 - Užité zátížení	1,000		
ZS6 - Sníh	0,700		
ZS8 - Vítr - zleva (tlak a sání)	0,700		
ZS3 - Skladba půdní lávky	1,000		
ZS4 - Skladba podhledu	1,000		
7 - MSP	Linear - serviceability		
		ZS2 - skladba střechy	1,000
		ZS5 - Užité zátížení	1,000
		ZS6 - Sníh	0,700
		ZS9 - Vítr - shora (sání)	0,700
		ZS3 - Skladba půdní lávky	1,000
		ZS4 - Skladba podhledu	1,000
		8 - MSP	Linear - serviceability
ZS2 - skladba střechy	1,000		
ZS5 - Užité zátížení	1,000		
ZS6 - Sníh	0,700		
ZS10 - Vítr - shora (tlak a sání)	0,700		
ZS3 - Skladba půdní lávky	1,000		
ZS4 - Skladba podhledu	1,000		

Obrázek 21: Výčet kombinací MSP z programu SCIA Engineer

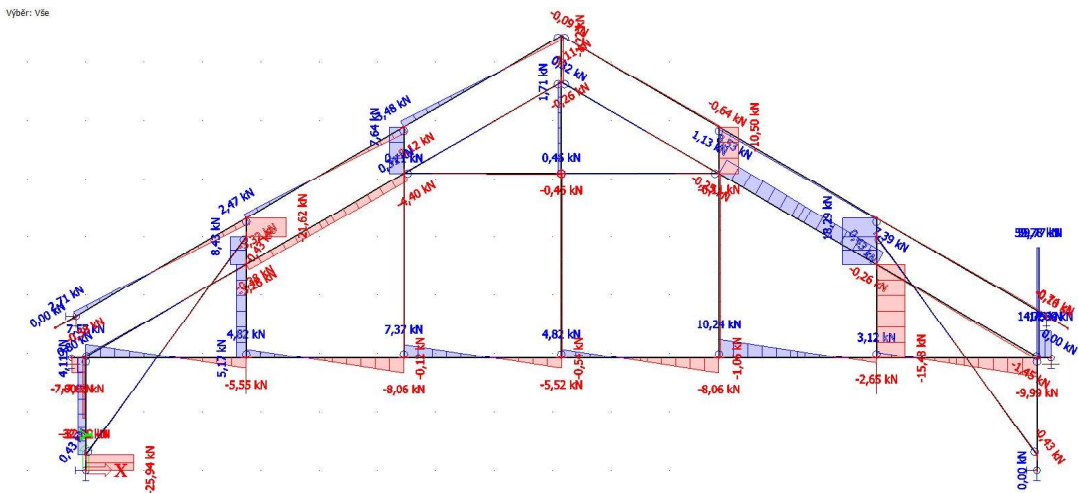


## 5. Vnitřní síly – jednotlivé kombinace

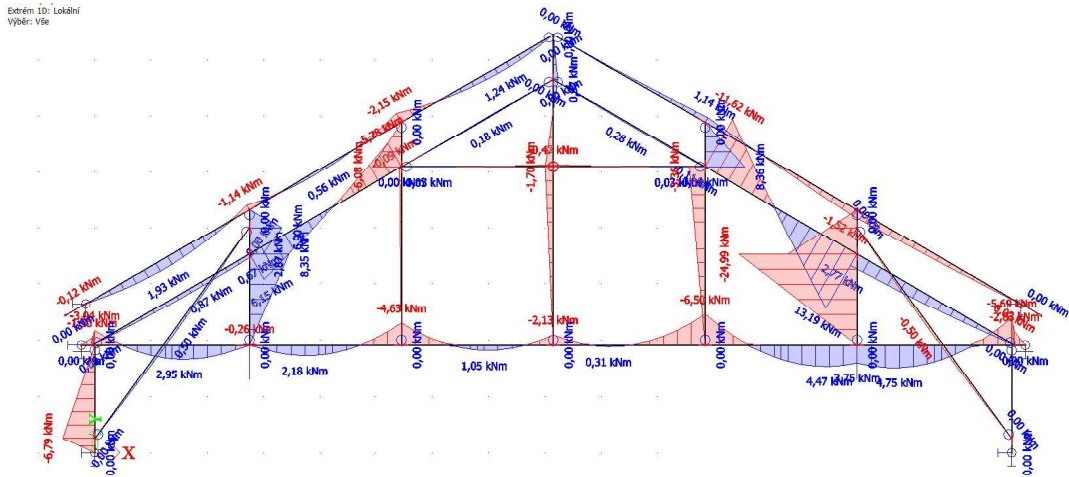
- Kombinace č.1 - MSÚ



Obrázek 22: Normálové síly N [kN] - kombinace č. 1

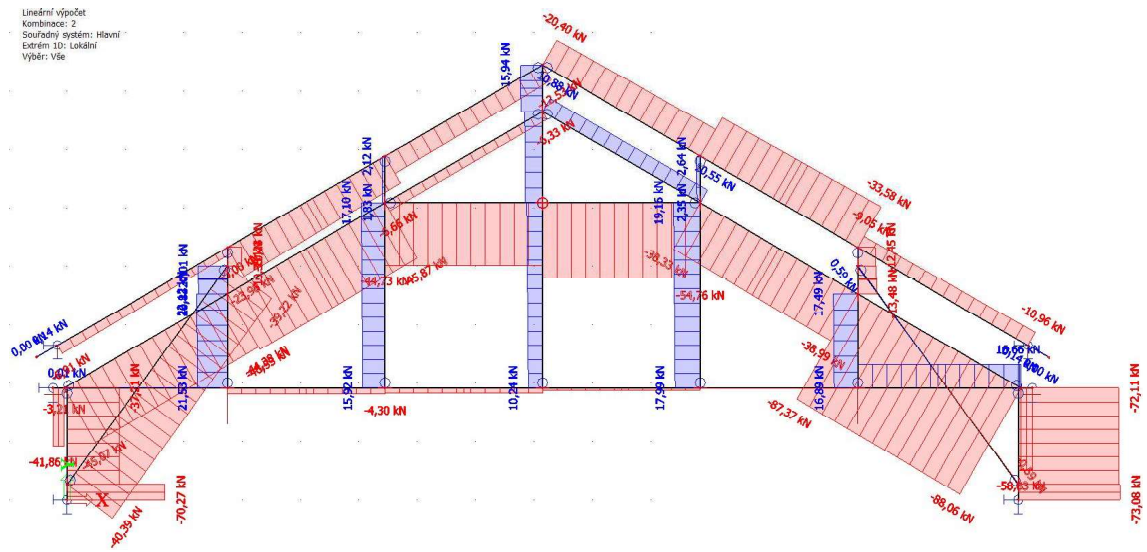


Obrázek 23: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 1

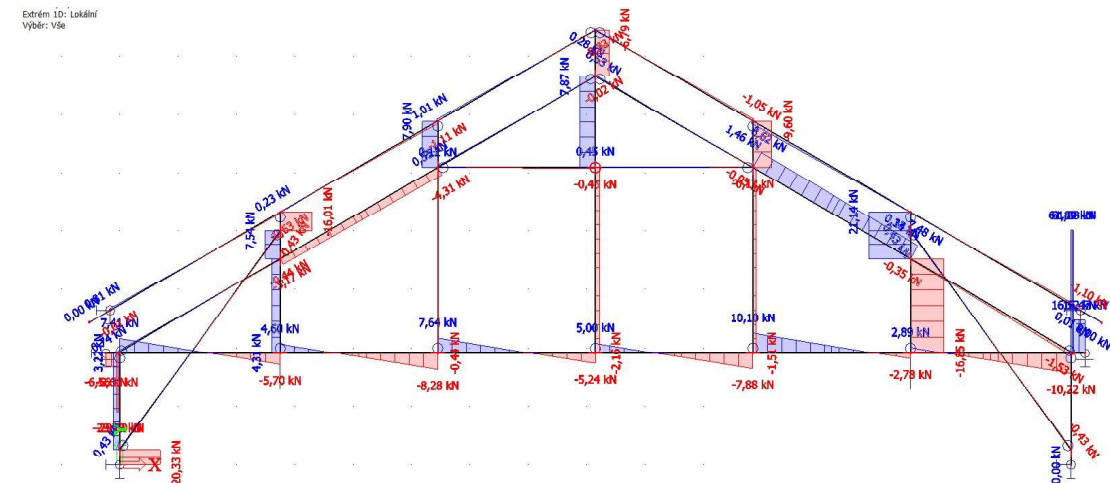


Obrázek 24: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č. 1

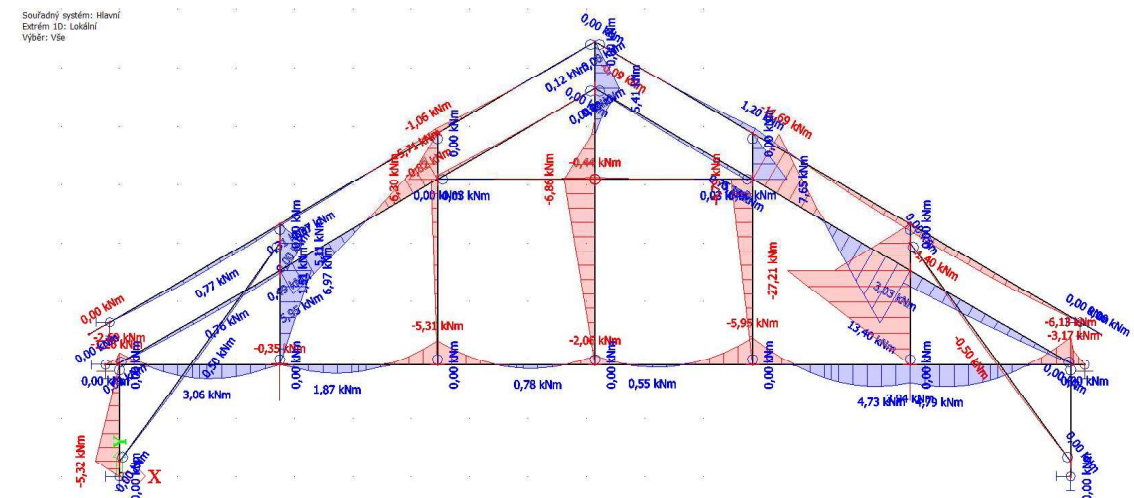
- Kombinace č.2 - MSÚ



Obrázek 25: Normálové síly N [kN] - kombinace č.2



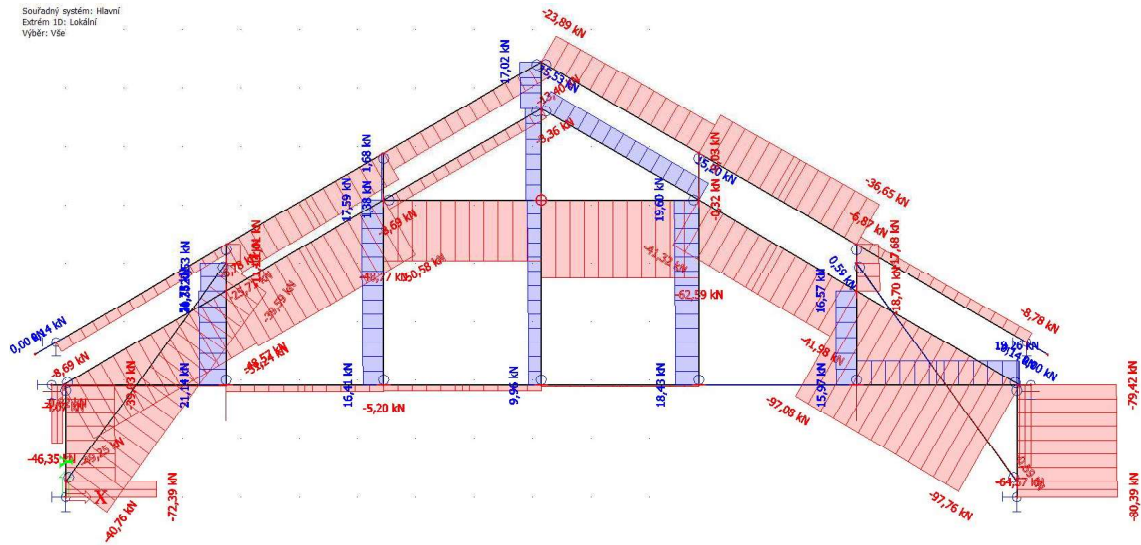
Obrázek 26: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 2



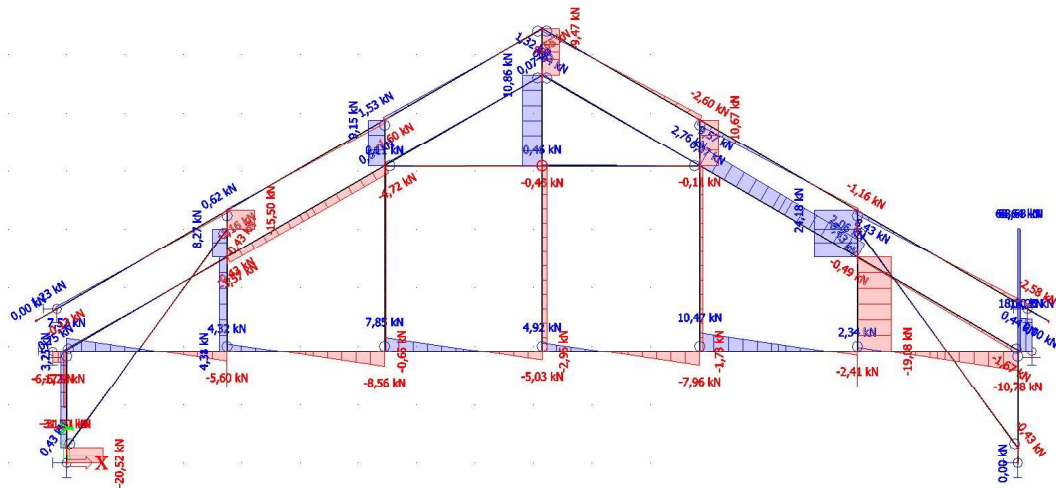
Obrázek 27: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.2



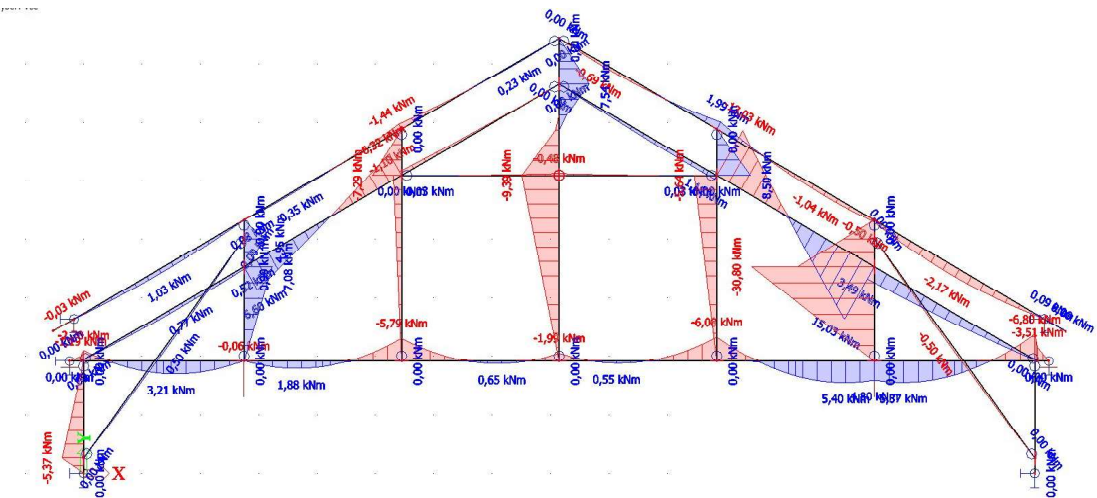
• Kombinace č.4 - MSÚ



Obrázek 31: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4



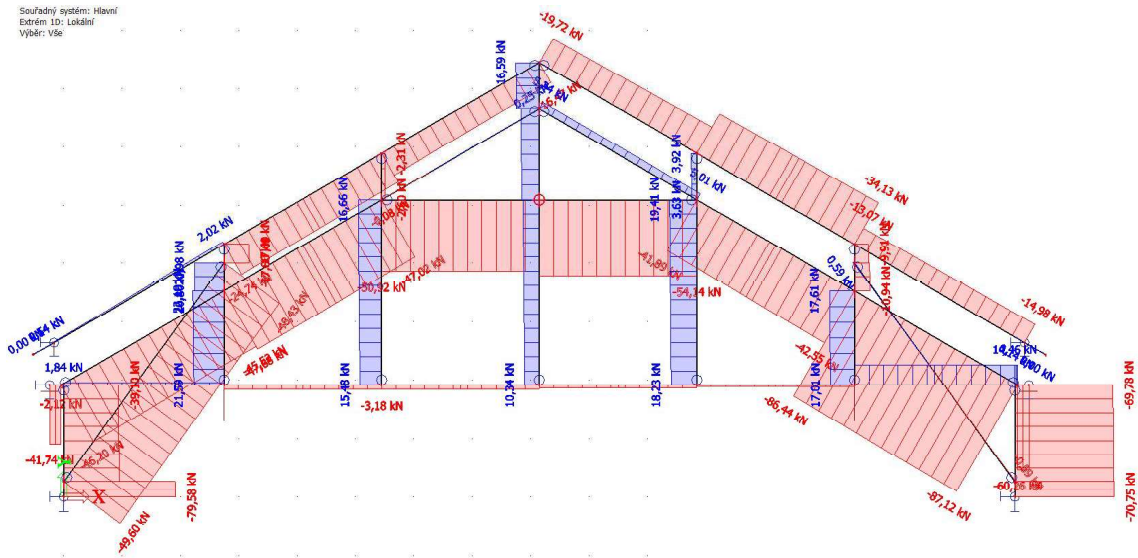
Obrázek 32: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4



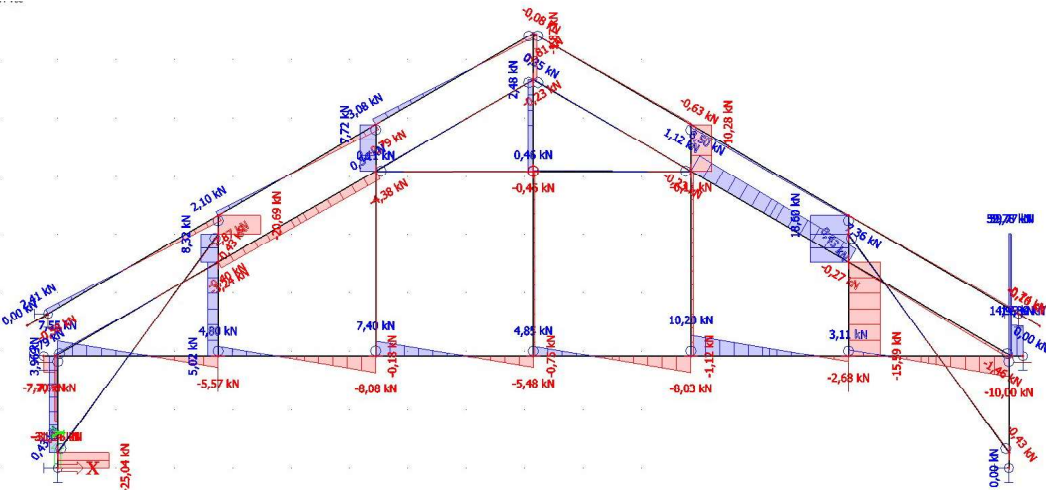
Obrázek 33: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.4

- Kombinace č.5 - MSÚ

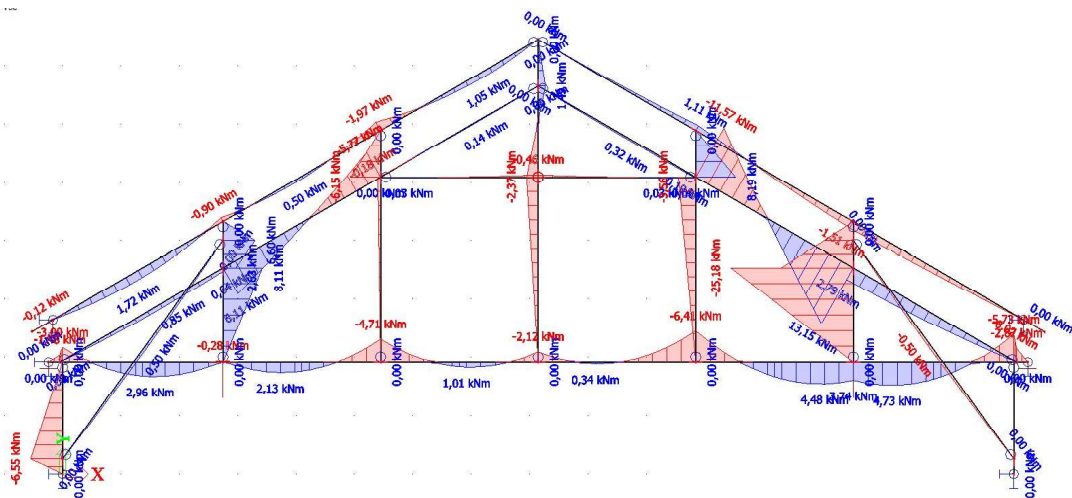
Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém: 10- Lokální  
 Výběr: Vše



Obrázek 34: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4

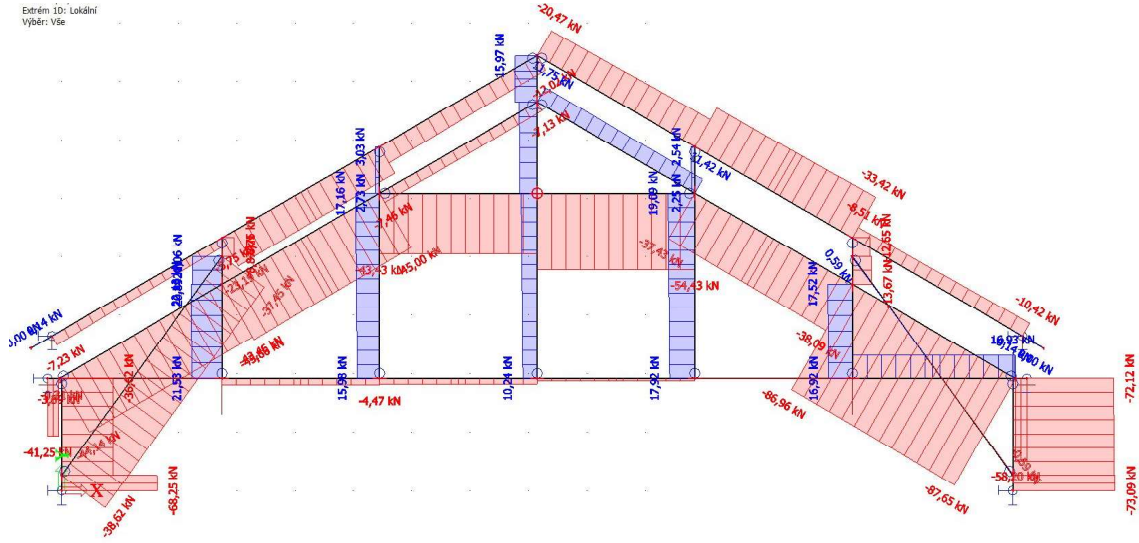


Obrázek 35: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4

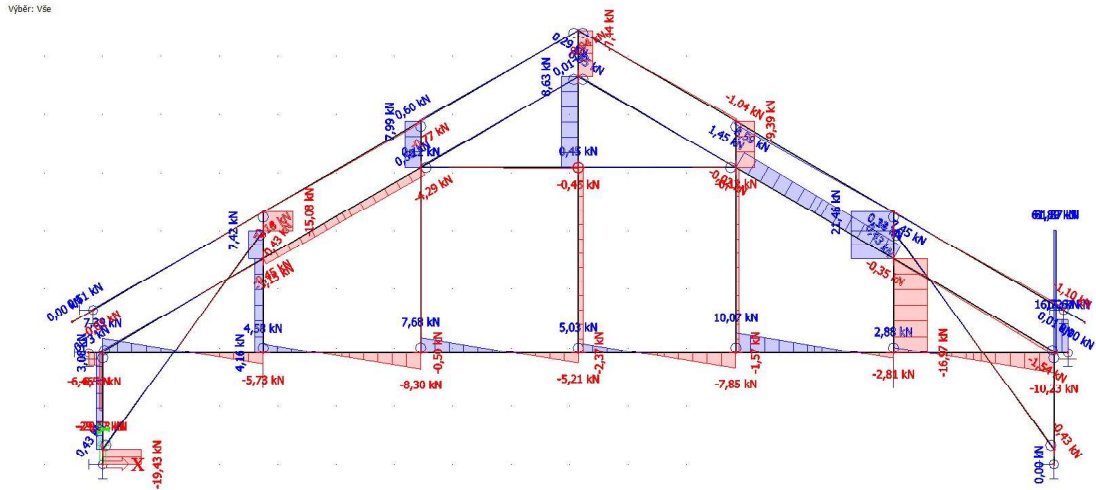


Obrázek 36: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.4

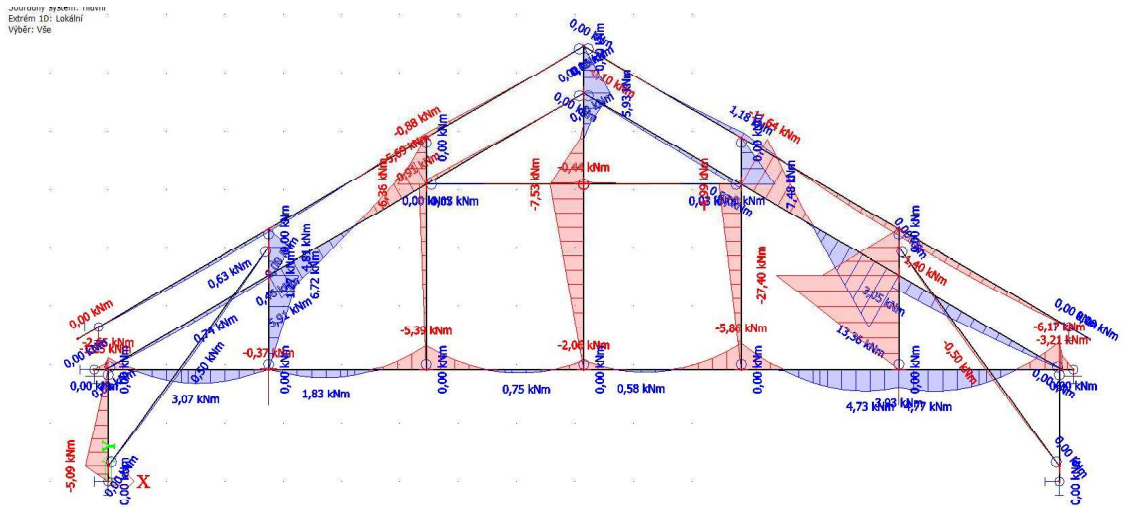
• Kombinace č.6 - MSÚ



Obrázek 37: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4

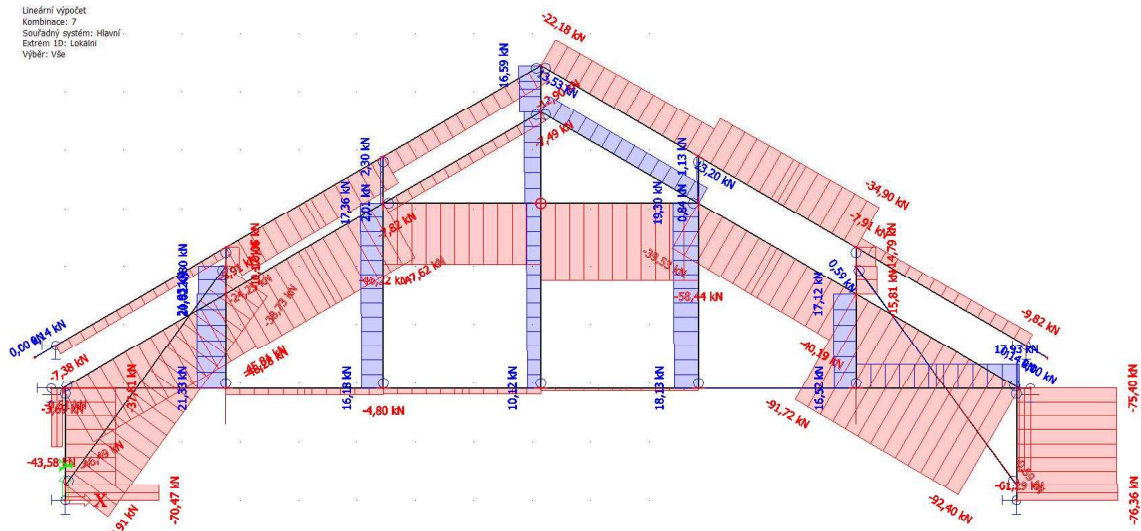


Obrázek 38: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4

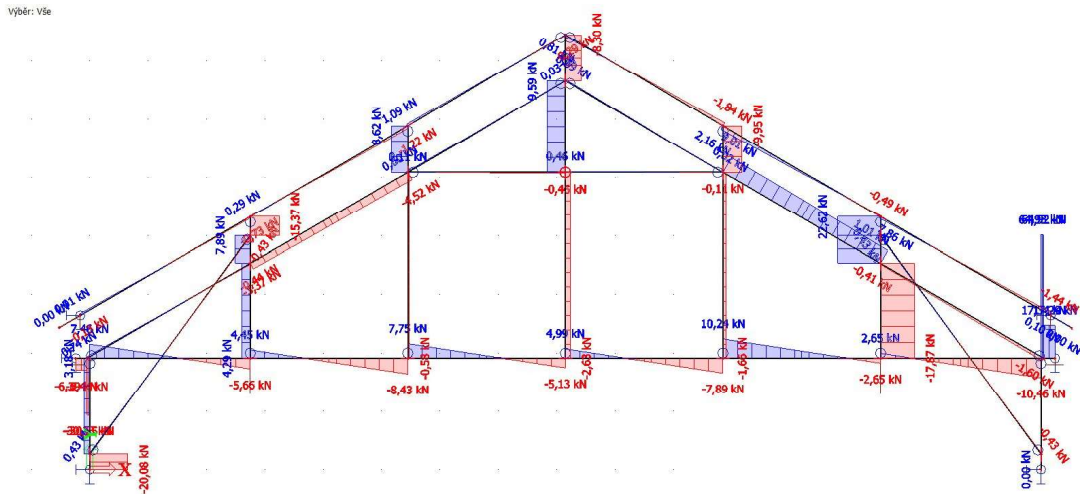


Obrázek 39: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.4

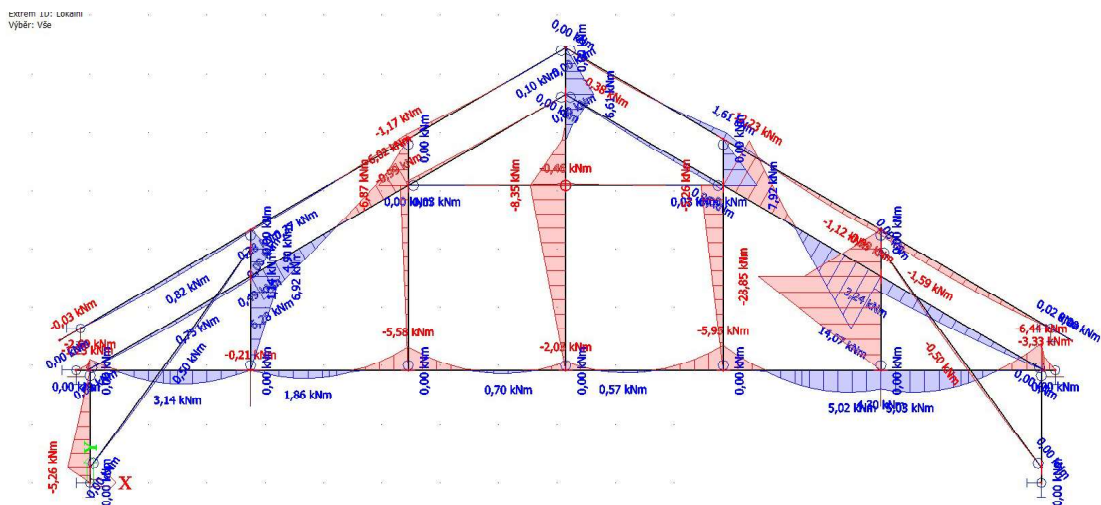
• Kombinace č.7 - MSÚ



Obrázek 40: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4

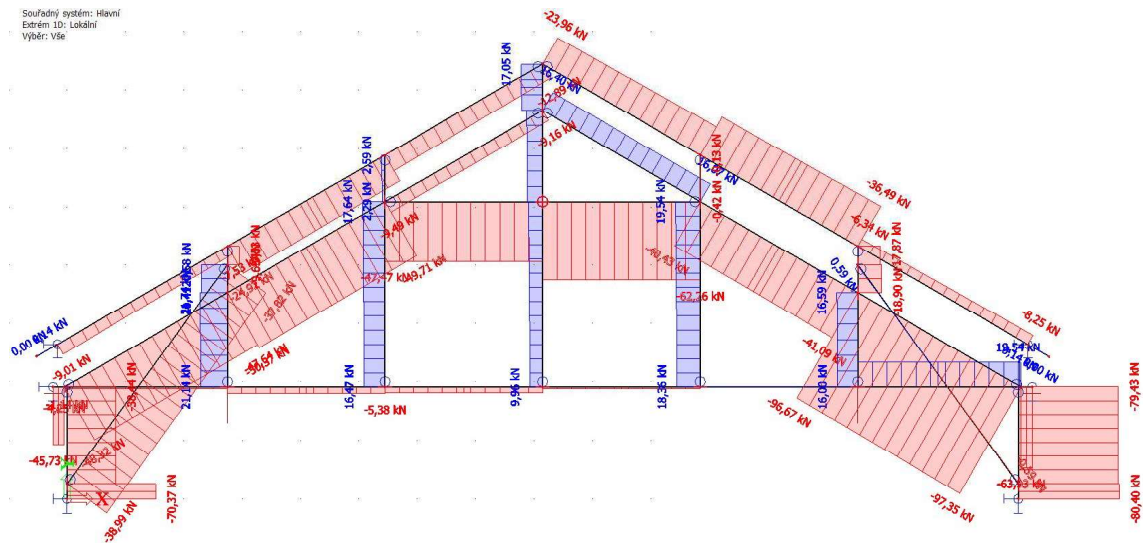


Obrázek 41: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4

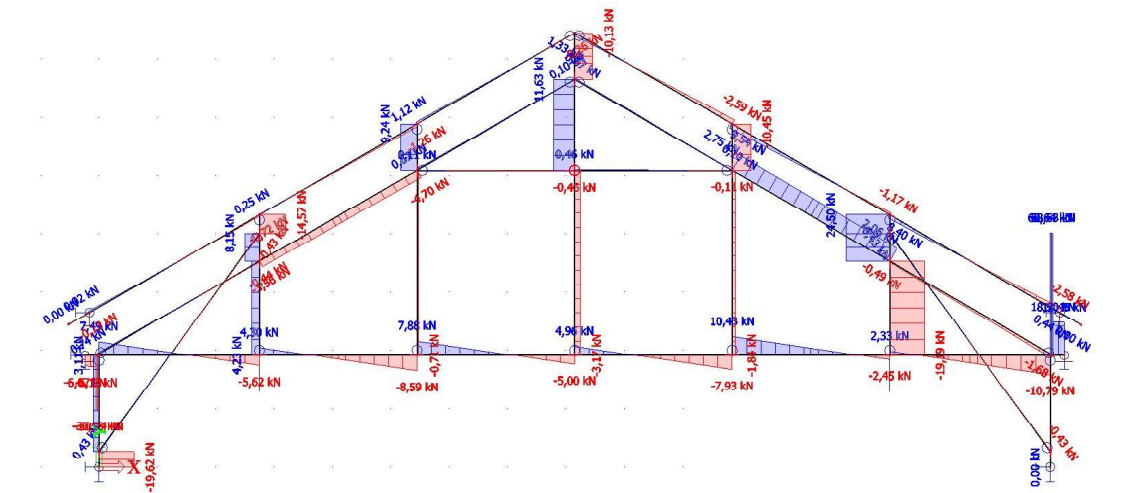


Obrázek 42: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.4

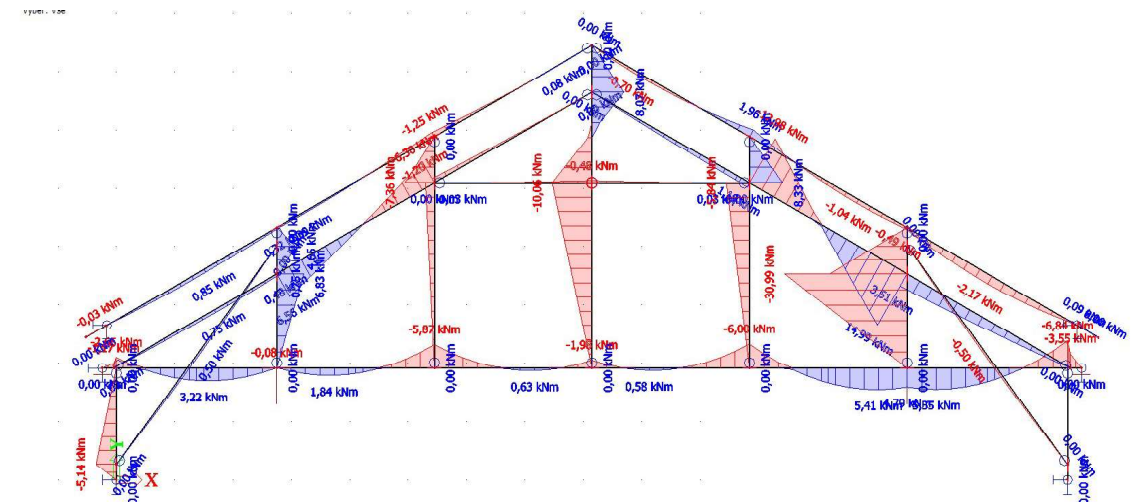
- Kombinace č.8 - MSÚ



Obrázek 43: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4



Obrázek 44: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4



Obrázek 45: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.4



## 6. Posouzení dřevěných prvků krovu

Posouzení jednotlivých prvků plné vazby krovu proběhne dle platných aktuálních norem. Pro výpočet byl využit textový a výpočetní editor PTC Mathcad (vzhledem k tomu, že program pochází z USA může docházet k odchylkám v matematických znaménkách). Každý z posuzovaných prvků bude posouzen z hlediska 1. mezní stavu únosnosti (MSÚ) a 2. mezního stavu použitelnosti (MSP).

### Výčet použitých norem:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 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 1-4 Obecná zatížení – zatížení větrem
- ČSN EN 1995-1- Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## 6. Posouzení dřevěných prvků krovu

### 6.1. Vlastnosti konstrukčního materiálu krovu

Předpokládáme, že nosné konstrukce krovu jsou navrženy z konstrukčního masivního dřeva třídy C24.

• Pevnost v ohybu:	$f_{m;k} := 24 \text{ MPa}$
• Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny:	$f_{t;0;k} := 14 \text{ MPa}$
• Pevnost v tahu kolmo k vláknům:	$f_{t;90;k} := 0.5 \text{ MPa}$
• Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny:	$f_{c;0;k} := 21 \text{ MPa}$
• Pevnost v tlaku kolmo k vláknům:	$f_{c;90;k} := 2.5 \text{ MPa}$
• Pevnost ve smyku:	$f_{v;k} := 4 \text{ MPa}$
• Modul pružnosti (střední hodnota 0):	$E_{0;mean} := 11000 \text{ MPa}$
• Modul pružnosti (5% kvantil):	$E_{0;05} := 7400 \text{ MPa}$
• Modul pružnosti (střední hodnota 90):	$E_{90;mean} := 370 \text{ MPa}$
• Hustota:	$\rho_k := 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
• Součinitel materiálu:	$Y_M := 1.3$
• Modifikační součinitel vlivu trvání zatížení:	$k_{mod} := 0.90$

### 6.2. Návrhové pevnosti materiálu

Ohyb

$$f_{m;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m;k}}{Y_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

Smyk

$$f_{v;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v;k}}{Y_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

Tlak

$$f_{c;0;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c;0;k}}{Y_M} = 14.538 \text{ MPa}$$

Tah

$$f_{t;0;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t;0;k}}{Y_M} = 9.692 \text{ MPa}$$

$$f_{c;90;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c;90;k}}{Y_M} = 1.731 \text{ MPa}$$

$$f_{t;90;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t;90;k}}{Y_M} = 0.346 \text{ MPa}$$

## 6.3. STATICKÝ VÝPOČET

### 6.3.1. POSOUZENÍ KROKVE

Maximální vnitřní síly:

$$M_{ed} := -2.17 \text{ kN}\cdot\text{m}; \quad V_{ed} := 3.48 \text{ kN} \quad N_{ed} := 36.65 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_k := 160 \text{ mm} \quad h_k := 180 \text{ mm} \quad L_1 := 3100 \text{ mm}$$

Plocha průřezu:  $A := b_k \cdot h_k = 0.029 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti:  $I_y := \frac{1}{12} \cdot b_k \cdot h_k^3 = 77760000 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti:  $i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 0.052 \text{ m}$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na ohyb

$$M_{ed} = -2.17 \text{ kN}\cdot\text{m}, \quad W_k := \frac{b_k \cdot h_k^2}{6} = (8.64 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m;d} := \frac{|M_{ed}|}{W_k} = 2.512 \text{ MPa} \quad \frac{\sigma_{m;d}}{f_{m;d}} = 0.151 \quad 0.151 \leq 1$$

**15,1 % VYHOVUJE**

Posouzení na tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_k \cdot h_k} = 1.273 \text{ MPa} \quad \frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}} = 0.088 \quad 0.088 \leq 1$$

**8,8 % VYHOVUJE**

Posouzení na kombinaci tlaku za ohybu

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 59.66$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0;05}}{\lambda_y^2} = 20.52 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 1.012$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 1.083$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.681$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;d}}{f_{m;d}} = 0.28 \quad 0.28 \leq 1$$

**28 % VYHOVUJE**

Posouzení na smyk

$$b_{eff} := \frac{2}{3} \cdot b_k = 0.107 \text{ m}$$

$$\tau_{v;d} := \frac{3 \cdot |V_{ed}|}{2 \cdot b_{eff} \cdot h_k} = 0.272 \text{ MPa} \quad \frac{\tau_{v;d}}{f_{v;d}} = 0.098 \quad 0.098 \leq 1$$

**9,8 % VYHOVUJE****2. MEZNÍ STAV - MSP**Okamžitý průhyb

$$w_{inst;gk} := 0.6 \text{ mm} \quad w_{max} := \frac{L_1}{300} = 10.333 \text{ mm}$$

$$w_{inst;sk} := 0.9 \text{ mm}$$

$$w_{inst;vk} := 0.6 \text{ mm} \quad 2.1 \leq 10.333$$

$$w_{inst} := w_{inst;gk} + w_{inst;sk} + |w_{inst;vk}| = 2.1 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhybStanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \quad \psi_{2;1} := 0.7 \quad \psi_{0;2} := 0.7 \quad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$w_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 12.4 \text{ mm} \quad w_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 12.4 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 2.9 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} = 2.9 \text{ mm} < w_{max;net;l} = 12.4 \text{ mm}$$

$$2.9 \text{ mm} \leq 12.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$w_{net;fin;ll} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 2.8 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;ll} = 2.8 \text{ mm} < w_{max;net;ll} = 12.4 \text{ mm}$$

$$2.8 \text{ mm} \leq 12.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE****STÁVAJÍCÍ KROKEV 160 / 180 mm  
VYHOVUJE**

### 6.3.2. POUZENÍ VAZNÉHO TRÁMU

Maximální vnitřní síly:

$$M_{ed} := 6.84 \text{ kN} \cdot \text{m}; \quad V_{ed} := 10.8 \text{ kN} \quad N_{ed} := 19.54 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_v := 200 \text{ mm} \text{ a } h_v := 280 \text{ mm} \quad L_1 := 16300 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A := b_v \cdot h_v = 0.056 \text{ m}^2$$

$$\text{Moment setrvačnosti:} \quad I_y := \frac{1}{12} \cdot b_v \cdot h_v^3 = 365866666.667 \text{ mm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti:} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 0.081 \text{ m}$$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na ohyb

$$M_{ed} = 6.84 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad W_v := \frac{b_v \cdot h_v^2}{6} = 2613333.333 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m;d} := \frac{|M_{ed}|}{W_v} = 2.617 \text{ MPa} \quad \frac{\sigma_{m;d}}{f_{m;d}} = 0.158 \quad 0.158 \leq 1$$

**15,8 % VYHOVUJE**

Posouzení na tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_v \cdot h_v} = 0.349 \text{ MPa} \quad \frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}} = 0.024 \quad 0.024 \leq 1$$

**2,4 % VYHOVUJE**

Posouzení na kombinaci tlaku za ohybu

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 201.66$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0;05}}{\lambda_y^2} = 1.796 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 3.42$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 6.658$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.081$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;d}}{f_{m;d}} = 0.454 \quad 0.454 \leq 1$$

**45,4 % VYHOVUJE**

Posouzení na smyk

$$b_{eff} := \frac{2}{3} \cdot b_v = 0.133 \text{ m}$$

$$\tau_{v;d} := \frac{3 \cdot |V_{ed}|}{2 \cdot b_{eff} \cdot h_v} = 0.434 \text{ MPa} \quad \frac{\tau_{v;d}}{f_{v;d}} = 0.157 \quad 0.157 \leq 1$$

**15,7 % VYHOVUJE**

**2. MEZNÍ STAV - MSP**Okamžitý průhyb

$$W_{inst;gk} := 6.8 \text{ mm} \quad W_{max} := \frac{L_1}{300} = 54.333 \text{ mm}$$

$$W_{inst;sk} := 0.8 \text{ mm}$$

$$W_{inst;vk} := 0.7 \text{ mm} \quad 8.3 \leq 54.333$$

$$W_{inst} := W_{inst;gk} + W_{inst;sk} + |W_{inst;vk}| = 8.3 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb

Stanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \quad \psi_{2;1} := 0.7 \quad \psi_{0;2} := 0.7 \quad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$W_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 65.2 \text{ mm} \quad W_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 65.2 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;l} := W_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + W_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |W_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 12.8 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;l} = 12.8 \text{ mm} < W_{max;net;l} = 65.2 \text{ mm}$$

$$12.8 \text{ mm} \leq 65.2 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$W_{net;fin;ll} := W_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |W_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + W_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 12.7 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;ll} = 12.7 \text{ mm} < W_{max;net;ll} = 65.2 \text{ mm}$$

$$12.7 \text{ mm} \leq 65.2 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ VAZNÝ TRÁM 200 / 280 mm  
VYHOVUJE**

### 6.3.3. POUZENÍ HAMBALKU

Maximální vnitřní síly:

$$N_{ed} := 62.6 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_h := 180 \text{ mm} \text{ a } h_h := 240 \text{ mm} \quad L_1 := 5200 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A := b_h \cdot h_h = 0.043 \text{ m}^2$$

$$\text{Moment setrvačnosti:} \quad I_y := \frac{1}{12} \cdot b_h \cdot h_h^3 = 207360000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti:} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 69.282 \text{ mm}$$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na vzpěr - osový tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_h \cdot h_h} = 1.449 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 75.056$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 12.965 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 1.273$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 1.407$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.498$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} = 0.2$$

$$0.2 \leq 1$$

**20 % VYHOVUJE**

## 2. MEZNÍ STAV - MSP

### Okamžitý průhyb

$$w_{inst;gk} := 0.1 \text{ mm} \quad w_{max} := \frac{L_1}{300} = 17.333 \text{ mm}$$

$$w_{inst;sk} := 0 \text{ mm}$$

$$w_{inst;vk} := 0 \text{ mm}$$

$$0.1 \leq 17.333$$

$$w_{inst} := w_{inst;gk} + w_{inst;sk} + |w_{inst;vk}| = 0.1 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

### Konečný průhyb

Stanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \quad \psi_{2;1} := 0.7 \quad \psi_{0;2} := 0.7 \quad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$w_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 20.8 \text{ mm} \quad w_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 20.8 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} = 0.2 \text{ mm} < w_{max;net;l} = 20.8 \text{ mm}$$

$$0.2 \text{ mm} \leq 20.8 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$w_{net;fin;ll} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;ll} = 0.2 \text{ mm} < w_{max;net;ll} = 20.8 \text{ mm}$$

$$0.2 \text{ mm} \leq 20.8 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ HAMBALEK 180 / 240 mm  
VYHOVUJE**



### 6.3.4. POUZENÍ ŠIKMÉ VZPĚRY

Maximální vnitřní síly:

$$N_{ed} := 51.24 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_{vz} := 180 \text{ mm} \text{ a } h_{vz} := 480 \text{ mm} \quad L_1 := 6000 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A := b_{vz} \cdot h_{vz} = 0.086 \text{ m}^2$$

$$\text{Moment setrvačnosti:} \quad I_y := \frac{1}{12} \cdot b_{vz} \cdot h_{vz}^3 = 1658880000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti:} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 138.564 \text{ mm}$$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na vzpěr - osový tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_{vz} \cdot h_{vz}} = 0.593 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 43.301$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 38.952 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 0.734$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 0.813$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.861$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} = 0.047$$

$$0.047 \leq 1$$

**4,7 % VYHOVUJE**

**2. MEZNÍ STAV - MSP**Okamžitý průhyb

$$w_{inst;gk} := 2.7 \text{ mm} \quad w_{max} := \frac{L_1}{300} = 20 \text{ mm}$$

$$w_{inst;sk} := 0.3 \text{ mm}$$

$$w_{inst;vk} := 0.3 \text{ mm} \quad 3.3 \leq 20$$

$$w_{inst} := w_{inst;gk} + w_{inst;sk} + |w_{inst;vk}| = 3.3 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb

Stanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \quad \psi_{2;1} := 0.7 \quad \psi_{0;2} := 0.7 \quad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$w_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 24 \text{ mm} \quad w_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 24 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 5.1 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} = 5.1 \text{ mm} < w_{max;net;l} = 24 \text{ mm}$$

$$5.1 \text{ mm} \leq 24 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$w_{net;fin;ll} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 5.1 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;ll} = 5.1 \text{ mm} < w_{max;net;ll} = 24 \text{ mm}$$

$$5.1 \text{ mm} \leq 24 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ ŠIKMÁ VZPĚRA 180 / 480 mm  
VYHOVUJE**

### 6.3.5. POUZENÍ STŘEDNÍHO SLOUPU

Veškeré sloupy jsou tvořeny jako zdvojené. Posouzení bude provedeno pouze na 1/2 zdvojeného sloupu - poloviční zatížení

Maximální vnitřní síly:

$$N_{ed} := \frac{17.05}{2} \text{ kN} = 8.525 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_{s1} := 180 \text{ mm} \text{ a } h_{s1} := 210 \text{ mm} \quad L_1 := 4600 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A := b_{s1} \cdot h_{s1} = 0.038 \text{ m}^2$$

$$\text{Moment setrvačnosti:} \quad I_y := \frac{1}{12} \cdot b_{s1} \cdot h_{s1}^3 = 138915000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti:} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 60.622 \text{ mm}$$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na vzpěr - osový tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_{s1} \cdot h_{s1}} = 0.226 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 75.88$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0.05}}{\lambda_y^2} = 12.684 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 1.287$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 1.426$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.49$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} = 0.032$$

$$0.032 \leq 1$$

**3,2 % VYHOVUJE**

## 2. MEZNÍ STAV - MSP

### Okamžitý průhyb

$$w_{inst;gk} := 1.2 \text{ mm} \qquad w_{max} := \frac{L_1}{300} = 15.333 \text{ mm}$$

$$w_{inst;sk} := 0.1 \text{ mm}$$

$$w_{inst;vk} := 0.3 \text{ mm}$$

$$1.6 \leq 15.333$$

$$w_{inst} := w_{inst;gk} + w_{inst;sk} + |w_{inst;vk}| = 1.6 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

### Konečný průhyb

Stanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \qquad \psi_{2;1} := 0.7 \qquad \psi_{0;2} := 0.7 \qquad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$w_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 18.4 \text{ mm}$$

$$w_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 18.4 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 2.4 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} = 2.4 \text{ mm} \qquad < \qquad w_{max;net;l} = 18.4 \text{ mm}$$

$$2.4 \text{ mm} \leq 18.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$w_{net;fin;ll} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 2.5 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;ll} = 2.5 \text{ mm} \qquad < \qquad w_{max;net;ll} = 18.4 \text{ mm}$$

$$2.5 \text{ mm} \leq 18.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ 1/2 STŘEDOVÉHO SLOUPU 180 / 210 mm  
VYHOVUJE**

### 6.3.6. POUZENÍ KRAJNÍHO SLOUPU

Veškeré sloupy jsou tvořeny jako zdvojené. Posouzení bude provedeno pouze na 1/2 zdvojeného sloupu - poloviční zatížení

Maximální vnitřní síly:

$$N_{ed} := \frac{19.54}{2} \text{ kN} = 9.77 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_{s1} := 180 \text{ mm} \text{ a } h_{s1} := 210 \text{ mm} \quad L_1 := 4000 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A := b_{s1} \cdot h_{s1} = 0.038 \text{ m}^2$$

$$\text{Moment setrvačnosti:} \quad I_y := \frac{1}{12} \cdot b_{s1} \cdot h_{s1}^3 = 138915000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti:} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 60.622 \text{ mm}$$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na vzpěr - osový tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_{s1} \cdot h_{s1}} = 0.258 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 65.983$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 16.775 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 1.119$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 1.208$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.601$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} = 0.03$$

$$0.03 \leq 1$$

**3 % VYHOVUJE**

## 2. MEZNÍ STAV - MSP

### Okamžitý průhyb

$$W_{inst;gk} := 2.9 \text{ mm} \qquad W_{max} := \frac{L_1}{300} = 13.333 \text{ mm}$$

$$W_{inst;sk} := 0.4 \text{ mm}$$

$$W_{inst;vk} := 0.6 \text{ mm} \qquad 3.9 \leq 13.333$$

$$W_{inst} := W_{inst;gk} + W_{inst;sk} + |W_{inst;vk}| = 3.9 \text{ mm} \qquad \text{VYHOVUJE}$$

### Konečný průhyb

Stanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \qquad \psi_{2;1} := 0.7 \qquad \psi_{0;2} := 0.7 \qquad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$W_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 16 \text{ mm} \qquad W_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;l} := W_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + W_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |W_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 5.8 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;l} = 5.8 \text{ mm} \qquad < \qquad W_{max;net;l} = 16 \text{ mm}$$

$$5.8 \text{ mm} \leq 16 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$W_{net;fin;ll} := W_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |W_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + W_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 5.9 \text{ mm}$$

$$W_{net;fin;ll} = 5.9 \text{ mm} \qquad < \qquad W_{max;net;ll} = 16 \text{ mm}$$

$$5.9 \text{ mm} \leq 16 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ 1/2 KRAJNÍHO SLOUPU 180 / 210 mm  
VYHOVUJE**

### 6.3.7. POUZENÍ POMOČNÉHO SLOUPU

Maximální vnitřní síly:

$$N_{ed} := 80.4 \text{ kN}$$

Průřez:

$$b_{s1} := 120 \text{ mm} \text{ a } h_{s1} := 120 \text{ mm} \quad L_1 := 2100 \text{ mm}$$

Plocha průřezu:  $A := b_{s1} \cdot h_{s1} = 0.014 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti:  $I_y := \frac{1}{12} \cdot b_{s1} \cdot h_{s1}^3 = 17280000 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti:  $i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 34.641 \text{ mm}$

#### 1. MEZNÍ STAV - MSÚ

Posouzení na vzpěr - osový tlak

$$\sigma_{c;0;d} := \frac{N_{ed}}{b_{s1} \cdot h_{s1}} = 5.583 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_1}{i_y} = 60.622$$

$$\sigma_{c;crit} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 19.873 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} := \sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{\sigma_{c;crit}}} = 1.028$$

$$K := 0.5 \left( 1 + 0.2 \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right) = 1.101$$

$$K_c := \frac{1}{K + \sqrt{K^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.669$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_c \cdot f_{c;0;d}} = 0.574$$

$$0.574 \leq 1$$

**57,4 % VYHOVUJE**

**2. MEZNÍ STAV - MSP**Okamžitý průhyb

$$w_{inst;gk} := 2 \text{ mm} \qquad w_{max} := \frac{L_1}{300} = 7 \text{ mm}$$

$$w_{inst;sk} := 0.7 \text{ mm}$$

$$w_{inst;vk} := 0.5 \text{ mm}$$

$$3.2 \leq 7$$

$$w_{inst} := w_{inst;gk} + w_{inst;sk} + |w_{inst;vk}| = 3.2 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**Konečný průhybStanovení součinitelů  $\psi$  podle tabulky A1.1 normy ČSN EN 1990, kategorie E

$$k_{def} := 0.6 \qquad \psi_{2;1} := 0.7 \qquad \psi_{0;2} := 0.7 \qquad \psi_{2;2} := 0.6$$

$$w_{max;net;l} := \frac{L_1}{250} = 8.4 \text{ mm} \qquad w_{max;net;ll} := \frac{L_1}{250} = 8.4 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 4.7 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;l} = 4.7 \text{ mm} \qquad < \qquad w_{max;net;l} = 8.4 \text{ mm}$$

$$4.7 \text{ mm} \leq 8.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

$$w_{net;fin;ll} := w_{inst;gk} \cdot (1 + k_{def}) + |w_{inst;vk}| \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;sk} \cdot (\psi_{0;2} + \psi_{2;2} \cdot k_{def}) = 4.7 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;ll} = 4.7 \text{ mm} \qquad < \qquad w_{max;net;ll} = 8.4 \text{ mm}$$

$$4.7 \text{ mm} \leq 8.4 \text{ mm}$$

**VYHOVUJE**

**STÁVAJÍCÍ POMOČNÝ SLOUP 120 / 120 mm**  
**VYHOVUJE**



## 7. Seznam tabulek

Tabulka 1: Výpočet zatížení skladby S1 .....	4
Tabulka 2: Výpočet zatížení skladby S2 .....	4
Tabulka 3: Výpočet zatížení skladby S2 .....	5

## 8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma krovu.....	3
Obrázek 2: Výpočet zatížení sněhem v programu FINE zatížení .....	6
Obrázek 3: Výpočet vstupních hodnot pro výpočet zatížení větrem – Program FINE zatížení ....	7
Obrázek 4: Schéma polohy posuzované plné vazby krovu .....	7
Obrázek 5: Vítr zleva (sání) - FINE zatížení .....	8
Obrázek 6: Vítr zleva (tlak a sání) - FINE zatížení.....	8
Obrázek 7: Vítr shora (sání) - FINE zatížení.....	9
Obrázek 8: Vítr shora (tlak a sání) - FINE zatížení .....	10
Obrázek 9: ZS1 – vlastní tíha.....	11
Obrázek 10: ZS2 – skladba střechy .....	11
Obrázek 11: ZS3 – skladba půdní lávky .....	12
Obrázek 12: ZS4 – skladba podhledu.....	12
Obrázek 13: ZS5 – užité zatížení.....	12
Obrázek 14: ZS6 – sníh .....	13
Obrázek 15: ZS7 – sníh 50/100 .....	13
Obrázek 16: ZS7 – vítr podélný (zleva – sání).....	13
Obrázek 17: ZS8 – vítr podélný (zleva – tlak a sání) .....	14
Obrázek 18: ZS9 – vítr příčný (shora – sání).....	14
Obrázek 19: ZS10 – vítr příčný (shora – tlak a sání) .....	14
Obrázek 20: Výčet kombinací MSÚ z programu SCIA Engineer .....	15
Obrázek 21: Výčet kombinací MSP z programu SCIA Engineer .....	16
Obrázek 22: Normálové síly N [kN] - kombinace č.1 .....	17
Obrázek 23: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 1 .....	17
Obrázek 24: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.1.....	17
Obrázek 25: Normálové síly N [kN] - kombinace č.2 .....	18
Obrázek 26: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 2 .....	18
Obrázek 27: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.2.....	18
Obrázek 28: Normálové síly N [kN] - kombinace č.3 .....	19
Obrázek 29: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 3 .....	19
Obrázek 30: Ohybové momenty Mz [kNm] - kombinace č.3.....	19
Obrázek 31: Normálové síly N [kN] - kombinace č.4 .....	20
Obrázek 32: Posouvající síly Vz [kN] - kombinace č. 4 .....	20

Obrázek 33: Ohybové momenty $M_z$ [kNm] - kombinace č.4.....	20
Obrázek 34: Normálové síly $N$ [kN] - kombinace č.4 .....	21
Obrázek 35: Posouvající síly $V_z$ [kN] - kombinace č. 4 .....	21
Obrázek 36: Ohybové momenty $M_z$ [kNm] - kombinace č.4.....	21
Obrázek 37: Normálové síly $N$ [kN] - kombinace č.4 .....	22
Obrázek 38: Posouvající síly $V_z$ [kN] - kombinace č. 4 .....	22
Obrázek 39: Ohybové momenty $M_z$ [kNm] - kombinace č.4.....	22
Obrázek 40: Normálové síly $N$ [kN] - kombinace č.4 .....	23
Obrázek 41: Posouvající síly $V_z$ [kN] - kombinace č. 4 .....	23
Obrázek 42: Ohybové momenty $M_z$ [kNm] - kombinace č.4.....	23
Obrázek 43: Normálové síly $N$ [kN] - kombinace č.4 .....	24
Obrázek 44: Posouvající síly $V_z$ [kN] - kombinace č. 4 .....	24
Obrázek 45: Ohybové momenty $M_z$ [kNm] - kombinace č.4.....	24