

Posouzení střešní konstrukce na objektu č. p. 67 na parc. č. st. 30, v k.ú. Horní Kozolupy [643114]

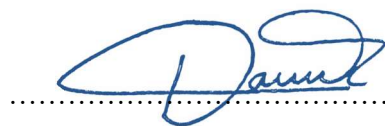
D.2 Základní stavebně konstrukční řešení

Investor:

Obec Horní Kozolupy
Horní Kozolupy č. p. 67
349 52 Konstantinovy lázně

Vypracoval:

Ing. Josef Dornák



Brno, březen 2025

D.2.1 Technická zpráva	2
1. Popis konstrukce	2
2. Použité skladby	2
2.1 S1 – Skladba střešního pláště	2
3. Použitý materiál	2
3.1 Dřevo	2
4. Zatížení	3
4.1 Zatížení sněhem	3
4.2 Zatížení větrem	4
4.3 Užitné zatížení	5
4.4 Stálé zatížení	5
D.2.2 Základní statický výpočet	7
1. Statický model konstrukce	7
1.1 Zatěžovací stavy	8
2. Posouzení stávajících krokví	11
2.1 Vnitřní síly	11
2.2 Posouzení	13
3. Posouzení stávající vaznice	14
3.1 Vnitřní síly	14
3.2 Posouzení	16
4. Posouzení stávajících sloupků	16
Závěr	

D.2.1 Technická zpráva

1. Popis konstrukce

Předmětem posudku je posouzení stávající střešní konstrukce obecního úřadu před uložením modulů FVE v obci Horní Kozolupy, okres Tachov, Plzeňský kraj. Objekt je půdorysně tvar obdélníku o rozměrech 10,65×9,6 m. Střešní konstrukce je polovalbová. Nosná část střešního pláště je tvořena vaznicovou konstrukcí o sklonu cca 50 °. Jsou zde použity krokve o rozměru 100/160 mm v osových vzdálenostech 900 mm, které jsou neseny středovými vaznicemi o průřezu 120/130 mm. Tyto vaznice jsou neseny dřevěnými sloupky o průřezu 120/150 mm. Plné vazby jsou umístěny v konstrukci po 1,8 m. Nad vaznicemi v plných vazbách se nacházejí trámy o průřezu 180/180 nebo 150/180 mm. Středové vaznice jsou vzdáleny 3900 mm. Do stropní konstrukce je zatížení ze sloupků přenášeno pomocí roznášecího dřevěného prahu o rozměrech 150/180 mm.

2. Použité skladby

2.1 S1 – Skladba střešního pláště

Tabulka 1 - Skladba střešního pláště

VRSTVA	TLOUŠKA [mm]	PLOŠNÁ TÍHA [kN/m ²]	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA [m]	CHARAKTERISTICKÁ TÍHA [kN/m]
FVE PANELY	-	0,35	1,00	0,35
KERAMICKÁ KRYTINA	-	0,5	1,00	0,5
DŘEVĚNÝ ROŠT	-	0,05	1,00	0,05
DIFÚZNÍ FÓLIE	-	-	1,00	-
DŘEVĚNÉ BEDNĚNÍ	0,025	0,1	1,00	0,1
KROKVE	-	-	-	-
CELKEM				1,00

3. Použitý materiál

3.1 Dřevo

Pro veškeré dřevěné nosné prvky je použito řezivo třídy C24 s danými charakteristickými vlastnostmi:

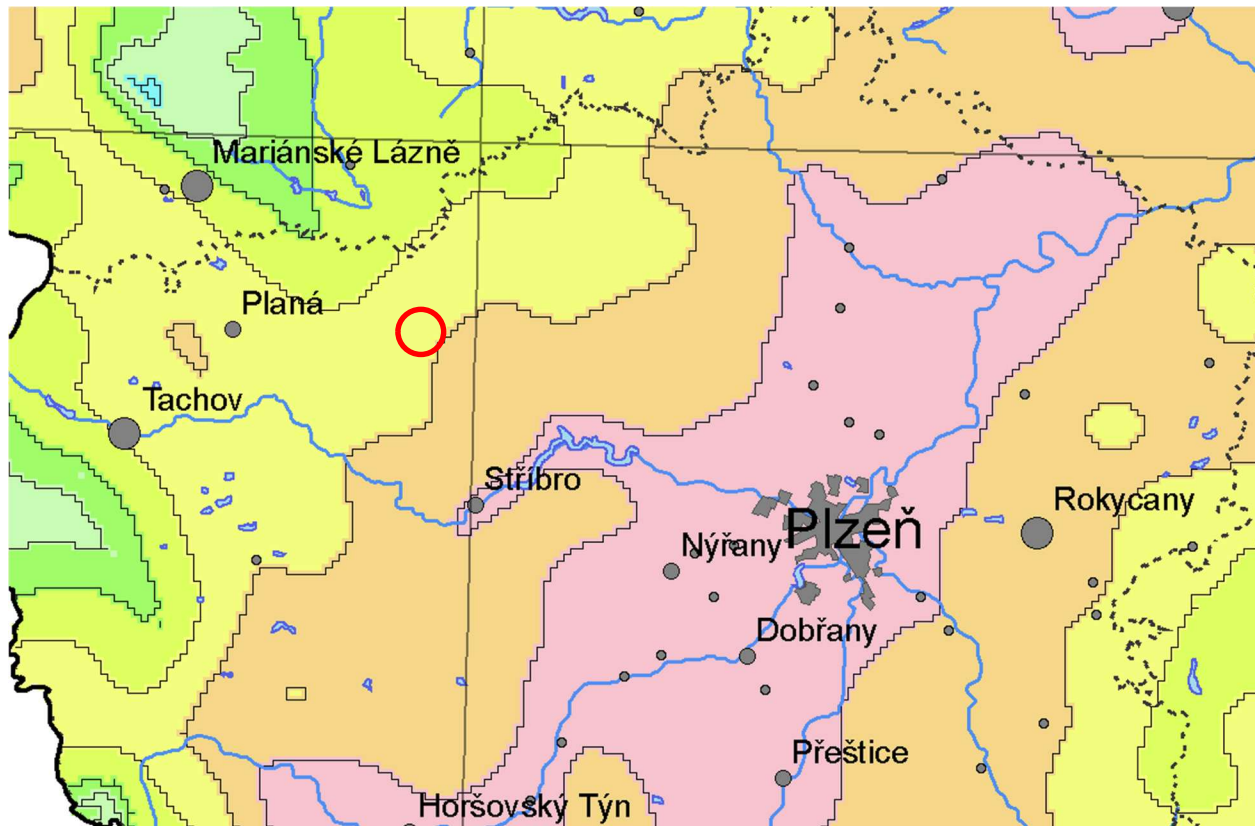
Tabulka 2 - Mechanické vlastnosti použitého dřeva

Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	24 MPa
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	14 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	0,4 MPa
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	21 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	2,5 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	4,0 MPa
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,mean}$	11 GPa
	$E_{0,05}$	7,4 GPa
Modul pružnosti kolmo na vlákna	$E_{90,mean}$	0,37 GPa
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean}	0,69 GPa

4. Zatížení

4.1 Zatížení sněhem

Navržený objekt se nachází v obci Horní Kozolupy v okrese Tachov v Plzeňském kraji, která spadá do II. sněhové oblasti.



Obrázek 1 - Mapa sněhových oblastí s vyznačením místa stavby

Charakteristické zatížení sněhem... $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

Zatížení sněhem: Návěj za překážkou dle ČSN EN 1991-1-3

základní součinitel tvaru střechy $\mu_1 = 0,80$

objemová tíha sněhu $\gamma = 2,00$

výška překážky $h = 0,50$

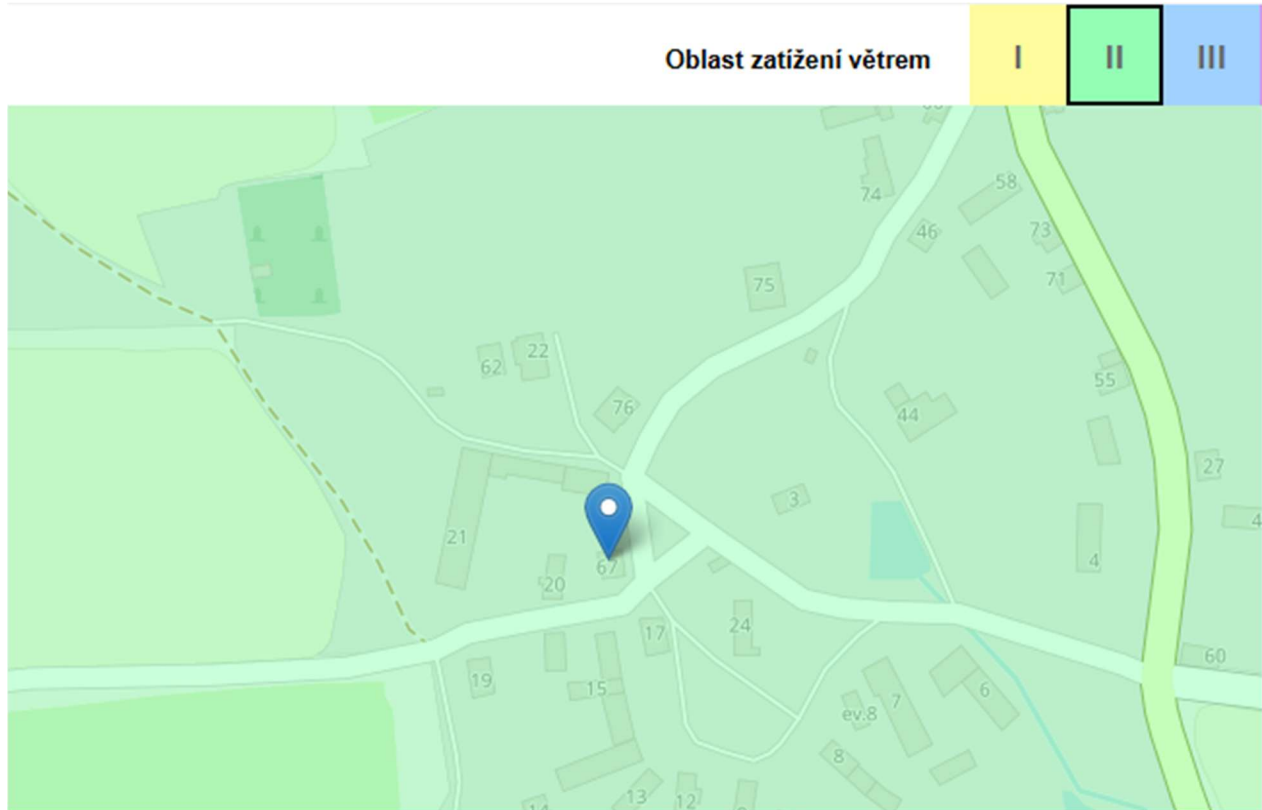
zvýšený součinitel za překážkou $\mu_2 = 0,8 < \gamma \cdot h / s_k < 2,0 = 0,80$

délka návěje $l_s = 2h = 1,00$

$$s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}$$

4.2 Zatížení větrem

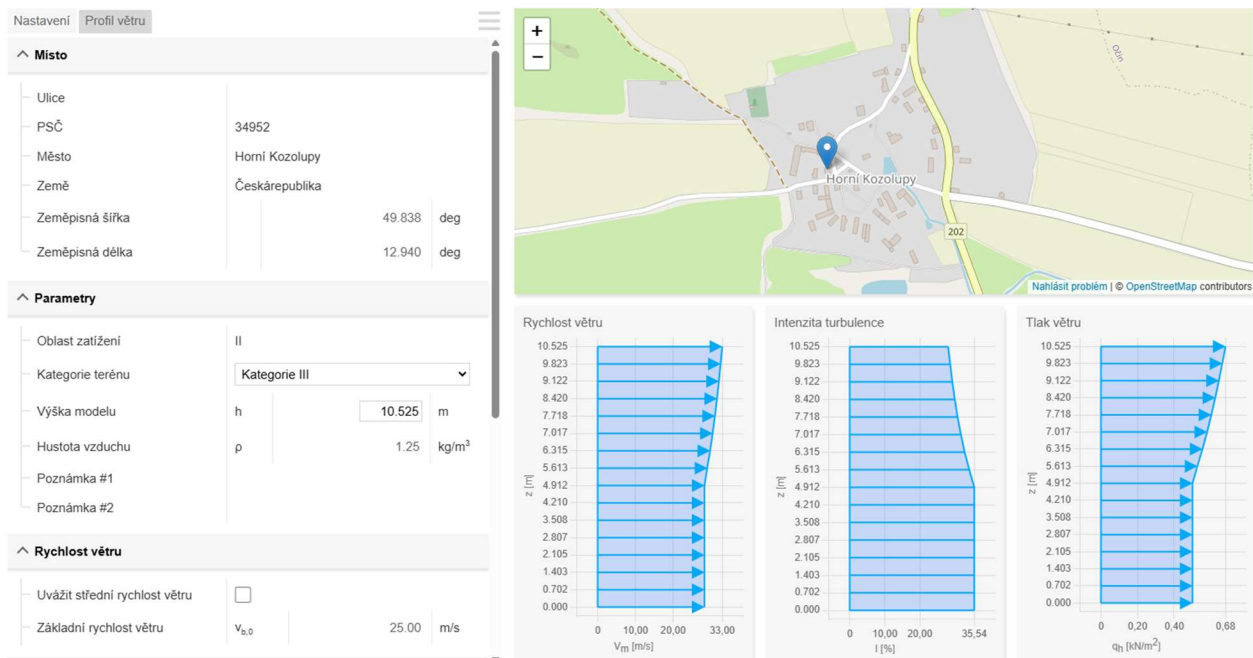
Navržený objekt se nachází v obci Horní Kozolupy v okrese Tachov v Plzeňském kraji, která spadá do II. větrné oblasti.



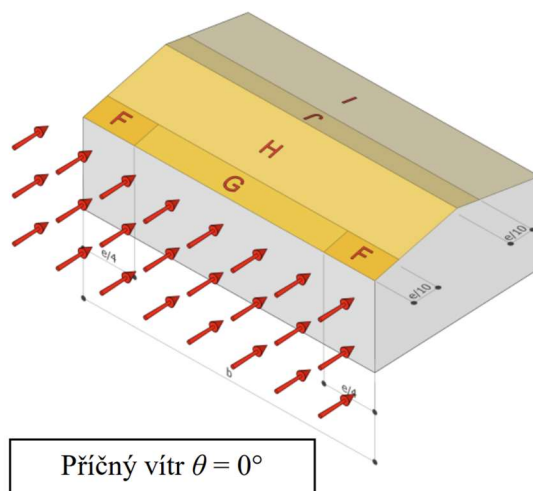
Obrázek 2 - Mapa větrných oblastí s vyznačením místa stavby

Základní rychlost větru...

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$



Obrázek 3 - Profil větru



Obrázek 4 - Tlak větru na sedlové střechy

Oblast pro směr větru $\theta=0^\circ$				
F	G	H	I	J
$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
+0,7	+0,7	+0,4	+0,0	+0,0

$$w_{e+} = q_h \cdot c_{pe} = 0,68 \cdot 0,7 = 0,476 \text{ kN/m}$$

$$w_{e-} = q_h \cdot c_{pe} = 0,68 \cdot 0,5 = 0,34 \text{ kN/m}$$

Hodnoty zatížení větrem jsou generovány automaticky v programu.

4.3 Užité zatížení

Střešní konstrukci řadíme vzhledem k jejímu účelu do kategorie H – Střechy nepřístupné s výjimkou údržby a oprav.

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

4.4 Stálé zatížení

Na konstrukci působí vlastní tíha a další stálé zatížení viz 2. Použité skladby.

5. Použité normy a podklady

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí Část 1-1: Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [9] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [10] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- [11] ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- [12] Projektová dokumentace z 07/2024 vypracovaná Ing. Radkem Valou
- [13] Návrh FVS z 02/2024

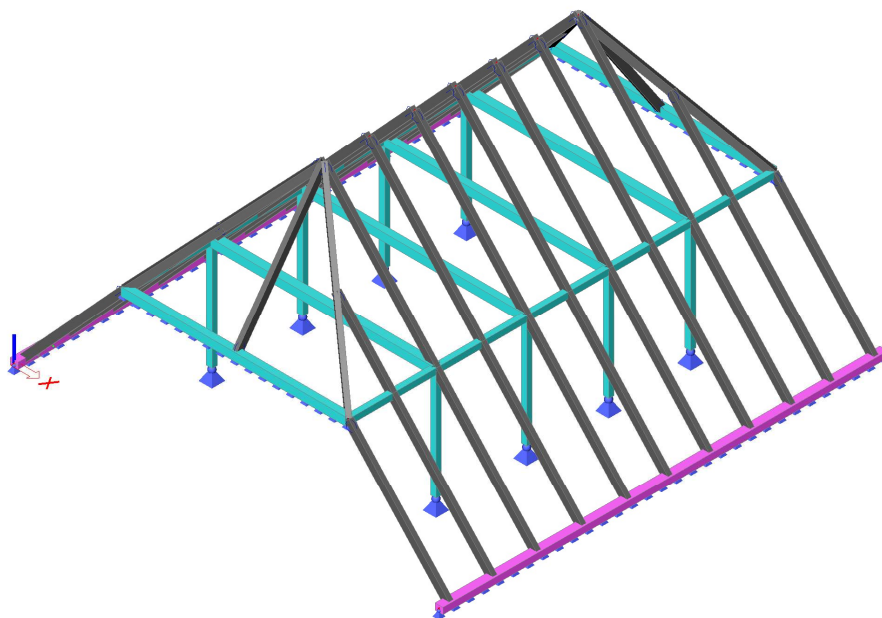
D.2.2 Základní statický výpočet

Obsahem statického výpočtu je posouzení stávajících konstrukcí. Součástí této dokumentace je:

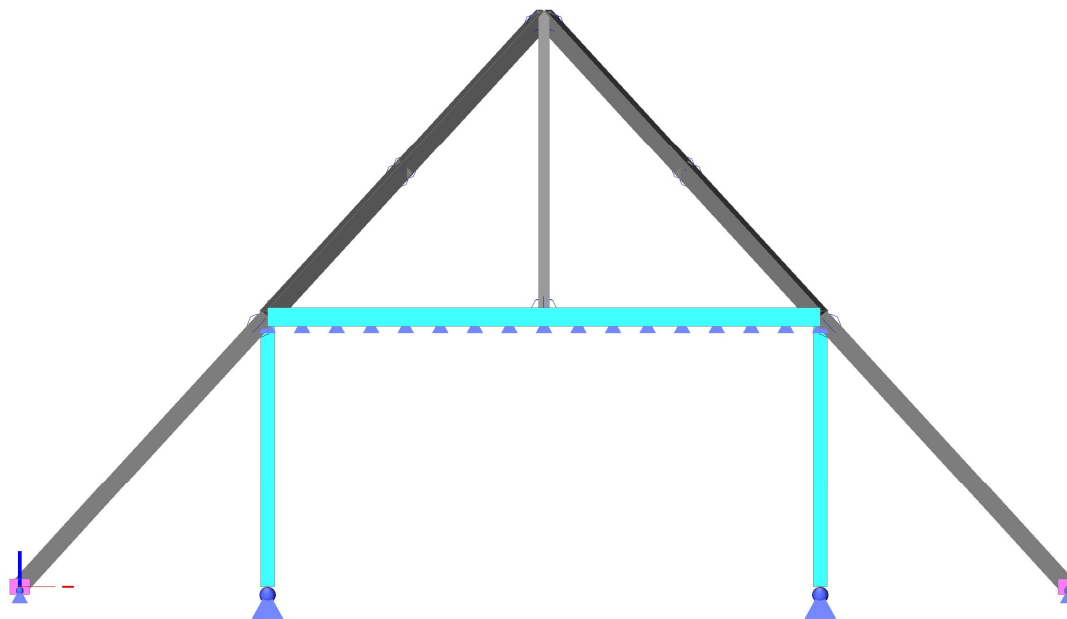
- A. Posouzení stávajících krokví
- B. Posouzení stávajících vaznic
- C. Posouzení stávajících sloupků

1. Statický model konstrukce

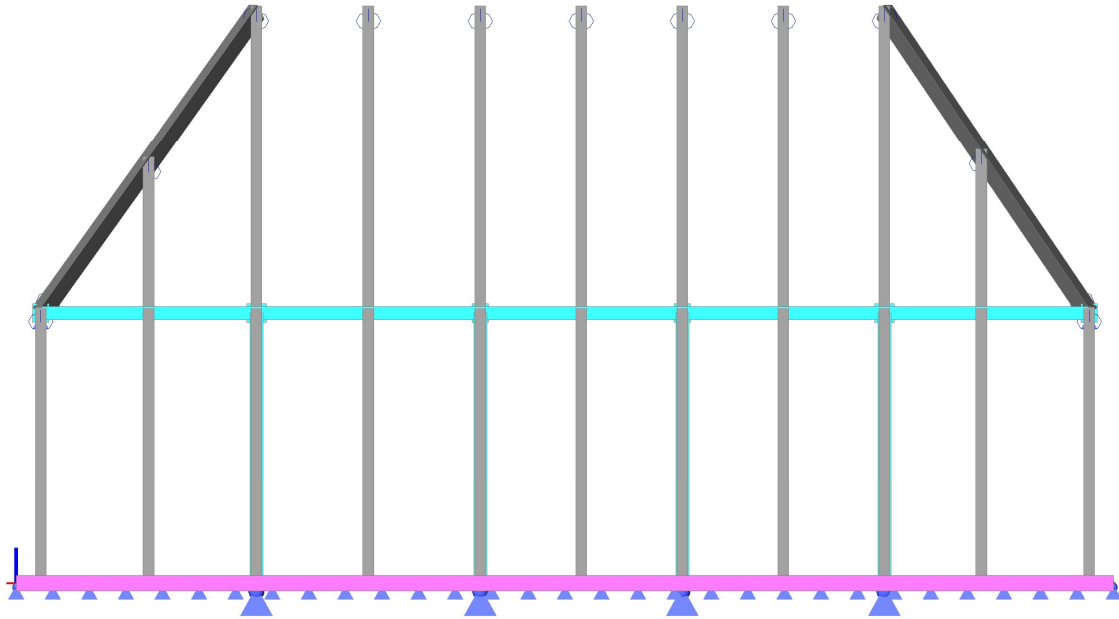
Byl vytvořen 3D model celé konstrukce, ze kterého jsou získány potřebné vnitřní síly.



Obrázek 5 - 3D model konstrukce

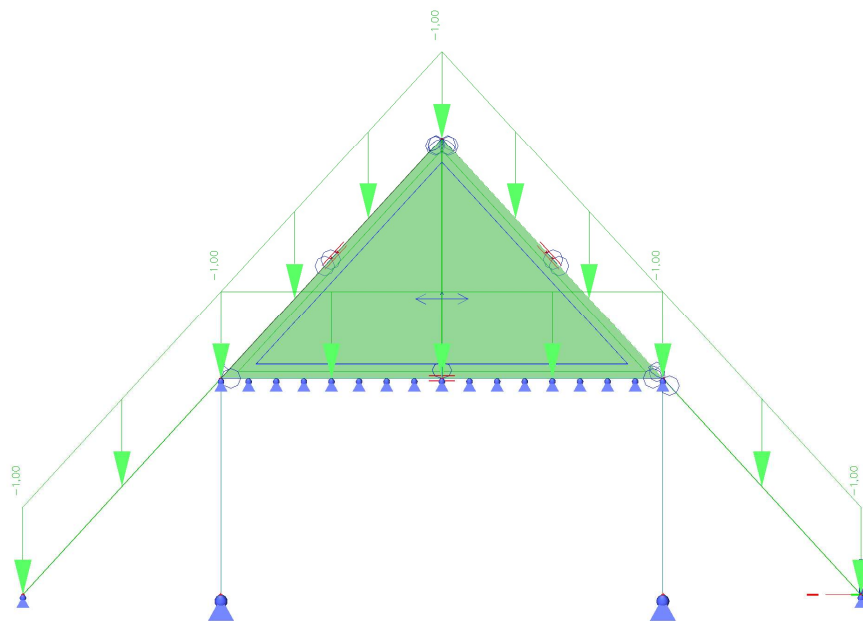


Obrázek 6 - Přední pohled na 3D model

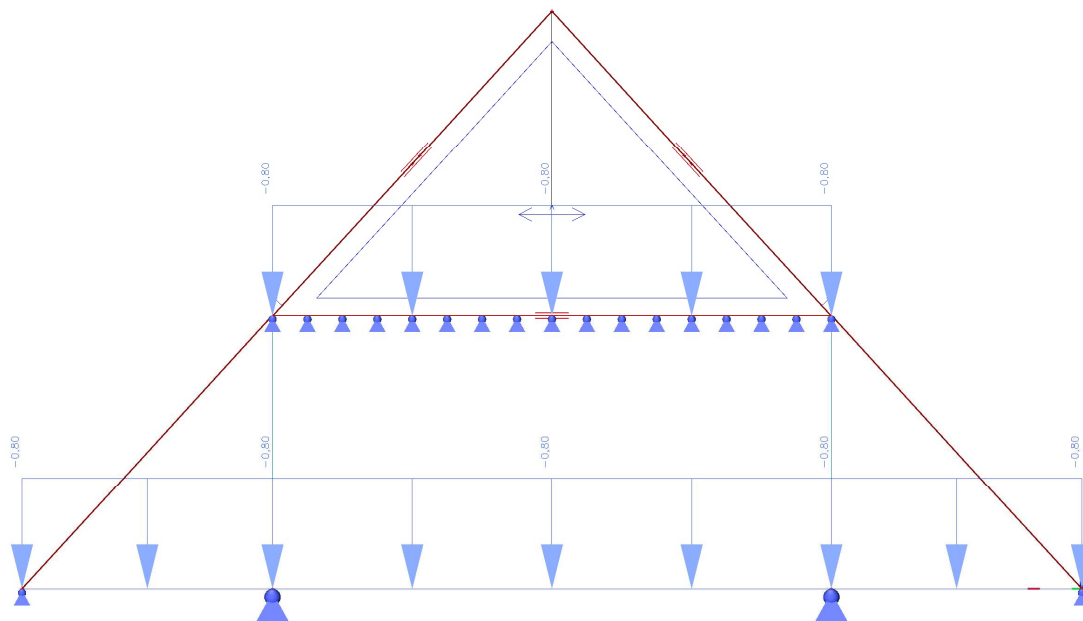


Obrázek 7 - Boční pohled na 3D model

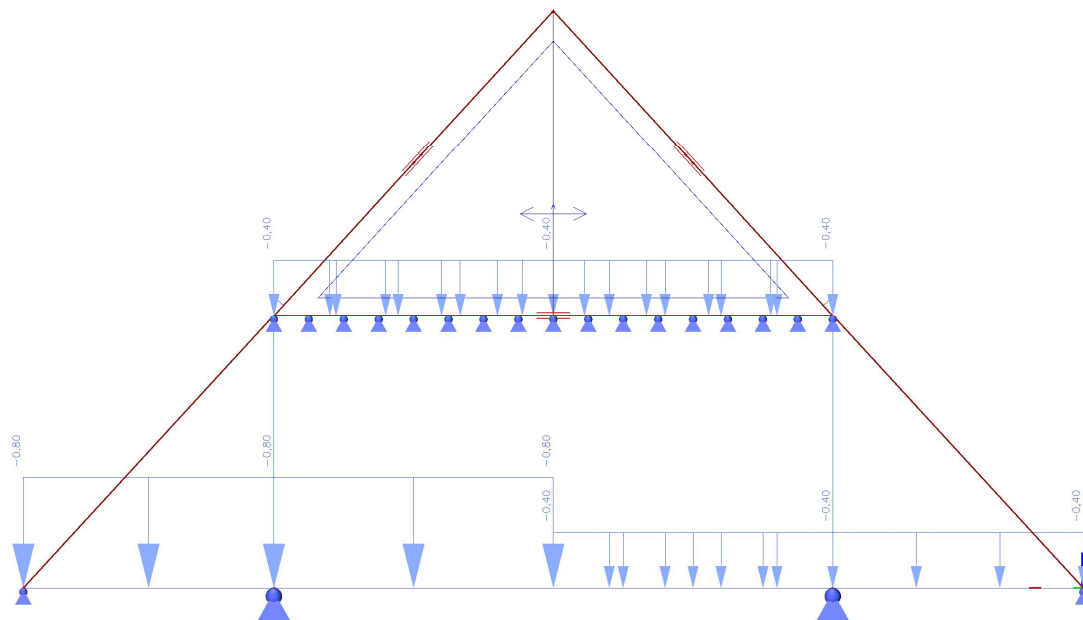
1.1 Zatěžovací stavy



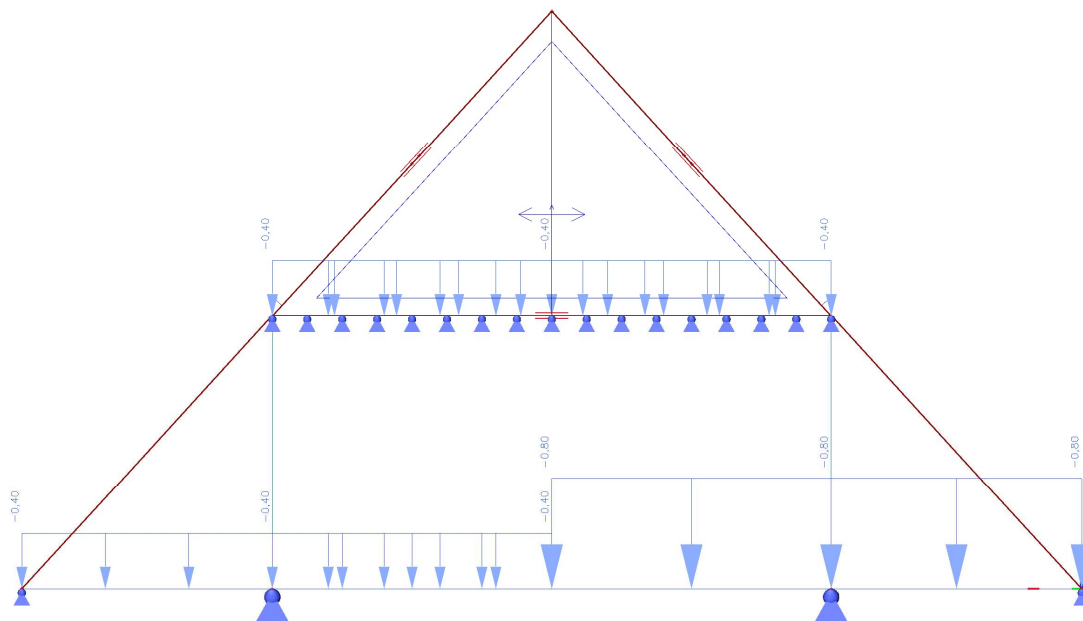
Obrázek 8 - ZS2 – Ostatní stálé zatižení



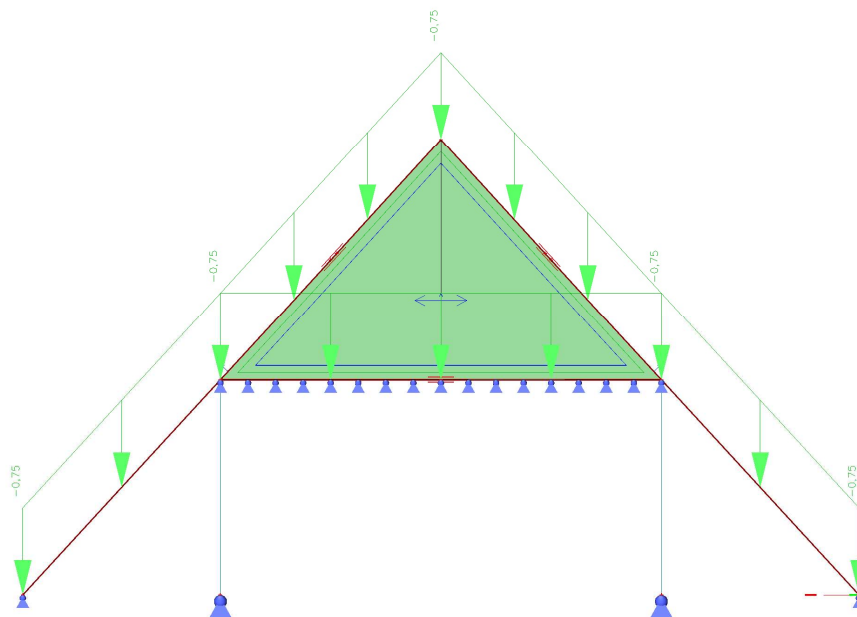
Obrázek 9 - ZS3 – Sníh plný



Obrázek 10 - ZS4 – Sníh levý



Obrázek 11 - ZS5 – Sníh pravý



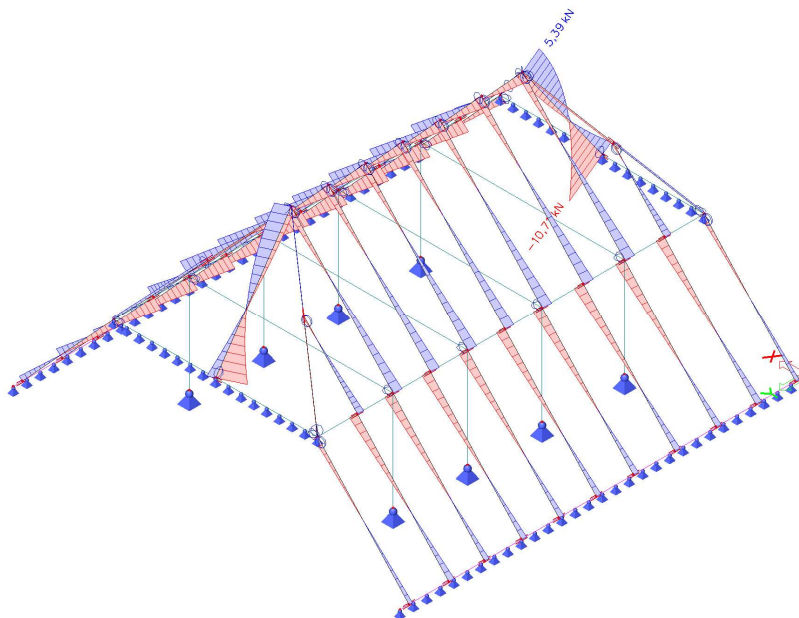
Obrázek 12 - ZS6 – Užitné plné

Zatěžovací stavy od větru jsou generovány automaticky v programu.

2. Posouzení stávajících krokví

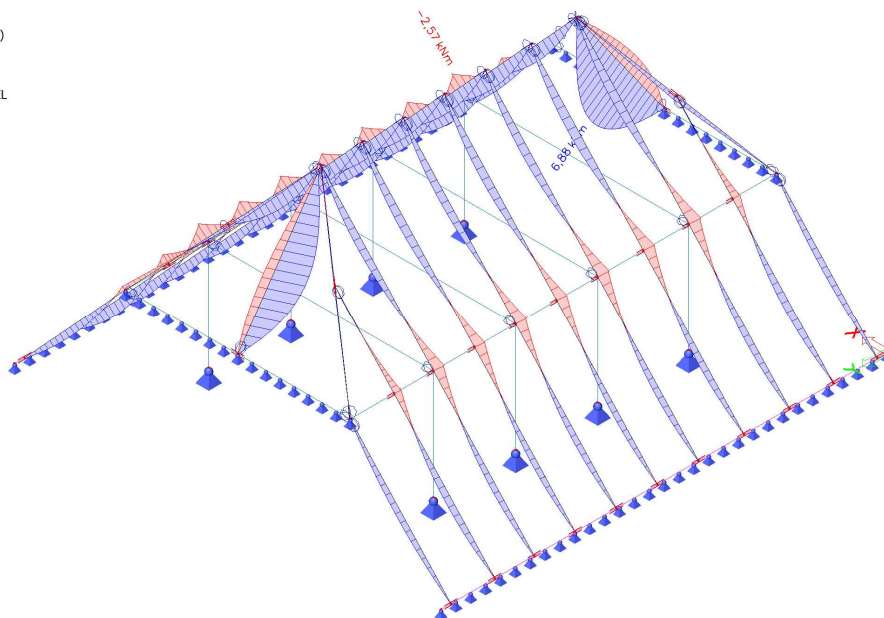
2.1 Vnitřní síly

1D vnitřní síly
Hodnoty: V_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = KROKEV - OBDEL
(100,00; 160,00)



Obrázek 13- Průběh posouvajících sil

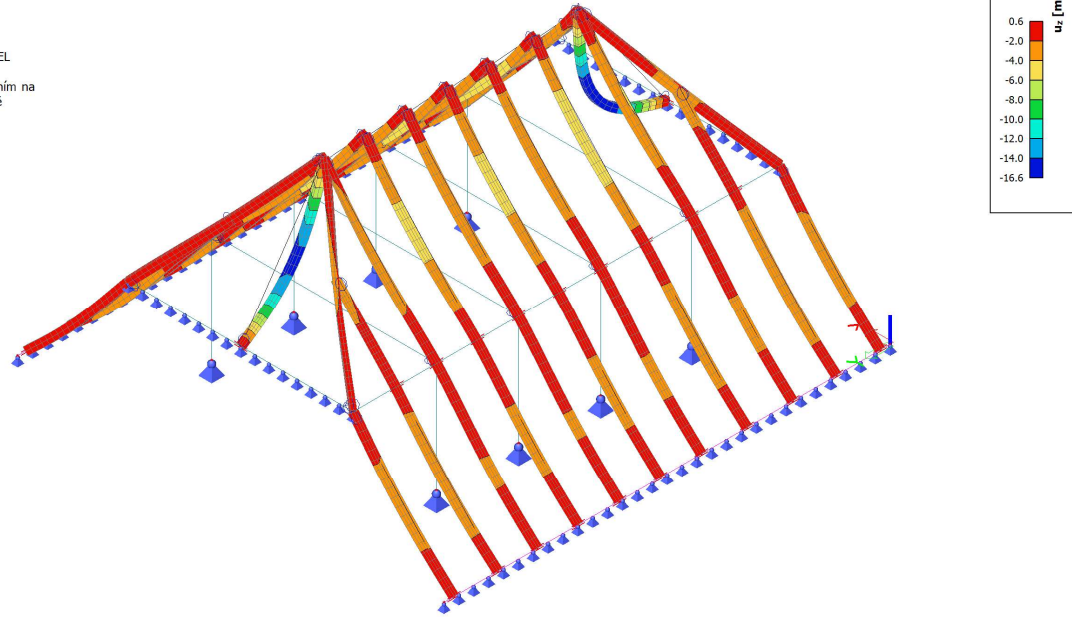
1D vnitřní síly
Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = KROKEV - OBDEL
(100,00; 160,00)



Obrázek 14 - Průběh ohybových momentů

3D přemístění

Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = KROKEV - OBDEL
(100,00; 160,00)
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



Obrázek 15 - Průhyby jednotlivých krokví

2.2 Posouzení

POSOUZENÍ DŘEVĚNÉHO PRŮŘEZU DLE ČSN 73 1701

1. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Třída vlhkosti konstrukce	1	$f_{m,k} = 24$	MPa
Třída pevnosti dřeva	C24	$f_{v,k} = 4$	MPa
Třída trvání zatížení	krátkodobé	$k_{mod} = 0,9$	

2. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$b =$	100 mm		
$h =$	160 mm		
$l =$	2500 mm		
Průřezová plocha		Moment setrvačnosti	
$A = b \cdot h =$	0,016 m ²	$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	0,00003 m ⁴
Průřezový modul			
$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	0,0004 m ³		

Návrhová hodnota pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot (f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota pevnosti ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot (f_{v,k} / \gamma_M) = 2,77 \text{ MPa}$$

3. POSOUZENÍ NA OHYBOVÝ MOMENT

Návrhový ohybový moment

$$M_{y,Ed} = 6,88 \text{ kNm}$$

Návrhová hodnota napětí v ohybu

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 16,13 \text{ MPa}$$

Podmínka posouzení na ohybový moment

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,97 < 1,0 \quad \text{VYHOVÍ}$$

4. POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

Návrhová posouvající síla

$$V_{y,Ed} = 13,00 \text{ kN} \quad V(-)+V(+)$$

Návrhová hodnota napětí ve smyku

$$\tau_{v,d} = 3/2 \cdot (V_{y,Ed} / b \cdot h \cdot k_{cr}) = 1,82 \text{ MPa}$$

Podmínka posouzení na posouvající sílu

$$\tau_{v,d} / f_{v,k} = 0,66 < 1,0 \quad \text{VYHOVÍ}$$

5. POSOUZENÍ PRŮHYBU

Posouzení průhybu uprostřed nosníku

$$u_{inst} = 16,60 \text{ mm}$$

Podmínka

$$u_{inst,lim} = l/150 = 16,667 > 16,60 \text{ mm} \quad \text{VYHOVÍ}$$

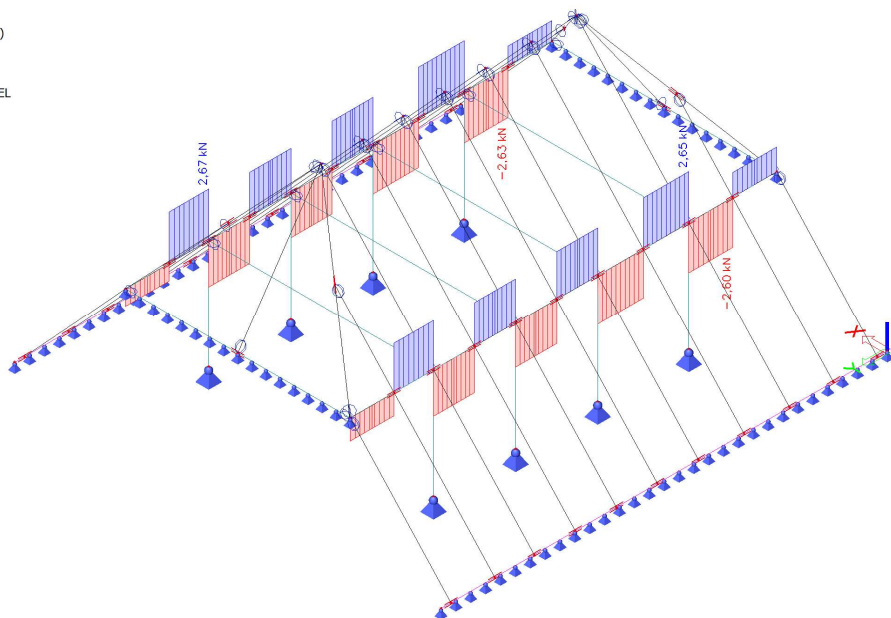
Stávající krokve vyhovují s využitím 97 %.

3. Posouzení stávající vaznice

3.1 Vnitřní síly

1D vnitřní síly

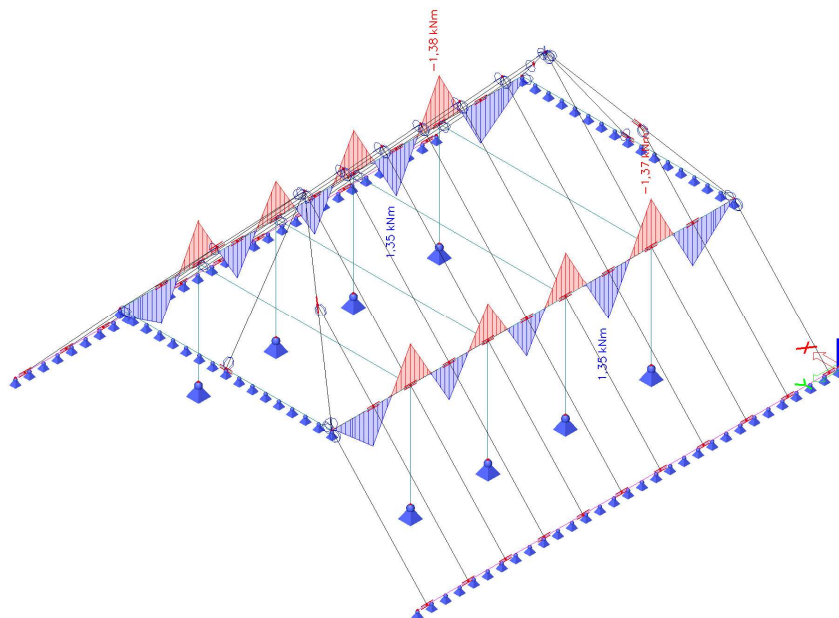
Hodnoty: V_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = VAZNICE - OBDEL
 (120,00; 130,00)



Obrázek 16 - Průběh posouvajících sil

1D vnitřní síly

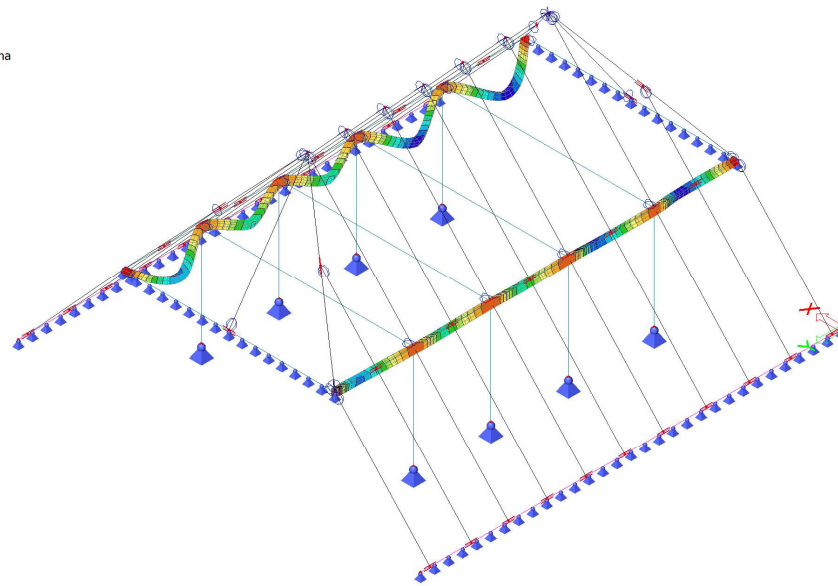
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = VAZNICE - OBDEL
 (120,00; 130,00)



Obrázek 17 - Průběh ohybových momentů

3D přemístění

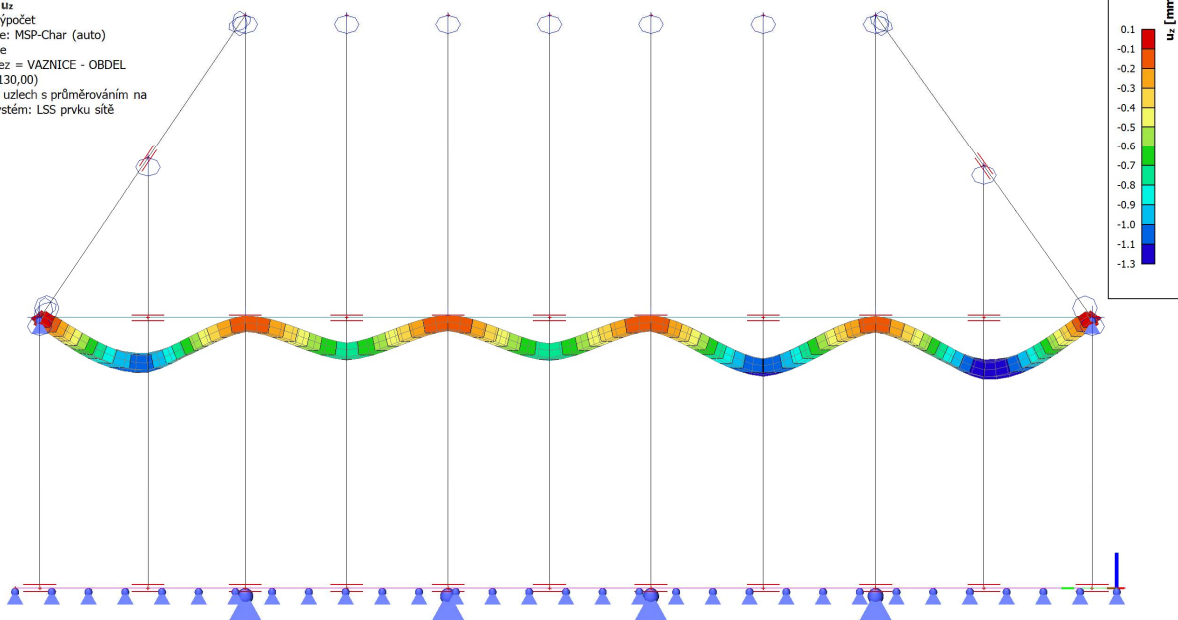
Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = VAZNICE - OBDEL
 (120,00; 130,00)
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Obrázek 18 - Průhyb vaznic

3D přemístění

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = VAZNICE - OBDEL
 (120,00; 130,00)
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Obrázek 19 - Průhyb vaznic – pohled

3.2 Posouzení

POSOUZENÍ DŘEVĚNÉHO PRŮŘEZU DLE ČSN 73 1701

1. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Třída vlhkosti konstrukce	1	$f_{m,k} = 24$	MPa
Třída pevnosti dřeva	C24	$f_{v,k} = 4$	MPa
Třída trvání zatížení	krátkodobé	$k_{mod} = 0,9$	

2. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$b =$	120 mm		
$h =$	130 mm		
$l =$	2050 mm		
Průřezová plocha		Moment setrvačnosti	
$A = b \cdot h =$	0,0156 m ²	$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	0,00002 m ⁴
Průřezový modul			
$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	0,0003 m ³		

Návrhová hodnota pevnosti v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot (f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota pevnosti ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot (f_{v,k} / \gamma_M) = 2,77 \text{ MPa}$$

3. POSOUZENÍ NA OHYBOVÝ MOMENT

Návrhový ohybový moment

$$M_{y,Ed} = 1,35 \text{ kNm}$$

Návrhová hodnota napětí v ohybu

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3,99 \text{ MPa}$$

Podmínka posouzení na ohybový moment

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,24 < 1,0 \quad \text{VYHOVÍ}$$

4. POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

Návrhová posouvající síla

$$V_{y,Ed} = 5,50 \text{ kN} \quad V(-)+V(+)$$

Návrhová hodnota napětí ve smyku

$$\tau_{v,d} = 3/2 \cdot (V_{y,Ed} / b \cdot h \cdot k_{cr}) = 0,79 \text{ MPa}$$

Podmínka posouzení na posouvající sílu

$$\tau_{v,d} / f_{v,k} = 0,29 < 1,0 \quad \text{VYHOVÍ}$$

5. POSOUZENÍ PRŮHYBU

Posouzení průhybu uprostřed nosníku

$$u_{inst} = 1,30 \text{ mm}$$

Podmínka

$$u_{inst,lim} = l/150 = 13,667 > 1,30 \text{ mm} \quad \text{VYHOVÍ}$$

Stávající vaznice vyhovuje s využitím průřezu 29 %.

4. Posouzení stávajících sloupků

Vnitřní síly jsou získány ze 3D modelu celé konstrukce, průřez sloupku je posouzen v programu FIN EC 2025. Stávající sloupky vyhovují.

Závěr

Výše popsané konstrukce střešního pláště vyhovují za předpokladu, že byla konstrukce realizována dle projektové dokumentace.

Upozornění: Jedná se o dokumentaci, která se dokládá k projektu pro návrh FVE elektráren. Zpracovatel této projektové dokumentace neručí za jakékoliv škody vzniklé použitím této dokumentace k jiným účelům, než pro jaké byla určena. Obsah tohoto posudku je dle zákona č.121/2000 Sb., O právu autorském, výhradním autorským vlastnictvím a smí být použit, nebo nadále reprodukován jen s písemným souhlasem autora.

V Brně dne 26.03.2025

Vypracoval:

Ing. Josef Dorňák

