

Zadavatel:

**Hexagon Technology, s.r.o.**  
Evropská 516/10  
16000 Praha  
IČ: 08722803

# Statický výpočet

## Přepočet střešní konstrukce

### Instalace FVE na budovu městského úřadu (č.p. 1)

Místo: Příbrav  
Vypracoval: Ing. Martin Werunský, IWE  
Kontroloval: Ing. Jan Zatloukal, Ph.D.  
Datum: 15.11.2024



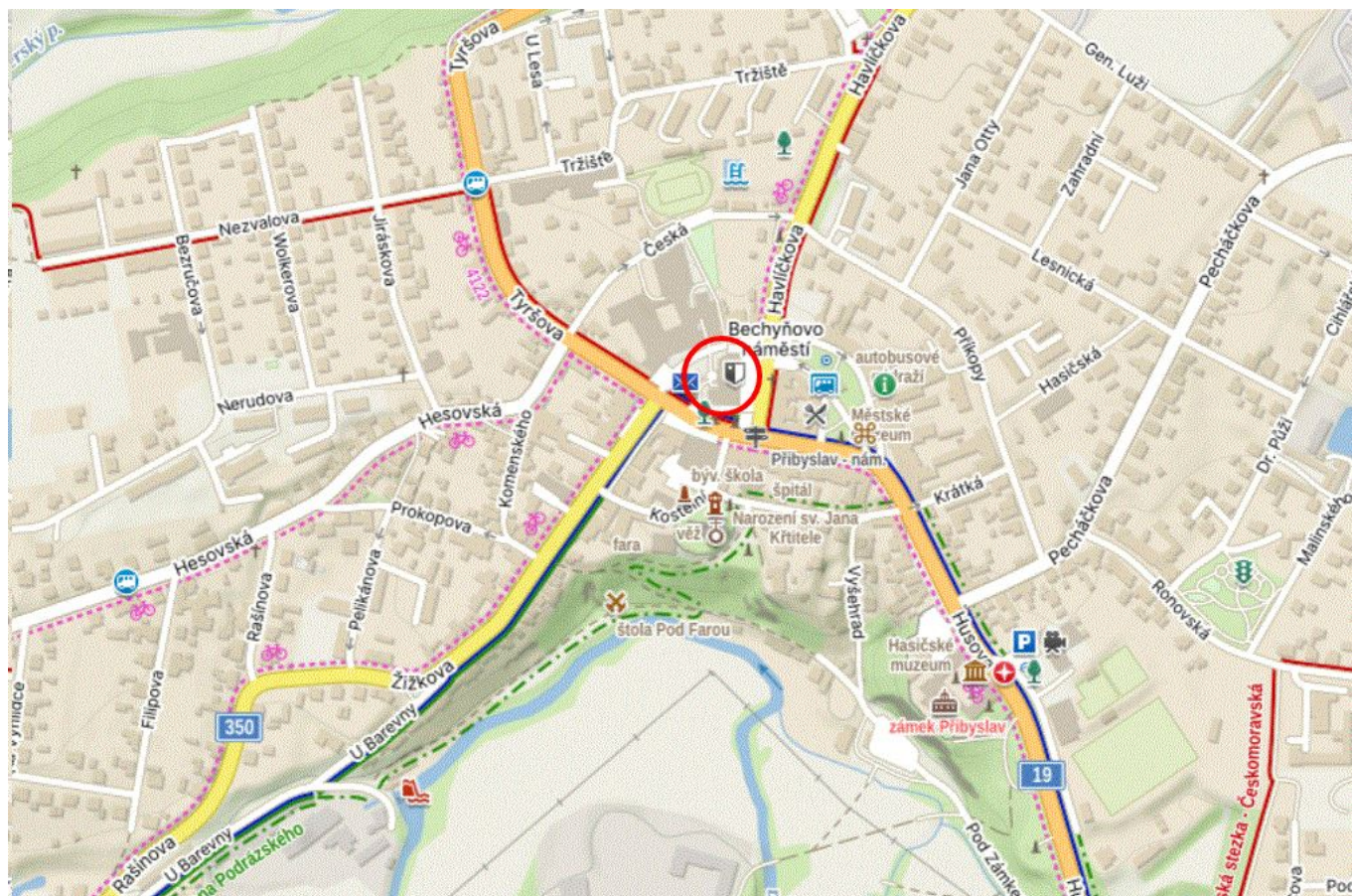
Počet stran: 47

## 1. Obsah

1. Obsah	1
2. Úvod	2
3. Použité normy	2
4. Výpočetní software	2
5. Numerický model	3
5.1. Materiály	4
5.2. Průřezy	4
6. Zatížení	5
7. Zatížení MKP modelu	6
7.1. Stálé / Hodnota pro výpočet	6
7.2. FTV panely / Hodnota pro výpočet	6
7.3. Sníh / Hodnota pro výpočet	7
7.4. Vítr - součinitele $c_{pe10}$ / Hodnota pro výpočet	7
8. Vnitřní síly MSÚ	8
8.1. Ocelový rám	8
8.1.1. Vnitřní síly na prutu; N	8
8.1.2. Vnitřní síly na prutu; $V_y$	8
8.1.3. Vnitřní síly na prutu; $V_z$	9
8.1.4. Vnitřní síly na prutu; $M_x$	9
8.1.5. Vnitřní síly na prutu; $M_y$	10
8.1.6. Vnitřní síly na prutu; $M_z$	10
8.2. Krov	11
8.2.1. Vnitřní síly na prutu; N	11
8.2.2. Vnitřní síly na prutu; $V_y$	11
8.2.3. Vnitřní síly na prutu; $V_z$	12
8.2.4. Vnitřní síly na prutu; $M_x$	12
8.2.5. Vnitřní síly na prutu; $M_y$	13
8.2.6. Vnitřní síly na prutu; $M_z$	13
9. Posouzení	14
9.1. Krov	14
9.1.1. Posudek dřeva podle MSÚ; Jedn. posudek	14
9.1.2. Posudek dřeva podle MSÚ	14
9.1.3. Posudek dřeva podle MSP; Jedn. posudek	18
9.2. Ocelový rám	19
9.2.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek	19
9.2.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	19
9.2.3. Relativní deformace; Rel uz	46
10. Závěr	47

## 2. Úvod

Dle požadavku zadavatele je zpracován statický výpočet stávající konstrukce po přitížení FTV panely o maximální tíže 25 kg/m<sup>2</sup>.



## 3. Použité normy

ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – 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 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla

ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## 4. Výpočetní software

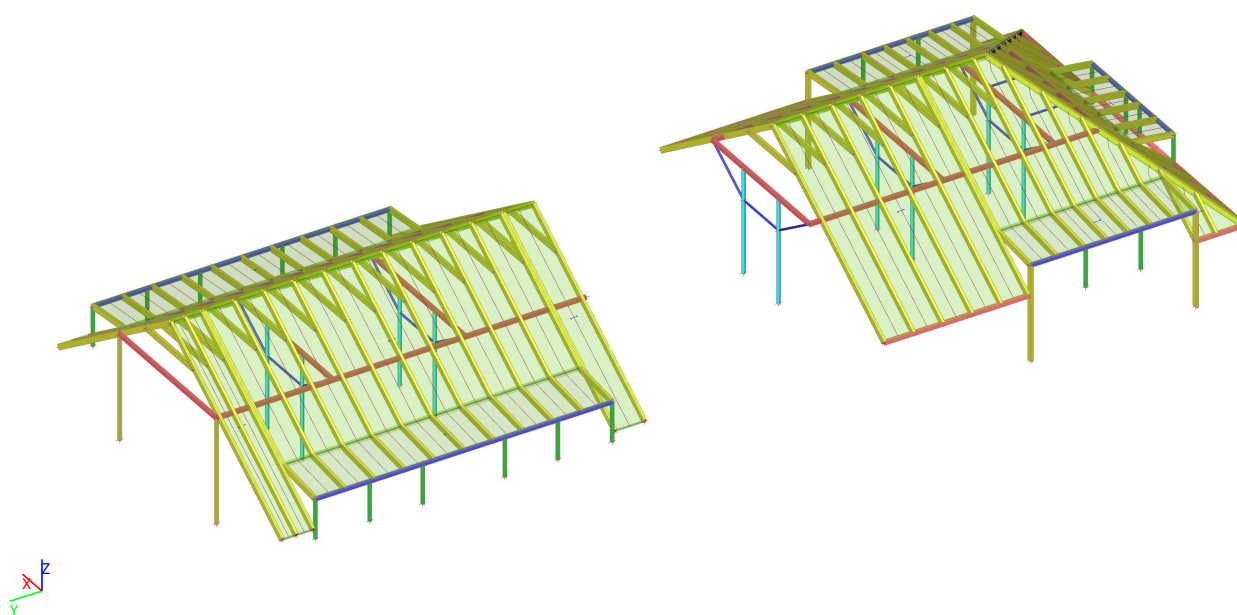
Scia Engineer

MS Excel



## 5. Numerický model

Numerický model krovu je vymodelován v MKP softwaru Scia Engineer. Numerický model je modelován pomocí 1D prutových prvků. Zatížení je přenášeno do 1D prvků pomocí 2D zatěžovacích panelů.




Vlevo: jižní část, vpravo: severní část




5.1. Materiály

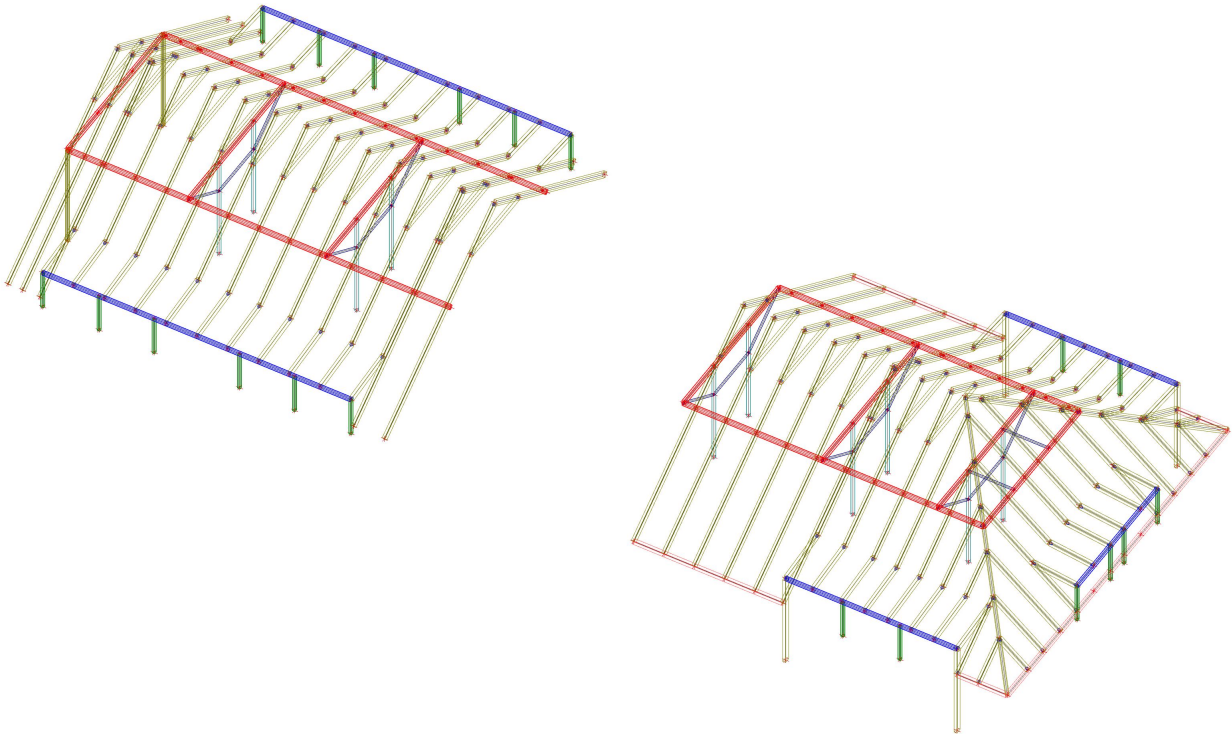
Ocel EC3








Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa] $G_{mod}$ [MPa]	$\mu$ $\alpha$ [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]	Barva
S 235	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0	

Timber EC5

Jméno	Typ dřeva	$\mu$ $\alpha$ [m/mK]	$E_{mod}$ [MPa] $G_{mod}$ [MPa]	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	Barva
C24 (EN 338)	Rostlé dřevo 420,0	0 0,00	1,1000e+04 6,9000e+02	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	

5.2. Průřezy



Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ] $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ] $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ] $W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	Barva
	Detailní							
Krokev	OBDEL 100; 200	C24 (EN 338)	dřevo	2,0000e-02	6,6667e-05 1,6667e-05	6,6667e-04 3,3333e-04	8,1690e-04 4,0845e-04	
Průvlak rámu	2Uc U140; 0; 120	S 235	válcovaný	4,0752e-03	1,2100e-05 8,5938e-06	1,7285e-04 1,4323e-04	2,0561e-04 1,7301e-04	
Sloup rámu	CFCHS127X4	S 235	tvářený za studena	1,5460e-03	2,9261e-06 2,9261e-06	4,6080e-05 4,6080e-05	6,0540e-05 6,0540e-05	
Vzpěra rámu	CHS76.1/4.0	S 235	válcovaný	9,0600e-04	5,9100e-07 5,9100e-07	1,5500e-05 1,5500e-05	2,0487e-05 2,0487e-05	
Nadpraží oken	2Uc U120; 0; 110	S 235	válcovaný	3,3985e-03	7,2886e-06 6,0157e-06	1,2148e-04 1,0938e-04	1,4545e-04 1,3236e-04	
Sloupky oken	2Uc U100; 0; 100	S 235	válcovaný	2,6916e-03	4,1080e-06 3,7865e-06	8,2160e-05 7,5730e-05	9,7957e-05 9,2863e-05	
Pozednice	OBDEL 140; 120	C24 (EN 338)	dřevo	1,6800e-02	2,0160e-05 2,7440e-05	3,3600e-04 3,9200e-04	4,1172e-04 4,8034e-04	

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [m <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	W <sub>el.y</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>pl.y</sub> [m <sup>3</sup> ]	Barva
	Detailní				I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	W <sub>el.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>pl.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	
Koncový sloup rámu	2Uc U100; 0; 100	S 235	válcovaný	2,6916e-03	4,1080e-06 3,7865e-06	8,2160e-05 7,5730e-05	9,7957e-05 9,2863e-05	■

## 6. Zatížení

### STÁLÉ ZATÍŽENÍ:

Vlastní tíha: generována programem

#### Zatížení skladbou střechy:

Krytina Bramac 50 kg/m<sup>2</sup>

Latě 50/30 mm 3 kg/m<sup>2</sup>

Kontralatě 50/50 mm 5 kg/m<sup>2</sup>

Paropropustná folie 0,2kg/m<sup>2</sup>

Orsil 200 mm 6 kg/m<sup>2</sup>

Parotěsná folie 0,5 kg/m<sup>2</sup>

SDK GKF Knauf tl. 15m 11 kg/m<sup>2</sup>

Penetrace + Superfine 0,2 kg/m<sup>2</sup>

**Celkem: 75,2 kg/m<sup>2</sup>**

#### Zatížení podhledem mezi průvlaky 2xU140

Na průvlaky aplikováno bezpečně zatížení 120 kg/m

### ZATÍŽENÍ SNĚHEM:

Sněhová oblast IV - 200 kg/m<sup>2</sup>

Sklon vikýřů: 5 stupňů -> tvarový součinitel  $\mu = 0,8$  ---  $s = 160$  kg/m<sup>2</sup>

Sklon střechy 35,5 stupňů -> tvarový součinitel  $\mu = 0,65$  ---->  $s = 130$  kg/m<sup>2</sup>

### ZATÍŽENÍ VĚTREM:

Větrná oblast II ->  $v_{b0} = 25$  m/s

Kategorie terénu IV

Součinitel expozice  $c_e(z) = 1,36$

Výška budovy  $h = 13,3$  m

Výsledný charakteristický tlak  $q_b = 0,532$  kN/m<sup>2</sup>

Tabulka 7.4a – Součinitele vnějšího tlaku pro sedlové střechy

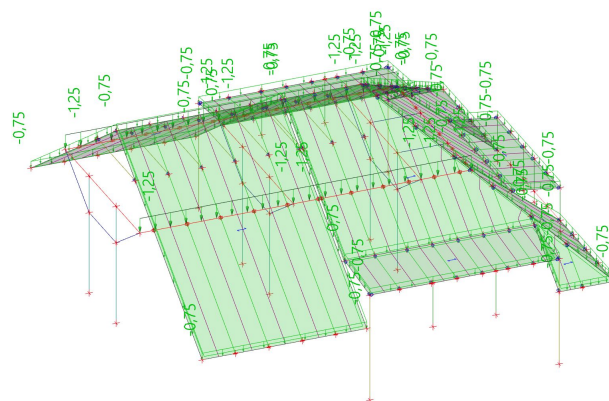
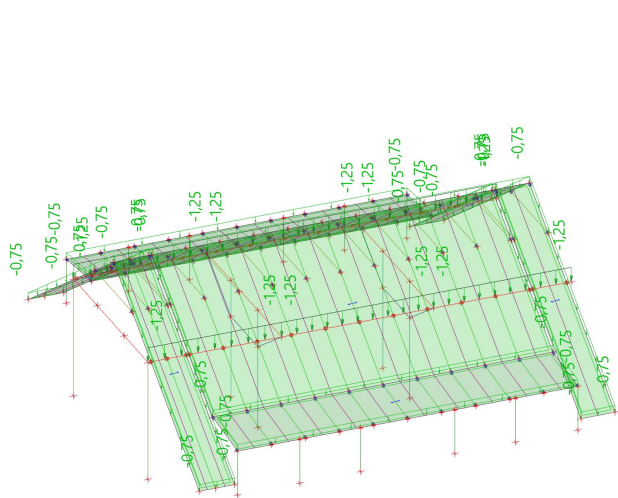
Úhel sklonu $\alpha$	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	+0,0		+0,0		+0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Hodnota součinitelů  $c_{pe10}$  interpolována mezi 30 stupni a 45 stupni.

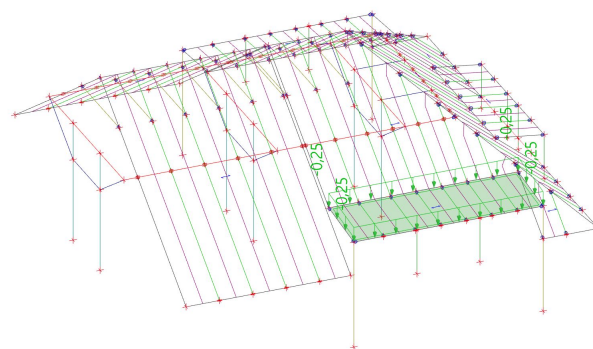
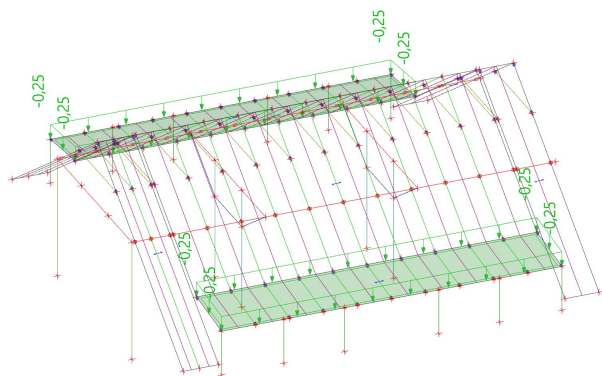


## 7. Zatížení MKP modelu

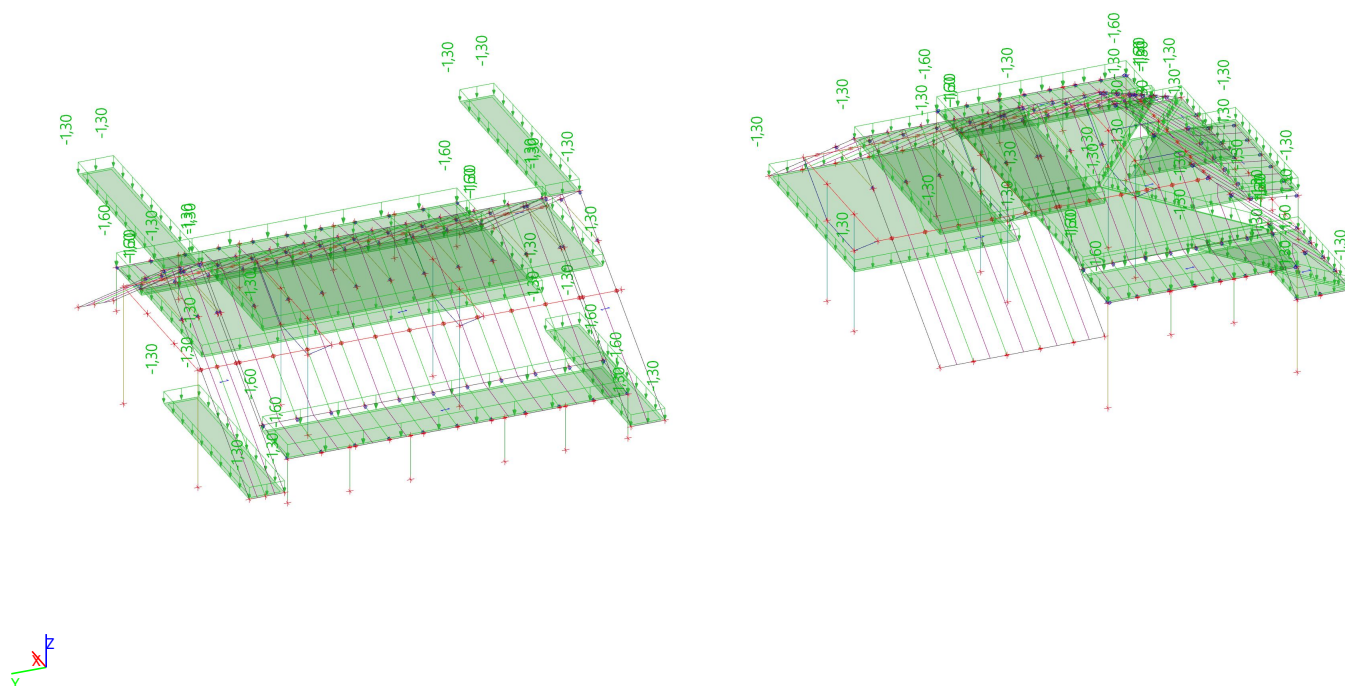
### 7.1. Stálé / Hodnota pro výpočet



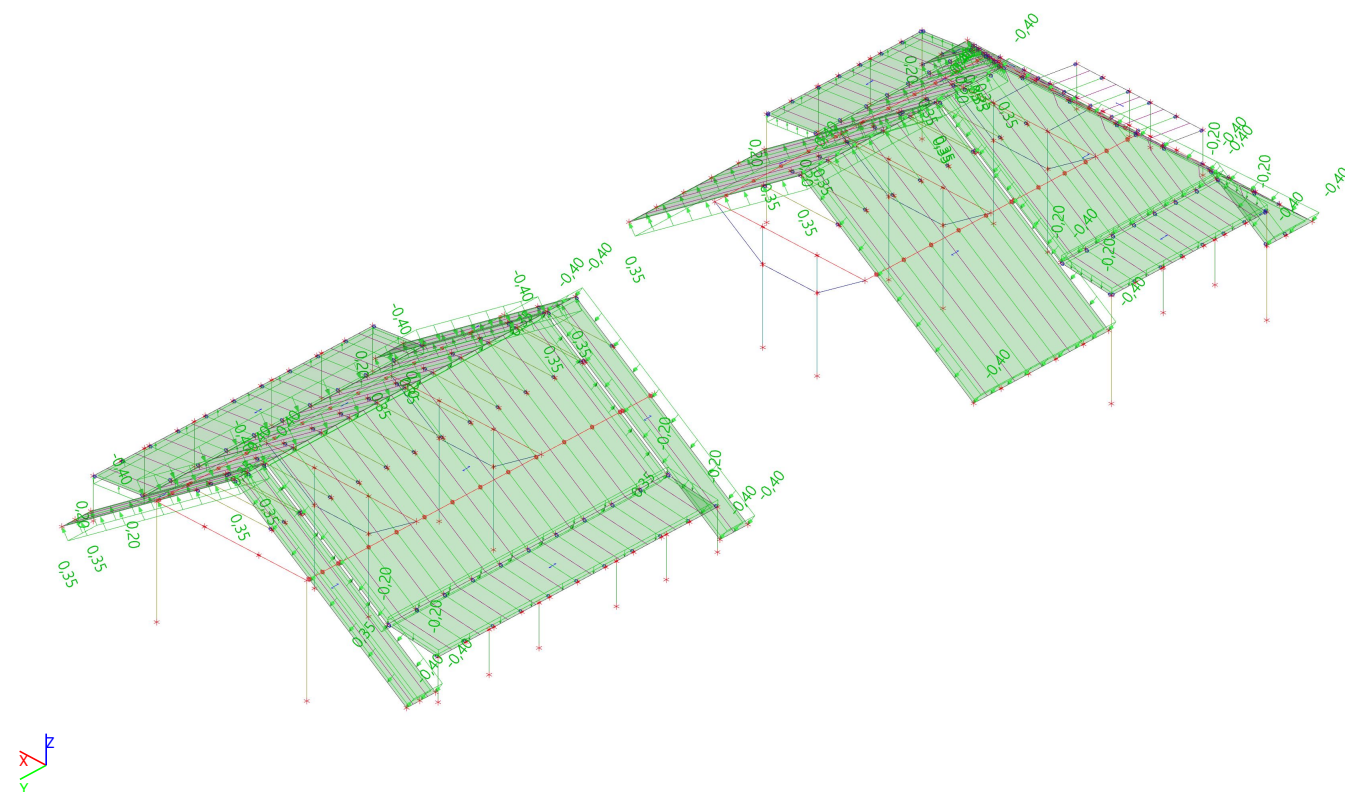
### 7.2. FTV panely / Hodnota pro výpočet



### 7.3. Sníh / Hodnota pro výpočet



### 7.4. Vítr - součinitele $c_{pe10}$ / Hodnota pro výpočet

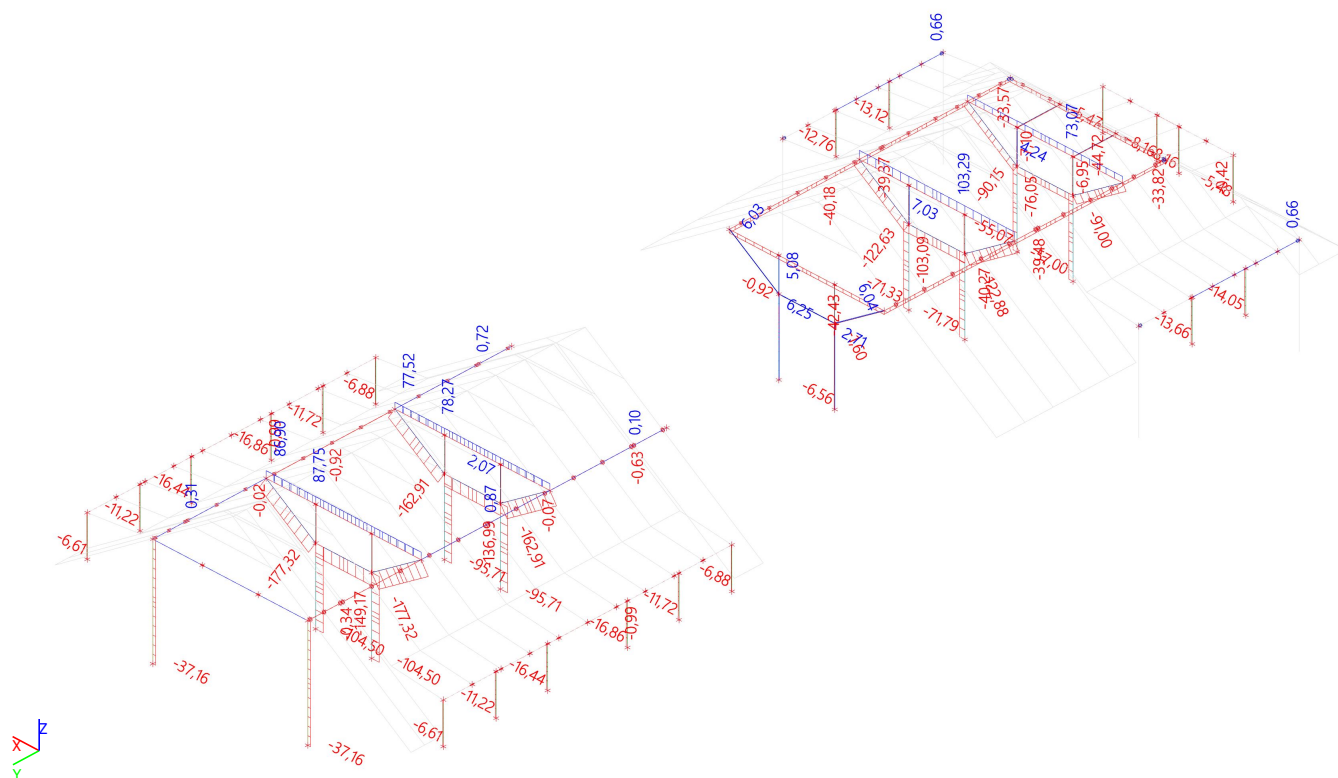




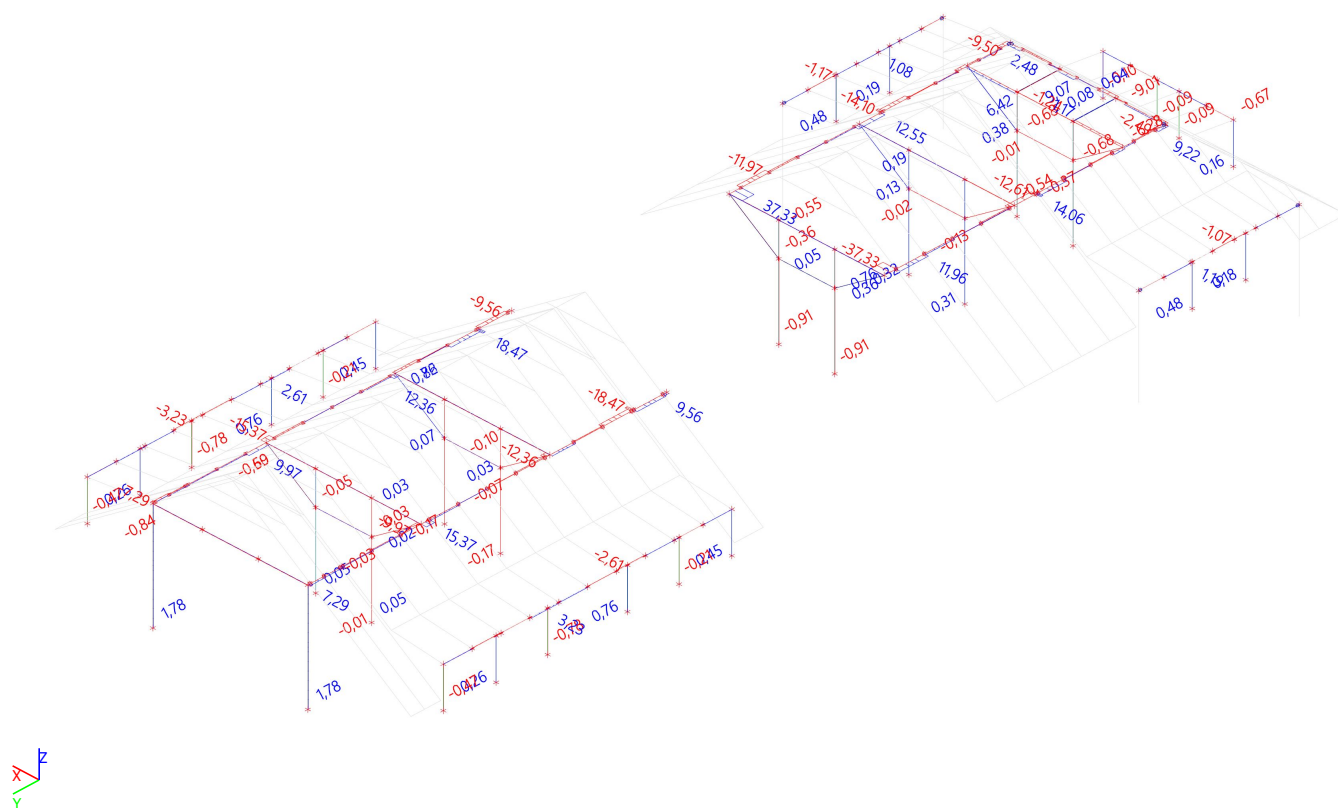
## 8. Vnitřní síly MSÚ

### 8.1. Ocelový rám

#### 8.1.1. Vnitřní síly na prutu; N



#### 8.1.2. Vnitřní síly na prutu; Vy



### 8.1.3. Vnitřní síly na prutu; Vz



#### 8.1.4. Vnitřní síly na prutu; $M_x$





### 8.1.5. Vnitřní síly na prutu; $M_y$

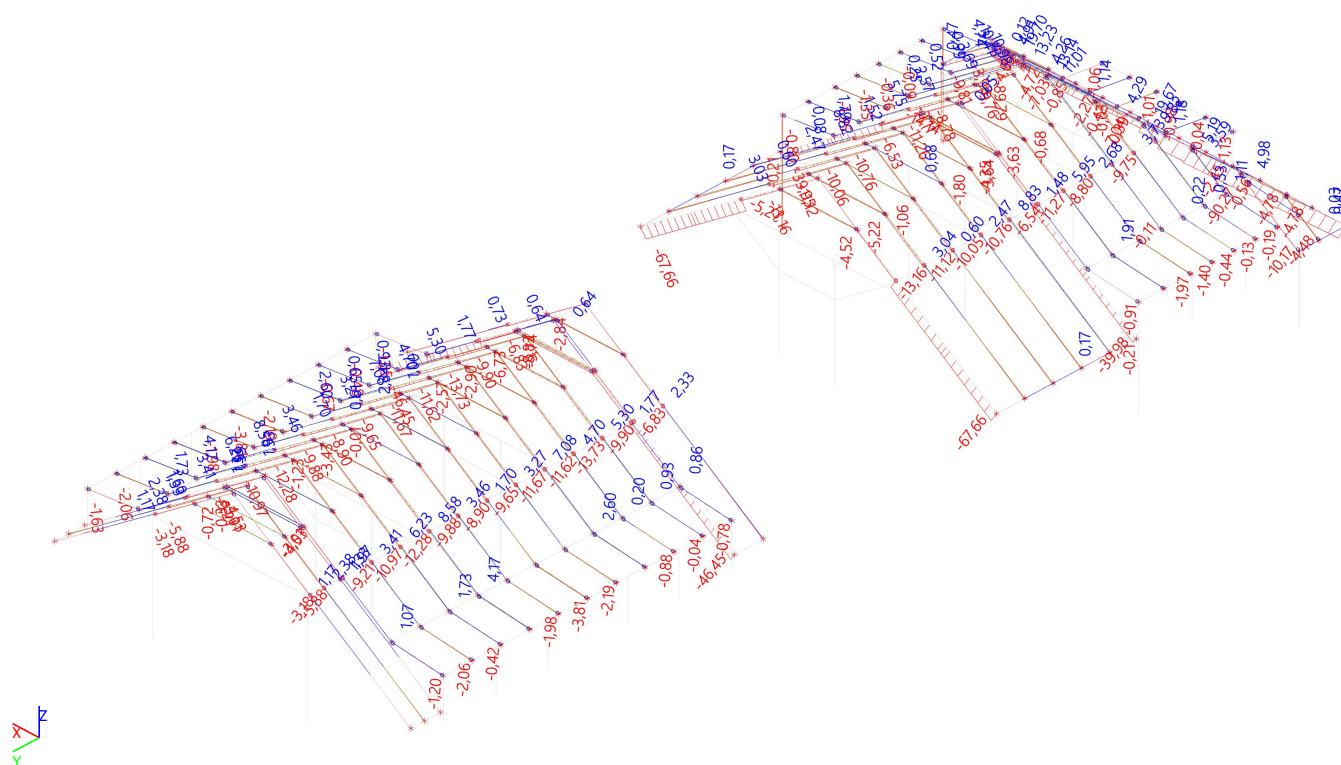


### 8.1.6. Vnitřní síly na prutu; $M_z$

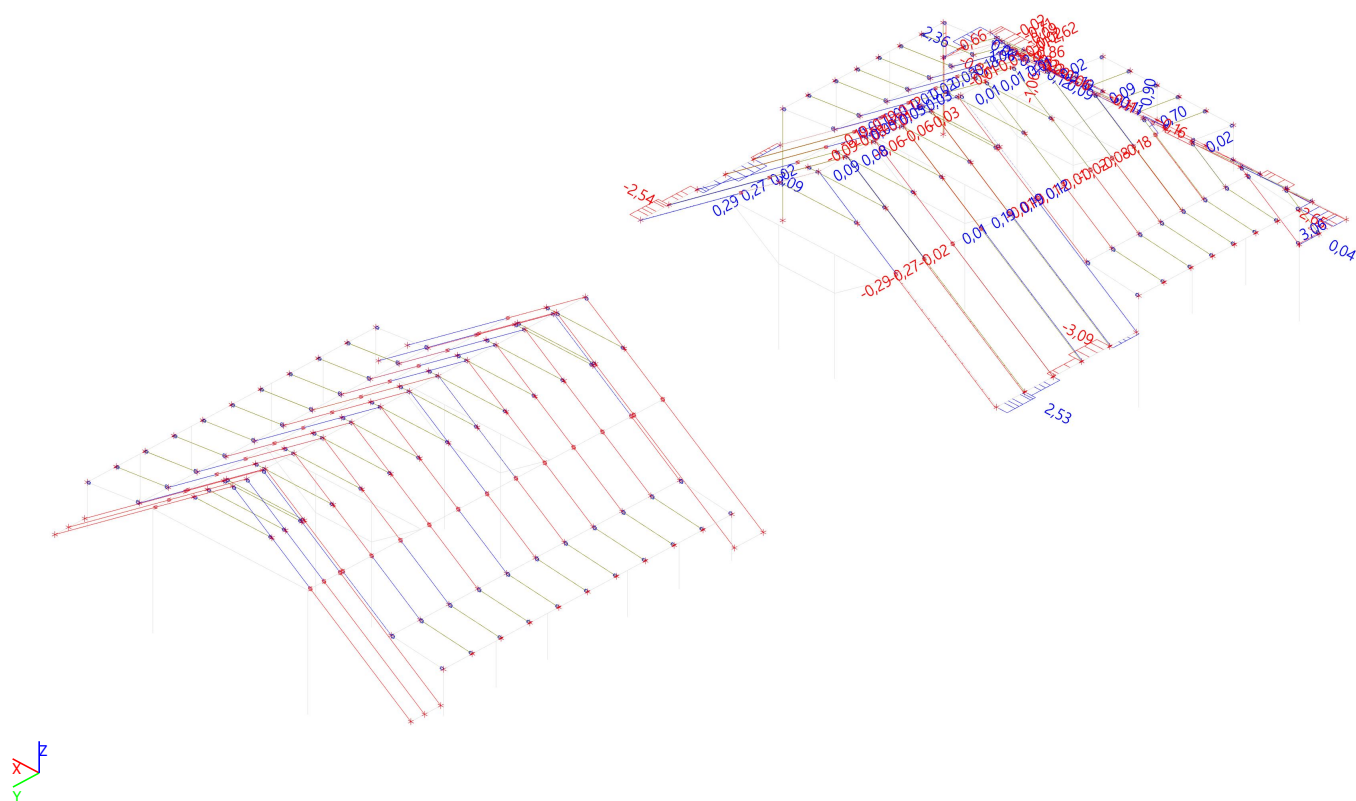


## 8.2. Krov

### 8.2.1. Vnitřní síly na prutu; N

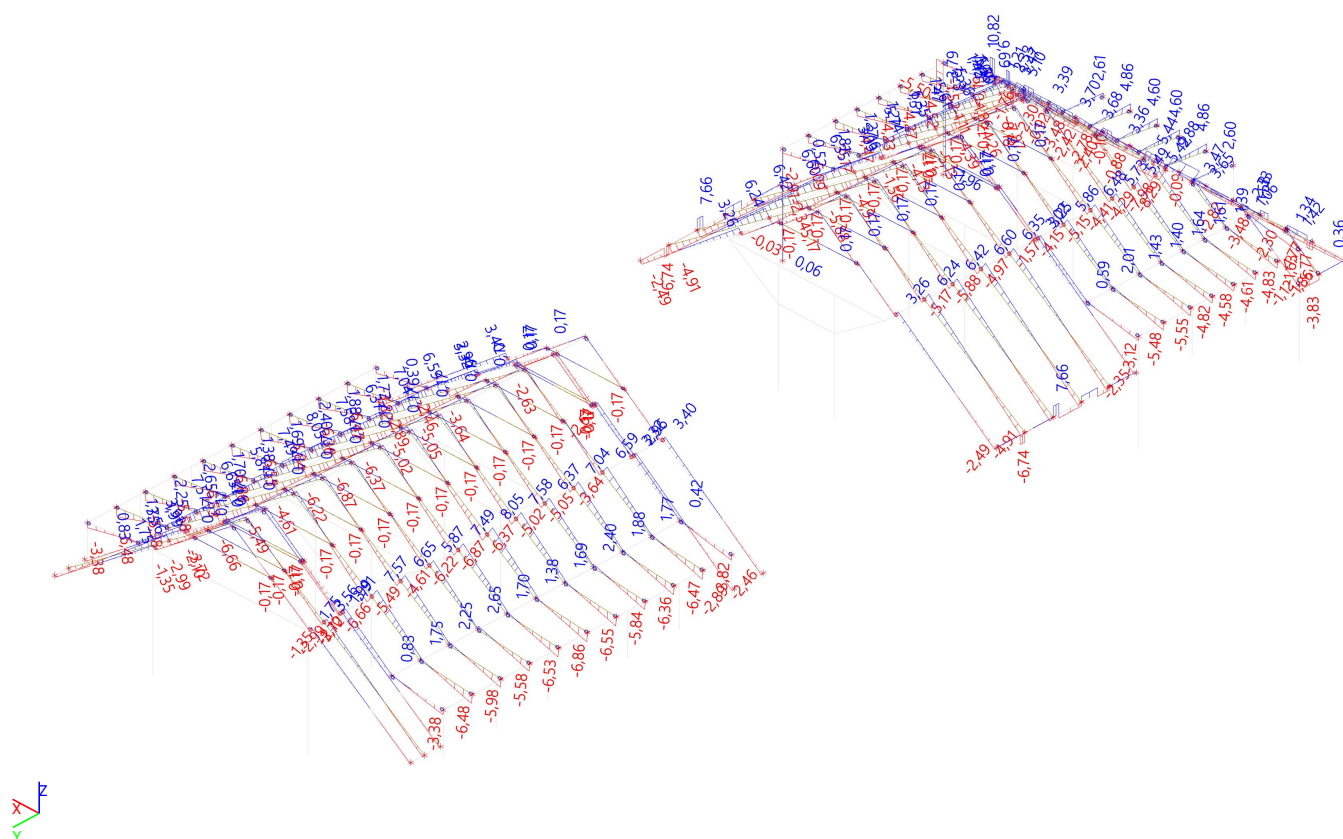


### 8.2.2. Vnitřní síly na prutu; Vy

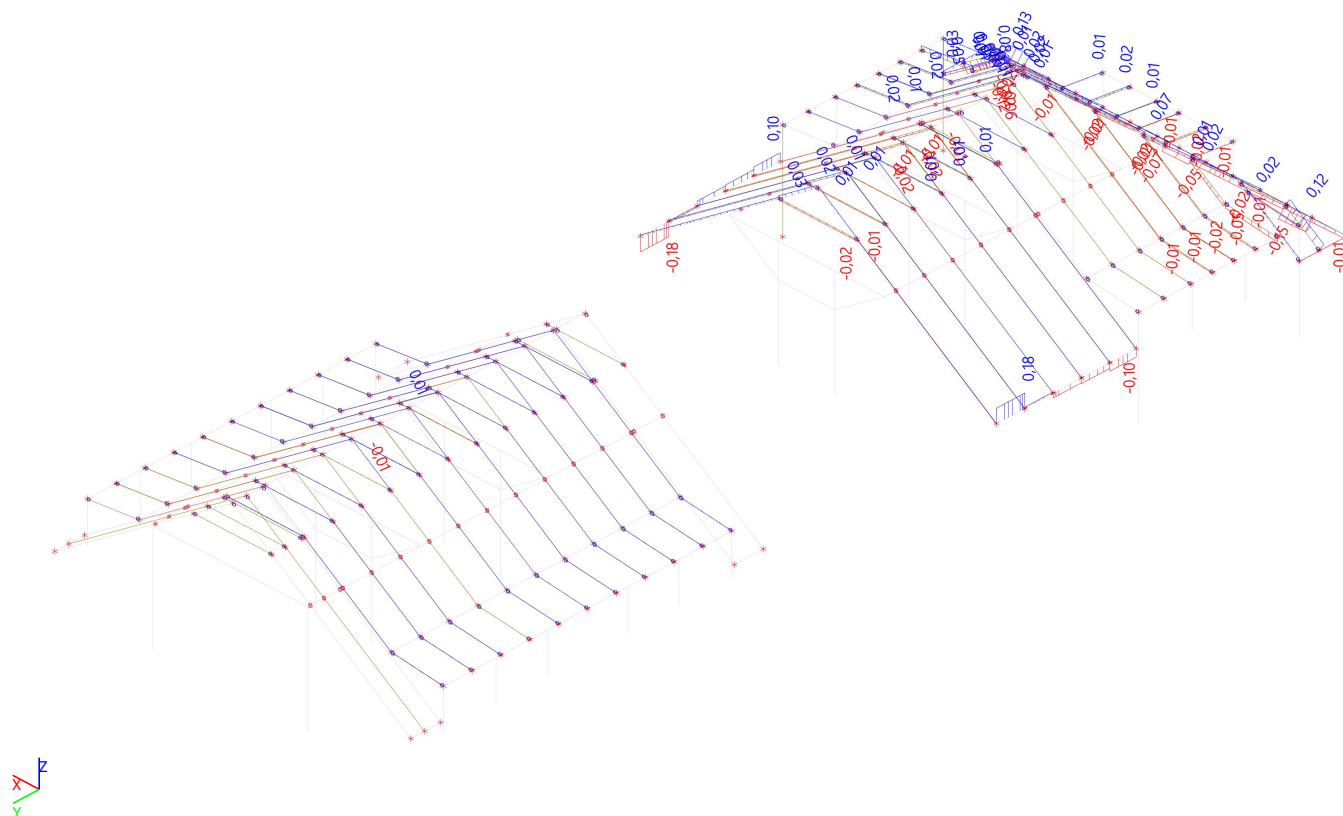




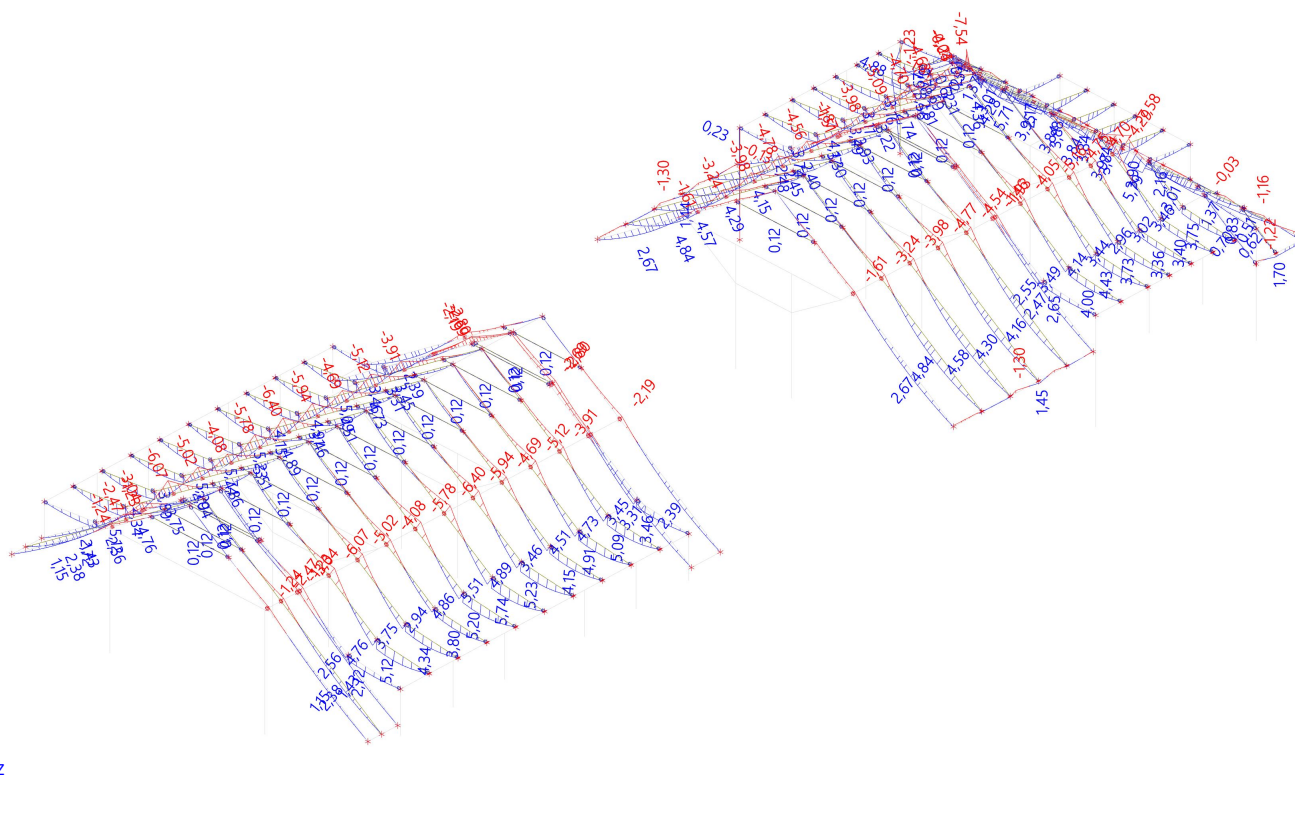
### 8.2.3. Vnitřní síly na prutu; Vz



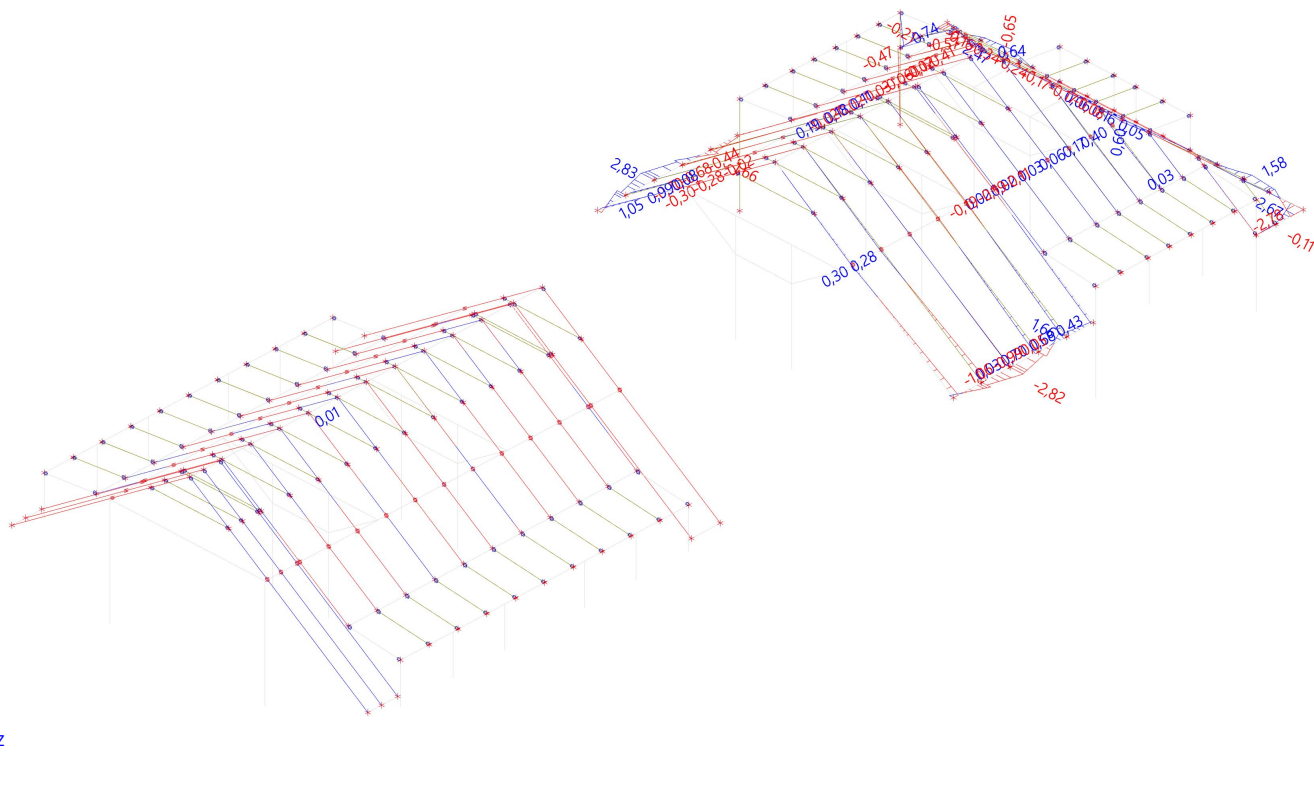
### 8.2.4. Vnitřní síly na prutu; Mx



### 8.2.5. Vnitřní síly na prutu; $M_y$



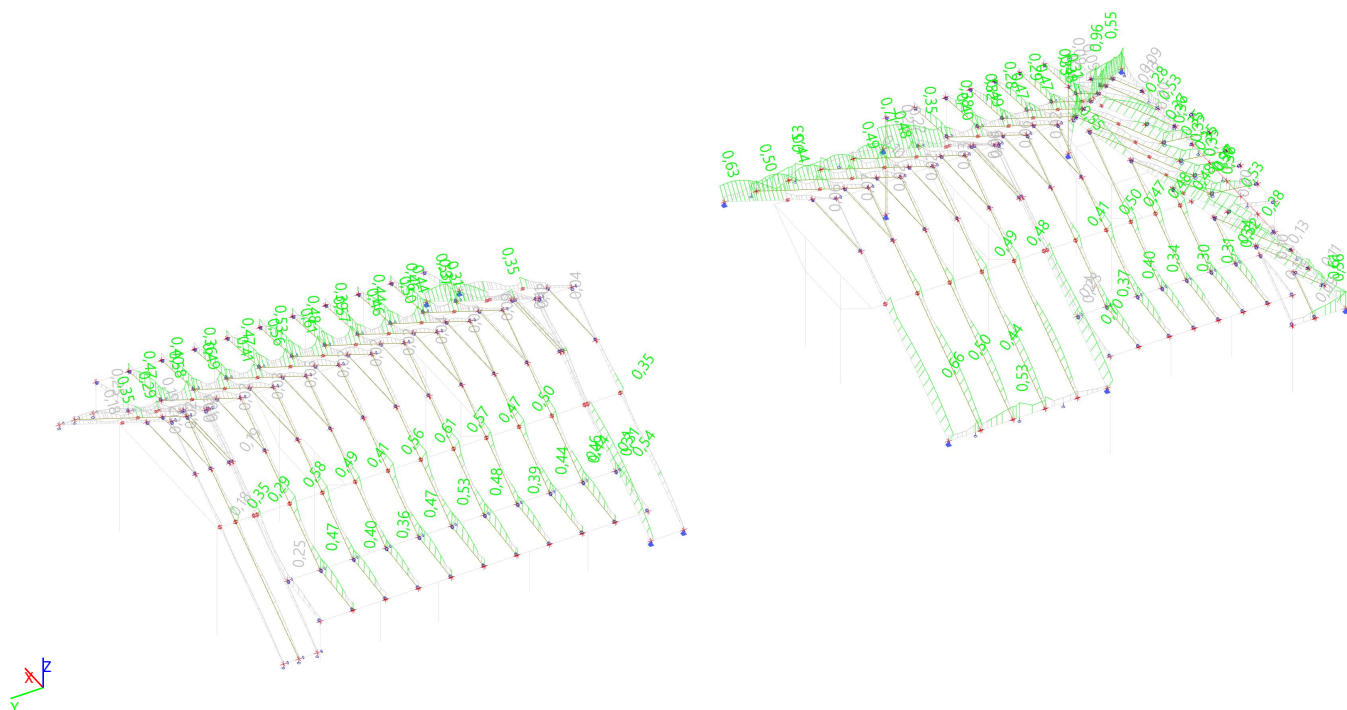
### 8.2.6. Vnitřní síly na prutu; $M_z$



## 9. Posouzení

### 9.1. Krov

#### 9.1.1. Posudek dřeva podle MSÚ; Jedn. posudek



#### 9.1.2. Posudek dřeva podle MSÚ

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

#### EN 1995-1-1 posudek

Nosník B67	9,905 m	Krokev - OBDEL (100; 200)	C24 (EN 338)	MSÚ-Sada B (auto)	0,97 -
------------	---------	------------------------------	--------------	-------------------	--------

#### Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15\*Vlastní tíha + 1.15\*Stálé +  
1.50\*Sníh + 1.15\*FTV panely

#### Základní data

Dílčí součinitel spolehlivosti  $\gamma_M$  for rostlé dřevo 1,30

#### Údaje o materiálu

Ohyb (fm,k)	24,0	MPa
Tah (ft,0,k)	14,5	MPa
Tah (ft,90,k)	0,4	MPa
Tlak (fc,0,k)	21,0	MPa
Tlak (fc,90,k)	2,5	MPa
Smyk (fv,k)	4,0	MPa
Typ dřeva	Celistvý	

Kritický posudek je v místě **4,312** m.

#### Vnitřní síly

NEd	-45,21	kN
Vy,Ed	0,90	kN
Vz,Ed	-8,29	kN
TEd	0,07	kNm
My,Ed	-7,58	kNm
Mz,Ed	0,53	kNm

#### Součinitel modifikace

Třída vlhkosti	2
Doba trvání zatížení	Krátkodobé
Součinitel modifikace $k_{mod}$	0,90



### ...: POSUDEK ŘEZU :...

#### Tlak rovnoběžně s vlákny

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.4 a rovnice (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	2,3	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Jedn. posudek	0,16	-

#### Tlak kolmo na vlákna

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.5 a rovnice (6.3)

$F_{c,90,d}$	18,17	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	160	mm
$b$	100	mm
$A_{ef}$	16000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	1,1	MPa
Podporové podmínky	Diskrétní	
$h$	200	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,7	MPa
Jedn. posudek	0,44	-

#### Ohyb

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.6 a rovnice (6.11), (6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	11,4	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1,6	MPa
$k_{h,z}$	1,08	
$f_{m,z,d}$	18,0	MPa
$k_m$	0,70	

Jednotkový posudek (6.11) =  $0,68 + 0,06 = 0,75$  -

Jednotkový posudek (6.12) =  $0,48 + 0,09 = 0,57$  -

#### Smyk

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.7 a rovnice (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,1	MPa
$\tau_{z,d}$	0,9	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Jednotkový posudek $\tau_y$	0,04	-
Jednotkový posudek $\tau_z$	0,33	-
Jednotkový posudek interakce	0,11	-

Poznámka: Interakční rovnice byla přidána jako NCCI.

#### Kroucení

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.8 a rovnice (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,1	MPa
$k_{tvar}$	1,10	
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Jedn. posudek	0,04	-
Jednotkový posudek interakce smyku	0,16	-

Poznámka: Interakční rovnice byla přidána jako NCCI.

#### Kombinovaný ohyb a osový tlak

Podle EN 1995-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.19), (6.20)

$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	18,0	MPa
$k_m$	0,70	

Jednotkový posudek (6.19) =  $0,02 + 0,68 + 0,06 = 0,77$  -

Jednotkový posudek (6.20) =  $0,02 + 0,48 + 0,09 = 0,59$  -

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ...: POSUDEK STABILITY :...

#### Sloupy zatížené tlakem nebo kombinací tlaku a ohybu

Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.2 a rovnice (6.23), (6.24)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,312	0,688	m
Součinitel vzpěru k	0,77	0,68	
Vzpěrná délka Lcr	3,332	0,466	m
Štíhlost $\lambda$	57,71	16,16	-
Poměrná štíhlost $\lambda$	0,98	0,27	-
Mezní štíhlost	0,30	0,30	-
Imperfekce $\beta_c$	0,20	0,20	-
redukční součinitel kc	0,71	1,00	-

Jednotkový posudek (6.23) = 0,22 + 0,68 + 0,06 = 0,97 -

Jednotkový posudek (6.24) = 0,16 + 0,48 + 0,09 = 0,72 -

### Nosníky zatížené ohybem nebo kombinací tlaku a ohybu

Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.33), (6.35)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment $M_{y,krit}$	233,15	kNm	
Kritické ohybové napětí $\sigma_{m,krit}$	349,7	MPa	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m}$	0,26	-	
redukční součinitel $k_{krit}$	1,00	-	

Jednotkový posudek (6.33) = 0,68 -

Jednotkový posudek (6.35) = 0,47 + 0,16 = 0,62 -

My,krit Parametry		
G0,05	462,5	MPa
Délka klopení L	0,688	m
Lef/L	1,00	
Účinná délka Lef	0,688	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

### EN 1995-1-1 posudek

Nosník B75	13,671 m	Pozednice - OBDEL (140; 120)	C24 (EN 338)	MSÚ-Sada B (auto)	0,61 -
------------	----------	------------------------------	--------------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely	

Základní data	
Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_M$ for rostlé dřevo	1,30

Údaje o materiálu		
Ohyb (fm,k)	24,0	MPa
Tah (ft,0,k)	14,5	MPa
Tah (ft,90,k)	0,4	MPa
Tlak (fc,0,k)	21,0	MPa
Tlak (fc,90,k)	2,5	MPa
Smyk (fv,k)	4,0	MPa
Typ dřeva	Celistvý	

Kritický posudek je v místě **0,000** m.

Vnitřní síly		
NEd	0,00	kN
Vy,Ed	-1,24	kN
Vz,Ed	3,06	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-2,78	kNm
Mz,Ed	1,56	kNm

Poznámka: Definice osy:

- Hlavní osa y v tomto posudku se vztahuje k hlavní ose programu SCIA Engineer.
- Hlavní osa z v tomto posudku se vztahuje k hlavní ose y programu SCIA Engineer.

Součinitel modifikace	
Třída vlhkosti	2
Doba trvání zatížení	Krátkodobé
Součinitel modifikace $k_{mod}$	0,90

...: POSUDEK ŘEZU ...:

### Tlak rovnoběžně s vlákny

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.4 a rovnice (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,0	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

### Tlak kolmo na vlákna

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.5 a rovnice (6.3)

$F_{c,90,d}$	3,06	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	130	mm
$b$	140	mm
$A_{ef}$	18200	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,2	MPa
Podporové podmínky	Diskrétní	
$h$	120	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,7	MPa
Jedn. posudek	0,06	-

### Ohyb

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.6 a rovnice (6.11), (6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	7,1	MPa
$k_{h,y}$	1,01	
$f_{m,y,d}$	16,8	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	4,6	MPa
$k_{h,z}$	1,05	
$f_{m,z,d}$	17,4	MPa
$k_m$	0,70	

Jednotkový posudek (6.11) = 0,42 + 0,19 = 0,61 -

Jednotkový posudek (6.12) = 0,29 + 0,27 = 0,56 -

### Smyk

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.7 a rovnice (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,2	MPa
$\tau_{z,d}$	0,4	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Jednotkový posudek $\tau_y$	0,06	-
Jednotkový posudek $\tau_z$	0,15	-
Jednotkový posudek interakce	0,03	-

Poznámka: Interakční rovnice byla přidána jako NCCI.

### Kroucení

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.8 a rovnice (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{tvar}$	1,06	
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Jedn. posudek	0,00	-
Jednotkový posudek interakce smyku	0,03	-

Poznámka: Interakční rovnice byla přidána jako NCCI.

### Kombinovaný ohyb a osový tlak

Podle EN 1995-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.19), (6.20)

$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
$f_{m,y,d}$	16,8	MPa
$f_{m,z,d}$	17,4	MPa
$k_m$	0,70	

Jednotkový posudek (6.19) = 0,00 + 0,42 + 0,19 = 0,61 -

Jednotkový posudek (6.20) = 0,00 + 0,29 + 0,27 = 0,56 -

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

...: **POSUDEK STABILITY** ...:

### Sloupy zatížené tlakem nebo kombinací tlaku a ohybu

Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.2 a rovnice (6.23), (6.24)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka $L$	1,301	1,500	m
Součinitel vzpěru $k$	0,92	0,64	
Vzpěrná délka $L_{cr}$	1,203	0,959	m



Štíhlost $\lambda$	29,76	27,69	-
Poměrná štíhlost $\lambda$	0,50	0,47	-
Mezní štíhlost	0,30	0,30	-
Imperfekce $\beta_c$	0,20	0,20	-
redukční součinitel $k_c$	0,95	0,96	-

Jednotkový posudek (6.23) =  $0,00 + 0,42 + 0,19 = 0,61$  -

Jednotkový posudek (6.24) =  $0,00 + 0,29 + 0,27 = 0,56$  -

### Nosníky zatížené ohybem nebo kombinací tlaku a ohybu

Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.33), (6.35)

Parametry klopení		
Pružný kritický moment $M_{y,krit}$	125,55	kNm
Kritické ohybové napětí $\sigma_{m,krit}$	320,3	MPa
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m}$	0,27	-
redukční součinitel $k_{krit}$	1,00	-

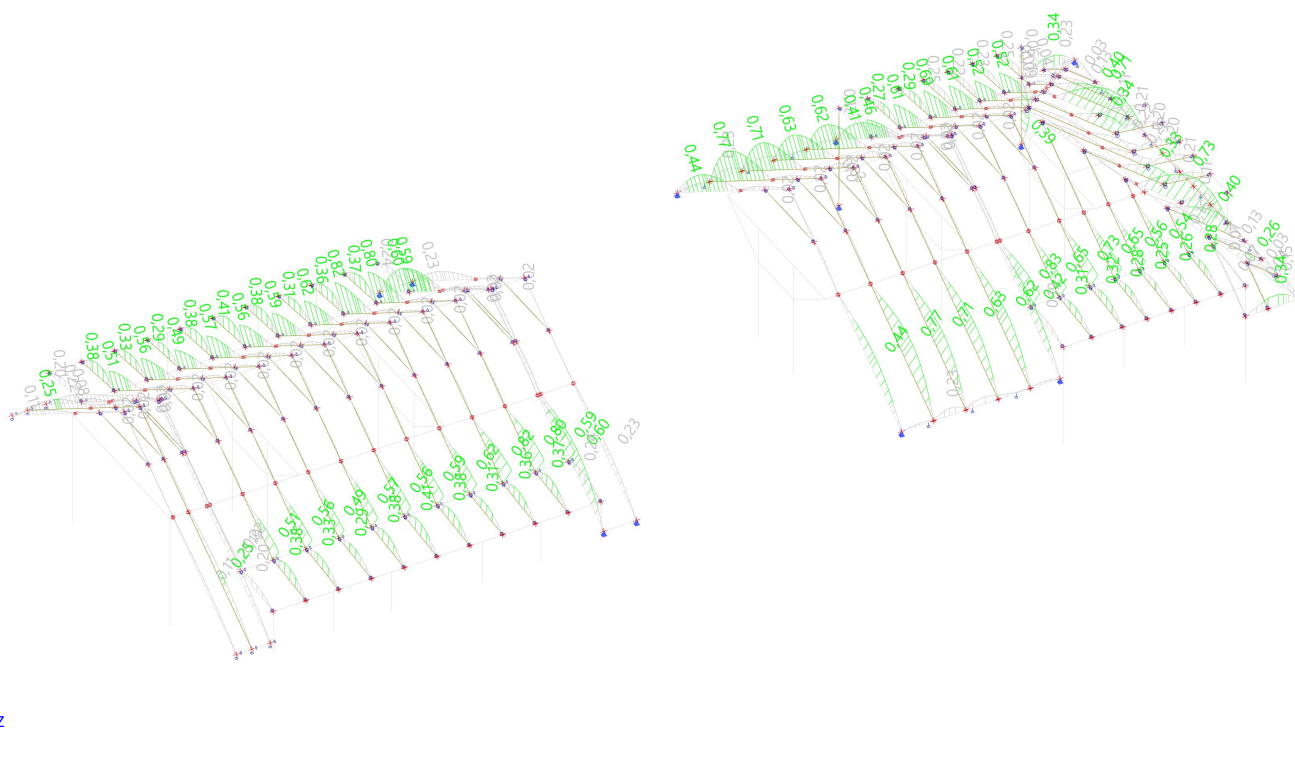
Jednotkový posudek (6.33) =  $0,42$  -

Jednotkový posudek (6.35) =  $0,18 + 0,00 = 0,18$  -

My,krit Parametry		
G0,05	462,5	MPa
Délka klopení L	1,301	m
Lef/L	1,00	
Účinná délka Lef	1,301	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

### 9.1.3. Posudek dřeva podle MSP; Jedn. posudek



Okamžitý průhyb ->  $L/400$

Konečný průhyb ->  $L/300$

**Průhyby VYHOVUJÍ**

## 9.2. Ocelový rám

### 9.2.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek

Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**

Lineární výpočet

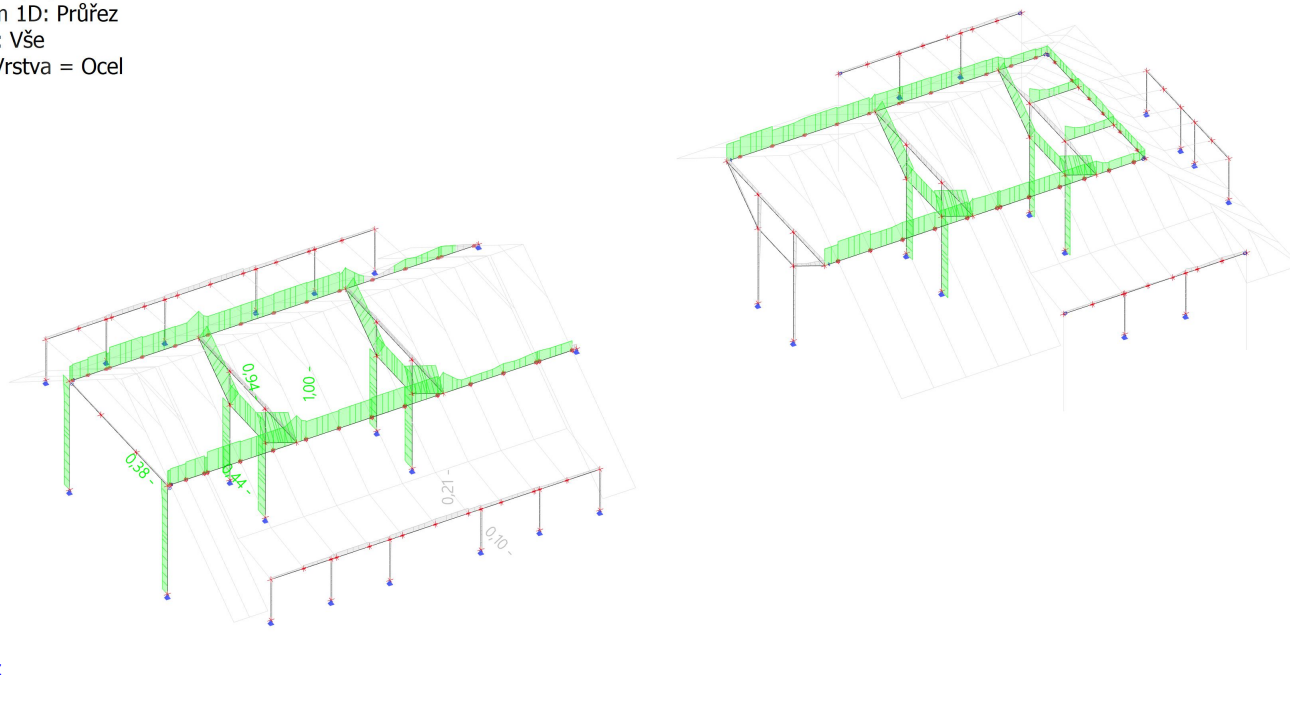
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Ocel



### 9.2.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Ocel

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B396	5,000 / 5,000 m	2Uc (U140; 0; 120)	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	1,00 -
------------	-----------------	--------------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely	

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 5,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-0,07	kN
$V_{y,Ed}$	14,85	kN
$V_{z,Ed}$	-51,73	kN
$T_{Ed}$	0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	-39,42	kNm
$M_{z,Ed}$	7,38	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_{\sigma}$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	56	10	2,113e+05	1,605e+05	0,76		1,00	5,65	28,00	34,00	41,45	1
2	I	130	7	1,605e+05	-2,620e+05	-1,63		0,38	18,57	94,75	109,22	208,44	1
3	I	56	10	-2,620e+05	-2,112e+05								
4	I	57	10	-2,112e+05	-1,605e+05								
5	I	130	7	-1,605e+05	2,620e+05	-0,61		0,62	18,57	52,27	61,65	86,28	1
6	I	57	10	2,620e+05	2,113e+05	0,81		1,00	5,65	28,00	34,00	40,74	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.  
Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	4,0752e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	957,68	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,0752 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 957,68 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-0,07 [\text{kN}]|}{957,68 [\text{kN}]} = \mathbf{0,00 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

#### Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,y</sub>	2,0561e-04	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,y,Rd</sub>	48,32	kNm
Jedn. posudek	0,82	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,0561 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 48,32 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-39,42 [\text{kNm}]|}{48,32 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,82 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

#### Posudek ohybového momentu pro M<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,z</sub>	1,7301e-04	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,z,Rd</sub>	40,66	kNm
Jedn. posudek	0,18	-

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,7301 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 40,66 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|7,38 [\text{kNm}]|}{40,66 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,18 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

#### Posudek smyku pro V<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η	1,20	
A <sub>v</sub>	2,1355e-03	m <sup>2</sup>
V <sub>pl,y,Rd</sub>	289,74	kN
Jedn. posudek	0,05	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,1355 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 289,74 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|14,85 [\text{kN}]|}{289,74 [\text{kN}]} = \mathbf{0,05 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

#### Posudek smyku pro V<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η	1,20	
A <sub>v</sub>	1,9694e-03	m <sup>2</sup>
V <sub>pl,z,Rd</sub>	267,21	kN
Jedn. posudek	0,19	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,9694 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 267,21 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|-51,73 [\text{kN}]|}{267,21 [\text{kN}]} = \mathbf{0,19 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$



**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Vlákno	19	
T <sub>Ed</sub>	0,1	MPa
T <sub>Rd</sub>	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

$\tau_{Ed} = |T_{Ed}| \times \tau_{Ed,unit} = |19,85| \times 5,308[kN/m^2] = 0,1[MPa]$

$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{235,0[MPa]}{\sqrt{3} \times 1,00} = 135,7[MPa]$

Jedn. posudek =  $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \frac{0,1[MPa]}{135,7[MPa]} = 0,00 \leq 1,00$  (EC3-1-1: 6.23)

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

N <sub>pl,Rd</sub>	957,68	kN
M <sub>pl,y,Rd</sub>	48,32	kNm
M <sub>pl,z,Rd</sub>	40,66	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,00 + 0,82 + 0,18 = 1,00 -

$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,0752 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 957,68[kN]$  (EC3-1-1: 6.6)

$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,0561 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 48,32[kNm]$  (EC3-1-1: 6.13)

$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,7301 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 40,66[kNm]$  (EC3-1-1: 6.13)

Jedn. posudek =  $\frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|-0,07[kN]|}{957,68[kN]} + \frac{|-39,42[kNm]|}{48,32[kNm]} + \frac{|7,38[kNm]|}{40,66[kNm]} = 1,00 \leq 1,00$  (EC3-1-1: 6.2)

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 5,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	k <sub>σ</sub> [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	56	10	2,113e+05	1,605e+05	0,76		1,00	5,65	28,00	34,00	41,45	1
2	I	130	7	1,605e+05	-2,620e+05	-1,63		0,38	18,57	94,75	109,22	208,44	1
3	I	56	10	-2,620e+05	-2,112e+05								
4	I	57	10	-2,112e+05	-1,605e+05								
5	I	130	7	-1,605e+05	2,620e+05	-0,61		0,62	18,57	52,27	61,65	86,28	1
6	I	57	10	2,620e+05	2,113e+05	0,81		1,00	5,65	28,00	34,00	40,74	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	13,930	0,320	m
Součinitel vzpěru k	0,76	0,93	
Vzpěrná délka l <sub>cr</sub>	10,630	0,298	m
Kritické Eulerovo zatížení N <sub>cr</sub>	221,93	201224,98	kN
Štíhlost λ	195,09	6,48	
Poměrná štíhlost λ <sub>rel</sub>	2,08	0,07	
Mezní štíhlost λ <sub>rel,0</sub>	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,2100 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]}{10,630[\text{m}]^2} = 221,93[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 8,5938 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{0,298[\text{m}]^2} = 201224,98[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{10,630[\text{m}]}{54[\text{mm}]} = 195,09$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{0,298[\text{m}]}{46[\text{mm}]} = 6,48$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{195,09}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 2,08$$

(EC3-1-1: 6.50)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{6,48}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,07$$

(EC3-1-1: 6.50)

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $l_{cr}$	0,320	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	235820,87	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	221,93	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	2,08	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{71[\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2[\text{MPa}] \times 1,4553 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,0869 \cdot 10^{-9}[\text{m}^6]}{0,320[\text{m}]^2} \right)$$

$$= 235820,87[\text{kN}]$$

$$N_{cr,TF} = 221,93[\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{4,0752 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{221,93[\text{kN}]}} = 2,08$$

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,0561e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	18124,84	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,05	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	0,320	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1,26	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0,00	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	1,00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j) \right] = 1,26$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 8,5938 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{0,320[\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{1,0869 \cdot 10^{-9}[\text{m}^6]}{8,5938 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + \frac{0,320[\text{m}]^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 1,4553 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 8,5938 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}])^2} - (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}]) \right]$$

$$= 18124,84[\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,0561 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{18124,84 [kNm]}} = 0,05$$

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	4,0752e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,0561e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	1,7301e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	0,07	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-39,42	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	7,38	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	957,68	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	48,32	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	40,66	kNm
Redukční součinitel $\chi_y$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_z$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,92	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,45	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,67	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,74	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B396 pozice 5,000 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B396 pozice 5,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,y}$	-6,70	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	-39,42	kNm
Součinitel $\alpha_{h,y}$	0,17	
Poměr koncových momentů $\psi_y$	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0,92	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\psi_z$	0,36	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0,74	
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\psi_{LT}$	0,58	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0,83	

Posudek (6.61) = 0,00 + 0,75 + 0,08 = 0,83 -

Posudek (6.62) = 0,00 + 0,55 + 0,13 = 0,68 -

$$\alpha_{h,y} = \frac{M_{h,y}}{M_{s,y}} = \frac{-6,70 [kNm]}{-39,42 [kNm]} = 0,17$$

$$C_{my} = 0,9 + 0,1 \times \alpha_{h,y} = 0,9 + 0,1 \times 0,17 = 0,92$$

$$C_{mz} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_z, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,36, 0,4) = \max(0,74, 0,4) = 0,74$$

$$C_{mLT} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_{LT}, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,58, 0,4) = \max(0,83, 0,4) = 0,83$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 4,0752 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa] = 957,68 [kN]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 2,0561 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa] = 48,32 [kNm]$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_y = 1,7301 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa] = 40,66 [kNm]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,92 \times \left[ 1 + (2,08 - 0,2) \times \frac{0,07 [kN]}{1,00 \times \frac{957,68 [kN]}{1,00}} \right], 0,92 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{0,07 [kN]}{1,00 \times \frac{957,68 [kN]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,92, 0,92\} = 0,92$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,74 = 0,45$$

$$k_{zy} = \min \left( 0,6 + \lambda_{rel,z}, 1 - \frac{0,1 \times \lambda_{rel,z}}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \min \left( 0,6 + 0,07, 1 - \frac{0,1 \times 0,07}{0,83 - 0,25} \times \frac{0,07 [kN]}{1,00 \times \frac{957,68 [kN]}{1,00}} \right) = \min (0,67, 1,00)$$

$$= 0,67$$



$$k_{zz} = \min \left[ C_{mz}, C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right] = \min \left[ 0,74, 0,74 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{0,07[kN]}{1,00 \times \frac{957,68[kN]}{1,00}} \right) \right] = \min [0,74, 0,74] = 0,74$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek (6.61)} &= \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \\ &= \frac{|0,07[kN]|}{1,00 \times \frac{957,68[kN]}{1,00}} + 0,92 \times \frac{|-39,42[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,00 \times \frac{48,32[kNm]}{1,00}} + 0,45 \times \frac{|7,38[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{40,66[kNm]}{1,00}} = \mathbf{0,83 \leq 1,00} \end{aligned} \quad (\text{EC3-1-1: 6.61})$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek (6.62)} &= \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \\ &= \frac{|0,07[kN]|}{1,00 \times \frac{957,68[kN]}{1,00}} + 0,67 \times \frac{|-39,42[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,00 \times \frac{48,32[kNm]}{1,00}} + 0,74 \times \frac{|7,38[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{40,66[kNm]}{1,00}} = \mathbf{0,68 \leq 1,00} \end{aligned} \quad (\text{EC3-1-1: 6.62})$$

Jedn. posudek = max (Posudek (6.61), Posudek (6.62)) = max (0,83, 0,68) = **0,83 ≤ 1,00**

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B356</b>	<b>0,000 / 4,010 m</b>	<b>CFCHS127X4</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0,44 -</b>
-------------------	------------------------	-------------------	--------------	--------------------------	---------------

Poznámka: EN 1993-1-3 čl. 1.1(3) stanoví, že tato část se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky. Je proveden výchozí posudek podle EN 1993-1-1 namísto posudku podle EN 1993-1-3.

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely

<b>Dílčí souč. spolehlivosti</b>	
γ <sub>M0</sub> pro únosnost průřezu	1,00
γ <sub>M1</sub> pro stabilitu	1,00
γ <sub>M2</sub> pro únosnost čistého průřezu	1,25

<b>Materiál</b>		
Mez kluzu f <sub>y</sub>	235,0	MPa
Mezní pevnost f <sub>u</sub>	360,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

#### .....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

**Kritický posudek je na pozici 0,000 m**

<b>Vnitřní síly</b>	<b>Vypočtené</b>	<b>Jednotka</b>
N <sub>Ed</sub>	-98,27	kN
V <sub>y,Ed</sub>	0,05	kN
V <sub>z,Ed</sub>	-0,12	kN
T <sub>Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

<b>d</b> [mm]	<b>t</b> [mm]	<b>d/t</b> [-]	<b>Třída 1 limit</b> [-]	<b>Třída 2 limit</b> [-]	<b>Třída 3 limit</b> [-]	<b>Třída</b>
127	4	31,75	50,00	70,00	90,00	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,5460e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	363,31	kN
Jedn. posudek	0,27	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5460 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 363,31[kN] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-98,27[kN]|}{363,31[kN]} = \mathbf{0,27 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

#### Posudek smyku pro V<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	9,8421e-04	m <sup>2</sup>
$V_{pl,y,Rd}$	133,54	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{9,8421 \cdot 10^{-4} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 133,54 [kN] \tag{EC3-1-1: 6.18}$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|0,05 [kN]|}{133,54 [kN]} = \mathbf{0,00 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.17}$$

**Posudek smyku pro Vz**  
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	9,8421e-04	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	133,54	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{9,8421 \cdot 10^{-4} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 133,54 [kN] \tag{EC3-1-1: 6.18}$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|-0,12 [kN]|}{133,54 [kN]} = \mathbf{0,00 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.17}$$

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....**POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**  
Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m  
Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2  
Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
127	4	31,75	50,00	70,00	90,00	1

Průřez je klasifikován třídou 1

**Posudek rovinného vzpěru**  
Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,760	4,010	m
Součinitel vzpěru k	0,78	0,83	
Vzpěrná délka l <sub>cr</sub>	2,154	3,315	m
Kritické Eulerovo zatížení N <sub>cr</sub>	1307,19	551,73	kN
Štíhlost λ	49,51	76,21	
Poměrná štíhlost λ <sub>rel</sub>	0,53	0,81	
Mezní štíhlost λ <sub>rel,0</sub>	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce α	0,49	0,49	
Redukční součinitel χ	0,83	0,65	
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	300,70	237,95	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,5460e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	237,95	kN
Jedn. posudek	0,41	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 2,9261 \cdot 10^{-6} [m^4]}{2,154 [m]^2} = 1307,19 [kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 2,9261 \cdot 10^{-6} [m^4]}{3,315 [m]^2} = 551,73 [kN]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,154 [m]}{44 [mm]} = 49,51$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,315 [m]}{44 [mm]} = 76,21$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{49,51}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [MPa]}{235,0 [MPa]}}} = 0,53 \tag{EC3-1-1: 6.50}$$

$$\lambda_{\text{rel},z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{76,21}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,81 \quad (\text{EC3-1-1: 6.50})$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{\text{rel},y} - \lambda_{\text{rel},y,0}) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,53 - 0,20) + 0,53^2] = 0,72$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{\text{rel},z} - \lambda_{\text{rel},z,0}) + \lambda_{\text{rel},z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,81 - 0,20) + 0,81^2] = 0,98$$

$$\chi_y = \min \left( \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{\text{rel},y}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,72 + \sqrt{0,72^2 - 0,53^2}}, \frac{1}{0,53^2}, 1 \right) = \min(0,83, 3,60, 1) = 0,83 \quad (\text{EC3-1-1: 6.49})$$

$$\chi_z = \min \left( \frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{\text{rel},z}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,98 + \sqrt{0,98^2 - 0,81^2}}, \frac{1}{0,81^2}, 1 \right) = \min(0,65, 1,52, 1) = 0,65 \quad (\text{EC3-1-1: 6.49})$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,83 \times 1,5460 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 300,70[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,65 \times 1,5460 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 237,95[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$N_{b,Rd} = \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min(300,70[\text{kN}], 237,95[\text{kN}]) = 237,95[\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-98,27[\text{kN}]|}{237,95[\text{kN}]} = 0,41 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.46})$$

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	1,5460e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,y</sub>	6,0540e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,z</sub>	6,0540e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N <sub>Ed</sub>	98,27	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>y,Ed</sub>	-0,34	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>z,Ed</sub>	0,16	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N <sub>Rk</sub>	363,31	kN
Charakteristická momentová únosnost M <sub>y,Rk</sub>	14,23	kNm
Charakteristická momentová únosnost M <sub>z,Rk</sub>	14,23	kNm
Redukční součinitel χ <sub>y</sub>	0,83	
Redukční součinitel χ <sub>z</sub>	0,65	
Redukční součinitel χ <sub>LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel k <sub>yy</sub>	0,66	
Interakční součinitel k <sub>yz</sub>	0,69	
Interakční součinitel k <sub>zy</sub>	0,40	
Interakční součinitel k <sub>zz</sub>	1,14	

Maximální moment M<sub>y,Ed</sub> je odvozen z nosníku B356 pozice 2,760 m.

Maximální moment M<sub>z,Ed</sub> je odvozen z nosníku B356 pozice 4,010 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Výsledný typ zatížení y	liniový moment M	
Poměr koncových momentů ψ <sub>y</sub>	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my</sub>	0,60	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M <sub>h,z</sub>	0,16	kNm
Moment v poli M <sub>s,z</sub>	0,12	kNm
Součinitel α <sub>s,z</sub>	0,76	
Poměr koncových momentů ψ <sub>z</sub>	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mz</sub>	0,80	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M <sub>h,LT</sub>	-1,55	kNm
Moment v poli M <sub>s,LT</sub>	-0,16	kNm
Součinitel α <sub>s,LT</sub>	0,10	
Poměr koncových momentů ψ <sub>LT</sub>	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mLT</sub>	0,40	

$$\text{Posudek (6.61)} = 0,33 + 0,02 + 0,01 = 0,35 -$$

$$\text{Posudek (6.62)} = 0,41 + 0,01 + 0,01 = 0,44 -$$

$$C_{my} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_y, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$\alpha_{s,z} = \frac{M_{s,z}}{M_{h,z}} = \frac{0,12[\text{kNm}]}{0,16[\text{kNm}]} = 0,76$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \times \alpha_{s,z}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \times 0,76, 0,4) = \max(0,80, 0,4) = 0,80$$

$$\alpha_{s,LT} = \frac{M_{s,LT}}{M_{h,LT}} = \frac{-0,16[\text{kNm}]}{-1,55[\text{kNm}]} = 0,10$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \times \alpha_{s,LT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \times 0,10, 0,4) = \max(0,28, 0,4) = 0,40$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 1,5460 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}] = 363,31[\text{kN}]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 6,0540 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 14,23[\text{kNm}]$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_y = 6,0540 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 14,23[\text{kNm}]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,60 \times \left[ 1 + (0,53 - 0,2) \times \frac{98,27[\text{kN}]}{0,83 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,60 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{98,27[\text{kN}]}{0,83 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,66, 0,76\} = 0,66$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 1,14 = 0,69$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,66 = 0,40$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \times \left[ 1 + (2 \times \lambda_{rel,z} - 0,6) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,80 \times \left[ 1 + (2 \times 0,81 - 0,6) \times \frac{98,27[\text{kN}]}{0,65 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,80 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{98,27[\text{kN}]}{0,65 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{1,14, 1,27\} = 1,14$$

$$\text{Posudek (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|98,27[\text{kN}]|}{0,83 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} + 0,66 \times \frac{|-0,34[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{14,23[\text{kNm}]}{1,00}} + 0,69 \times \frac{|0,16[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{14,23[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,35 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Posudek (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|98,27[\text{kN}]|}{0,65 \times \frac{363,31[\text{kN}]}{1,00}} + 0,40 \times \frac{|-0,34[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{14,23[\text{kNm}]}{1,00}} + 1,14 \times \frac{|0,16[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{14,23[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,44 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.62)

$$\text{Jedn. posudek} = \max(\text{Posudek (6.61)}, \text{Posudek (6.62)}) = \max(0,35, 0,44) = \mathbf{0,44 \leq 1,00}$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B355	0,000 / 2,275 m	CHS76.1/4.0	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,94 -
------------	-----------------	-------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely	

Dílcí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m



Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N <sub>Ed</sub>	-166,53	kN
V <sub>y,Ed</sub>	0,02	kN
V <sub>z,Ed</sub>	0,32	kN
T <sub>Ed</sub>	0,02	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	-0,43	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
76	4	19,02	50,00	70,00	90,00	1

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	9,0600e-04	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	212,91	kN
Jedn. posudek	0,78	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,0600 \cdot 10^{-4} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 212,91 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-166,53 [\text{kN}]|}{212,91 [\text{kN}]} = 0,78 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

### Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,y</sub>	2,0487e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,y,Rd</sub>	4,81	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,0487 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 4,81 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-0,43 [\text{kNm}]|}{4,81 [\text{kNm}]} = 0,09 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

### Posudek ohybového momentu pro M<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,z</sub>	2,0487e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,z,Rd</sub>	4,81	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,0487 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 4,81 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|0,00 [\text{kNm}]|}{4,81 [\text{kNm}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

### Posudek smyku pro V<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η	1,20	
A <sub>v</sub>	5,7678e-04	m <sup>2</sup>
V <sub>pl,y,Rd</sub>	78,26	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{5,7678 \cdot 10^{-4} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 78,26 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|0,02 [\text{kN}]|}{78,26 [\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$

### Posudek smyku pro V<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η	1,20	
A <sub>v</sub>	5,7678e-04	m <sup>2</sup>
V <sub>pl,z,Rd</sub>	78,26	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{5,7678 \cdot 10^{-4} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 78,26 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|0,32[\text{kN}]|}{78,26[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$

### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Vlákno	1	
T <sub>Ed</sub>	0,6	MPa
T <sub>Rd</sub>	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

$$\tau_{Ed} = |T_{Ed}| \times \tau_{Ed,unit} = |18,06| \times 3,062 \cdot 10^1 [\text{kN/m}^2] = 0,6 [\text{MPa}]$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3} \times 1,00} = 135,7 [\text{MPa}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \frac{0,6 [\text{MPa}]}{135,7 [\text{MPa}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.23})$$

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

M <sub>výslednice</sub>	0,43	kNm
V <sub>výslednice</sub>	0,32	kN
M <sub>N,Rd</sub>	1,64	kNm
Jedn. posudek	0,26	-

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|-166,53[\text{kN}]|}{212,91[\text{kN}]} = 0,78$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \times (1 - n^{1,7}) = 4,81[\text{kNm}] \times (1 - 0,78^{1,7}) = 1,64[\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.29})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{výslednice}|}{M_{N,Rd}} = \frac{|0,43[\text{kNm}]|}{1,64[\text{kNm}]} = 0,26 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.31})$$

**Poznámka:** Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
76	4	19,02	50,00	70,00	90,00	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,275	2,275	m
Součinitel vzpěru k	0,60	0,68	
Vzpěrná délka l <sub>cr</sub>	1,373	1,558	m
Kritické Eulerovo zatížení N <sub>cr</sub>	649,31	504,64	kN
Štíhlost λ	53,78	61,00	
Poměrná štíhlost λ <sub>rel</sub>	0,57	0,65	
Mezní štíhlost λ <sub>rel,0</sub>	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce α	0,21	0,21	
Redukční součinitel χ	0,90	0,87	
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	191,64	185,27	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	9,0600e-04	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	185,27	kN
Jedn. posudek	0,90	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 21000,0 [\text{MPa}] \times 5,9100 \cdot 10^{-7} [\text{m}^4]}{1,373 [\text{m}]^2} = 649,31 [\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 5,9100 \cdot 10^{-7}[\text{m}^4]}{1,558[\text{m}]^2} = 504,64[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{1,373[\text{m}]}{26[\text{mm}]} = 53,78$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{1,558[\text{m}]}{26[\text{mm}]} = 61,00$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{53,78}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,57 \quad (\text{EC3-1-1: 6.50})$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{61,00}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,65 \quad (\text{EC3-1-1: 6.50})$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{rel,y} - \lambda_{rel,y,0}) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,57 - 0,20) + 0,57^2] = 0,70$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{rel,z} - \lambda_{rel,z,0}) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,65 - 0,20) + 0,65^2] = 0,76$$

$$\chi_y = \min \left( \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,70 + \sqrt{0,70^2 - 0,57^2}}, \frac{1}{0,57^2}, 1 \right) = \min(0,90, 3,05, 1) = 0,90 \quad (\text{EC3-1-1: 6.49})$$

$$\chi_z = \min \left( \frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,z}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,76 + \sqrt{0,76^2 - 0,65^2}}, \frac{1}{0,65^2}, 1 \right) = \min(0,87, 2,37, 1) = 0,87 \quad (\text{EC3-1-1: 6.49})$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,90 \times 9,0600 \cdot 10^{-4}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 191,64[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,87 \times 9,0600 \cdot 10^{-4}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 185,27[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$N_{b,Rd} = \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min(191,64[\text{kN}], 185,27[\text{kN}]) = 185,27[\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-166,53[\text{kN}]|}{185,27[\text{kN}]} = 0,90 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.46})$$

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	9,0600e-04	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,y</sub>	2,0487e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,z</sub>	2,0487e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N <sub>Ed</sub>	166,53	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>y,Ed</sub>	-0,43	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>z,Ed</sub>	0,04	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N <sub>Rk</sub>	212,91	kN
Charakteristická momentová únosnost M <sub>y,Rk</sub>	4,81	kNm
Charakteristická momentová únosnost M <sub>z,Rk</sub>	4,81	kNm
Redukční součinitel χ <sub>y</sub>	0,90	
Redukční součinitel χ <sub>z</sub>	0,87	
Redukční součinitel χ <sub>LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel k <sub>yy</sub>	0,53	
Interakční součinitel k <sub>yz</sub>	0,55	
Interakční součinitel k <sub>zy</sub>	0,32	
Interakční součinitel k <sub>zz</sub>	0,92	

Maximální moment M<sub>y,Ed</sub> je odvozen z nosníku B355 pozice 0,000 m.

Maximální moment M<sub>z,Ed</sub> je odvozen z nosníku B355 pozice 2,275 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M <sub>h,y</sub>	-0,43	kNm
Moment v poli M <sub>s,y</sub>	-0,11	kNm
Součinitel α <sub>s,y</sub>	0,25	
Poměr koncových momentů ψ <sub>y</sub>	-0,30	

Parametry interakční metody 2		
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0,40	
Výsledný typ zatížení $z$	liniový moment $M$	
Poměr koncových momentů $\psi_z$	-0,08	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0,57	
Výsledný typ zatížení $LT$	liniové zatížení $q$	
Koncový moment $M_{h,LT}$	-0,43	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-0,11	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,25	
Poměr koncových momentů $\psi_{LT}$	-0,30	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0,40	

$$\text{Posudek (6.61)} = 0,87 + 0,05 + 0,00 = 0,92 -$$

$$\text{Posudek (6.62)} = 0,90 + 0,03 + 0,01 = 0,94 -$$

$$\alpha_{s,y} = \frac{M_{s,y}}{M_{h,y}} = \frac{-0,11[\text{kNm}]}{-0,43[\text{kNm}]} = 0,25$$

$$C_{my} = \max(0,2 + 0,8 \times \alpha_{s,y}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \times 0,25, 0,4) = \max(0,40, 0,4) = 0,40$$

$$C_{mz} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_z, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times -0,08, 0,4) = \max(0,57, 0,4) = 0,57$$

$$\alpha_{s,LT} = \frac{M_{s,LT}}{M_{h,LT}} = \frac{-0,11[\text{kNm}]}{-0,43[\text{kNm}]} = 0,25$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \times \alpha_{s,LT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \times 0,25, 0,4) = \max(0,40, 0,4) = 0,40$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 9,0600 \cdot 10^{-4}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}] = 212,91[\text{kN}]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 2,0487 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 4,81[\text{kNm}]$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_y = 2,0487 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 4,81[\text{kNm}]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,40 \times \left[ 1 + (0,57 - 0,2) \times \frac{166,53[\text{kN}]}{0,90 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,40 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{166,53[\text{kN}]}{0,90 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,53, 0,68\} = 0,53$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,92 = 0,55$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,53 = 0,32$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \times \left[ 1 + (2 \times \lambda_{rel,z} - 0,6) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,57 \times \left[ 1 + (2 \times 0,65 - 0,6) \times \frac{166,53[\text{kN}]}{0,87 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,57 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{166,53[\text{kN}]}{0,87 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,92, 1,28\} = 0,92$$

$$\text{Posudek (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{166,53[\text{kN}]}{0,90 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} + 0,53 \times \frac{|-0,43[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{4,81[\text{kNm}]}{1,00}} + 0,55 \times \frac{|0,04[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{4,81[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,92 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Posudek (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{166,53[\text{kN}]}{0,87 \times \frac{212,91[\text{kN}]}{1,00}} + 0,32 \times \frac{|-0,43[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{4,81[\text{kNm}]}{1,00}} + 0,92 \times \frac{|0,04[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{4,81[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,94 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.62)

$$\text{Jedn. posudek} = \max(\text{Posudek (6.61)}, \text{Posudek (6.62)}) = \max(0,92, 0,94) = \mathbf{0,94 \leq 1,00}$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B379	5,600 / 11,200 m	2Uc (U120; 0; 110)	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,21 -
------------	------------------	--------------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely



Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 5,600 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-0,97	kN
$V_{y,Ed}$	-1,07	kN
$V_{z,Ed}$	3,55	kN
$T_{Ed}$	0,14	kNm
$M_{y,Ed}$	3,96	kNm
$M_{z,Ed}$	-2,79	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	52	9	-2,971e+04	-4,814e+03								
2	I	111	7	-4,814e+03	5,518e+04	-0,09		0,92	15,86	31,04	37,55	61,02	1
3	I	52	9	5,518e+04	3,028e+04	0,55		1,00	5,72	28,00	34,00	45,05	1
4	I	52	9	3,028e+04	5,384e+03	0,18		1,00	5,72	28,00	34,00	53,17	1
5	I	111	7	5,384e+03	-5,461e+04	-10,14		0,09	15,86	401,18	462,47	2200,54	1
6	I	51	9	-5,461e+04	-2,971e+04								

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,3985e-03	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	798,64	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,3985 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 798,64 [kN]$$
 (EC3-1-1: 6.10)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-0,97 [kN]|}{798,64 [kN]} = 0,00 \leq 1,00$$
 (EC3-1-1: 6.9)

Posudek ohybového momentu pro  $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	1,4545e-04	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	34,18	kNm
Jedn. posudek	0,12	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,4545 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 34,18 [kNm]$$
 (EC3-1-1: 6.13)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|3,96 [kNm]|}{34,18 [kNm]} = 0,12 \leq 1,00$$
 (EC3-1-1: 6.12)

Posudek ohybového momentu pro  $M_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	1,3236e-04	m <sup>3</sup>
$M_{pl,z,Rd}$	31,10	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,3236 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 31,10 [kNm]$$
 (EC3-1-1: 6.13)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|-2,79 [kNm]|}{31,10 [kNm]} = 0,09 \leq 1,00$$
 (EC3-1-1: 6.12)

Posudek smyku pro  $V_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	1,7554e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,y,Rd}$	238,17	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,7554 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 238,17 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.18)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|-1,07 [kN]|}{238,17 [kN]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.17)$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

#### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	1,6844e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	228,53	kN
Jedn. posudek	0,02	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,6844 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 228,53 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.18)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|3,55 [kN]|}{228,53 [kN]} = 0,02 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.17)$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Vlákno	19	
$T_{Ed}$	0,9	MPa
$T_{Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

$$T_{Ed} = |T_{Ed}| \times \tau_{Ed,unit} = |135,13| \times 6,924 [kN/m^2] = 0,9 [MPa]$$

$$T_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3} \times 1,00} = 135,7 [MPa]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,9 [MPa]}{135,7 [MPa]} = 0,01 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.23)$$

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

$N_{pl,Rd}$	798,64	kN
$M_{pl,y,Rd}$	34,18	kNm
$M_{pl,z,Rd}$	31,10	kNm

$$\text{Jednotkový posudek (6.2)} = 0,00 + 0,12 + 0,09 = 0,21 -$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,3985 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 798,64 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.6)$$

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,4545 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 34,18 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,3236 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 31,10 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|-0,97 [kN]|}{798,64 [kN]} + \frac{|3,96 [kNm]|}{34,18 [kNm]} + \frac{|-2,79 [kNm]|}{31,10 [kNm]} = 0,21 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.2)$$

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

#### ....:POSUDEK STABILITY:....

##### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 5,600 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	52	9	-2,971e+04	-4,814e+03								
2	I	111	7	-4,814e+03	5,518e+04	-0,09		0,92	15,86	31,04	37,55	61,02	1
3	I	52	9	5,518e+04	3,028e+04	0,55		1,00	5,72	28,00	34,00	45,05	1
4	I	52	9	3,028e+04	5,384e+03	0,18		1,00	5,72	28,00	34,00	53,17	1
5	I	111	7	5,384e+03	-5,461e+04	-10,14		0,09	15,86	401,18	462,47	2200,54	1
6	I	51	9	-5,461e+04	-2,971e+04								

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,100	1,120	m
Součinitel vzpěru k	0,63	0,88	
Vzpěrná délka $l_{cr}$	1,955	0,989	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	3952,96	12752,29	kN
Štíhlost $\lambda$	42,21	23,50	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0,45	0,25	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 7,2886 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4]}{1,955 [\text{m}]^2} = 3952,96 [\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 6,0157 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4]}{0,989 [\text{m}]^2} = 12752,29 [\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{1,955 [\text{m}]}{46 [\text{mm}]} = 42,21$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{0,989 [\text{m}]}{42 [\text{mm}]} = 23,50$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{42,21}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [\text{MPa}]}{235,0 [\text{MPa}]}}} = 0,45$$

(EC3-1-1: 6.50)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{23,50}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [\text{MPa}]}{235,0 [\text{MPa}]}}} = 0,25$$

(EC3-1-1: 6.50)

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $l_{cr}$	1,120	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	199219,23	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	3952,96	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	0,45	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{63 [\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2 [\text{MPa}] \times 9,6510 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 2,4244 \cdot 10^{-10} [\text{m}^6]}{1,120 [\text{m}]^2} \right)$$

$$= 199219,23 [\text{kN}]$$

$$N_{cr,TF} = 3952,96 [\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,3985 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{3952,96 [\text{kN}]}} = 0,45$$

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,4545e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	5011,93	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,08	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M <sub>cr</sub>		
Délka klopení l <sub>LT</sub>	1,120	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k <sub>w</sub>	1,00	
Součinitel momentu na klopení C <sub>1</sub>	1,80	
Součinitel momentu na klopení C <sub>2</sub>	0,01	
Součinitel momentu na klopení C <sub>3</sub>	1,00	
Vzdálenost středu smyku d <sub>z</sub>	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z <sub>g</sub>	0	mm
Konstanta monosymetrie β <sub>y</sub>	0	mm
Konstanta monosymetrie z <sub>j</sub>	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{I_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j) \right] = 1,80$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 6,0157 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{1,120[\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times \frac{2,4244 \cdot 10^{-10}[\text{m}^6]}{6,0157 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + \frac{1,120[\text{m}]^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 9,6510 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 6,0157 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + (0,01 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}])^2} - (0,01 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}]) \right]$$

$$= 5011,93[\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,4545 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}]}{5011,93[\text{kNm}]} = 0,08}$$

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	3,3985e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,y</sub>	1,4545e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,z</sub>	1,3236e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N <sub>Ed</sub>	0,97	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>y,Ed</sub>	-4,75	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>z,Ed</sub>	-2,79	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N <sub>Rk</sub>	798,64	kN
Charakteristická momentová únosnost M <sub>y,Rk</sub>	34,18	kNm
Charakteristická momentová únosnost M <sub>z,Rk</sub>	31,10	kNm
Redukční součinitel χ <sub>y</sub>	1,00	
Redukční součinitel χ <sub>z</sub>	1,00	
Redukční součinitel χ <sub>LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel k <sub>yy</sub>	0,77	
Interakční součinitel k <sub>yz</sub>	0,50	
Interakční součinitel k <sub>zy</sub>	0,85	
Interakční součinitel k <sub>zz</sub>	0,83	

Maximální moment M<sub>y,Ed</sub> je odvozen z nosníku B379 pozice 4,050 m.

Maximální moment M<sub>z,Ed</sub> je odvozen z nosníku B379 pozice 5,600 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M <sub>h,y</sub>	-4,75	kNm
Moment v poli M <sub>s,y</sub>	3,96	kNm
Součinitel α <sub>s,y</sub>	-0,83	
Poměr koncových momentů ψ <sub>y</sub>	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my</sub>	0,77	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů ψ <sub>z</sub>	0,57	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mz</sub>	0,83	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M <sub>h,LT</sub>	3,96	kNm
Moment v poli M <sub>s,LT</sub>	1,92	kNm
Součinitel α <sub>s,LT</sub>	0,49	
Poměr koncových momentů ψ <sub>LT</sub>	-0,05	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mLT</sub>	0,59	

Posudek (6.61) = 0,00 + 0,11 + 0,04 = 0,15 -

Posudek (6.62) = 0,00 + 0,12 + 0,07 = 0,19 -



$$\alpha_{s,y} = \frac{M_{s,y}}{M_{h,y}} = \frac{3,96[\text{kNm}]}{-4,75[\text{kNm}]} = -0,83$$

$$C_{my} = \max(0, 1 - 0,8 \times \alpha_{s,y}, 0,4) = \max(0, 1 - 0,8 \times -0,83, 0,4) = \max(0,77, 0,4) = 0,77$$

$$C_{mz} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_z, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,57, 0,4) = \max(0,83, 0,4) = 0,83$$

$$\alpha_{s,LT} = \frac{M_{s,LT}}{M_{h,LT}} = \frac{1,92[\text{kNm}]}{3,96[\text{kNm}]} = 0,49$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \times \alpha_{s,LT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \times 0,49, 0,4) = \max(0,59, 0,4) = 0,59$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 3,3985 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}] = 798,64[\text{kN}]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 1,4545 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 34,18[\text{kNm}]$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_y = 1,3236 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}] = 31,10[\text{kNm}]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,77 \times \left[ 1 + (0,45 - 0,2) \times \frac{0,97[\text{kN}]}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,77 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{0,97[\text{kN}]}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,77, 0,77\} = 0,77$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,83 = 0,50$$

$$k_{zy} = \min \left( 0,6 + \lambda_{rel,z}, 1 - \frac{0,1 \times \lambda_{rel,z}}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \min \left( 0,6 + 0,25, 1 - \frac{0,1 \times 0,25}{0,59 - 0,25} \times \frac{0,97[\text{kN}]}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} \right) = \min(0,85, 1,00)$$

$$= 0,85$$

$$k_{zz} = \min \left[ C_{mz}, C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right] = \min \left[ 0,83, 0,83 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{0,97[\text{kN}]}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} \right) \right] = \min[0,83, 0,83] = 0,83$$

$$\text{Posudek (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|0,97[\text{kN}]|}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} + 0,77 \times \frac{|-4,75[\text{kNm}]}{1,00 \times \frac{34,18[\text{kNm}]}{1,00}} + |0,00[\text{kNm}]| + 0,50 \times \frac{|-2,79[\text{kNm}]}{31,10[\text{kNm}]} + |0,00[\text{kNm}]| = \mathbf{0,15 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Posudek (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|0,97[\text{kN}]|}{1,00 \times \frac{798,64[\text{kN}]}{1,00}} + 0,85 \times \frac{|-4,75[\text{kNm}]}{1,00 \times \frac{34,18[\text{kNm}]}{1,00}} + |0,00[\text{kNm}]| + 0,83 \times \frac{|-2,79[\text{kNm}]}{31,10[\text{kNm}]} + |0,00[\text{kNm}]| = \mathbf{0,19 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.62)

$$\text{Jedn. posudek} = \max(\text{Posudek (6.61)}, \text{Posudek (6.62)}) = \max(0,15, 0,19) = \mathbf{0,19 \leq 1,00}$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B387</b>	<b>1,500 / 1,500 m</b>	<b>2Uc (U100; 0; 100)</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0,10 -</b>
-------------------	------------------------	---------------------------	--------------	--------------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely	

<b>Dílicí souč. spolehlivosti</b>	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

<b>Materiál</b>		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

**Kritický posudek je na pozici 1,500 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N <sub>Ed</sub>	-16,20	kN
V <sub>y,Ed</sub>	0,74	kN
V <sub>z,Ed</sub>	-0,42	kN
T <sub>Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	-0,63	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	1,11	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	k <sub>σ</sub> [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	47	9	1,300e+04	-1,506e+03	-0,12		0,90	5,53	32,07	38,75	62,01	1
2	I	92	6	-1,506e+03	-1,548e+04								
3	I	47	9	-1,548e+04	-9,766e+02								
4	I	47	9	-9,766e+02	1,353e+04	-0,07		0,93	5,53	30,51	36,93	60,52	1
5	I	92	6	1,353e+04	2,750e+04	0,49		1,00	15,25	28,00	34,00	46,13	1
6	I	47	9	2,750e+04	1,300e+04	0,47		1,00	5,53	28,00	34,00	46,51	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	632,53	kN
Jedn. posudek	0,03	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,6916 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 632,53 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-16,20 [\text{kN}]|}{632,53 [\text{kN}]} = 0,03 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

### Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,y</sub>	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,y,Rd</sub>	23,02	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,7957 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 23,02 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-0,63 [\text{kNm}]|}{23,02 [\text{kNm}]} = 0,03 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

### Posudek ohybového momentu pro M<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W <sub>pl,z</sub>	9,2863e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,z,Rd</sub>	21,82	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,2863 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 21,82 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|1,11 [\text{kNm}]|}{21,82 [\text{kNm}]} = 0,05 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

### Posudek smyku pro V<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η	1,20	
A <sub>v</sub>	1,4913e-03	m <sup>2</sup>
V <sub>pl,y,Rd</sub>	202,34	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,4913 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 202,34 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|0,74 [\text{kN}]|}{202,34 [\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

### Posudek smyku pro V<sub>z</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	1,2214e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	165,72	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,2214 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 165,72 [kN] \tag{EC3-1-1: 6.18}$$

$$Jedn. posudek = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|-0,42 [kN]|}{165,72 [kN]} = \mathbf{0,00 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.17}$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

$N_{pl,Rd}$	632,53	kN
$M_{pl,y,Rd}$	23,02	kNm
$M_{pl,z,Rd}$	21,82	kNm

$$Jednotkový posudek (6.2) = 0,03 + 0,03 + 0,05 = 0,10 -$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,6916 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 632,53 [kN] \tag{EC3-1-1: 6.6}$$

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,7957 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 23,02 [kNm] \tag{EC3-1-1: 6.13}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,2863 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 21,82 [kNm] \tag{EC3-1-1: 6.13}$$

$$Jedn. posudek = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|-16,20 [kN]|}{632,53 [kN]} + \frac{|-0,63 [kNm]|}{23,02 [kNm]} + \frac{|1,11 [kNm]|}{21,82 [kNm]} = \mathbf{0,10 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.2}$$

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....**POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 1,500 m

Klasifikace podle podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	47	9	1,300e+04	-1,506e+03	-0,12		0,90	5,53	32,07	38,75	62,01	1
2	I	92	6	-1,506e+03	-1,548e+04								
3	I	47	9	-1,548e+04	-9,766e+02								
4	I	47	9	-9,766e+02	1,353e+04	-0,07		0,93	5,53	30,51	36,93	60,52	1
5	I	92	6	1,353e+04	2,750e+04	0,49		1,00	15,25	28,00	34,00	46,13	1
6	I	47	9	2,750e+04	1,300e+04	0,47		1,00	5,53	28,00	34,00	46,51	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	1,500	1,500	m
Součinitel vzpěru k	0,98	0,77	
Vzpěrná délka l <sub>cr</sub>	1,473	1,158	m
Kritické Eulerovo zatížení N <sub>cr</sub>	3922,58	5853,66	kN
Štíhlost λ	37,71	30,87	
Poměrná štíhlost λ <sub>rel</sub>	0,40	0,33	
Mezní štíhlost λ <sub>rel,0</sub>	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 4,1080 \cdot 10^{-6} [m^4]}{1,473 [m]^2} = 3922,58 [kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{1,158[\text{m}]^2} = 5853,66[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{1,473[\text{m}]}{39[\text{mm}]} = 37,71$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{1,158[\text{m}]}{38[\text{mm}]} = 30,87$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{37,71}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,40$$

(EC3-1-1: 6.50)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{30,87}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,33$$

(EC3-1-1: 6.50)

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $l_{cr}$	1,500	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	156323,97	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	3922,58	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	0,40	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{l_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{54[\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2[\text{MPa}] \times 5,6754 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,0545 \cdot 10^{-10}[\text{m}^6]}{1,500[\text{m}]^2} \right)$$

$$= 156323,97[\text{kN}]$$

$$N_{cr,TF} = 3922,58[\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{3922,58[\text{kN}]}} = 0,40$$

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	2238,35	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,10	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	1,500	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1,77	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0,00	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	1,00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2 - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)} \right] = 1,77$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{1,500[\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{1,0545 \cdot 10^{-10}[\text{m}^6]}{3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + \frac{1,500[\text{m}]^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 5,6754 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}])^2 - (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}])} \right]$$

$$= 2238,35[\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{9,7957 \cdot 10^{-5}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}]}{2238,35[\text{kNm}]}} = 0,10$$

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002



## Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,y</sub>	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu W <sub>pl,z</sub>	9,2863e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N <sub>Ed</sub>	16,20	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>y,Ed</sub>	-0,63	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M <sub>z,Ed</sub>	1,11	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N <sub>Rk</sub>	632,53	kN
Charakteristická momentová únosnost M <sub>y,Rk</sub>	23,02	kNm
Charakteristická momentová únosnost M <sub>z,Rk</sub>	21,82	kNm
Redukční součinitel χ <sub>y</sub>	1,00	
Redukční součinitel χ <sub>z</sub>	1,00	
Redukční součinitel χ <sub>LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel k <sub>yy</sub>	0,60	
Interakční součinitel k <sub>yz</sub>	0,36	
Interakční součinitel k <sub>zy</sub>	0,93	
Interakční součinitel k <sub>zz</sub>	0,60	

Maximální moment M<sub>y,Ed</sub> je odvozen z nosníku B387 pozice 1,500 m.

Maximální moment M<sub>z,Ed</sub> je odvozen z nosníku B387 pozice 1,500 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2
Výsledný typ zatížení y	liniový moment M
Poměr koncových momentů ψ <sub>y</sub>	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my</sub>	0,60
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů ψ <sub>z</sub>	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mz</sub>	0,60
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů ψ <sub>LT</sub>	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mLT</sub>	0,60

$$\text{Posudek (6.61)} = 0,03 + 0,02 + 0,02 = 0,06 -$$

$$\text{Posudek (6.62)} = 0,03 + 0,03 + 0,03 = 0,08 -$$

$$C_{my} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_y, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$C_{mz} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_z, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$C_{mLT} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_{LT}, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 2,6916 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}] = 632,53 [\text{kN}]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 9,7957 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}] = 23,02 [\text{kNm}]$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_y = 9,2863 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}] = 21,82 [\text{kNm}]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,60 \times \left[ 1 + (0,40 - 0,2) \times \frac{16,20 [\text{kN}]}{1,00 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,60 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{16,20 [\text{kN}]}{1,00 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,60, 0,61\} = 0,60$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,60 = 0,36$$

$$k_{zy} = \min \left( 0,6 + \lambda_{rel,z}, 1 - \frac{0,1 \times \lambda_{rel,z}}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \min \left( 0,6 + 0,33, 1 - \frac{0,1 \times 0,33}{0,60 - 0,25} \times \frac{16,20 [\text{kN}]}{1,00 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right) = \min(0,93, 1,00)$$

$$= 0,93$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \times \left[ 1 + (2 \times \lambda_{rel,z} - 0,6) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,60 \times \left[ 1 + (2 \times 0,33 - 0,6) \times \frac{16,20 [\text{kN}]}{1,00 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,60 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{16,20 [\text{kN}]}{1,00 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,60, 0,62\} = 0,60$$

$$\text{Posudek (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|16,20[\text{kN}]|}{1,00 \times \frac{632,53[\text{kN}]}{1,00}} + 0,60 \times \frac{|-0,63[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{23,02[\text{kNm}]}{1,00}} + 0,36 \times \frac{|1,11[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{21,82[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,06 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Posudek (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|16,20[\text{kN}]|}{1,00 \times \frac{632,53[\text{kN}]}{1,00}} + 0,93 \times \frac{|-0,63[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{23,02[\text{kNm}]}{1,00}} + 0,60 \times \frac{|1,11[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{\frac{21,82[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,08 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.62)

Jedn. posudek = max(Posudek (6.61), Posudek (6.62)) = max(0,06, 0,08) = **0,08 ≤ 1,00**

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B293</b>	<b>4,010 / 4,010 m</b>	<b>2Uc (U100; 0; 100)</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0,38 -</b>
-------------------	------------------------	---------------------------	--------------	--------------------------	---------------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*Vlastní tíha + 1.15*Stálé + 1.50*Sníh + 1.15*FTV panely	

Dílicí souč. spolehlivosti	
γ <sub>M0</sub> pro únosnost průřezu	1,00
γ <sub>M1</sub> pro stabilitu	1,00
γ <sub>M2</sub> pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f <sub>y</sub>	235,0	MPa
Mezní pevnost f <sub>u</sub>	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

### .....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 4,010 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N <sub>Ed</sub>	-34,08	kN
V <sub>y,Ed</sub>	1,67	kN
V <sub>z,Ed</sub>	0,09	kN
T <sub>Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	0,36	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	6,70	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	k <sub>σ</sub> [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	47	9	8,618e+03	-7,871e+04	-9,13		0,10	5,53	364,80	420,53	1898,70	1
2	I	92	6	-7,871e+04	-7,067e+04								
3	I	47	9	-7,067e+04	1,666e+04	-4,24		0,19	5,53	188,70	217,53	669,31	1
4	I	47	9	1,666e+04	1,040e+05	0,16		1,00	5,53	28,00	34,00	53,63	1
5	I	92	6	1,040e+05	9,595e+04	0,92		1,00	15,25	28,00	34,00	39,05	1
6	I	47	9	9,595e+04	8,618e+03	0,09		1,00	5,53	28,00	34,00	55,54	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	632,53	kN
Jedn. posudek	0,05	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 632,53[\text{kN}]$$

(EC3-1-1: 6.10)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-34,08[\text{kN}]|}{632,53[\text{kN}]} = \mathbf{0,05 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.9)

### Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	23,02	kNm
Jedn. posudek	0,02	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,7957 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 23,02 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|0,36 [kNm]|}{23,02 [kNm]} = 0,02 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.12)$$

#### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	9,2863e-05	m <sup>3</sup>
$M_{pl,z,Rd}$	21,82	kNm
Jedn. posudek	0,31	-

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,2863 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 21,82 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|6,70 [kNm]|}{21,82 [kNm]} = 0,31 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.12)$$

#### Posudek smyku pro $V_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	1,4913e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,y,Rd}$	202,34	kN
Jedn. posudek	0,01	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,4913 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 202,34 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.18)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|1,67 [kN]|}{202,34 [kN]} = 0,01 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.17)$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

#### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	1,2214e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	165,72	kN
Jedn. posudek	0,00	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,2214 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 165,72 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.18)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|0,09 [kN]|}{165,72 [kN]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.17)$$

**Poznámka:** Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

$N_{pl,Rd}$	632,53	kN
$M_{pl,y,Rd}$	23,02	kNm
$M_{pl,z,Rd}$	21,82	kNm

$$\text{Jednotkový posudek (6.2)} = 0,05 + 0,02 + 0,31 = 0,38 -$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,6916 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 632,53 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.6)$$

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,7957 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 23,02 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,2863 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 21,82 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{|-34,08 [kN]|}{632,53 [kN]} + \frac{|0,36 [kNm]|}{23,02 [kNm]} + \frac{|6,70 [kNm]|}{21,82 [kNm]} = 0,38 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.2)$$

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 4,010 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	k <sub>σ</sub> [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	47	9	8,618e+03	-7,871e+04	-9,13		0,10	5,53	364,80	420,53	1898,70	1
2	I	92	6	-7,871e+04	-7,067e+04								
3	I	47	9	-7,067e+04	1,666e+04	-4,24		0,19	5,53	188,70	217,53	669,31	1
4	I	47	9	1,666e+04	1,040e+05	0,16		1,00	5,53	28,00	34,00	53,63	1
5	I	92	6	1,040e+05	9,595e+04	0,92		1,00	15,25	28,00	34,00	39,05	1
6	I	47	9	9,595e+04	8,618e+03	0,09		1,00	5,53	28,00	34,00	55,54	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.  
Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,010	4,010	m
Součinitel vzpěru k	0,75	0,77	
Vzpěrná délka l <sub>cr</sub>	3,010	3,078	m
Kritické Eulerovo zatížení N <sub>cr</sub>	939,65	828,54	kN
Štíhlost λ	77,05	82,06	
Poměrná štíhlost λ <sub>rel</sub>	0,82	0,87	
Mezní štíhlost λ <sub>rel,0</sub>	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce α	0,49	0,49	
Redukční součinitel χ	0,65	0,62	
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	410,71	389,67	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	389,67	kN
Jedn. posudek	0,09	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 4,1080 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{3,010[\text{m}]^2} = 939,65[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{3,078[\text{m}]^2} = 828,54[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3,010[\text{m}]}{39[\text{mm}]} = 77,05$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,078[\text{m}]}{38[\text{mm}]} = 82,06$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{77,05}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,82 \tag{EC3-1-1: 6.50}$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{82,06}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,87 \tag{EC3-1-1: 6.50}$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{rel,y} - \lambda_{rel,y,0}) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,82 - 0,20) + 0,82^2] = 0,99$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{rel,z} - \lambda_{rel,z,0}) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,87 - 0,20) + 0,87^2] = 1,05$$

$$\chi_y = \min \left( \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,99 + \sqrt{0,99^2 - 0,82^2}}, \frac{1}{0,82^2}, 1 \right) = \min (0,65, 1, 49, 1) = 0,65 \tag{EC3-1-1: 6.49}$$

$$\chi_z = \min \left( \frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,z}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,05 + \sqrt{1,05^2 - 0,87^2}}, \frac{1}{0,87^2}, 1 \right) = \min (0,62, 1, 31, 1) = 0,62 \tag{EC3-1-1: 6.49}$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,65 \times 2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 410,71[\text{kN}] \tag{EC3-1-1: 6.47}$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,62 \times 2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 389,67[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$N_{b,Rd} = \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min(410,71[\text{kN}], 389,67[\text{kN}]) = 389,67[\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-34,08[\text{kN}]|}{389,67[\text{kN}]} = \mathbf{0,09 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.46})$$

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $l_{cr}$	4,010	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	156295,49	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	828,54	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	0,87	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce $\alpha$	0,49	
Redukční součinitel $\chi$	0,62	
Průřezová plocha $A$	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	389,67	kN
Jedn. posudek	0,09	-

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{54[\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2[\text{MPa}] \times 5,6754 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,0545 \cdot 10^{-10}[\text{m}^6]}{4,010[\text{m}]^2} \right)$$

$$= 156295,49[\text{kN}]$$

$$N_{cr,TF} = 828,54[\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{828,54[\text{kN}]} = 0,87}$$

$$\chi = \min \left( \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{rel,T}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,T}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,05 + \sqrt{1,05^2 - 0,87^2}}, \frac{1}{0,87^2}, 1 \right) = \min(0,62, 1,31, 1) = 0,62$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,62 \times 2,6916 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 389,67[\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.47})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-34,08[\text{kN}]|}{389,67[\text{kN}]} = \mathbf{0,09 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.46})$$

### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	837,21	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,17	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	4,010	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1,77	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0,00	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	1,00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j) \right] = 1,77$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{4,010[\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{1,0545 \cdot 10^{-10}[\text{m}^6]}{3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + \frac{4,010[\text{m}]^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 5,6754 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 3,7865 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]} + (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}])^2} - (0,00 \times 0[\text{mm}] - 1,00 \times 0[\text{mm}]) \right]$$

$$= 837,21[\text{kNm}]$$



$$\lambda_{\text{rel,LT}} = \sqrt{\frac{W_{\text{pl,y}} \times f_y}{M_{\text{cr}}}} = \sqrt{\frac{9,7957 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{837,21 [\text{kNm}]} } = 0,17$$

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,6916e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu $W_{\text{pl,y}}$	9,7957e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu $W_{\text{pl,z}}$	9,2863e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{\text{Ed}}$	34,08	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{\text{y,Ed}}$	0,36	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{\text{z,Ed}}$	6,70	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{\text{Rk}}$	632,53	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{\text{y,Rk}}$	23,02	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{\text{z,Rk}}$	21,82	kNm
Redukční součinitel $\chi_y$	0,65	
Redukční součinitel $\chi_z$	0,62	
Redukční součinitel $\chi_{\text{LT}}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,63	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,40	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,98	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,66	

Maximální moment  $M_{\text{y,Ed}}$  je odvozen z nosníku B293 pozice 4,010 m.

Maximální moment  $M_{\text{z,Ed}}$  je odvozen z nosníku B293 pozice 4,010 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2
Výsledný typ zatížení y	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\psi_y$	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{\text{my}}$	0,60
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\psi_z$	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{\text{mz}}$	0,60
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\psi_{\text{LT}}$	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{\text{mLT}}$	0,60

$$\text{Posudek (6.61)} = 0,08 + 0,01 + 0,12 = 0,21 -$$

$$\text{Posudek (6.62)} = 0,09 + 0,02 + 0,20 = 0,31 -$$

$$C_{\text{my}} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_y, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$C_{\text{mz}} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_z, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$C_{\text{mLT}} = \max(0,6 + 0,4 \times \psi_{\text{LT}}, 0,4) = \max(0,6 + 0,4 \times 0,00, 0,4) = \max(0,60, 0,4) = 0,60$$

$$N_{\text{Rk}} = A \times f_y = 2,6916 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}] = 632,53 [\text{kN}]$$

$$M_{\text{y,Rk}} = W_{\text{pl,y}} \times f_y = 9,7957 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}] = 23,02 [\text{kNm}]$$

$$M_{\text{z,Rk}} = W_{\text{pl,z}} \times f_y = 9,2863 \cdot 10^{-5} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}] = 21,82 [\text{kNm}]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{\text{my}} \times \left[ 1 + (\lambda_{\text{rel,y}} - 0,2) \times \frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_y \times \frac{N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} \right], C_{\text{my}} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_y \times \frac{N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,60 \times \left[ 1 + (0,82 - 0,2) \times \frac{34,08 [\text{kN}]}{0,65 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right], 0,60 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{34,08 [\text{kN}]}{0,65 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,63, 0,64\} = 0,63$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,66 = 0,40$$

$$k_{zy} = \max \left( 1 - \frac{0,1 \times \lambda_{\text{rel,z}}}{C_{\text{mLT}} - 0,25} \times \frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_z \times \frac{N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}}, 1 - \frac{0,1}{C_{\text{mLT}} - 0,25} \times \frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_z \times \frac{N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} \right)$$

$$= \max \left( 1 - \frac{0,1 \times 0,87}{0,60 - 0,25} \times \frac{34,08 [\text{kN}]}{0,62 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}}, 1 - \frac{0,1}{0,60 - 0,25} \times \frac{34,08 [\text{kN}]}{0,62 \times \frac{632,53 [\text{kN}]}{1,00}} \right) = \max(0,98, 0,98) = 0,98$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \times \left[ 1 + (2 \times \lambda_{rel,z} - 0,6) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{mz} \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,60 \times \left[ 1 + (2 \times 0,87 - 0,6) \times \frac{34,08[kN]}{0,62 \times \frac{632,53[kN]}{1,00}} \right], 0,60 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{34,08[kN]}{0,62 \times \frac{632,53[kN]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,66, 0,67\} = 0,66$$

$$\text{Posudek (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|34,08[kN]|}{0,65 \times \frac{632,53[kN]}{1,00}} + 0,63 \times \frac{|0,36[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,00 \times \frac{23,02[kNm]}{1,00}} + 0,40 \times \frac{|6,70[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{21,82[kNm]}{1,00}} = \mathbf{0,21 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Posudek (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

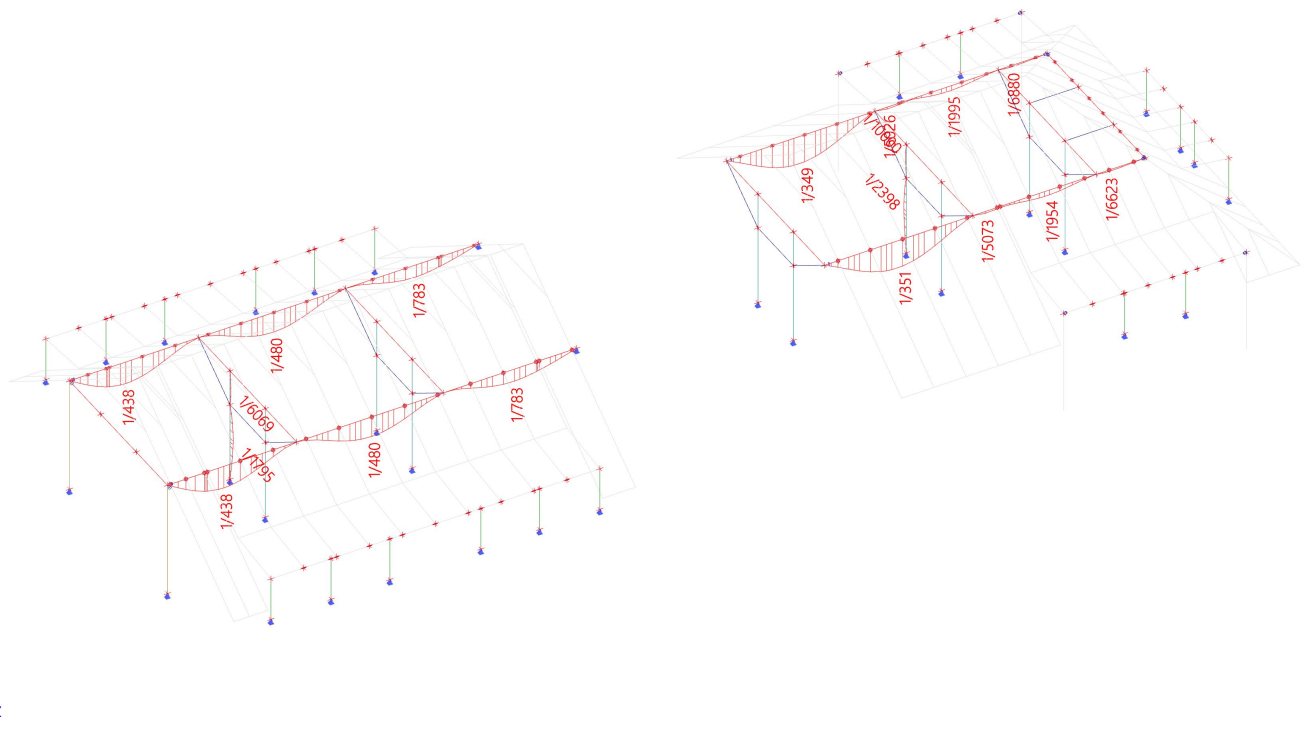
$$= \frac{|34,08[kN]|}{0,62 \times \frac{632,53[kN]}{1,00}} + 0,98 \times \frac{|0,36[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,00 \times \frac{23,02[kNm]}{1,00}} + 0,66 \times \frac{|6,70[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{21,82[kNm]}{1,00}} = \mathbf{0,31 \leq 1,00}$$

(EC3-1-1: 6.62)

Jedn. posudek = max (Posudek (6.61), Posudek (6.62)) = max (0,21, 0,31) = **0,31 ≤ 1,00**

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

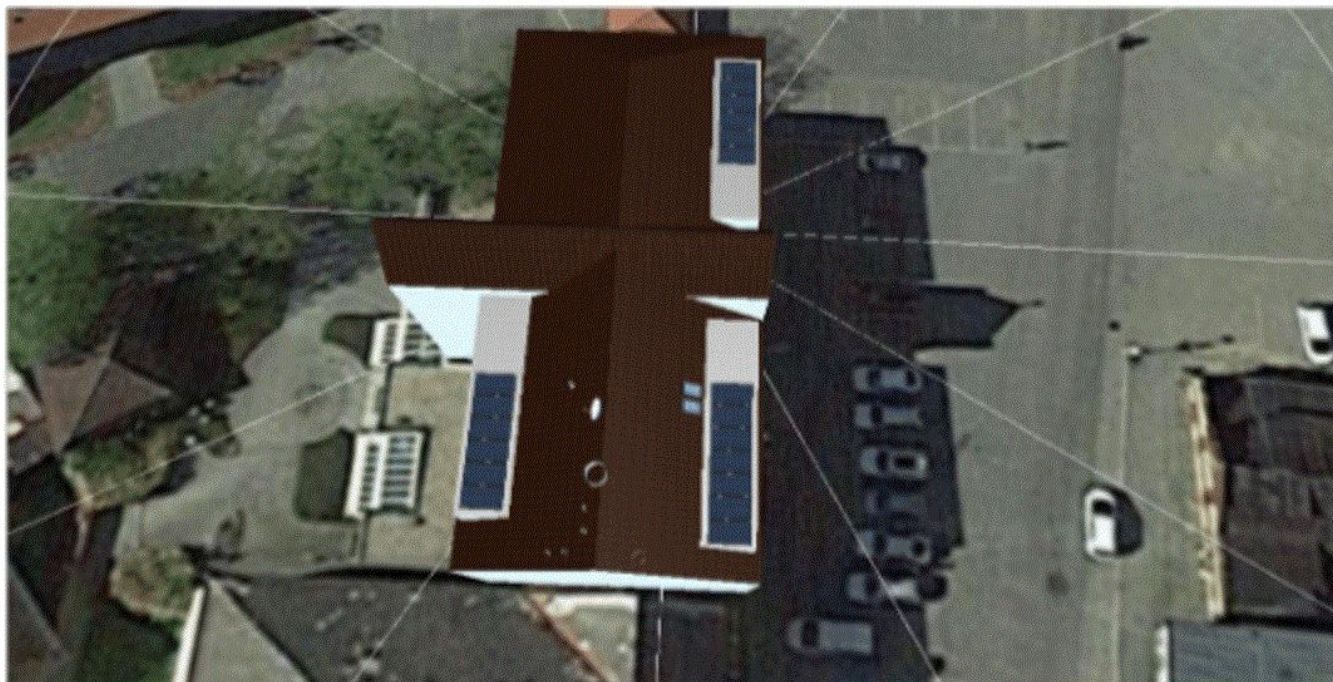
### 9.2.3. Relativní deformace; Rel uz



Relativní deformace urel < L/300 - **VYHOVUJE**

## 10. Závěr

Střechu domu čp.1 (radnice) v Příbyslavi lze přitížit FTV panely o max. plošné hmotnosti 25 kg/m<sup>2</sup>. Přetížení FTV panely je posouzeno v rozsahu znázorněném na následujícím obrázku:



Obrázek: Obrazový přehled, 3D Návrh