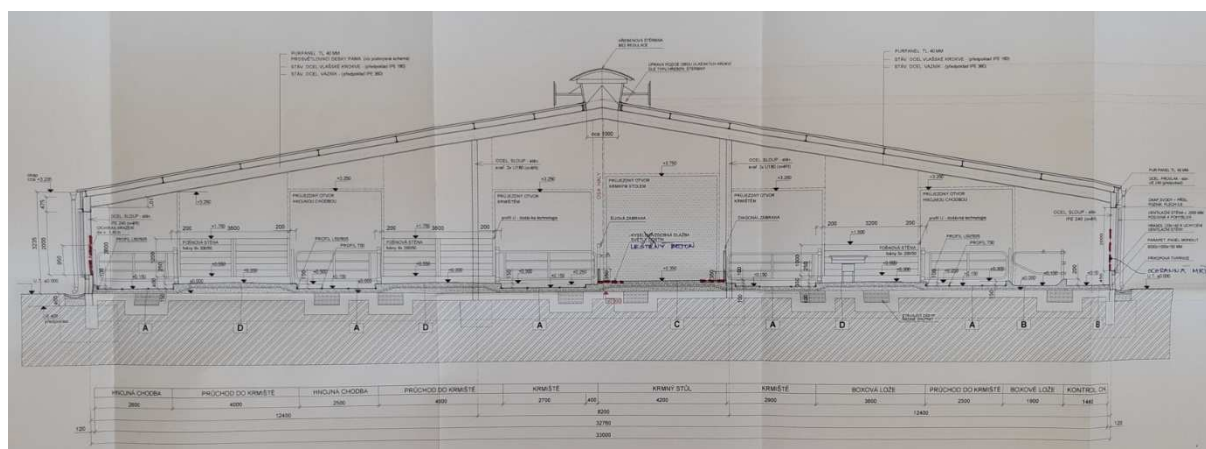


**INVESTOR: Veterinární univerzita Brno, Školní zemědělský podnik Nový Jičín,
Elišky Krásnohorské 178, 742 42 Šenov u Nového Jičína**

STATICKÉ POSOUZENÍ STŘECHY „odchovny jalovic“ **pro umístění fotovoltaických panelů** k.ú. Šenov u Nového Jičína



Datum: 08/2022

VYPRACOVALA: Ing. Lucie Fašánková

AUTORIZOVAL: Ing. Petr Chreno

Obsah:

A.	ZADÁNÍ	2
B.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	2
C.	NÁVRHOVÉ ÚDAJE	2
D.	ZATÍŽENÍ	3
E.	POSUDEK.....	5
E.1	Vaznice	5
E.2	Rám	13
F.	ZÁVĚR	26

A. ZADÁNÍ

Jedná se o statické posouzení střechy objektu kvůli umístění fotovoltaických panelů. Panely budou uloženy přímo na střešní rovině (ve stejném sklonu) a jejich hmotnost včetně konstrukce nepřesáhne **0,25 kN/m²**.

Před instalací je nutné ověření vstupních údajů ze strany zadavatele.

Jako podklad byla použita dokumentace dodaná zadavatelem.

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Jedná se o statické posouzení střechy objektu kvůli umístění fotovoltaických panelů. Panely budou uloženy přímo na střešní rovině (ve stejném sklonu) a jejich hmotnost včetně konstrukce nepřesáhne **0,25 kN/m²**.

Jedná se o ocelovou halu, která slouží jako „odchovna jalovic“, objekt není zcela uzavřen pláštěm stěn. Hlavní rámy se skládají ze dvou vetknutých krajních sloupů a dvou mezilehlých, na nichž leží ocelový vazník. Hlavní rámy jsou od sebe vzdáleny 6 m a jsou na nich uloženy ocelové vaznice.

Výpočet byl proveden pro III. sněhovou a II. větrnou oblast.

Je nutné ověření vstupních údajů ze strany zadavatele.

C. NÁVRHOVÉ ÚDAJE

Pro statický výpočet byly použity tyto normy a literatura:

- ČSN EN 1990: Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991: Eurokód 1 - Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1993: Navrhování ocelových konstrukcí
- NEN 7250:2021
- Projektová dokumentace dodána zadavatelem

D. ZATÍŽENÍ

Zatížení střechy

Sklon střechy	10	°
Výška nad terénem	7,2	m

Stálé zatížení

Skladba:	H [m]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G [-]	g_d [kN/m ²]
1 PUR panel 40 mm			0,10	1,35	0,14
Celkem			$[\text{kN/m}^2] =$		
			0,10		0,14

Užitné zatížení		q_k [kN/m ²]	γ_Q [-]	q_d [kN/m ²]
Kategorie	H	0,75	1,5	1,13

Zatížení sněhem

Sněhová oblast III
Typ krajiny normální

$$s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

Tvarové součinitele $\mu_1 = 0,8$
 $\mu_2 = 1,07$

s_k [kN/m ²]	γ_Q [-]	s_d [kN/m ²]
1,2	1,5	1,8

Zatížení větrem

Větrná oblast II
Kategorie terénu II

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

$$C_{dir} = 1$$

$$C_{season} = 1$$

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1$$

$$z_0 = 0,05$$

$$z_{min} = 2$$

$$k_r = 0,19$$

$$c_r = 0,94$$

$$v_m = 23,61 \text{ m/s}$$

$$k_l = 1$$

$q_{p,k}$ [kN/m ²]	γ_Q [-]	$q_{p,d}$ [kN/m ²]
--------------------------------	----------------	--------------------------------

$$I_v(z) = 0,20 \qquad \qquad \qquad 0,84 \qquad \qquad 1,5 \qquad \qquad 1,26$$

Zatížení solárních panelů větrem (max):
dle NEN 7250:2021

$$p_{w,net} = q_{p,k} \cdot C_{p,net} \cdot C_s C_d$$

$p_{w,net}$... *tlak větru na solární panely*
 $q_{p,k}$... *max. dynamický tlak dle ČSN EN 1991-1-4*
 $C_s C_d$... *součinitel konstrukce dle ČSN EN 1991-1-4*
 $C_{p,net}$... *čistý tlakový koeficient pro zatížení solárních panelů*

Zadání:

$z_{ref} = 7,2$ m ... *výška pozemní stavby*
 $A = 10$ m² ... *plocha pro výpočet c_{pe} dle ČSN EN 1991-1-4 ≥ 10 m²*
 $q_{p,k} = 0,84$ kN/m²
 $C_s C_d = 1,00$... *dle ČSN EN 1991-1-4*

$$C_{p,net} = C_{pe} \cdot C_{eq} - C_{pi}$$

$C_{pi} = 0$... *koeficient vnitřního tlaku*
 C_{eq} ... *faktor vyrovnání tlaku*
 $C_{eq} = 0,7$... *pro tlak*
 $C_{eq} = 0,7$... *max pro sání*
 C_{pe} ... *koeficient vnějšího tlaku*

$$\text{dle ČSN EN 1991-1-4} \Rightarrow C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

tlak

$C_{pe,1} = 0,2$... *max dle ČSN EN 1991-1-4 podle oblasti*
 $C_{pe,10} = 0,2$... *max dle ČSN EN 1991-1-4 podle oblasti*

sání

$C_{pe,1} = 2,25$... *max dle ČSN EN 1991-1-4 podle oblasti*
 $C_{pe,10} = 1,3$... *max dle ČSN EN 1991-1-4 podle oblasti*

$C_{pe,tlak} = 0,2$... *max*

$C_{pe,sání} = 1,3$... *max*

$C_{p,net,tlak} = 0,14$... *max*

$C_{p,net,sání} = 0,91$... *max*

$p_{w,net,tlak} =$	0,12	kN/m²	- přičíst k zatížení větrem v dané oblasti
$p_{w,net,sání} =$	0,76	kN/m²	- přičíst k zatížení větrem v dané oblasti

E. POSUDEK

E.1 Vaznice

Materiály

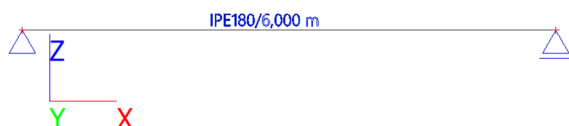
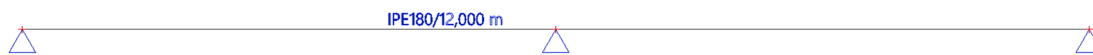
Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa] G_{mod} [MPa]	μ α [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Barva
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0	

Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [m ²]	A_y [m ²] A_z [m ²]	I_y [m ⁴] I_z [m ⁴]	$W_{el,y}$ [m ³] $W_{el,z}$ [m ³]	$W_{pl,y}$ [m ³] $W_{pl,z}$ [m ³]	Barva
CS1	IPE180	S 235	válcovaný	2,3900e-03	1,4865e-03 9,6640e-04	1,3170e-05 1,0100e-06	1,4600e-04 2,2200e-05	1,6600e-04 3,4600e-05	

Výpočtový model



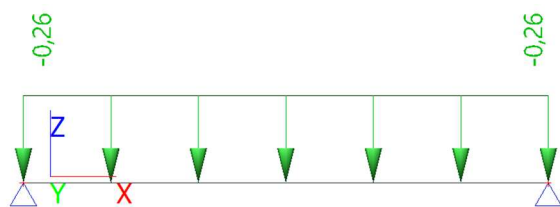
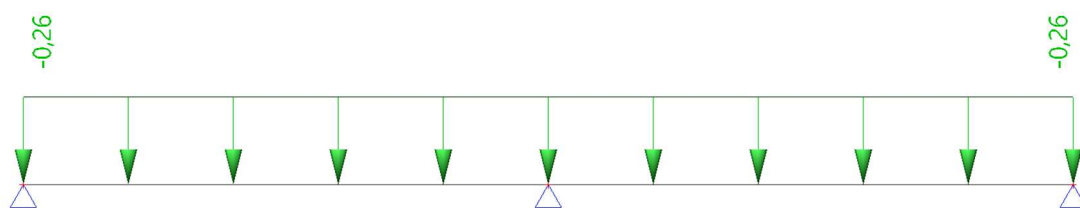
Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Stálé	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	Sníh Standard	Proměnné Statické	SZ2		Střednědobé	Žádný
ZS4	Vítr sání Standard	Proměnné Statické	SZ3		Krátkodobé	Žádný
ZS5	Vítr tlak Standard	Proměnné Statické	SZ3		Krátkodobé	Žádný

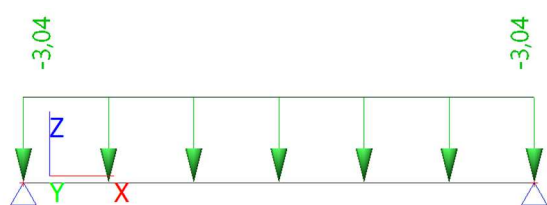
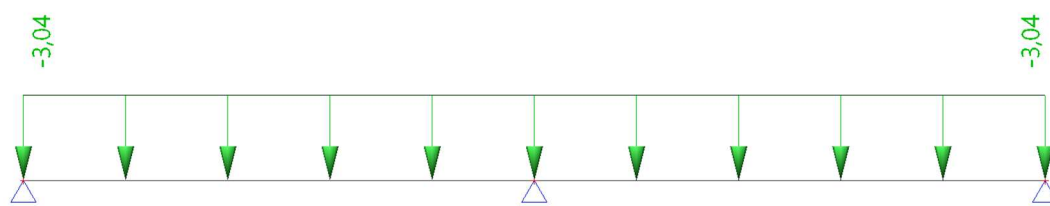
Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Sníh	1,00
			ZS4 - Vítr sání	1,00
			ZS5 - Vítr tlak	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Sníh	1,00
			ZS4 - Vítr sání	1,00
			ZS5 - Vítr tlak	1,00

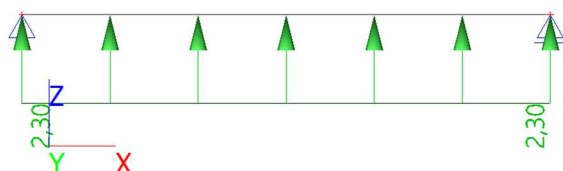
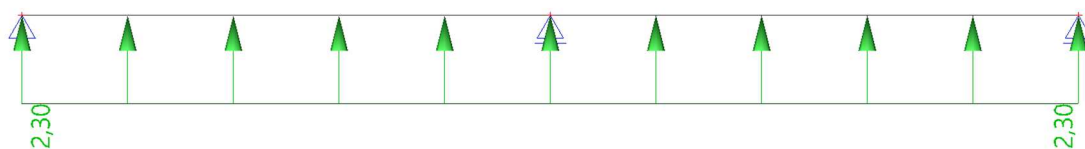
ZS2 / Hodnota pro výpočet



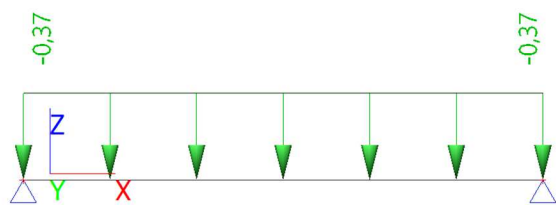
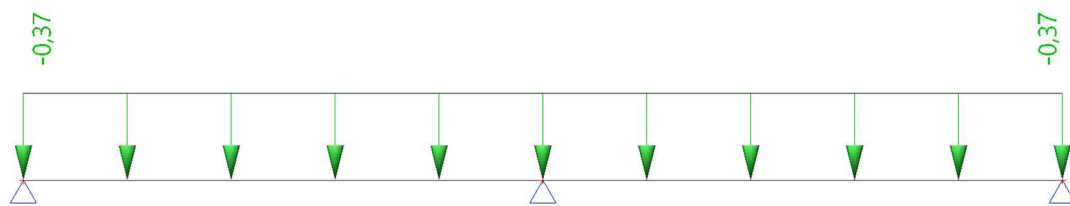
ZS3 / Hodnota pro výpočet



ZS4 / Hodnota pro výpočet

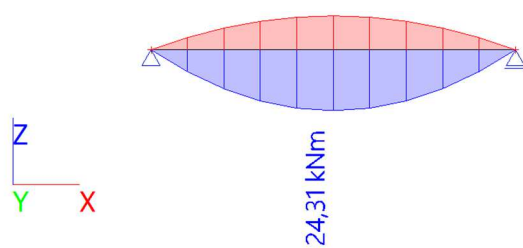
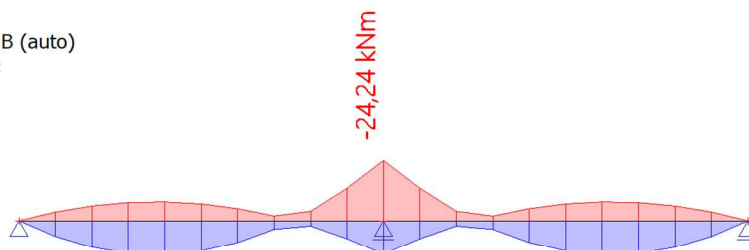


ZS5 / Hodnota pro výpočet



1D vnitřní síly; M_y

Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Dílec
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše



Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B1	3,000 / 6,000 m	IPE180	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,62 -
----------	-----------------	--------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS5

Dílčí souč. spolehlivosti

γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál

Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 3,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	0,00	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	24,31	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	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_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	34	8	-1,587e+05	-1,587e+05								
3	SO	34	8	-1,587e+05	-1,587e+05								
4	I	146	5	-1,347e+05	1,347e+05	-1,00		0,50	27,55	72,00	83,00	124,00	1
5	SO	34	8	1,587e+05	1,587e+05	1,00	0,43	1,00	4,23	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	34	8	1,587e+05	1,587e+05	1,00	0,43	1,00	4,23	9,00	10,00	14,00	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

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

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,6600 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 39,01 [kNm]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|24,31 [kNm]|}{39,01 [kNm]} = 0,62 \leq 1,00$$

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

Poznámka: Pro tento dílec se provede pouze posudek řezu.

12. EC-EN 1993 Posudek oceli MSP

Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše

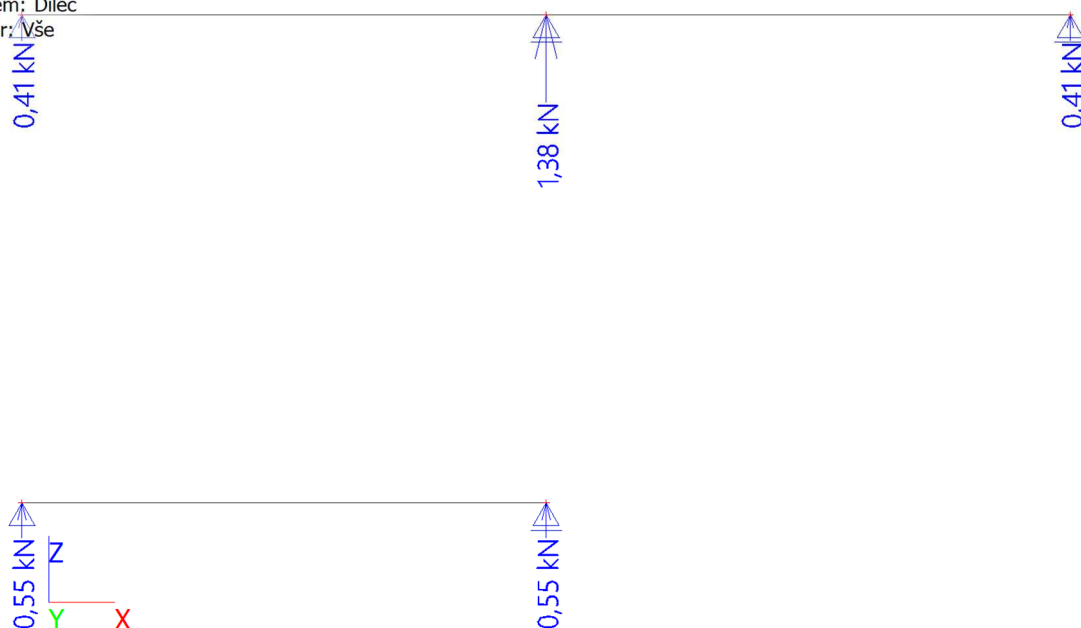
Celkový posudek

Jméno	dx [m]	Stav	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{y,max}$ [-] Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{y,var}$ [-] Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm] Nadvýšení [mm]	Posudek celkový [-]
B1	3,000-	MSP-Char (auto)/1	0,0 -22,8	0,0 -20,1	30,0 30,0	30,0 30,0	0,00 0,76	0,00 0,67	- -	0,76

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS5

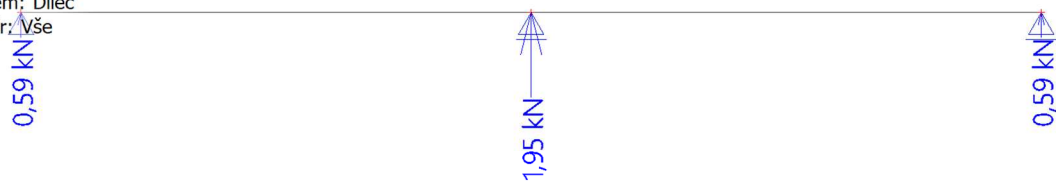
Reakce; R_z

Hodnoty: **R_z**
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



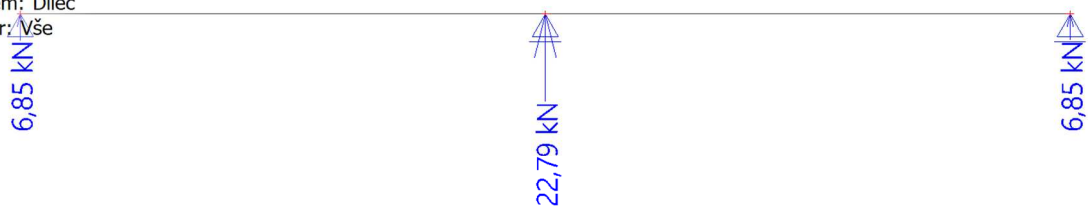
Reakce; R_z

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



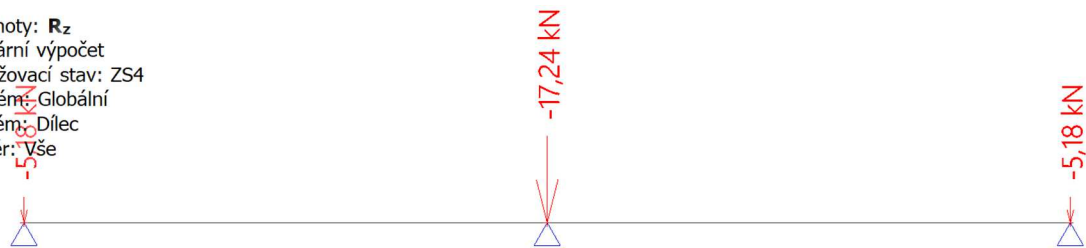
Reakce; R_z

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS3
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



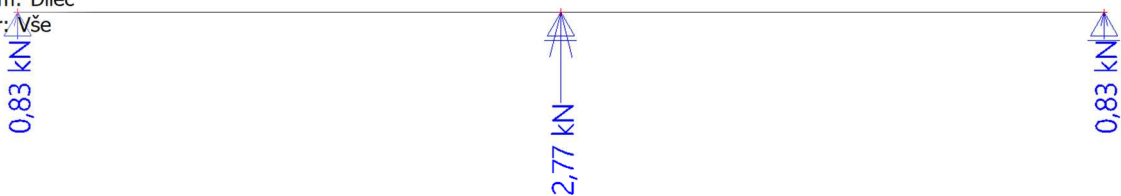
Reakce; R_z

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS4
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



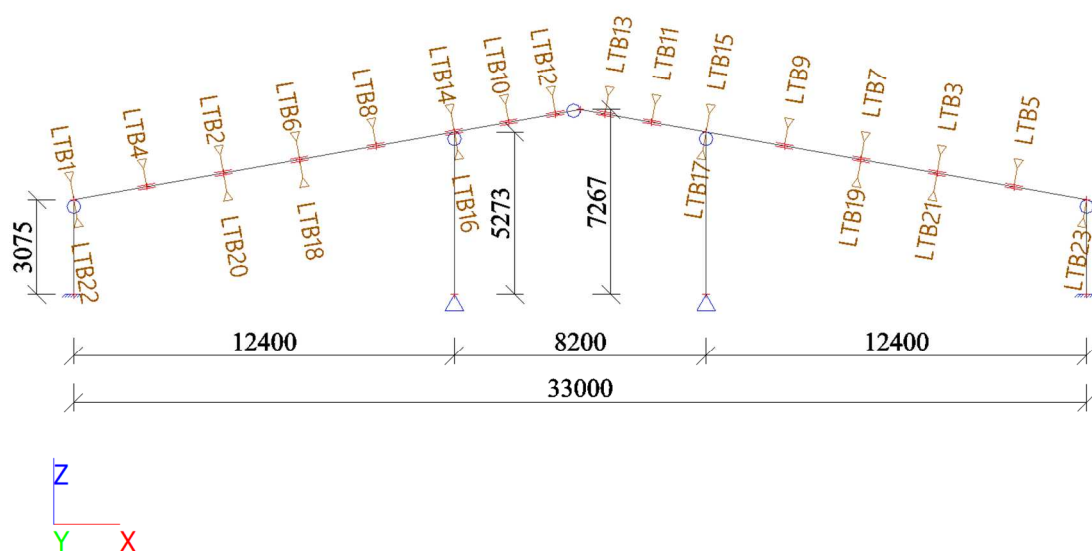
Reakce; R_z

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS5
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



E.2 Rám

Výpočtový model + bránění klopení



Materiály

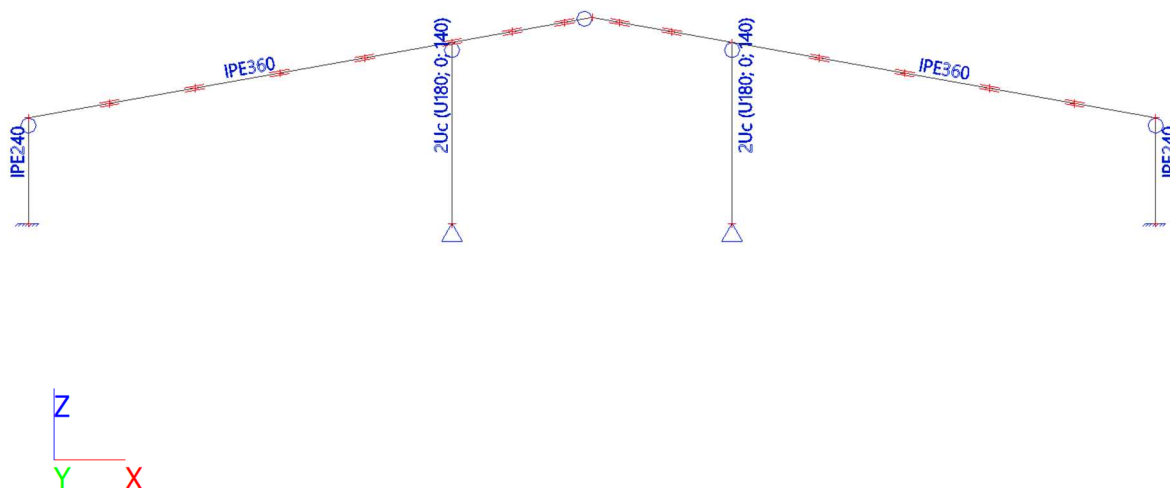
Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa] G_{mod} [MPa]	μ α [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	

Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [m ²]	A_y [m ²] A_z [m ²]	I_y [m ⁴] I_z [m ⁴]	$W_{el,y}$ [m ³] $W_{el,z}$ [m ³]	$W_{pl,y}$ [m ³] $W_{pl,z}$ [m ³]	Barva
	Detailní								
CS1	IPE360	S 235	válcovaný	7,2700e-03	4,3051e-03 2,9457e-03	1,6270e-04 1,0430e-05	9,0400e-04 1,2300e-04	1,0190e-03 1,9100e-04	
CS2	IPE240	S 235	válcovaný	3,9100e-03	2,4315e-03 1,5295e-03	3,8920e-05 2,8400e-06	3,2400e-04 4,7300e-05	3,6700e-04 7,3900e-05	
CS3	2Uc U180; 0; 140	S 235	válcovaný	5,5947e-03	2,7554e-03 2,8707e-03	2,7086e-05 1,6663e-05	3,0095e-04 2,3804e-04	3,5834e-04 2,8378e-04	

Výpočtový model



Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídicí zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Stálé skladba	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	Stálé vaznice	Stálé Standard	SZ1			
ZS4	Sníh 1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Střednědobé	Žádný
ZS5	Sníh 2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Střednědobé	Žádný
ZS6	Sníh 3 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Střednědobé	Žádný
ZS7	Vítr 1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS8	Vítr 2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS9	Vítr 3 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS10	Vítr 4 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS11	Vítr 5 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS12	Vítr 6 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS13	Vítr 7 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS14	Vítr 8 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

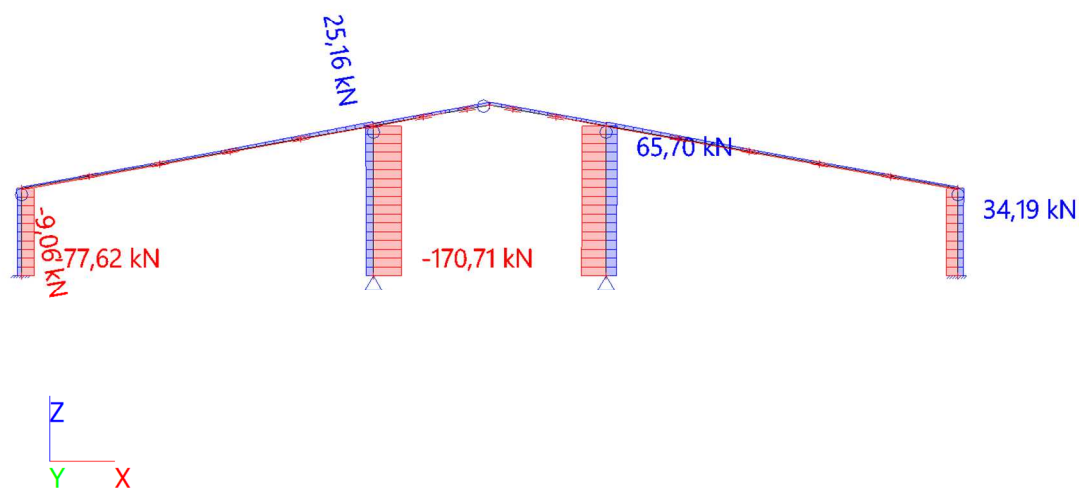
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS15	Vítr 9	Proměnné	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS16	Stálé fv	Stálé	SZ1			
		Standard				

Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé skladba	1,00
			ZS3 - Stálé vaznice	1,00
			ZS4 - Sníh 1	1,00
			ZS5 - Sníh 2	1,00
			ZS6 - Sníh 3	1,00
			ZS7 - Vítr 1	1,00
			ZS8 - Vítr 2	1,00
			ZS9 - Vítr 3	1,00
			ZS10 - Vítr 4	1,00
			ZS11 - Vítr 5	1,00
			ZS12 - Vítr 6	1,00
			ZS13 - Vítr 7	1,00
			ZS14 - Vítr 8	1,00
			ZS15 - Vítr 9	1,00
			ZS16 - Stálé fv	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé skladba	1,00
			ZS3 - Stálé vaznice	1,00
			ZS4 - Sníh 1	1,00
			ZS5 - Sníh 2	1,00
			ZS6 - Sníh 3	1,00
			ZS7 - Vítr 1	1,00
			ZS8 - Vítr 2	1,00
			ZS9 - Vítr 3	1,00
			ZS10 - Vítr 4	1,00
			ZS11 - Vítr 5	1,00
			ZS12 - Vítr 6	1,00
			ZS13 - Vítr 7	1,00
			ZS14 - Vítr 8	1,00
			ZS15 - Vítr 9	1,00
			ZS16 - Stálé fv	1,00

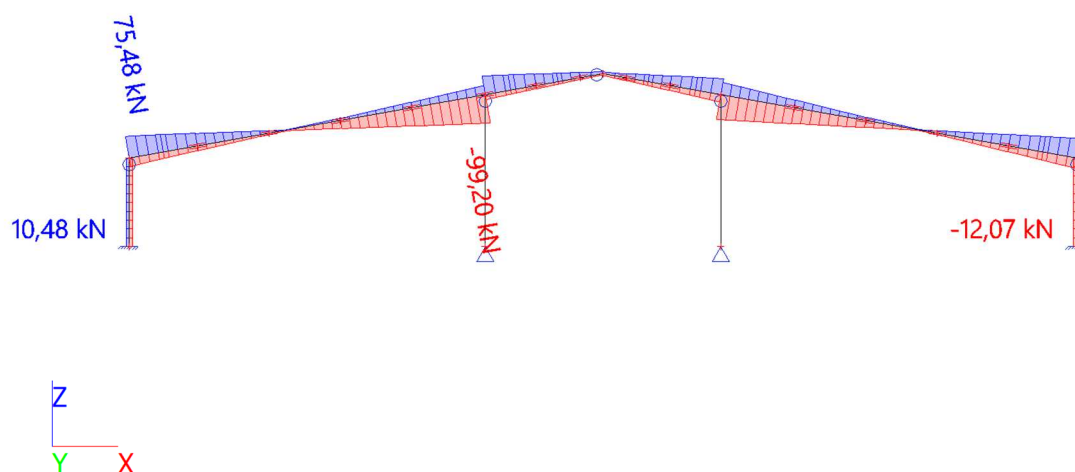
1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Dílec
Extrém 1D: Průřez
Výběr: Vše



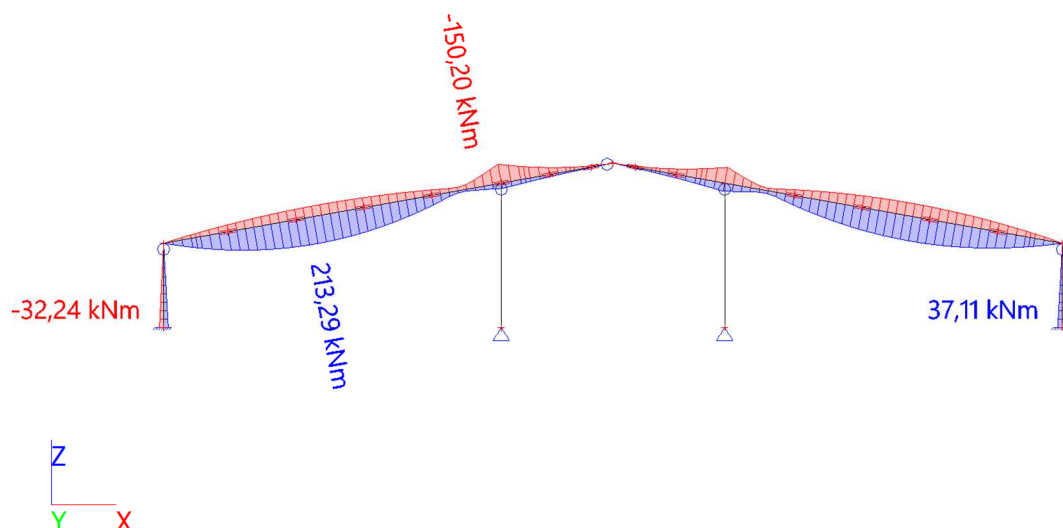
1D vnitřní síly; V_z

Hodnoty: **V_z**
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Dílec
Extrém 1D: Průřez
Výběr: Vše



1D vnitřní síly; M_y

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B1	5,580 / 16,757 m	IPE360	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,99 -
----------	------------------	--------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.15*ZS3 + 1.50*ZS4 + 1.15*ZS16

Dílčí souč. spolehlivosti

γ _{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ _{M1} pro stabilitu	1,00
γ _{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál

Mez kluzu	f _y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f _u	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 5,580 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N _{Ed}	7,96	kN
Smyková síla	V _{y,Ed}	0,00	kN

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-0,93	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	213,29	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	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_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	63	13	-2,288e+05	-2,288e+05								
3	SO	63	13	-2,288e+05	-2,288e+05								
4	I	299	8	-1,968e+05	1,946e+05	-1,01		0,49	37,33	73,04	84,19	125,40	1
5	SO	63	13	2,266e+05	2,266e+05	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	63	13	2,266e+05	2,266e+05	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,2700 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 1708,45 [kN]$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \times A \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 7,2700 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 360,0 [MPa]}{1,25} = 1884,38 [kN]$$

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = \min(1708,45 [kN], 1884,38 [kN]) = 1708,45 [kN]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{7,96 [kN]}{1708,45 [kN]} = 0,00 \leq 1,00$$

Posudek ohybového momentu pro M_y

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

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,0190 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 239,47 [kNm]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|213,29 [kNm]|}{239,47 [kNm]} = 0,89 \leq 1,00$$

Posudek smyku pro V_z

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

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{3,5108 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 476,34 [kN]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{|-0,93 [kN]|}{476,34 [kN]} = 0,00 \leq 1,00$$

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

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

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,0190 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 239,47 [kNm]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|213,29 [kNm]|}{239,47 [kNm]} = 0,89 \leq 1,00$$

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

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y 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 vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	63	13	7,674e+02	7,674e+02	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
3	SO	63	13	7,674e+02	7,674e+02	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
4	I	299	8	7,674e+02	7,674e+02	1,00		1,00	37,33	28,00	34,00	38,00	3
5	SO	63	13	7,674e+02	7,674e+02	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	63	13	7,674e+02	7,674e+02	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1

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

Průřez je klasifikován třídou 3

Vlastnosti Semi-Comp+			
Materiálový součinitel	ϵ	1,00	
Limit štíhlosti pásnice třídy 2	$\beta_{2,y,f}$	10,00	
Limit štíhlosti pásnice třídy 3	$\beta_{3,y,f}$	14,00	
Limit štíhlosti stojiny třídy 2	$\beta_{2,y,w}$	83,00	
Limit štíhlosti stojiny třídy 3	$\beta_{3,y,w}$	124,00	
Poměr štíhlosti stojiny	c/t_w	37,33	
Poměr štíhlosti pásnice	c/t_f	4,96	
Referenční poměr štíhlosti	$c/t_{ref,y}$	0,00	
Interpolovaný modul průřezu	$W_{3,y}$	1,0190e-03	m ³

Poznámka: Únosnost pro semi-kompaktní průřez byla spočteno podle Semi-Comp+.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{I_{LT}^2} \times \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{I_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j) \right] = 1,04$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 1,0430 \cdot 10^{-5} [\text{m}^4]}{2,520 [\text{m}]^2}$$

$$\times \left[\sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{3,1400 \cdot 10^{-7} [\text{m}^6]}{1,0430 \cdot 10^{-5} [\text{m}^4]} + \frac{2,520 [\text{m}]^2 \times 80769,2 [\text{MPa}] \times 3,7300 \cdot 10^{-7} [\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 1,0430 \cdot 10^{-5} [\text{m}^4]} + (0,02 \times 0 [\text{mm}] - 1,00 \times 0 [\text{mm}])^2} - (0,02 \times 0 [\text{mm}] - 1,00 \times 0 [\text{mm}]) \right]$$

$$= 698,38 [\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{3,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,0190 \cdot 10^{-3} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{698,38 [\text{kNm}]} = 0,59}$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min \left(\frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,67 + \sqrt{0,67^2 - 0,75 \times 0,59^2}}, \frac{1}{0,59^2}, 1 \right) = \min (0,89, 2,92, 1) = 0,89$$

$$f = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - 0,98) \times \left[1 - 2 \times (0,59 - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \{0,99, 1\} = 0,99$$

$$\chi_{LT,mod} = \min \left(\frac{\chi_{LT}}{f}, 1 \right) = \min \left(\frac{0,89}{0,99}, 1 \right) = \min (0,90, 1) = 0,90$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{3,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,90 \times 1,0190 \cdot 10^{-3} [m^3] \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00} = 216,05 [kNm]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|213,29 [kNm]|}{216,05 [kNm]} = \mathbf{0,99 \leq 1,00}$$

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

Poznámka: Opravný součinitel k_c se určí podle C1.

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

$$h_w/t = \frac{h_w}{t} = \frac{335 [mm]}{8 [mm]} = 41,83$$

$$\text{limitní } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4	0,000 / 3,075 m	IPE240	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,43 -
-----------------	------------------------	---------------	--------------	--------------------------	---------------

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / ZS1 + ZS2 + ZS3 + 1.50*ZS12 + ZS16

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

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	21,93	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-12,07	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	37,11	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	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_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	42	10	-1,153e+05	-1,153e+05								
3	SO	42	10	-1,153e+05	-1,153e+05								
4	I	190	6	-9,637e+04	8,516e+04	-1,13		0,46	30,71	78,18	90,13	140,60	1
5	SO	42	10	1,041e+05	1,041e+05	1,00	0,43	1,00	4,28	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	42	10	1,041e+05	1,041e+05	1,00	0,43	1,00	4,28	9,00	10,00	14,00	1

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

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,9100 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 918,85 [\text{kN}]$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \times A \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 3,9100 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 360,0 [\text{MPa}]}{1,25} = 1013,47 [\text{kN}]$$

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = \min(918,85 [\text{kN}], 1013,47 [\text{kN}]) = 918,85 [\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{21,93 [\text{kN}]}{918,85 [\text{kN}]} = \mathbf{0,02 \leq 1,00}$$

Posudek ohybového momentu pro M_y

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

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,6700 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 86,25 [\text{kNm}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|37,11 [\text{kNm}]|}{86,25 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,43 \leq 1,00}$$

Posudek smyku pro V_z

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

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,9128 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 259,52 [\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|-12,07 [\text{kN}]|}{259,52 [\text{kN}]} = \mathbf{0,05 \leq 1,00}$$

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

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

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,6700 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 86,25 [\text{kNm}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|37,11 [\text{kNm}]|}{86,25 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,43 \leq 1,00}$$

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

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y 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 vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	42	10	-1,153e+05	-1,153e+05								
3	SO	42	10	-1,153e+05	-1,153e+05								
4	I	190	6	-9,637e+04	8,516e+04	-1,13		0,46	30,71	78,18	90,13	140,60	1
5	SO	42	10	1,041e+05	1,041e+05	1,00	0,43	1,00	4,28	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	42	10	1,041e+05	1,041e+05	1,00	0,43	1,00	4,28	9,00	10,00	14,00	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

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

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 2,8400 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4]}{3,075 [\text{m}]^2}$$

$$\times \left[\sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{3,7400 \cdot 10^{-8} [\text{m}^6]}{2,8400 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4]} + \frac{3,075 [\text{m}]^2 \times 80769,2 [\text{MPa}] \times 1,2900 \cdot 10^{-7} [\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 2,8400 \cdot 10^{-6} [\text{m}^4]} + (0,00 \times 0 [\text{mm}] - 1,00 \times 0 [\text{mm}])^2} - (0,00 \times 0 [\text{mm}] - 1,00 \times 0 [\text{mm}]) \right]$$

$$= 190,55 [\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,6700 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{190,55 [\text{kNm}]} } = 0,67$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min \left(\frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,72 + \sqrt{0,72^2 - 0,75 \times 0,67^2}}, \frac{1}{0,67^2}, 1 \right) = \min (0,88, 2,21, 1) = 0,88$$

$$f = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - 0,75) \times \left[1 - 2 \times (0,67 - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \{0,88, 1\} = 0,88$$

$$\chi_{LT,mod} = \min \left(\frac{\chi_{LT}}{f}, 1 \right) = \min \left(\frac{0,88}{0,88}, 1 \right) = \min (1,00, 1) = 1,00$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{pl,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,00 \times 3,6700 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 86,25 [\text{kNm}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|37,11 [\text{kNm}]|}{86,25 [\text{kNm}]} = 0,43 \leq 1,00$$

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002**Poznámka:** Opravný součinitel k_c se určí podle C1.**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

$$h_w/t = \frac{h_w}{t} = \frac{220 [\text{mm}]}{6 [\text{mm}]} = 35,55$$

$$\text{limitní } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B5	0,000 / 5,273 m	2Uc (U180; 0; 140)	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,25 -
----------	-----------------	--------------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.15*ZS3 + 1.50*ZS5 + 1.15*ZS16	

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

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-170,71	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	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_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
2	I	169	8	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	21,12	28,00	34,00	38,00	1
3	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
4	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
5	I	169	8	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	21,12	28,00	34,00	38,00	1
6	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	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)

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,5947 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 1314,76 [kN]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-170,71 [kN]|}{1314,76 [kN]} = 0,13 \leq 1,00$$

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
2	I	169	8	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	21,12	28,00	34,00	38,00	1
3	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
4	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	1
5	I	169	8	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	21,12	28,00	34,00	38,00	1
6	I	66	11	3,044e+04	3,044e+04	1,00		1,00	6,00	28,00	34,00	38,00	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)

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 2,7086 \cdot 10^{-5} [\text{m}^4]}{5,273 [\text{m}]^2} = 2018,91 [\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 1,6663 \cdot 10^{-5} [\text{m}^4]}{5,273 [\text{m}]^2} = 1242,02 [\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{5,273 [\text{m}]}{70 [\text{mm}]} = 75,79$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5,273 [\text{m}]}{55 [\text{mm}]} = 96,62$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{75,79}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [\text{MPa}]}{235,0 [\text{MPa}]}}} = 0,81$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{96,62}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [\text{MPa}]}{235,0 [\text{MPa}]}}} = 1,03$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{rel,y} - \lambda_{rel,y,0}) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,81 - 0,20) + 0,81^2] = 0,97$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{rel,z} - \lambda_{rel,z,0}) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,03 - 0,20) + 1,03^2] = 1,23$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,97 + \sqrt{0,97^2 - 0,81^2}}, \frac{1}{0,81^2}, 1 \right) = \min (0,66, 1,54, 1) = 0,66$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,z}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,23 + \sqrt{1,23^2 - 1,03^2}}, \frac{1}{1,03^2}, 1 \right) = \min (0,52, 0,94, 1) = 0,52$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,66 \times 5,5947 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 864,81 [\text{kN}]$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,52 \times 5,5947 \cdot 10^{-3} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 688,11 [\text{kN}]$$

$$N_{b,Rd} = \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min(864,81[\text{kN}], 688,11[\text{kN}]) = 688,11[\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-170,71[\text{kN}]|}{688,11[\text{kN}]} = \mathbf{0,25 \leq 1,00}$$

Posudek prostorového vzpěru

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

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{88[\text{mm}]^2} \times \left(80769,2[\text{MPa}] \times 3,0221 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 4,4121 \cdot 10^{-9}[\text{m}^6]}{5,273[\text{m}]^2} \right) = 312197,83[\text{kN}]$$

$$N_{cr,TF} = 1242,02[\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{5,5947 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1242,02[\text{kN}]} } = 1,03$$

$$\chi = \min \left(\frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{rel,T}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,T}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,23 + \sqrt{1,23^2 - 1,03^2}}, \frac{1}{1,03^2}, 1 \right) = \min(0,52, 0,94, 1) = 0,52$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,52 \times 5,5947 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 688,11[\text{kN}]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-170,71[\text{kN}]|}{688,11[\text{kN}]} = \mathbf{0,25 \leq 1,00}$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

EC-EN 1993 Posudek oceli MSP

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

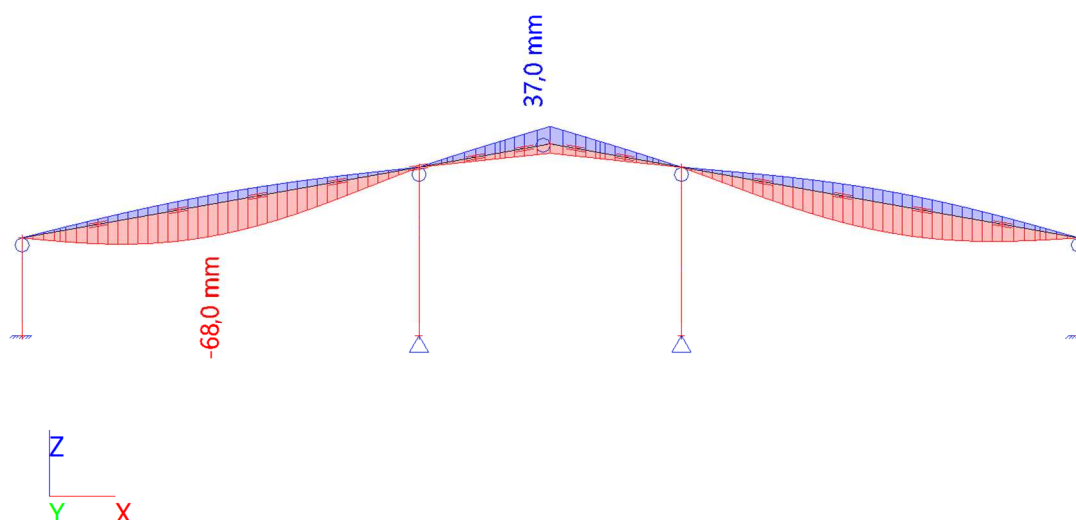
Výběr: B1, B2

Celkový posudek

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Posudek $u_{y,max}$ [-]	Posudek $u_{y,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Posudek Celkový [-]
				$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení [mm]	
B1	5,895	MSP-Char (auto)/1	CS1 - IPE360	0,0 -68,7	0,0 -49,2	67,0 50,4	67,0 50,4	0,00 1,36	0,00 0,98	- -	1,36

1D deformace; u_z

Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše



F. ZÁVĚR

Jedná se o statické posouzení střechy objektu kvůli umístění fotovoltaických panelů. Panely budou uloženy přímo na střešní rovině (ve stejném sklonu) a jejich hmotnost včetně konstrukce nepřesáhne **0,25 kN/m²**, uložení panelů po obvodu střechy blíže než 1 m ke kraji nepoužívat.

Konstrukce haly **VYHOVÍ** na MSÚ. Může dojít k většímu průhybu vazníku než je normou doporučený!

Výpočet byl proveden pro III. sněhovou a II. větrnou oblast.

Je nutné ověření vstupních údajů ze strany zadavatele.