

**STATICKÝ VÝPOČET**  
**LED osvětlení fotbalového hřiště s UMT**  
**Valašské Meziříčí**  
**SKLÁPĚCÍ OSVĚTLOVACÍ STOŽÁR HL250E15m**

Datum:	02/2021
Stupeň dokumentace:	RDS
Zpracovatel:	Ing. Karel Pinkas
Objednatel:	Město Valašské Meziříčí, Náměstí 7/5; 757 01 Valašské Meziříčí
Zakázkové číslo:	1936/2021
Místo stavby:	Parcely č. 2088; 2094/1; k.ú. Valašské Meziříčí

## Obsah statického výpočtu:

1	Úvod.....	3
2	Předané podklady.....	3
3	Použité normy a literatura.....	3
4	Výpočet zatížení.....	3
4.1	Stálé složky zatížení.....	3
4.1.1	Vlastní tíha.....	3
4.1.2	Tíha svítidel a příslušenství.....	3
4.2	Proměnné složky zatížení.....	5
4.2.1	Vítr.....	5
5	Výpočtový model.....	6
6	Průřezy.....	7
7	Materiály.....	11
8	Zatěžovací stavy.....	11
9	Kombinace.....	11
10	Skupiny zatížení.....	11
11	Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993.....	11
12	Deformace od maximálního zatížení větrem.....	30
13	Reakce.....	30
14	Návrh a posouzení základu stožáru.....	31

## 1 Úvod

Předmětem tohoto statického výpočtu je ocelový dělený stožár nesoucí 4ks LED svítidel. Typově se jedná o provedení HL250E15m. Stožár svojí konstrukcí umožňuje údržbu ve sklopeném stavu ze země. Je sestaven ze 3 základních dílců: patního dílce se sklápěcí technologií a dvou dříků spojených vzájemným zasunutím do sebe. Součástí statického výpočtu je také návrh a posouzení založení tohoto stožáru navrženého v lokalitě Valašské Meziříčí.

## 2 Předané podklady

- výkres stožáru HL250E15/5/AAALUX
- původní statický výpočet ocelového stožáru

## 3 Použité normy a literatura

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí, část 1-4 zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1 Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí

## 4 Výpočet zatížení

### 4.1 Stálé složky zatížení

#### 4.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha konstrukce je spočtena automaticky výpočtovým softwarem SCIA ENGINEER 2019  
Součinitel zatížení pro vlastní tíhu konstrukce:

$$\gamma_f = 1,35$$

#### 4.1.2 Tíha svítidel a příslušenství

Hmotnost jednoho svítidla:  $m = 23 \text{ kg}$

Počet svítidel:  $n = 4 \text{ ks}$

Celkové svislé zatížení ve vrcholu stožáru:

$$G_s = 4 \cdot 0,23 = 0,92 \text{ kN}$$

## 4.2 Proměnné složky zatížení

### 4.2.1 Vítr


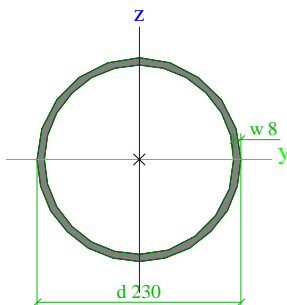

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4									
Lokalita:	Valašské Meziříčí								
Výška válce:	h =	16 m							
Maximální rychlost větru:	$v_b =$	25,0 m/s							
Měrná hmotnost vzduchu:	$\rho =$	1,3 kg/m <sup>3</sup>							
Parametr drsnosti terénu:	$z_0 =$	0,30 -							
Pro kategorii terénu II platí:	$z_{0,II} =$	0,05 m							
Součinitel terénu:	$k_r =$	$0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07}$							
	$k_r =$	0,215							
Minimální výška:	$z_{min} =$	5 m							
Součinitel drsnosti terénu:	$c_r(z) =$	$k_r \cdot \ln(z/z_0)$							
Střední rychlost větru:	$v_m(z) =$	$c_r(z) \cdot v_b$							
Směrodatná odchylka:	$\sigma_v =$	$k_r \cdot v_b$							
	$\sigma_v =$	5,38 m/s							
Intenzita turbulence:	$I_v(z) =$	$\sigma_v/v_m(z)$							
Maximální dynamický tlak:	$q_p(z) =$	$(1+7 \cdot I_v(z)) \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(z)^2$							
Průměr válce maximální:	b =	0,244 m							
Průměr válce minimální:		0,125 m							
Kinematická viskozita vzduchu:	$\nu =$	1,50E-05 m <sup>2</sup> /s							
Reynoldsovo číslo:	Re =	$b \cdot \sqrt{z_0} / \nu$							
Štíhlost válce:	$\lambda =$	65,57							
Obvod válce:	Aref	0,77 m							
Součinitel síly pro válec bez vívu proudění kolem									
	$c_{i0}$	1,20							
Součinitel koncového efektu									
	$\psi_{\lambda}$	0,85							
Součinitel síly									
	$c_f$	1,02							
Výška nad terénem	Průměr válce	Součinitel drsnosti terénu	Střední rychlost větru	Intenzita turbulence	Maximální dynamický tlak	Rychlost v(z)	Reynoldsovo číslo		Tlak větru na stěnu konstrukce
z [m]	b [m]	$c_r(z)$	$v_m$ [m/s]	$I_v(z)$	$q_p(z)$ [N/m <sup>2</sup> ]	[m/s]	Re	$c_f$	$f_{w,k}$ [kN/m]
1	0,237	0,61	15,15	0,36	500,34	28,29	4,46E+05	0,77	0,09
2	0,229	0,61	15,15	0,36	500,34	28,29	4,32E+05	0,77	0,09
3	0,222	0,61	15,15	0,36	500,34	28,29	4,18E+05	0,77	0,08
4	0,214	0,61	15,15	0,36	500,34	28,29	4,04E+05	0,77	0,08
5	0,207	0,61	15,15	0,36	500,34	28,29	3,90E+05	0,77	0,08
6	0,199	0,65	16,13	0,33	542,66	29,47	3,92E+05	0,77	0,08
7	0,192	0,68	16,96	0,32	579,38	30,45	3,90E+05	0,77	0,09
8	0,185	0,71	17,68	0,30	611,89	31,29	3,85E+05	0,78	0,09
9	0,177	0,73	18,31	0,29	641,10	32,03	3,78E+05	0,78	0,09
10	0,170	0,76	18,88	0,29	667,65	32,68	3,70E+05	0,78	0,09
11	0,162	0,78	19,40	0,28	692,02	33,28	3,60E+05	0,78	0,09
12	0,155	0,79	19,86	0,27	714,55	33,81	3,49E+05	0,78	0,09
13	0,147	0,81	20,29	0,27	735,53	34,31	3,37E+05	0,79	0,09
14	0,140	0,83	20,69	0,26	755,15	34,76	3,24E+05	0,79	0,08
15	0,132	0,84	21,07	0,26	773,60	35,18	3,11E+05	0,79	0,08
16	0,125	0,86	21,41	0,25	791,01	35,58	2,96E+05	0,79	0,08
Osvětlení, výložníky apod.									
16	4 svítidla - náv. plocha 4x0,26m2						1,8	1,48 kN	

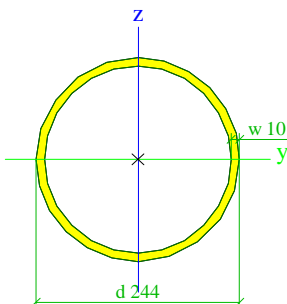
## 5 Výpočtový model


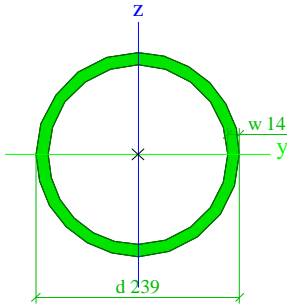
Konstrukce byly modelovány jako 3D programem SCIA ENGINEER 2019 prutovými prvky.




## 6 Průřezy

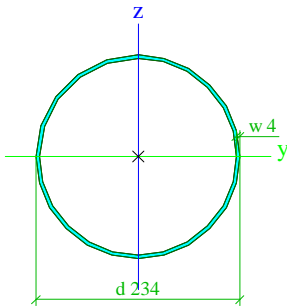

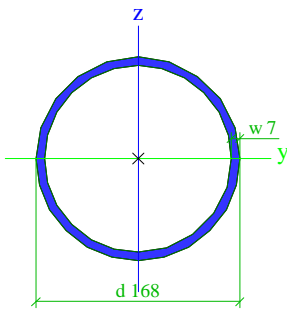
CS1		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	230; 8	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	5,5795e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	3,5520e-03	3,5520e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>O</sub> [m <sup>2</sup> /m]	7,2253e-01	1,3948e+00
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	115	115
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,4417e-05	3,4417e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	79	79
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,9928e-04	2,9928e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,9444e-04	3,9444e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	1,40e+05	1,40e+05
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	1,40e+05	1,40e+05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	6,8745e-05	3,3306e-40
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
CS2		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	244; 10	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	7,3513e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	4,6800e-03	4,6800e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>O</sub> [m <sup>2</sup> /m]	7,6651e-01	1,4702e+00
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	122	122
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,0408e-05	5,0408e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	83	83
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,1318e-04	4,1318e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	5,4789e-04	5,4789e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	1,94e+05	1,94e+05
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	1,94e+05	1,94e+05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0

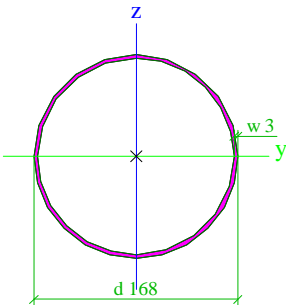
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,0063e-04	9,5038e-40
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

CS3		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	239; 14	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	9,8960e-03	
$A_y$ [m <sup>2</sup> ], $A_z$ [m <sup>2</sup> ]	6,3000e-03	6,3000e-03
$A_L$ [m <sup>2</sup> /m], $A_D$ [m <sup>2</sup> /m]	7,5080e-01	1,4136e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	119	119
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	6,2866e-05	6,2866e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	80	80
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	5,2607e-04	5,2607e-04
$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	7,0966e-04	7,0966e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	2,52e+05	2,52e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,52e+05	2,52e+05
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,2525e-04	2,5049e-39
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

CS4		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	234; 4	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	2,8903e-03	
$A_y$ [m <sup>2</sup> ], $A_z$ [m <sup>2</sup> ]	1,8400e-03	1,8400e-03
$A_L$ [m <sup>2</sup> /m], $A_D$ [m <sup>2</sup> /m]	7,3510e-01	1,4451e+00



C <sub>y,ucs</sub> [mm], C <sub>z,ucs</sub> [mm]	117	117
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,9118e-05	1,9118e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	81	81
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,6340e-04	1,6340e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,1162e-04	2,1162e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	7,51e+04	7,51e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	7,51e+04	7,51e+04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,8224e-05	2,6759e-40
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
CS5		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	168; 7	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	3,5406e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,2540e-03	2,2540e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	5,2776e-01	1,0115e+00
C <sub>y,ucs</sub> [mm], C <sub>z,ucs</sub> [mm]	84	84
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,1494e-05	1,1494e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	57	57
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,3683e-04	1,3683e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,8156e-04	1,8156e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	6,44e+04	6,44e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	6,44e+04	6,44e+04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	2,2944e-05	1,1403e-40
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
CS6		
Typ	Kruhové trubky	
Detailní	168; 3	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	

Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	1,5551e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	9,9000e-04	9,9000e-04
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	5,2776e-01	1,0367e+00
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	84	84
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,2939e-06	5,2939e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	58	58
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,3023e-05	6,3023e-05
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,1684e-05	8,1684e-05
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	2,90e+04	2,90e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	2,90e+04	2,90e+04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,0584e-05	3,2068e-41
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

Vysvětlivky symbolů	
Kód tvaru	d - Průměr w - Tloušťka
A	Plocha
A <sub>y</sub>	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A <sub>z</sub>	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
A <sub>L</sub>	Obvodový povrch na jednotku délky
A <sub>D</sub>	Vysýchající povrch na jednotku délky
C <sub>y,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
C <sub>z,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
I <sub>y,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I <sub>z,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I <sub>yz,LCS</sub>	Moment setrvačnosti I <sub>yz</sub> v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I <sub>y</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I <sub>z</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i <sub>y</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y
i <sub>z</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W <sub>el,y</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W <sub>el,z</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
W <sub>pl,y</sub>	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
W <sub>pl,z</sub>	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
M <sub>pl,y,+</sub>	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M <sub>y</sub>
M <sub>pl,y,-</sub>	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M <sub>y</sub>
M <sub>pl,z,+</sub>	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M <sub>z</sub>
M <sub>pl,z,-</sub>	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M <sub>z</sub>
d <sub>y</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru

Vysvětlivky symbolů	
	hlavní osy y měřená od těžiště
$d_z$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
$I_t$	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
$I_w$	Výsečový moment setrvačnosti
$\beta_y$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
$\beta_z$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

## 7 Materiály

Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]	Barva
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

## 8 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	Osvětlení+příslušenství	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	Vítr staticky Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

## 9 Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Osvětlení+příslušenství	1,00
			ZS3 - Vítr staticky	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Osvětlení+příslušenství	1,00
			ZS3 - Vítr staticky	1,00

## 10 Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Standard	Vítr

## 11 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: Norma EN

Dílec B1	0,000 / 0,860 m	Kruhové trubky (230; 8)	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,59 -
----------	-----------------	----------------------------	-------	-------------------	--------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3

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

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnosť v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-6,33	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,50	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
230	8	28,75	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

## Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	5,5795e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1980,71	kN
Jedn. posudek		0,00	-

## Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,9444e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	140,03	kNm
Jedn. posudek		0,36	-

## Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
----------------------------	--------	------	--

Smyk. plocha	$A_w$	3,5520e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	728,02	kN
Jedn. posudek		0,01	-

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

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

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	50,63	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	4,50	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,Rd}$	140,02	kNm
Jedn. posudek		0,36	-

**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
230	8	28,75	33,10	46,34	59,58	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 styčniců		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	15,000	15,000	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	30,036	10,500	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	79,07	647,01	kN
Štíhlost	$\lambda$	382,47	133,70	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	5,01	1,75	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,04	0,28	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	75,88	563,23	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	5,5795e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	75,88	kN
Jedn. posudek		0,08	-

##### 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 1	
Průřezová plocha	A	5,5795e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,y</sub>	3,9444e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	N <sub>Ed</sub>	6,33	kN
Návrhový ohybový moment	M <sub>y,Ed</sub>	-50,63	kNm
Návrhový ohybový moment	M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N <sub>Rk</sub>	1980,71	kN
Charakteristická momentová únosnost	M <sub>y,Rk</sub>	140,03	kNm
Redukční součinitel	χ <sub>y</sub>	0,04	
Redukční součinitel	χ <sub>z</sub>	0,28	
Redukční součinitel	χ <sub>LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel	k <sub>yy</sub>	1,41	
Interakční součinitel	k <sub>zy</sub>	1,01	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro C<sub>my,0</sub> se maximální moment M<sub>y,Ed</sub> odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	N <sub>cr,y</sub>	79,07	kN
Kritické Eulerovo zatížení	N <sub>cr,z</sub>	647,01	kN
Pružné kritické zatížení	N <sub>cr,T</sub>	450156,34	kN
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,y</sub>	3,9444e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	W <sub>el,y</sub>	2,9928e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,z</sub>	3,9444e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	W <sub>el,z</sub>	2,9928e-04	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	I <sub>y</sub>	3,4417e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	I <sub>z</sub>	3,4417e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	I <sub>t</sub>	6,8745e-05	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my,0</sub>		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	M <sub>y,Ed</sub>	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	δ <sub>z</sub>	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>my,0</sub>	1,32	
Součinitel	μ <sub>y</sub>	0,92	
Součinitel	μ <sub>z</sub>	0,99	
Součinitel	ε <sub>y</sub>	149,09	
Součinitel	α <sub>LT</sub>	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	M <sub>cr,0</sub>	1326,77	kNm
Poměrná štíhlost	λ <sub>rel,0</sub>	0,32	
Limitní relativní štíhlost	λ <sub>rel,0,lim</sub>	0,28	
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>my</sub>	1,32	
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>mLT</sub>	1,00	
Součinitel	b <sub>LT</sub>	0,00	
Součinitel	d <sub>LT</sub>	0,00	
Součinitel	w <sub>y</sub>	1,32	
Součinitel	w <sub>z</sub>	1,32	
Součinitel	η <sub>pl</sub>	0,00	
Maximální relativní štíhlost	λ <sub>rel,max</sub>	5,01	
Součinitel	C <sub>yy</sub>	0,94	
Součinitel	C <sub>zy</sub>	0,85	

Posudek (6.61) = 0,08 + 0,51 + 0,00 = 0,59 -  
Posudek (6.62) = 0,01 + 0,37 + 0,00 = 0,38 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**Posudek EN 1993-1-1**  
Národní příloha: Norma EN

<b>Dílec B2</b>	<b>0,000 / 1,685 m</b>	<b>Kruhové trubky S 355 (244; 10)</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0,39 -</b>
-----------------	------------------------	---------------------------------------	--------------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3

<b>Dílčí 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	$f_y$ 355,0 MPa
Pevnost v tahu	$f_u$ 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

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

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-5,83	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,37	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-46,81	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
244	10	24,40	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

<b>Vlastnosti průřezu</b>			
A	7,3513e-03 m <sup>2</sup>		
$A_y/A$	0,64	$A_z/A$	0,64
$I_y$	5,0408e-05 m <sup>4</sup>	$I_z$	5,0408e-05 m <sup>4</sup>
$I_{yz}$	9,4868e-20 m <sup>4</sup>	$I_t$	1,0063e-04 m <sup>4</sup>
$I_w$	9,5038e-40 m <sup>6</sup>		
$W_{el,y}$	4,1318e-04 m <sup>3</sup>	$W_{el,z}$	4,1318e-04 m <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	5,4789e-04 m <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	5,4789e-04 m <sup>3</sup>
$c_y$	122 mm	$c_z$	122 mm
$d_y$	0 mm	$d_z$	0 mm

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	7,3513e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	2609,72	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	5,4789e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	194,50	kNm
Jedn. posudek		0,24	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	4,6800e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	959,21	kN
Jedn. posudek		0,00	-

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

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

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	46,81	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	4,37	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,Rd}$	194,50	kNm
Jedn. posudek		0,24	-

**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

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	16,001	16,001	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	32,040	11,201	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	101,77	832,78	kN
Štíhlost	$\lambda$	386,96	135,28	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	5,06	1,77	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,04	0,28	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	97,71	726,65	kN

#### Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	7,3513e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	97,71	kN
Jedn. posudek		0,06	-

#### 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 1	
Průřezová plocha	A	7,3513e-03	m <sup>2</sup>



Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	5,4789e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	5,83	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-46,81	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	2609,72	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	194,50	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,04	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,28	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	1,38	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,93	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro  $C_{my,0}$  se maximální moment  $M_{y,Ed}$  odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	101,77	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	832,78	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	592798,98	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	5,4789e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	4,1318e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	5,4789e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	4,1318e-04	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	5,0408e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	5,0408e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	1,0063e-04	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	1,31	
Součinitel	$\mu_y$	0,94	
Součinitel	$\mu_z$	0,99	
Součinitel	$\epsilon_y$	142,82	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	1821,18	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,33	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,29	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	1,31	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,33	
Součinitel	$w_z$	1,33	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,00	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	5,06	
Součinitel	$C_{yy}$	0,96	
Součinitel	$C_{zy}$	0,89	

Posudek (6.61) = 0,06 + 0,33 + 0,00 = 0,39 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,22 + 0,00 = 0,23 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B3	0,000 / 0,600 m	Kruhové trubky S 355 (239; 14)	MSÚ-Sada B (auto)	0,21 -
----------	-----------------	--------------------------------	-------------------	--------

#### Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.35\*ZS1 + 1.35\*ZS2 + 1.50\*ZS3

#### 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	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

#### ....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

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

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-4,56	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,12	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-39,66	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
239	14	17,07	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Vlastnosti průřezu

A	9,8960e-03 m <sup>2</sup>		
$A_y/A$	0,64	$A_z/A$	0,64
$I_y$	6,2866e-05 m <sup>4</sup>	$I_z$	6,2866e-05 m <sup>4</sup>
$I_{yz}$	2,7105e-20 m <sup>4</sup>	$I_t$	1,2525e-04 m <sup>4</sup>
$I_w$	2,5049e-39 m <sup>6</sup>		
$W_{el,y}$	5,2607e-04 m <sup>3</sup>	$W_{el,z}$	5,2607e-04 m <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	7,0966e-04 m <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	7,0966e-04 m <sup>3</sup>
$c_y$	119 mm	$c_z$	119 mm
$d_y$	0 mm	$d_z$	0 mm

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	9,8960e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	3513,09	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	7,0966e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	251,93	kNm
Jedn. posudek		0,16	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
----------------------------	--------	------	--

Smyk. plocha	$A_w$	6,3000e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	1291,24	kN
Jedn. posudek		0,00	-

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

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

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	39,66	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	4,12	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,Rd}$	251,93	kNm
Jedn. posudek		0,16	-

**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

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčnicků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	16,001	16,001	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	32,040	11,201	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	126,92	1038,59	kN
Štíhlost	$\lambda$	402,03	140,54	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	5,26	1,84	
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)

#### 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 1	
Průřezová plocha	A	9,8960e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	7,0966e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	4,56	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-39,66	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	3513,09	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	251,93	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	1,00	
Redukční součinitel	$\chi_z$	1,00	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	1,34	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,83	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro  $C_{my,0}$  se maximální moment  $M_{y,Ed}$  odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	126,92	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	1038,59	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	796372,76	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	7,0966e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	5,2607e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	7,0966e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	5,2607e-04	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	6,2866e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	6,2866e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	1,2525e-04	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	1,25	
Součinitel	$\mu_y$	1,00	
Součinitel	$\mu_z$	1,00	
Součinitel	$\epsilon_y$	163,59	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	2268,95	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,33	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,29	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	1,25	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,35	
Součinitel	$w_z$	1,35	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,00	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	5,26	
Součinitel	$C_{yy}$	0,97	
Součinitel	$C_{zy}$	0,94	

Posudek (6.61) = 0,00 + 0,21 + 0,00 = 0,21 -  
Posudek (6.62) = 0,00 + 0,13 + 0,00 = 0,13 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B4	0,000 / 7,962 m	Kruhové trubky (234; 4)	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,84 -
----------	-----------------	-------------------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3	

Dílicí 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	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

#### ....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-3,95	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,03	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-37,21	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
234	4	58,50	33,10	46,34	59,58	3

Průřez je klasifikován třídou 3

Vlastnosti průřezu			
A	2,8903e-03 m <sup>2</sup>		
$A_y/A$	0,64	$A_z/A$	0,64
$I_y$	1,9118e-05 m <sup>4</sup>	$I_z$	1,9118e-05 m <sup>4</sup>
$I_{yz}$	1,1316e-18 m <sup>4</sup>	$I_t$	3,8224e-05 m <sup>4</sup>
$I_w$	2,6759e-40 m <sup>6</sup>		
$W_{el,y}$	1,6340e-04 m <sup>3</sup>	$W_{el,z}$	1,6340e-04 m <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	2,1162e-04 m <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	2,1162e-04 m <sup>3</sup>
$c_y$	117 mm	$c_z$	117 mm
$d_y$	0 mm	$d_z$	0 mm

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	2,8903e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1026,04	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Pružný modul průřezu	$W_{el,y,min}$	1,6340e-04	m <sup>3</sup>
Pružný ohybový moment	$M_{el,y,Rd}$	58,01	kNm
Jedn. posudek		0,64	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_w$	1,8400e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	377,13	kN
Jedn. posudek		0,01	-

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

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.2 a rovnice (6.42)

Normálová napětí			
Index vlákna	Vlákno	1	
Normálové napětí od normálové síly N	$\sigma_{N,Ed}$	1,4	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu $M_y$	$\sigma_{My,Ed}$	227,8	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu $M_z$	$\sigma_{Mz,Ed}$	0,0	MPa
Celkové podélné napětí	$\sigma_{tot,Ed}$	229,1	MPa
Jedn. posudek		0,65	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.  
=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	15,000	15,000	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	30,036	10,500	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	43,92	359,40	kN
Štíhlost	$\lambda$	369,35	129,12	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	4,83	1,69	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,04	0,30	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	42,08	310,53	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	2,8903e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	42,08	kN
Jedn. posudek		0,09	-

#### 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 1	
Průřezová plocha	A	2,8903e-03	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	1,6340e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	3,95	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-37,21	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	1026,04	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	58,01	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,04	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,30	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	

**Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku**

Interakční součinitel	$k_{yy}$	1,16	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	1,26	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro  $C_{my,0}$  se maximální moment  $M_{y,Ed}$  odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

**Parametry interakční metody 1**

Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	43,92	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	359,40	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	233421,31	kN
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	1,6340e-04	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	1,9118e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	1,9118e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	3,8224e-05	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	1,16	
Součinitel	$\mu_y$	0,91	
Součinitel	$\mu_z$	0,99	
Součinitel	$\varepsilon_y$	166,65	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	737,35	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,28	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,28	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	1,16	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	

Posudek (6.61) = 0,09 + 0,75 + 0,00 = 0,84 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,81 + 0,00 = 0,82 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Norma EN

<b>Dílec B5</b>	<b>0,000 / 0,500 m</b>	<b>Kruhové trubky (168; 7)</b>	<b>S 355</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0,24 -</b>
-----------------	------------------------	--------------------------------	--------------	--------------------------	---------------

**Klíč kombinace**

MSÚ-Sada B (auto) / 1.35\*ZS1 + 1.35\*ZS2 + 1.50\*ZS3

**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	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

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

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-1,90	kN

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	2,83	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-9,90	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
168	7	24,00	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Vlastnosti průřezu			
A	3,5406e-03 m <sup>2</sup>		
$A_y/A$	0,64	$A_z/A$	0,64
$I_y$	1,1494e-05 m <sup>4</sup>	$I_z$	1,1494e-05 m <sup>4</sup>
$I_{yz}$	1,8635e-19 m <sup>4</sup>	$I_t$	2,2944e-05 m <sup>4</sup>
$I_w$	1,1403e-40 m <sup>6</sup>		
$W_{el,y}$	1,3683e-04 m <sup>3</sup>	$W_{el,z}$	1,3683e-04 m <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	1,8156e-04 m <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	1,8156e-04 m <sup>3</sup>
$c_y$	84 mm	$c_z$	84 mm
$d_y$	0 mm	$d_z$	0 mm

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	3,5406e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1256,90	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8156e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	64,45	kNm
Jedn. posudek		0,15	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_w$	2,2540e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	461,98	kN
Jedn. posudek		0,01	-

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

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

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	9,90	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	2,83	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,Rd}$	64,45	kNm
Jedn. posudek		0,15	-

**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

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.  
=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

##### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	15,000	15,000	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	30,036	10,500	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	26,41	216,07	kN
Štíhlost	$\lambda$	527,22	184,31	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	6,90	2,41	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,02	0,16	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	25,63	197,34	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	3,5406e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	25,63	kN
Jedn. posudek		0,07	-

##### 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 1	
Průřezová plocha	A	3,5406e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8156e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	1,90	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-9,90	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	1256,90	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	64,45	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,02	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,16	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	1,09	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,74	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro  $C_{my,0}$  se maximální moment  $M_{y,Ed}$  odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	26,41	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	216,07	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	285487,92	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8156e-04	m <sup>3</sup>

Parametry interakční metody 1			
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	1,3683e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,8156e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	1,3683e-04	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	1,1494e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	1,1494e-05	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	2,2944e-05	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	1,05	
Součinitel	$\mu_y$	0,93	
Součinitel	$\mu_z$	0,99	
Součinitel	$\epsilon_y$	134,71	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	442,95	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,38	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,28	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	1,05	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,33	
Součinitel	$w_z$	1,33	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,00	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	6,90	
Součinitel	$C_{yy}$	0,97	
Součinitel	$C_{zy}$	0,91	

Posudek (6.61) = 0,07 + 0,17 + 0,00 = 0,24 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,11 + 0,00 = 0,12 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B6	0,000 / 3,393 m	Kruhové trubky	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,51 -
		(168; 3)			

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3	

Dílní 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	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-1,72	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	2,76	kN

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-8,50	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	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
168	3	56,00	33,10	46,34	59,58	3

Průřez je klasifikován třídou 3

Vlastnosti průřezu			
A	1,5551e-03 m <sup>2</sup>		
$A_y/A$	0,64	$A_z/A$	0,64
$I_y$	5,2939e-06 m <sup>4</sup>	$I_z$	5,2939e-06 m <sup>4</sup>
$I_{yz}$	2,7105e-20 m <sup>4</sup>	$I_t$	1,0584e-05 m <sup>4</sup>
$I_w$	3,2068e-41 m <sup>6</sup>		
$W_{el,y}$	6,3023e-05 m <sup>3</sup>	$W_{el,z}$	6,3023e-05 m <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	8,1684e-05 m <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	8,1684e-05 m <sup>3</sup>
$c_y$	84 mm	$c_z$	84 mm
$d_y$	0 mm	$d_z$	0 mm

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	1,5551e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	552,06	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Pružný modul průřezu	$W_{el,y,min}$	6,3023e-05	m <sup>3</sup>
Pružný ohybový moment	$M_{el,y,Rd}$	22,37	kNm
Jedn. posudek		0,38	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_w$	9,9000e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	202,91	kN
Jedn. posudek		0,01	-

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

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.2 a rovnice (6.42)

Normálová napětí			
Index vlákna	Vlákno	1	
Normálové napětí od normálové síly N	$\sigma_{N,Ed}$	1,1	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu $M_y$	$\sigma_{My,Ed}$	134,8	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu $M_z$	$\sigma_{Mz,Ed}$	0,0	MPa
Celkové podélné napětí	$\sigma_{tot,Ed}$	135,9	MPa
Jedn. posudek		0,38	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

##### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.  
=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

##### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	15,000	15,000	m
Součinitel vzpěru	k	2,00	0,70	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	30,036	10,500	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	12,16	99,52	kN
Štíhlost	$\lambda$	514,84	179,98	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	6,74	2,36	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a		
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,02	0,16	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	11,80	90,65	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	1,5551e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	11,80	kN
Jedn. posudek		0,15	-

##### 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 1	
Průřezová plocha	A	1,5551e-03	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	6,3023e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	1,72	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-8,50	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	552,06	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	22,37	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,02	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,16	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,97	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	1,11	

**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.  
Pro  $C_{my,0}$  se maximální moment  $M_{y,Ed}$  odvodí z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	12,16	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	99,52	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	125587,28	kN
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	6,3023e-05	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	5,2939e-06	m <sup>4</sup>

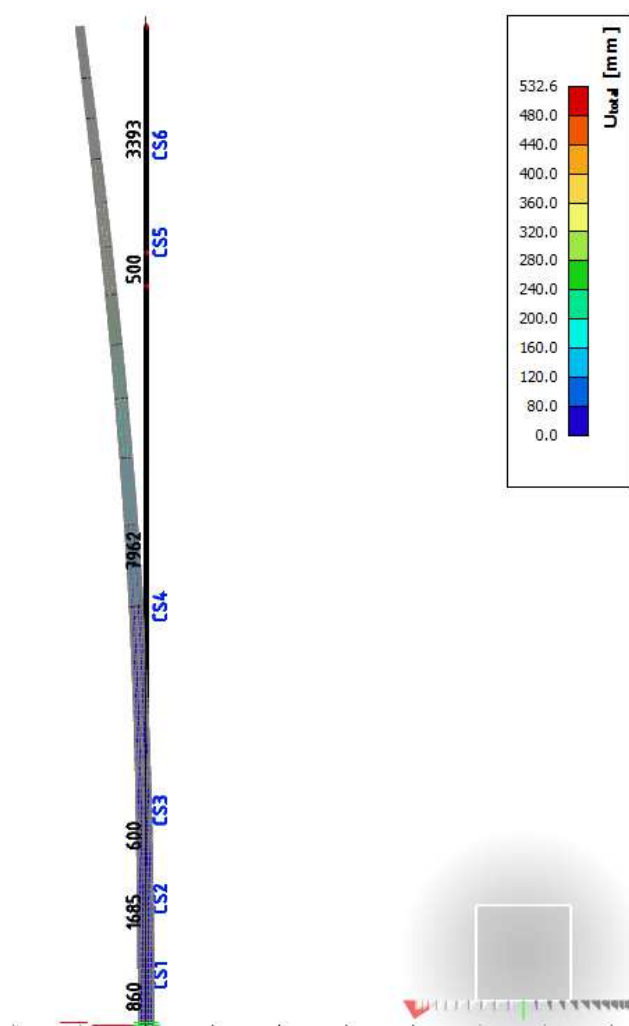
Parametry interakční metody 1			
Moment setrvačnosti	$I_z$	5,2939e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	1,0584e-05	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,63	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-798,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	0,97	
Součinitel	$\mu_y$	0,86	
Součinitel	$\mu_z$	0,99	
Součinitel	$\epsilon_y$	121,97	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	204,18	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,33	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,28	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,97	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	

Posudek (6.61) =  $0,15 + 0,37 + 0,00 = 0,51$  -

Posudek (6.62) =  $0,02 + 0,42 + 0,00 = 0,44$  -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 12 Deformace od maximálního zatížení větrem



## 13 Reakce

Lineární výpočet  
Kombinace: MSP-Char (auto)  
Systém: Globální  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
**Uzlové reakce**

Jméno	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	e <sub>x</sub> [mm]	e <sub>y</sub> [mm]
Sn1/N1	MSP-Char (auto)/1	0,00	0,00	4,69	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn1/N1	MSP-Char (auto)/2	-3,00	0,00	4,69	0,00	-33,75	0,00	0,0	-7197,3

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS3

## 14 Návrh a posouzení základu stožáru

### VÝPOČET STABILITY ZÁKLADOVÉ PATKY

#### Geometrie patky:

Základní rozměr kolmo k ohyb. momentu	$b_1 =$	2000 mm
Základní rozměr ve směru ohyb. momentu	$l_1 =$	2000 mm
Rozměry krčku	$b_2 =$	0 mm
	$l_2 =$	0 mm
Základní výška	$h_1 =$	1200 mm
Výška krčku	$h_2 =$	0 mm
Výška zeminy nad základem	$h_3 =$	0 mm

Objemová tíha betonu:	$\gamma_c =$	22 kN/m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy (nad základem):	$\gamma_1 =$	20 kN/m <sup>3</sup>

#### Zatížení patky:

Svislá síla v kotevní úrovni	$V_k =$	4,7 kN
Vodorovná síla v kotevní úrovni	$H_k =$	3 kN
Moment v kotevní úrovni	$M_k =$	34 kNm

#### Parciální součinitelé spolehlivosti:

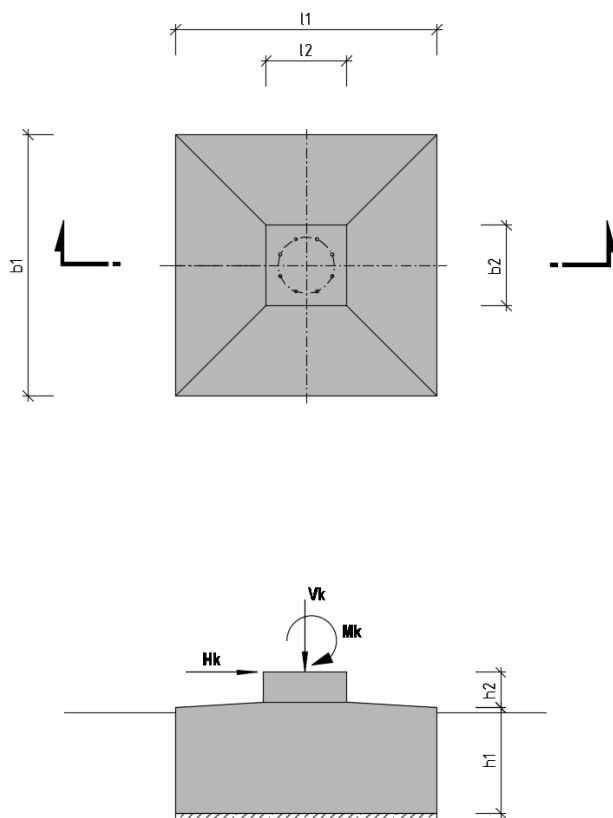
$$\gamma_{G1,inf} = 0,9$$
$$\gamma_Q = 1,5$$

Celkový destabilizující moment:	$M_{d,dst} =$	56,4 kNm
Celkový stabilizující moment:	$M_{d,stab} =$	73,1 kNm

Podmínka posouzení:

$$M_{d,dst} < M_{d,stab}$$

**Vyhovuje!**



#### Rozměry základu:

šířka	b =	2,00	m
délka	l =	2,00	m
výška	h =	1,20	m
plocha	A =	3,24	m <sup>2</sup>
hloubka založení	d =	1,20	m
sklon základové spáry	$\alpha =$	0	°
úhel odklonu sv. zatíží.	$\delta =$	0	°
sklon terénu	$\beta =$	0	°

#### Parametry základové půdy:

úhel vnitřního tření	$\varphi' =$	15	°	(jsou použity pro zeminu tř. F8)
koheze	$c' =$	10	kPa	
obj. tíha zem. nad spárou	$\gamma_1 =$	21	kN/m <sup>3</sup>	
obj. tíha zem. pod spárou	$\gamma_2 =$	21	kN/m <sup>3</sup>	
efektivní tlak nadloží:	$q' =$	46,5	kN/m <sup>2</sup>	

#### Namáhání základu:

stálé zatížení vč. základu	$G_k =$	83,76	kN
proměnné zatížení	$Q_k =$	0	kN



vodorovná síla	$H_d =$	5 kN	(působí ve směru b)
ohybový moment b	$M_b =$	34 kNm	
ohybový moment l	$M_l =$	0 kNm	

Výpočet efektivní plochy základu:

excentricita b	$e_b =$	0,41 m	$< 1/3 b$
excentricita l	$e_l =$	0,00 m	
	$b' =$	0,99 m	
	$l' =$	1,80 m	
Efekt. plocha základu	$A' =$	1,78 m <sup>2</sup>	

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = 47 \text{ kPa}$$

Únosnost základové půdy dle Brinch - Hansena:

$$R/A' = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$R/A' = 364,8 \text{ kPa}$$

Součinitelé únosnosti:

$N_c =$	10,977
$N_q =$	3,941
$N_\gamma =$	1,576

Součinitele sklonu základové spáry:

$b_c =$	1,000
$b_q =$	1,000
$b_\gamma =$	1,000

Součinitele tvaru základu:

$s_c =$	1,190
$s_q =$	1,142
$s_\gamma =$	0,835

Součinitelé vlivu šikmého zatížení:

$m =$	1,646
$i_c =$	1,000
$i_q =$	1,000
$i_\gamma =$	1,000

Součinitelé vlivu šikmého terénu:

$g_c =$	1,000
$g_d =$	1,000
$g_b =$	1,000

COMBI	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{Q,sup}$	$\gamma_{Q,inf}$	$\gamma_{\varphi'}$	$\gamma_{c'}$	$\gamma_{RV}$	$\gamma_{RH}$	$c'_d$	$\Phi'_d$	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$s_q$	$s_c$	$s_\gamma$	$\sigma'_d$	$R/A'$	Examination
A1 "+" M1 "+" R1	1,35	1,00	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,0	29,7	17,79	29,43	19,15	1,08	1,08	0,95	147,2	1497,6	OK
A2 "+" M2 "+" R1	1,00	1,00	1,30	0,00	1,25	1,25	1,00	1,00	8,0	23,8	9,37	19,01	7,37	1,06	1,07	0,95	109,1	736,6	OK
A1 "+" M1 "+" R2	1,35	1,00	1,50	0,00	1,00	1,00	1,40	1,10	10,0	29,7	17,79	29,43	19,15	1,08	1,08	0,95	147,2	1069,7	OK
A2 "+" M2 "+" R3	1,00	1,00	1,30	0,00	1,25	1,25	1,00	1,00	8,0	23,8	9,37	19,01	7,37	1,06	1,07	0,95	109,1	736,6	OK