

## **Kapitola 3 - Výtahová šachta**

## 1. Obsah

1. Obsah	1
2. Základní data, geometrie	2
2.1. Projekt	2
2.2. Materiály	2
2.3. Výkaz materiálu	2
2.4. Schéma konstrukce	3
3. Průřezy	4
3.1. Průřezové charakteristiky	4
4. Zatížení	5
4.1. Zatěžovací stavy	5
4.2. Skupiny zatížení	5
4.3. ZS2 / Hodnota pro výpočet	5
4.4. ZS3 / Hodnota pro výpočet	6
4.5. ZS4 / Hodnota pro výpočet	6
5. Kombinace	7
5.1. Kombinace	7
6. Protokol o výpočtu	8
7. Vnitřní síly na prutech	9
7.1. Průřezy	9
7.1.1. Průřezy - CS1	9
7.1.1.1. 1D vnitřní síly	9
7.2. 1D vnitřní síly; M <sub>y</sub>	10
7.3. 1D vnitřní síly; V <sub>z</sub>	10
7.4. 1D vnitřní síly; N	11
8. Posudek oceli MSU	12
8.1. Průřezy	12
8.1.1. Průřezy - CS1	12
8.1.1.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	12
9. Posudek PO	15
9.1. Průřezy	15
9.1.1. Průřezy - CS1	15
9.1.1.1. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993	15
10. Deformace na prutech	20
10.1. 1D deformace	20
10.2. 1D deformace; u <sub>z</sub>	21
10.3. 1D deformace; u <sub>x</sub>	21
10.4. 1D deformace; u <sub>y</sub>	22
11. Reakce	23
11.1. Čísla podpor	23
11.2. Reakce	23

## 2. Základní data, geometrie

### 2.1. Projekt

Licenční jméno	Konseb
Projekt	ŽST Brno Kr. POle
Část	Ocelová konstrukce
Popis	Výtahová šachta
Autor	Ing. Ján Bašista
Datum	03. 09. 2021
Konstrukce	Rám XYZ
Poč. uzlů :	22
Poč. prutů :	17
Poč. ploch :	0
Poč. těles :	0
Poč. průřezů :	1
Poč. zat. stavů :	4
Poč. materiálů :	1
Tíhové zrychlení [m/s <sup>2</sup> ]	9,810
Národní norma	EC - EN

### 2.2. 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]
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]				
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

### 2.3. Výkaz materiálu

Výběr: Vše

Způsob třídění: Průřez

#### Shrnutí

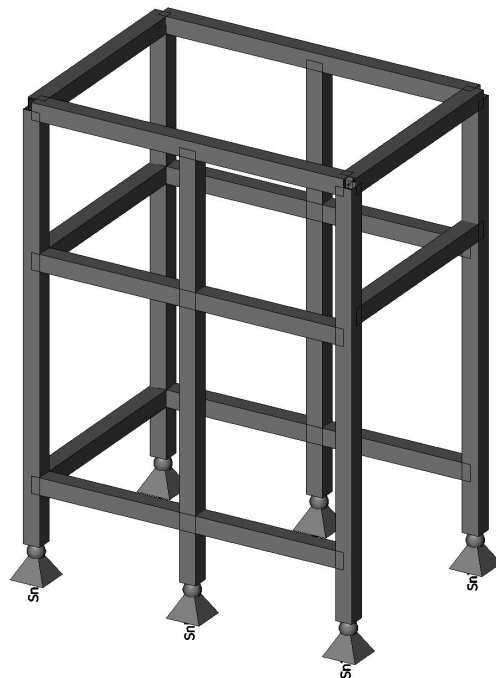
Materiál	Hmota [kg]	Povrch [mm <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Ocel	1679,2	28000020,000	2,1391e-01
Celkem	1679,2	28000020,000	2,1391e-01

Poznámka: Hodnota 'Povrch' představuje pro 1D dílce celkový vnější povrch, zatímco pro 2D dílce odpovídá ploše střednicové roviny.

#### Ocel (1D)

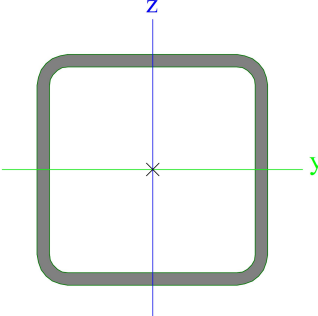
Průřez	Materiál	Délka [mm]	Jednotková hmotnost [kg/m]	Hmota [kg]	Povrch [mm <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
CS1 - CFRHS150X150X8	S 235	49470,000	33,9	1679,2	28000020,000	2,1391e-01
Celkem		49470,000		1679,2	28000020,000	2,1391e-01

## 2.4. Schéma konstrukce



### 3. Průřezy

#### 3.1. Průřezové charakteristiky

CS1		
Typ	CFRHS150X150X8	
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	tvářený za studena	
Barva	■	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	4,3240e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,1601e-03	2,1601e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	5,6600e-01	1,0808e+00
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	75	75
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,4118e-05	1,4118e-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> ]	1,8824e-04	1,8824e-04
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,2596e-04	2,2596e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	5,30e+04	5,30e+04
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	5,30e+04	5,30e+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> ]	2,3641e-05	5,0625e-08
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

#### Vysvětlivky symbolů

Kód tvaru	h - Výška b - Šířka s - Tloušťka r - Vnější poloměr r1 - Vnitřní poloměr
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

#### Vysvětlivky symbolů

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 hlavní osy y měřená od těžiště
d <sub>z</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I <sub>t</sub>	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I <sub>w</sub>	Výšečový moment setrvačnosti
β <sub>y</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β <sub>z</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

## 4. Zatížení

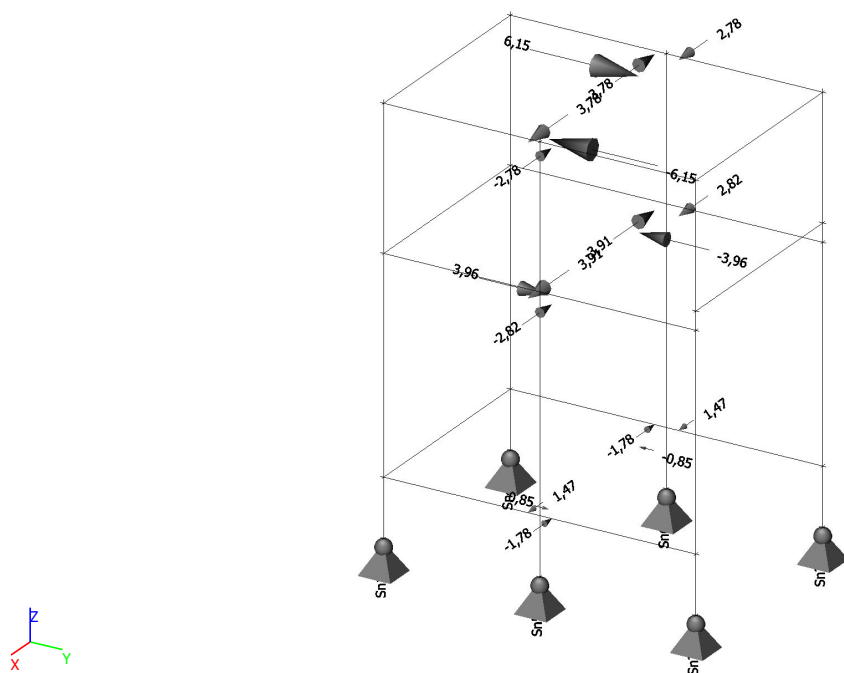
### 4.1. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	stálé	-Z		
		Vlastní tíha				
ZS2	zatížení od výtahu	Proměnné	výtah		Okamžité	Žádný
	Standard	Statické				
ZS3	stálé zatížení	Stálé	stálé			
		Standard				
ZS4	zábradelní funkce	Proměnné	zábradlí		Okamžité	Žádný
	Standard	Statické				

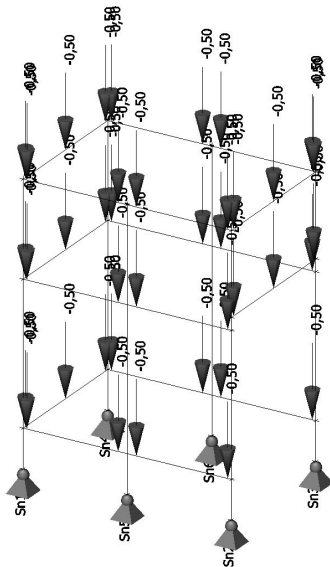
### 4.2. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
stálé	Stálé		
výtah	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění
zábradlí	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění

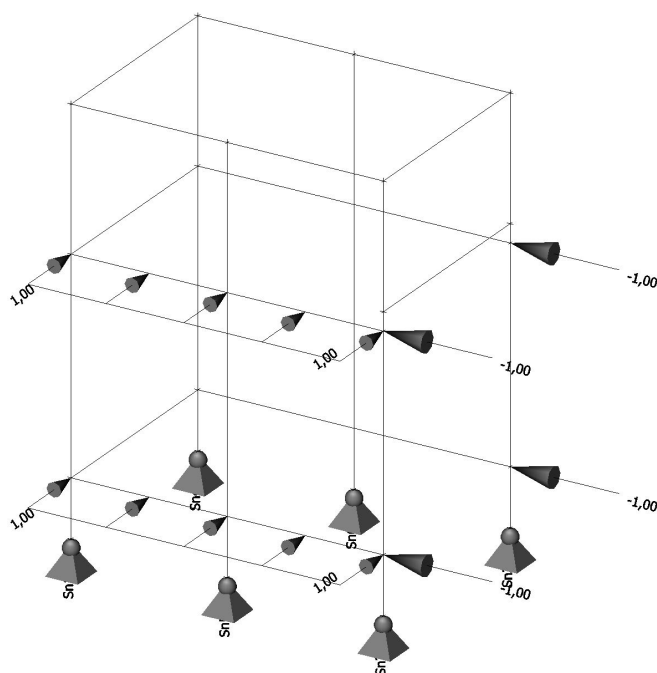
### 4.3. ZS2 / Hodnota pro výpočet



#### 4.4. ZS3 / Hodnota pro výpočet



#### 4.5. ZS4 / Hodnota pro výpočet



## 5. Kombinace

### 5.1. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - zatížení od výtahu	1,00
			ZS3 - stálé zatížení	1,00
			ZS4 - zábradelní funkce	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - zatížení od výtahu	1,00
			ZS3 - stálé zatížení	1,00
			ZS4 - zábradelní funkce	1,00
PO		EN-mimořádné 1	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - zatížení od výtahu	1,00
			ZS3 - stálé zatížení	1,00
			ZS4 - zábradelní funkce	1,00



## 6. Protokol o výpočtu

### Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	80
Počet uzlů sítě	71
Počet rovnic	426
Zatěžovací stavy	ZS1
	ZS2
	ZS3
	ZS4
Spuštění výpočtu	03.03.2022 13:14
Konec výpočtu	03.03.2022 13:14

### Suma zatížení a reakcí.

	[kN]	X	Y	Z
Zatěžovací stav ZS1	zatížení	0.0	0.0	-16.5
	reakce v uzlech	0.0	0.0	16.5
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
Zatěžovací stav ZS2	zatížení	-0.6	0.0	0.0
	reakce v uzlech	0.6	0.0	0.0
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
Zatěžovací stav ZS3	zatížení	0.0	0.0	-19.5
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.5
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
Zatěžovací stav ZS4	zatížení	-5.7	-4.0	0.0
	reakce v uzlech	5.7	4.0	0.0
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0

## 7. Vnitřní síly na prutech

### 7.1. Průřezy

#### 7.1.1. Průřezy - CS1

Jméno
CS1

##### 7.1.1.1. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - CFRHS150X150X8

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B1	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	CS1 - CFRHS150X150X8	<b>-15,64</b>	0,76	-2,43	0,00	0,00	0,00
B9	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	CS1 - CFRHS150X150X8	<b>2,59</b>	0,51	0,98	-0,41	-0,41	-0,20
B23	3730,000+	MSÚ-Sada B (auto)/3	CS1 - CFRHS150X150X8	-1,55	<b>-5,13</b>	-2,35	<b>2,51</b>	-0,17	3,14
B24	3730,000+	MSÚ-Sada B (auto)/4	CS1 - CFRHS150X150X8	-1,78	<b>5,38</b>	2,37	0,65	0,05	-2,73
B1	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	CS1 - CFRHS150X150X8	-14,53	1,60	<b>-2,94</b>	0,00	0,00	0,00
B24	2380,000+	MSÚ-Sada B (auto)/6	CS1 - CFRHS150X150X8	-2,01	-3,84	0,87	<b>-2,20</b>	-1,12	2,46
B17	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	CS1 - CFRHS150X150X8	-0,08	0,26	<b>4,43</b>	0,00	<b>-3,38</b>	-0,29
B17	1950,000	MSÚ-Sada B (auto)/7	CS1 - CFRHS150X150X8	-0,06	0,26	2,12	0,00	<b>2,89</b>	0,21
B24	3730,000-	MSÚ-Sada B (auto)/3	CS1 - CFRHS150X150X8	-1,50	-4,09	0,91	-2,13	0,33	<b>-3,14</b>
B23	3730,000-	MSÚ-Sada B (auto)/4	CS1 - CFRHS150X150X8	-1,70	4,16	-0,72	0,09	-0,32	<b>3,26</b>

## 7.2. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

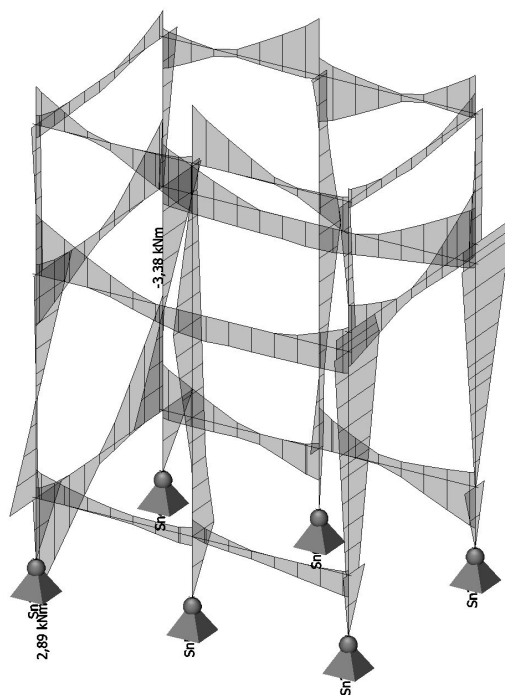
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



## 7.3. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

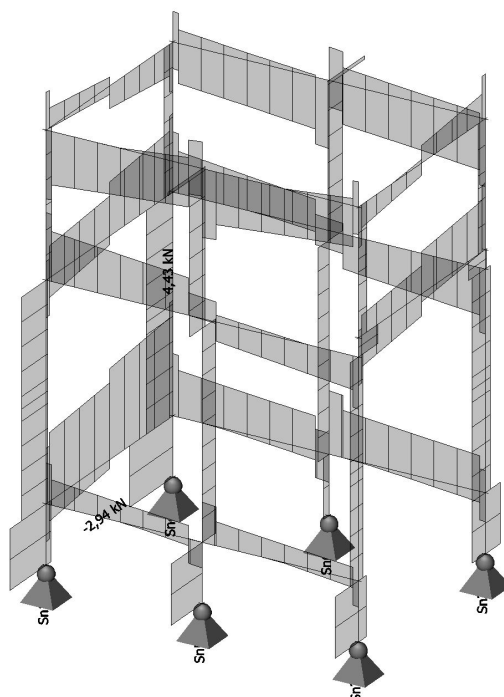
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



## 7.4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

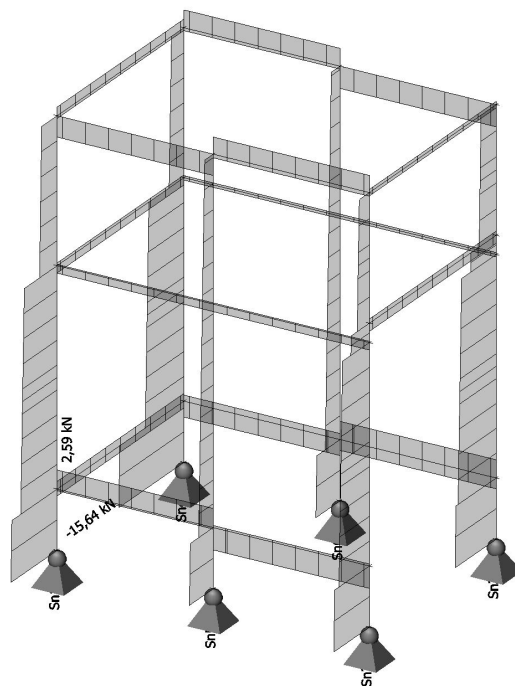
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



## 8. Posudek oceli MSU

### 8.1. Průřezy

#### 8.1.1. Průřezy - CS1

Jméno
CS1

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

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - CFRHS150X150X8

##### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B17	0,000 / 1,950 m	CFRHS150X150X8	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,06 -
-----------	-----------------	----------------	-------	-------------------	--------

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

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.05*ZS2 + 1.15*ZS3 + 1.50*ZS4

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

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	235,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	360,0	MPa
Výroba		Tvářený za studena	

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-0,08	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,26	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,43	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-3,38	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,29	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 &amp; 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	126	8	1,833e+04	1,572e+04	0,86		1,00	15,75	28,00	34,00	39,98	1
3	I	126	8	1,363e+04	-1,654e+04	-1,21		0,45	15,75	79,68	91,85	151,15	1
5	I	126	8	-1,829e+04	-1,568e+04								
7	I	126	8	-1,360e+04	1,658e+04	-0,82		0,55	15,75	62,33	72,66	103,15	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)

Průřezová plocha	A	4,3240e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1016,14	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	$W_{pl,y}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	53,10	kNm
Jedn. posudek		0,06	-

**Posudek ohybového momentu pro  $M_z$** 

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	53,10	kNm
Jedn. posudek		0,01	-

**Posudek smyku pro  $V_y$** 

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	2,1620e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	293,33	kN
Jedn. posudek		0,00	-

**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	$A_v$	2,1620e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	293,33	kN
Jedn. posudek		0,02	-

**Posudek kroucení**

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$T_{Ed}$	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	$T_{Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

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

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

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,y,Rd}$	53,10	kNm
Exponent ohybového poměru $y$	$\alpha$	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,z,Rd}$	53,10	kNm
Exponent ohybového poměru $z$	$\beta$	1,66	

Posudek (6.41) = 0,01 + 0,00 = 0,01 -

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_{\sigma}$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	126	8	1,833e+04	1,572e+04	0,86		1,00	15,75	28,00	34,00	39,98	1
3	I	126	8	1,363e+04	-1,654e+04	-1,21		0,45	15,75	79,68	91,85	151,15	1
5	I	126	8	-1,829e+04	-1,568e+04								
7	I	126	8	-1,360e+04	1,658e+04	-0,82		0,55	15,75	62,33	72,66	103,15	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

**Posudek rovinného vzpěru**

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčnicků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	1,950	1,950	m
Součinitel vzpěru	k	1,37	0,69	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	2,671	1,336	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	4101,34	16384,04	kN
Štíhlost	$\lambda$	46,75	23,39	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	0,50	0,25	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

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

#### Posudek prostorového vzpěru

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

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

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 /  $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

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

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	4,3240e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	0,08	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-3,38	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-0,29	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	1016,14	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	53,10	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	53,10	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	1,00	
Redukční součinitel	$\chi_z$	1,00	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,90	
Interakční součinitel	$k_{yz}$	0,24	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,54	
Interakční součinitel	$k_{zz}$	0,40	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B17 pozice 0,000 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B17 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	$\psi_z$	-0,73	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz}$	0,40	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{h,LT}$	-3,38	kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	0,23	kNm
Součinitel	$\alpha_{s,LT}$	-0,07	
Poměr koncových momentů	$\psi_{LT}$	-0,85	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	0,40	

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

Posudek (6.62) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,04 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 9. Posude PO

### 9.1. Průřezy

#### 9.1.1. Průřezy - CS1

Jméno
CS1

##### 9.1.1.1. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: PO

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - CFRHS150X150X8

#### EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B23	0,530 / 3,760 m	CFRHS150X150X8	S 235	PO	0,18 -
-----------	-----------------	----------------	-------	----	--------

Klíč kombinace
PO / ZS1 + 0.60*ZS2 + ZS3 + 0.70*ZS4

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

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	235,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	360,0	MPa
Výroba		Tvářený za studena	

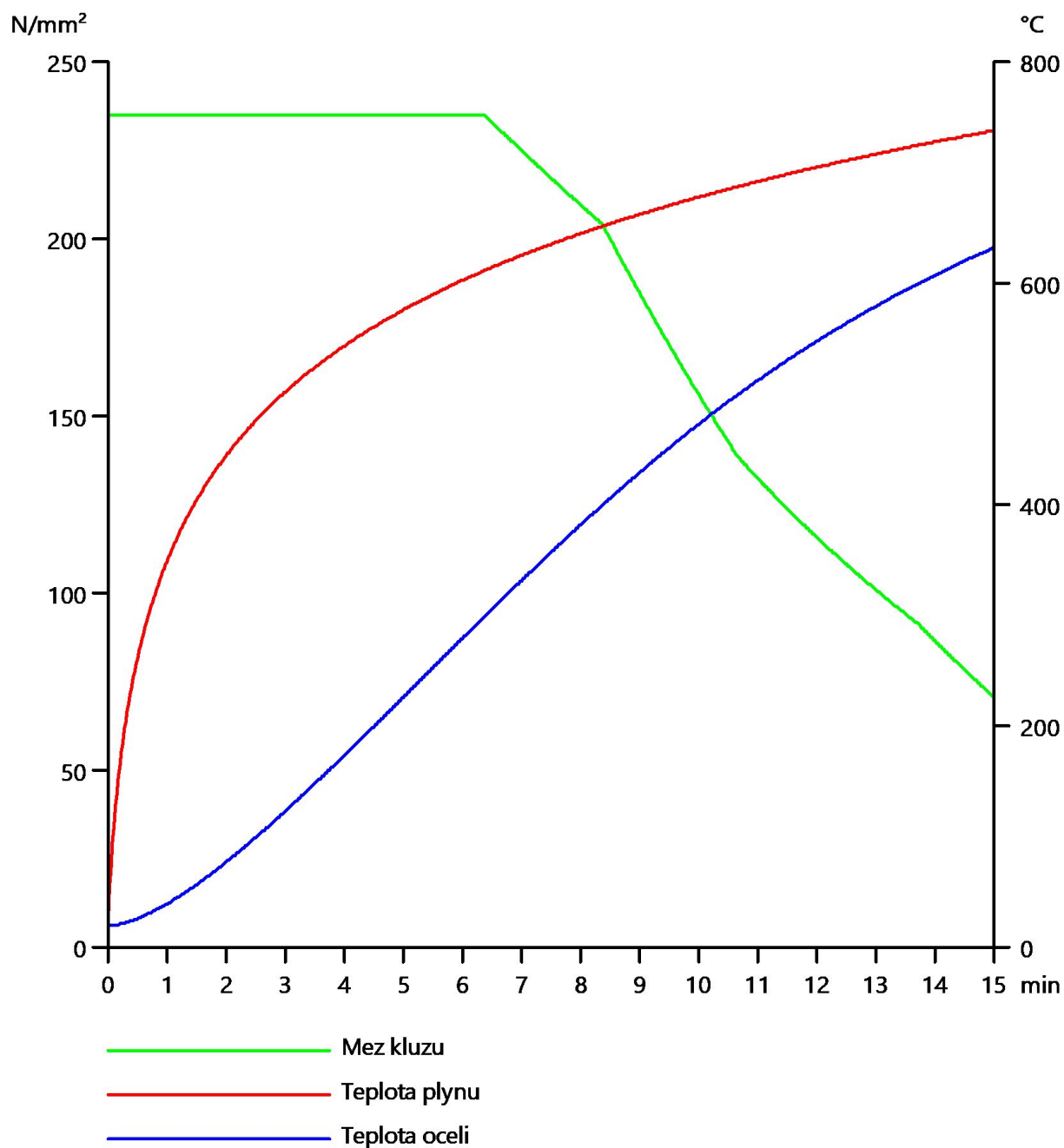
#### Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost			
Křivka teplota - čas		Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním	$\alpha_c$	25,00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku	$\epsilon_f$	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu	$\epsilon_m$	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním	$\varphi$	1,00	
Požadovaná požární odolnost	R	15,00	min
Teplota plynu	$\theta_g$	738,56	°C
Teplota materiálu	$\theta_{a,t}$	632,75	°C
Expozice nosníku		Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez	$\kappa_1$	1,00	
Adaptační součinitel pro nosník	$\kappa_2$	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce	$A_m/V$	1,3090e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu	$k_{sh}$	1,06	
Redukční součinitel pro mez kluzu	$k_{y,\theta}$	0,30	
Redukční součinitel pro modul E	$k_{E,\theta}$	0,25	

Výsledky posudků zobrazené níže jsou uvedeny v požadovaném čase  $t = 15,00$  min.





.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 0,530 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{fi,Ed}$	-4,01	kN
Smyková síla	$V_{y,fi,Ed}$	1,11	kN
Smyková síla	$V_{z,fi,Ed}$	-1,02	kN
Kroucení	$T_{fi,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,fi,Ed}$	-0,54	kNm
Ohybový moment	$M_{z,fi,Ed}$	0,59	kNm

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	126	8	1,027e+03	6,274e+03	0,16		1,00	15,75	23,80	28,90	45,51	1
3	I	126	8	6,301e+03	1,469e+03	0,23		1,00	15,75	23,80	28,90	44,01	1
5	I	126	8	8,296e+02	-4,418e+03	-5,33		0,16	15,75	193,56	223,13	769,28	1
7	I	126	8	-4,444e+03	3,868e+02	-11,49		0,08	15,75	382,20	440,60	2231,27	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Průřezová plocha	A	4,3240e-03	m <sup>2</sup>
Návrhová únosnost na vzpěr	$N_{fi,t,Rd}$	306,43	kN
Jedn. posudek		0,01	-

**Posudek ohybového momentu pro  $M_y$** 

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	53,10	kNm
Pevnost za ohybu	$M_{y,fi,\theta,Rd}$	16,01	kNm
Návrhová ohybová únosnost	$M_{y,fi,t,Rd}$	16,01	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

**Posudek ohybového momentu pro  $M_z$** 

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	53,10	kNm
Pevnost za ohybu	$M_{z,fi,\theta,Rd}$	16,01	kNm
Návrhová ohybová únosnost	$M_{z,fi,t,Rd}$	16,01	kNm
Jedn. posudek		0,04	-

**Posudek smyku pro  $V_y$** 

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	2,1620e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	293,33	kN
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{y,fi,t,Rd}$	88,46	kN
Jedn. posudek		0,01	-

**Posudek smyku pro  $V_z$** 

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	2,1620e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	293,33	kN
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{z,fi,t,Rd}$	88,46	kN
Jedn. posudek		0,01	-

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

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,y,f_i,t,Rd}$	16,01	kNm
Exponent ohybového poměru $\gamma$	$\alpha$	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,z,f_i,t,Rd}$	16,01	kNm
Exponent ohybového poměru $z$	$\beta$	1,66	

Jednotkový posudek (4.9) = 0,00 + 0,00 = 0,01 -

**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: 3,730 m

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	126	8	-4,829e+03	7,081e+03	-0,68		0,59	15,75	47,18	55,44	77,58	1
3	I	126	8	7,749e+03	6,361e+03	0,82		1,00	15,75	23,80	28,90	34,44	1
5	I	126	8	5,517e+03	-6,394e+03	-1,16		0,46	15,75	66,07	76,16	122,49	1
7	I	126	8	-7,062e+03	-5,674e+03								

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

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Parametry vzpěru		$\gamma\gamma$	$zz$	
Typ posuvných styčnicků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	3,760	3,760	m
Součinitel vzpěru	k	3,19	0,73	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	12,006	2,745	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	203,00	3883,23	kN
Štíhlost	$\lambda$	210,12	48,04	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	2,24	0,51	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,\theta}$	2,45	0,56	
Imperfekce	$\alpha$	0,65	0,65	
Redukční součinitel	$\chi_{fi}$	0,13	0,68	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,f_i,t,Rd}$	39,09	209,30	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	4,3240e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,f_i,t,Rd}$	39,09	kN
Jedn. posudek		0,10	-

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

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

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-2 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 /  $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 a rovnice (4.21a), (4.21b)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Průřezová plocha	A	4,3240e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2596e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{fi,Ed}$	4,01	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{y,fi,Ed}$	-0,54	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,fi,Ed}$	0,59	kNm
Redukční součinitel	$\chi_{min,fi}$	0,13	
Redukční součinitel	$\chi_{z,fi}$	0,68	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Redukční součinitel	$\chi_{LT,fi}$	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$\beta_{M,y}$	1,40	
Součinitel	$\mu_y$	-1,51	
Interakční součinitel	$k_y$	1,16	
Součinitel ekvivalentního momentu	$\beta_{M,z}$	1,40	
Součinitel	$\mu_z$	-0,04	
Interakční součinitel	$k_z$	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$\beta_{M,LT}$	1,40	
Součinitel	$\mu_{LT}$	-0,03	
Interakční součinitel	$k_{LT}$	1,00	

Jednotkový posudek (4.21a) =  $0,10 + 0,04 + 0,04 = 0,18$  -

Jednotkový posudek (4.21b) =  $0,02 + 0,03 + 0,04 = 0,09$  -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 10. Deformace na prutech

### 10.1. 1D deformace

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

#### Deformace

Jméno	dx [mm]	Stav	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>y</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	φ <sub>x</sub> [mrad]	φ <sub>y</sub> [mrad]	φ <sub>z</sub> [mrad]	U <sub>total</sub> [mm]
B21	1950,000	MSP-Char (auto)/1	<b>-1,3</b>	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3
B19	1950,000	MSP-Char (auto)/2	<b>0,9</b>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
B22	0,000	MSP-Char (auto)/1	0,1	<b>-1,3</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3
B20	2860,000	MSP-Char (auto)/1	-0,4	<b>1,3</b>	0,0	0,0	0,0	0,2	1,3
B8	3534,000	MSP-Char (auto)/3	0,0	-0,4	<b>-0,5</b>	-0,3	0,0	-0,1	0,7
B24	2380,000-	MSP-Char (auto)/3	0,0	0,0	0,1	<b>-1,1</b>	0,0	0,3	0,1
B9	2860,000	MSP-Char (auto)/3	0,0	-0,1	0,0	<b>0,2</b>	0,0	-0,1	0,1
B8	0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>-0,7</b>	0,0	0,0
B8	0,000	MSP-Char (auto)/3	0,0	0,0	0,0	-0,1	<b>0,3</b>	0,0	0,0
B19	512,500	MSP-Char (auto)/3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	<b>-0,5</b>	0,3
B24	3055,000	MSP-Char (auto)/3	0,0	0,2	0,1	-0,6	0,1	<b>0,4</b>	0,2
B7	3760,000	MSP-Char (auto)/1	0,0	-0,4	<b>1,3</b>	0,2	0,0	0,0	<b>1,3</b>

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS3 + ZS4
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + 0.70*ZS2 + ZS3 + ZS4
MSP-Char (auto)/3	ZS1 + ZS2 + ZS3

## 10.2. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

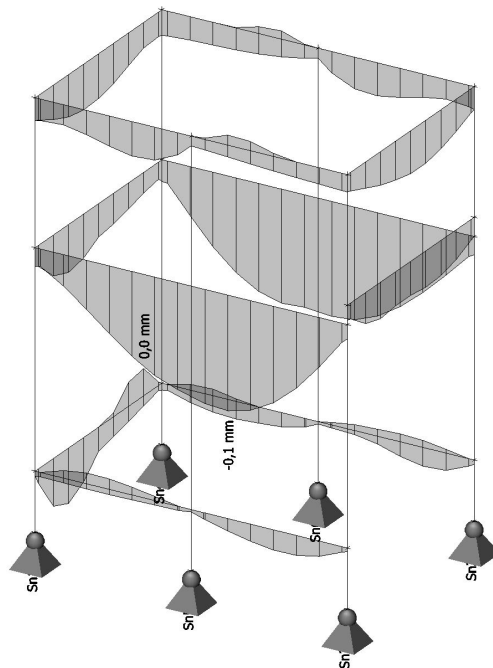
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



## 10.3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

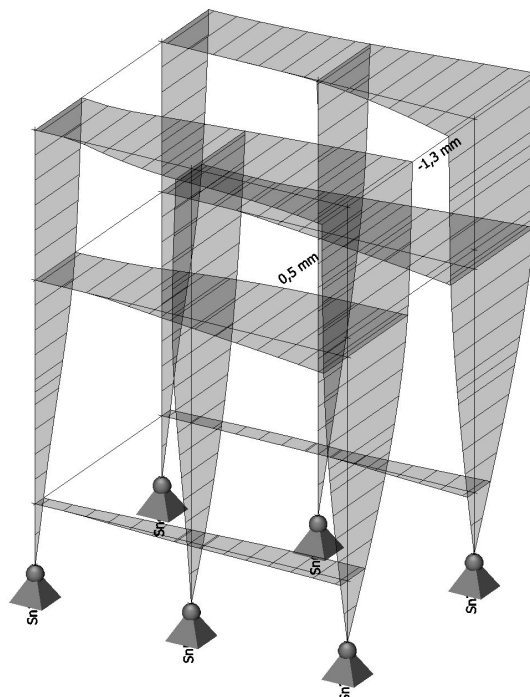
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



**10.4. 1D deformace;  $u_y$** Hodnoty:  $u_y$ 

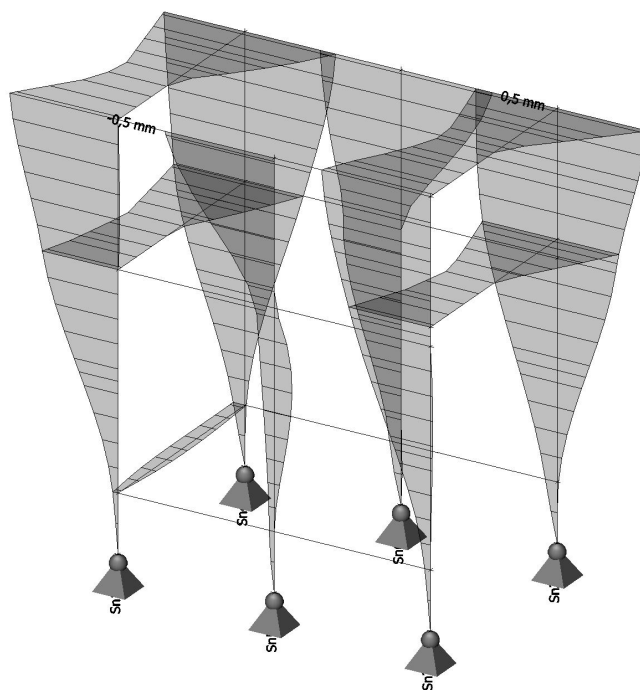
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Globální

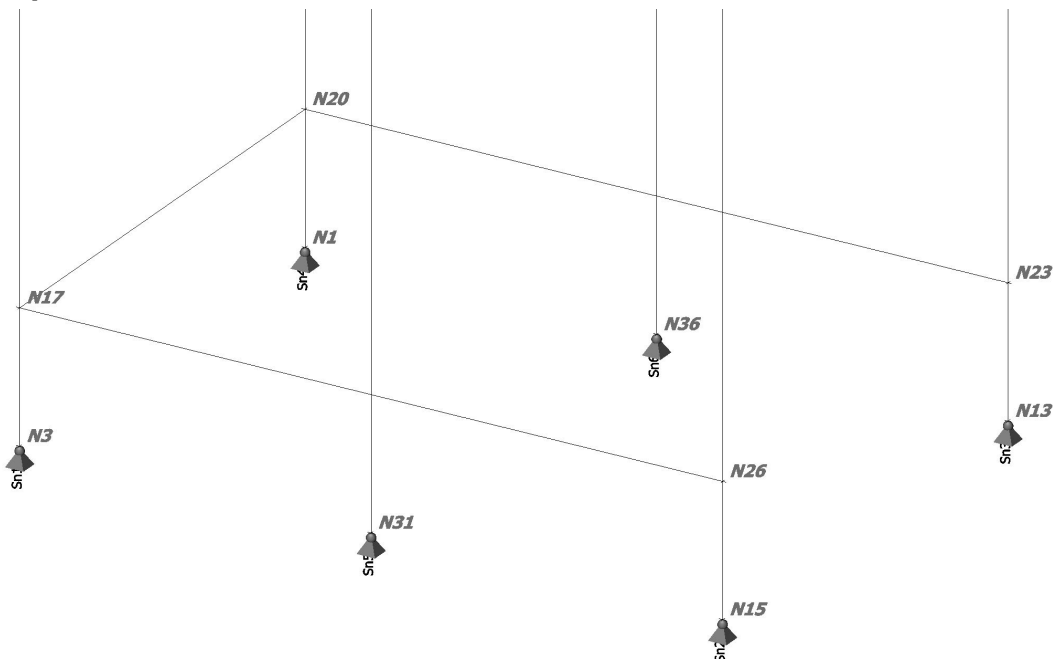
Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



## 11. Reakce

### 11.1. Čísla podpor



### 11.2. Reakce

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (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]
Sn3/N13	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>-1,03</b>	1,35	8,24	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn4/N1	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>2,94</b>	1,60	14,53	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,0	0,0
Sn6/N36	MSÚ-Sada B (auto)/3	0,25	<b>-1,47</b>	4,80	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn6/N36	MSÚ-Sada B (auto)/4	0,17	<b>2,61</b>	4,38	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn2/N15	MSÚ-Sada B (auto)/5	1,24	-0,50	<b>2,56</b>	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn4/N1	MSÚ-Sada B (auto)/6	2,43	0,76	<b>15,64</b>	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0