



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:



Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
000	30.11.2022	Dokumentace pro územní řízení k čistopisu	Ing. Martin Dušek

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ		
Adresa:	Sokolovská 1995/278, 190 00 Praha 9		

Zhotovitel díla:	PROJEKT servis spol. s r.o.		PROJEKT servis
Adresa:	U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9		
Kontakt:	T: +420 281 090 860 E: firma@projekt-servis.cz		
Zhotovitel objektu:	PROJEKT servis spol. s r.o.		PROJEKT servis
Adresa:	U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9		
Kontakt:	T: +420 281 090 860 E: firma@projekt-servis.cz		
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Martin Koudelka	Specialista:	Ing. Martin Koudelka

Název stavby/akce:	Rekonstrukce žst. Turnov	Označení investora:	S631700077
		Označení zhotovitele:	ZAK-2021-13
Název části:	Zastřešení nástupiště, přístřešky na nástupišťích	Označení části:	D.2.2.2
Název objektu/díle části:	ŽST Turnov, zastřešení nástupiště	Označení objektu/komplexu:	SO 11-74-01
Název přílohy:	Statický výpočet	Číslo přílohy:	3.001
Název díle části přílohy:	-		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	-
Ing. Martin Koudelka	Matej Potančok	Formáty:	A4
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	
Liberecký	Turnov [771601]	1051	Smluvní datum zpracování: 30.11.2022

Označení investora: S 6 3 1 7 0 0 0 7 7 - Stupeň dokumentace: Část: D U R X - Objekt: D 2 2 0 2 - Podoba: S O 1 1 7 4 0 1 - Příloha: X X - Revize: 3 - 0 0 1 - 0 0 0

(Prostor pro další informace)

Obsah

1. Identifikační údaje
 - 1.1. Identifikační údaje
 - 1.2. Základné údaje o konstrukci
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1. Návrhové normy a reference
 - 2.2. Podklady
 - 2.3. Použitý software
3. Geometria konstrukce
4. Materiály
 - 4.1. Ocelové prvky
 - 4.2. Beton
 - 4.3. Výstuž
 - 4.4. Základové podmínky
5. Statický výpočet konstrukce
 - 5.1. Výpočtový model
 - 5.2. Přehlad zatížení
 - 5.3. Zatížení
 - 5.4. Kombinace zatížení
 - 5.5. Součinitele zatížení
 - 5.6. Mezní stav únosnosti
 - 5.7. Mezní stav použitelnosti
 - 5.8. Posouzení konstrukce
 - 5.9. Posouzení základů

1 Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje

Název akce: 2021-13 Turnov DUR
Název objektu: Zastrešení nástupiště N2
Reálné staničení: km 123,98
Obec: Turnov [577626]
Kraj: Liberecký
Katastrální území: Turnov [771601]

Druh stavby: Novostavba
Vlastník: SŽ
Správce: Správa železnic, státní organizace
 Oblastní ředitelství Hradec Králové
 U Fotochemy 259
 501 01 Hradec Králové



Investor: Správa železnic, státní organizace
 Dlážděná 1003/7
 110 00 Praha 1



Dodávatel dokumentace: PROJEKT servis spol. s.r.o.
 U Elektry 830/2b
 198 00 Praha 9 - Hloubětín



Hlavní inženýr projektu: [redacted]
Projektant: Ing. Matej Potančok
Odpovědný projektant: Ing. Martin Koudelka
Trať:

Traťový úsek: 1051F1 - žst. Turnov

Definiční úsek: 1051F1 - žst. Turnov

Druh dokumentace: DUR

1.2 Základné údaje o konstrukci

Popis navrhovaného řešení:

Konstrukce je navržena dle vzorového listu Ž13. Konstrukce zastrešení je ocelové kotvené do patek a zídek podchodu. Konstrukce zahrnuje také návrh 3 sloupu, které budou současně sloužit jako podpora pro zastrešení a také jako podpora pro trakční vedení.

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy / Reference	Název / Popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

2.2 Podklady

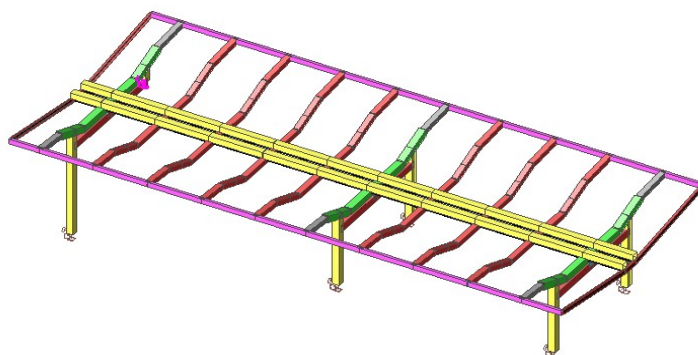
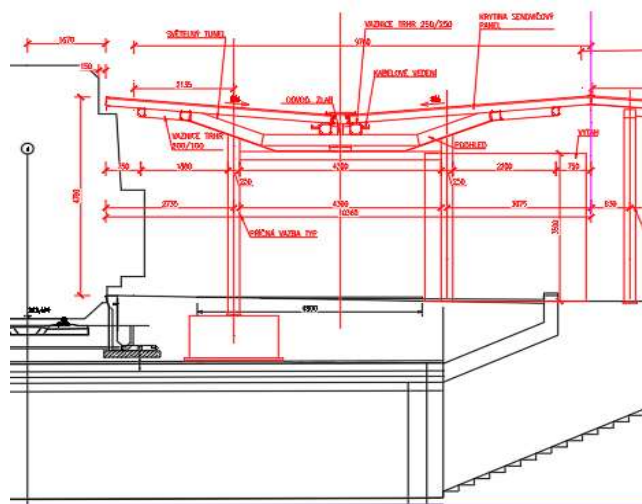
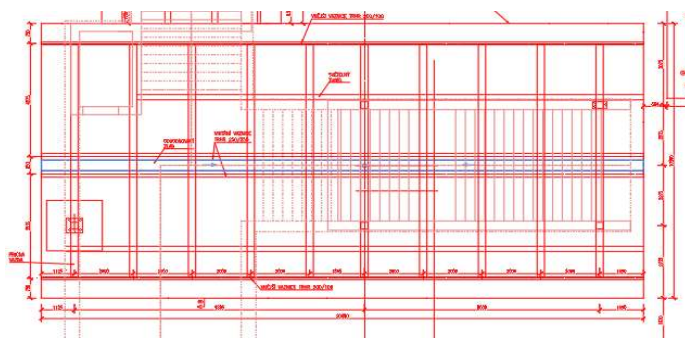
Výkresy / Zprávy	Název
Výkresová dokumentace	Situace objektu
E.10.02.3	Geotechnický průzkum km 61,681

2.3 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
MS Excel 2010	Posouzení nosných prvků - Microsoft Office - MS Excel 2010
SCIA Engineer 16.1	Analýza stavebních konstrukcí - SCIA Engineer 16.1
GEO 5 2020	Posouzení základových konstrukcí

3. Geometria konstrukce



4. Materiály

4.1 Ocelové prvky

	Ocel	Hmotnost	f_{yk}	γ_M	f_{yd}	E	ν
	-	kg/m ³	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Ocelové prvky	S235	7850	235	1,00	235	210000	0,30

Obecně:

Modul pružnosti ve smyku:

$$G = 81000 \text{ N/mm}^2$$

Součinitel délkové tepelné roztažnosti

$$\alpha = 1,00E-05 \text{ K}^{-1}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálů:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00 \text{ -}$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ -}$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25 \text{ -}$$

Únosnost spojů (šrouby, nýty, čepy, svary, desková ložiska)

$$\gamma_{M2} = 1,25 \text{ -}$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSU)

$$\gamma_{M3} = 1,25 \text{ -}$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSP)

$$\gamma_{M3,ser} = 1,10 \text{ -}$$

Únosnost v otláčení injektovaného šroubu

$$\gamma_{M4} = 1,10 \text{ -}$$

Únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů

$$\gamma_{M5} = 1,10 \text{ -}$$

Únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti

$$\gamma_{M6,ser} = 1,00 \text{ -}$$

Předpjaté vysokopevnostní šrouby

$$\gamma_{M7} = 1,10 \text{ -}$$

4.2 Beton

	Beton	f_{ck}	γ_c	α_{ct}	f_{cd}	E_c	ν
	-	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Základy	C25/30	25	1,5	1,00	16,67	31000	0,20

4.3 Výstuž

	Výstuž	f_{yk}	γ_s	f_{yd}	E_s
	-	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²
Základy	B500B	500	1,15	434,78	210000

4.4 Základové podmínky

Geotechnická charakteristika základových půd

V prostoru žst. Trutnov bude v podloží navážek převažovat **eolický sediment charakteru spraší a sprašových hlín**. Tento typ zemin obecně charakteru tř. **F6/CL (jíl s nízkou plasticitou) a F8/CH (jíl s vysokou plasticitou) měkké až tuhé konzistence** – ve smyslu ČSN 73 6133. Jedná se nepřilíš únosný typ zeminy, velmi náchylný ke změně svých parametrů v důsledku převlhčení. Očekávaná hodnota výpočtové **únosnosti** se v závislosti na stupni konzistence může pohybovat v intervalu **80-120kPa**. Vhodnou úpravou těchto zemin je jejich zlepšení smísením s hydraulickým pojivem příp. směsí pojiv. Pro prokázání vhodnosti této metody je nutné v rámci podrobného geotechnického průzkumu provést počáteční zkoušky akreditovanou laboratoří (stanovení vhodné návrhové receptury na základě výsledků zkoušek poměru únosnosti CBR).

Z archivních údajů lze vyčíst velké množství údajů týkajících se mechanicko-fyzikálních parametrů daného typu zemin. Níže uvádíme vybrané hodnoty některých z nich:

Objemová tíha	Proctor Standard
$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$	$\rho = 1833 - 1990 \text{ kg/m}^3 \quad w_{opt} = 10,0 - 14,2\%$
Úhel vnitřního tření (efektivní)	Soudržnost (efektivní)
$\varphi_{ef} = 26-27^\circ$	$c_{ef} = 10-15 \text{ kPa}$
Oedometrický modul	Těžitelnost
$E_{oed} 5,3-7,4 \text{ MPa}$ (pro zatížení 100-200kPa)	těžitelnost (tř. 2-3, I.)
Poissonovo číslo $\nu = 0,4$	

Geotechnický profil

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	



Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin

F6/CL

Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

***v dalším stupni nutno ověřit parametry zemin**

5. Statický výpočet konstrukce

5.1 Výpočtový model

Konstrukce zastřešení byla zatížena vnějším zatížením dle norem. V programe SCIA Engineer 16.1 byly stanovené vnitřní síly a konstrukce byla posouzena. Následně byla navržena a posouzená základová konstrukce v programe GEO5 2020.

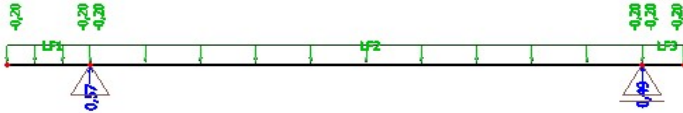
5.2 Přehled zatížení

1. Stále zatížení
2. Proměnné zatížení sních
3. Proměnné zatížení - vítr
4. Proměnné zatížení - užité
5. Proměnné zatížení - teplota

5.3 Zatížení

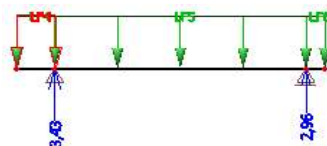
Stálé

Vlastní tíha - generuje program SCIA Engineer

Kabelový žlab - UPE 180	0,20	kN/m
Odvodňovací zlab	0,07	kN/m
Revízní lávka + upevnění lávky		
ocelový rošt šířka 0,6 m	0,15	kN/m
upevnění roštu	0,03	kN/m
Podhled zastřešení + upevnění	0,50	kN/m ²
Střešní panel	0,20	kN/m ²
		
Svetelný tunel	0,4	kN/m

Proměnné zatížení - sních

Sněhová oblast:	III	$s_k = 1,50$	kN/m ²
Typ krajiny:	normální	$C_e = 1,00$	-
Tepl. Propustnost:	> 1 W/m ² K	$C_t = 1,00$	-
Sklon v °:	5	$\mu = 0,80$	-
	0-30		



Zatížení sněhem na střechách - pro trvalé/dočasné návrhové situace

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Proměnné zatížení - vítr**Údaje o objektu:**

Výška objektu:	z	=	5,4	m
Šířka objektu:	B	=	11	m
Délka objektu:	L	=	20,5	m

Údaje o oblasti:

Větrná oblast:	II.
Kategorie terénu:	III.

Základní rychlost větru:

Součinitel směru větru:	C_{dir}	=	1,00	-	Pro ČR
Součinitel ročního období:	C_{season}	=	1,00	-	Pro ČR
Výchozí hodnota základní rychlosti větru:	$V_{b,0}$	=	25,0	m/s	

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Drsnost terénu:

Parameter drsnosti terénu:	z_0	=	0,3	-
Minimální výška:	z_{min}	=	5	m
Maximální výška:	z_{max}	=	200	m
Parametr drsnosti terénu pro oblast II:	$z_{0,II}$	=	0,05	-

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,198 \text{ -}$$

Součinitel drsnosti:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0)$$

$$c_r(z) = 0,572 \text{ -}$$

Součinitel ortografie:

$$c_0(z) = 1,00 \text{ -}$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot V_b = 14,30 \text{ m/s}$$

Turbulence větru:

Součinitel turbulence:	k_l	=	1,00	-	Pro ČR
Směrodatná odchylka turbulence:					

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 4,95 \text{ -}$$

Intenzita turbulence ve výšce z:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z / z_0))$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z_{min} / z_0))$$

$$I_v(z) = 0,35 \text{ -}$$

Maximální dynamický tlak:

Měrná hmotnost vzduchu	ρ	=	1,25	kg/m ³
------------------------	--------	---	------	-------------------

Maximální dynamický tlak ve výšce z

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 437,41 \text{ N/ms}^2$$

Základní dynamický tlak větru

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot V_b^2 = 390,63 \text{ N/ms}^2$$

Součinitel expozice

$$c_e = q_p(z) / q_b = 1,12 \text{ -}$$

Tlak větru na šikmou část střechy:

0°	-	+
C_{pe}	C_{pe10}	C_{pe10}
F	-2,3	-2,3
G	-1,2	-1,2
H	-0,8	-0,8
I	-0,6	0,2
J	-0,6	0,2

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe}$$

Oblast	$w_{e,k}$	$w_{e,k}$
F	-1,10	-1,10
G	-0,52	-0,52
H	-0,35	-0,35
I	-0,26	0,09
J	-0,26	0,09

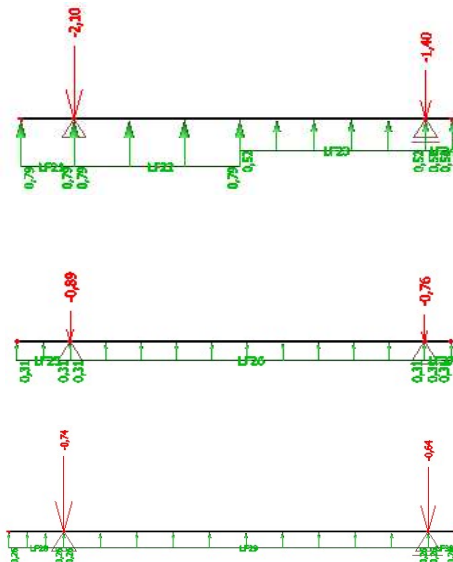
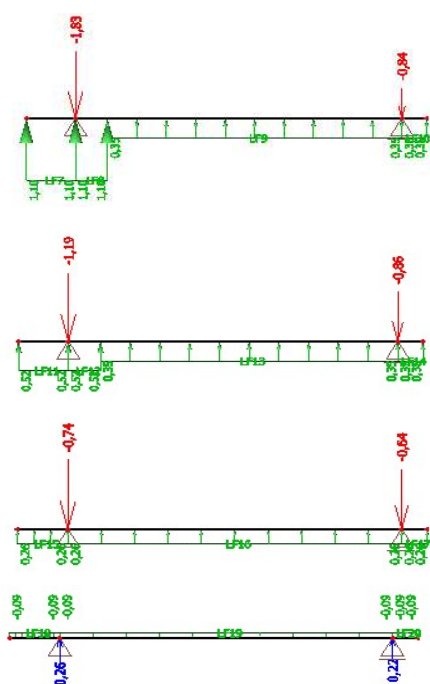
	m
e/10	1,08
e/4	2,7

90°	
C_{pe}	C_{pe10}
F	-1,8
G	-1,2
H	-0,7
I	-0,6
J	0

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe}$$

Oblast	$w_{e,k}$
F	-0,79
G	-0,52
H	-0,31
I	-0,26
J	0,00

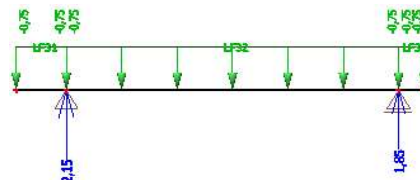
	m
e/10	1,08
e/4	2,7
e/2	5,4



Proměnné zatížení - užité

Pochozí povrch - 75 kg/m² kategorie H

$$q_{uz,n} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$



Proměnné zatížení - doprava, vodorovné plochy v blízkosti koleje

max rychlost 100 km/h

V < 120 km/h - neřeší se

Proměnné zatížení - teplota

Údaje o konstrukci:

Typ konstrukce:

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce	Ocel
Typ.2 Ocelobetonová nosná konstrukce	Ocelobeton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový komorový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonová deska	Beton

Materiál konstrukce:

Ocel

Maximální teploty:

38,1 až 40°C

Letní období

$$\text{Vychozí teplota: } T_0 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{\max} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{e,\max} = 56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Minimální teploty:

-30,1 až -32°C

Zimní období

$$\text{Vychozí teplota: } T_0 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

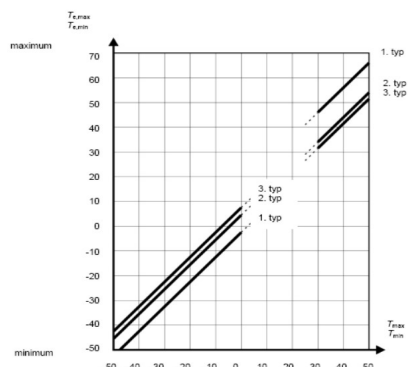
$$\text{Minimální teplota: } T_{\min} = -32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Minimální teplota: } T_{e,\min} = -32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty:

$$T_N = T_{e,\max} - T_{e,\min} = 88 \text{ } ^\circ\text{C}$$



5.4 Kombinace zatížení

Informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce

Mezní stav	Kombinace zatížení
MSU (stanovené jako větší hodnota z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP častá kombinace (lokální účinky, vratné změny)	6.15b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSP kvázistála kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

5.5 Součinitele zatížení

Stále zatížení	$\gamma_{G,j,sup}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j,inf}$	1,00	příznivý účinek
Nahodilé zatížení	$\gamma_{Q,1,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1,inf}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,inf}$	0,00	příznivý účinek

Kombinace náhodilého zatížení:

Kategorie H: střechy			
	ψ_0	0,00	
	ψ_1	0,00	
	ψ_2	0,00	

Členové CEN pro H <= 1000 m.n.m.

Sníh:	ψ_0	0,50	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Větr:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Teplota:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,50	
	ψ_2	0,00	

Redukční součinitel:	ξ	0,85		
Zatížení sněhem		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Finsko, Island, Norsko, Švédsko		0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro $H > 1000$ m.n.m.		0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro $H \leq 1000$ m.n.m.		0,5	0,2	0

5.6 Mezní stav únosnosti

Kombinace pro STR/GEO budou vytvořeny ve programe SCIA Engineer 16.1

5.7 Mezní stav použitelnosti

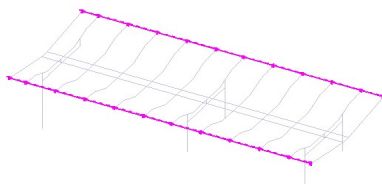
Charakteristická kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

Častá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

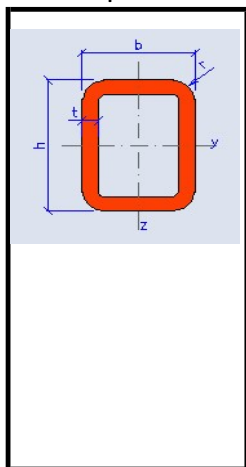
Kvázistálá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

5.8 Posouzení konstrukce

Posouzení vnějšího podélného nosníka - RHS 200x100x6,3



Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	1,83E+07	mm ⁴
b	=	100	mm	W_y	=	1,83E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	2,26E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	71	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	6,13E+06	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	1,23E+05	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	1,39E+05	mm ³
A_L	=	0,584	m ² m ⁻¹	i_z	=	41	mm
A	=	3580	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,48E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálů:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	188	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t			
	= 188 / 6,3	=	29,84	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	= $\sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	29,84	≤	83	

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	= $(3580 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	841,3	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	= $0 / 841,3$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00** **Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	17,76	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	= $(3580 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	841,3	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	= $17,76 / 841,3$	=	0,0211	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00	
	0,0211	≤	1,00	

Využití (%): **2,11** **Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	42,52	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	= $(235 \cdot 225820 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	53,07	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	= $42,52 / 53,07$	=	0,8012	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,8012	≤	1,00	

Využití (%): **80,12** **Vyhovuje****Moment v ose z-z:**

	$M_{z,Ed,max}$	=	1,17	kNm
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
	= $(235 \cdot 138760 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	32,61	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	= $1,17 / 32,61$	=	0,0359	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,0359	≤	1,00	

Využití (%): **3,59** **Vyhovuje****Smyk:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	30,72	kN
--	--------------	---	-------	----

Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$				
	$= 2 \cdot 188 \cdot 6,3$	=	2368,8	mm ²	
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
	$= ((2368,8 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	321,39	kN	
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$				
	$= 30,72 / 2368,8$	=	0,0956	-	
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq$		1,00		
	0,0956	\leq	1,00	Využití (%): 9,56	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	321,39	kN	
	$V_{Ed,max}$	=	30,72	kN	
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$= 0,5 \cdot 321,39$	=	160,70	kN	
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	když $30,72 \leq 160,70$ $\rho = 0$				
	inak $\rho = ((2 \cdot 30,72) / 321,39 - 1)^2$	=	0,0000	-	
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$				
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²	
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	42,52	kNm	
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 225820 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	53,07	kNm	
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$				
	$= 42,52 / 53,07$	=	0,8012	-	
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \leq$		1,00		
	0,8012	\leq	1,00	Využití (%): 80,12	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	1,17	kNm	
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 138760 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	32,61	kNm	
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$				
	$= 1,17 / 32,61$	=	0,0359	-	
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \leq$		1,00		
	0,0359	\leq	1,00	Využití (%): 3,59	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

	$N_{Ed,max}$	=	17,76	kN	
	$N_{pl,Rd}$	=	841,3	kN	
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$				
	$= 17,76 / 841,3$	=	0,0211	-	
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$				
	$= \min(0,5; (3580 - 2 \cdot 100 \cdot 6,3) / 3580)$	=	0,5000	-	
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$				
	$= \min(0,5; (3580 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 3580)$	=	0,2961	-	

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(53,0677 \cdot (1 - 0,0211) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 53,0677) = 53,07 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} = 42,52 / 53,07 = 0,8012$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,8012 \leq 1,00$$

Využití (%): 80,12 Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(32,6086 \cdot (1 - 0,0211) / (1 - 0,5 \cdot 0,2961); 32,6086) = 32,61 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 1,17 / 32,61 = 0,0359$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0359 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,59 Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(841,3; 841,3) = 841,3 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(53,07; 53,07; 53,07) = 53,07 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(32,61; 32,61; 32,61) = 32,61 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 17,76 / 841,3 + 42,52 / 53,07 + 1,17 / 32,61 \leq 1,00$$

$$0,8582 \leq 1,00$$

Využití (%): 85,82 Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení:	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	6000	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 6000 = 6000 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (6000 / 71) \cdot (1 / 93,9) = 0,90$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2) = 1,02$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1,02 + \sqrt{1,02^2 - 0,9^2}) = 0,66$$

$$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,66 \cdot 3580 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 556,27 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} = 17,76 / 556,27 = 0,0319$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0319 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,19 Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	2000	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 2000 = 2000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\ &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_z &= (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1) \\ &= (2000 / 41) \cdot (1 / 93,9) = 0,52 \\ \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\ &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,52 - 0,2) + 0,52^2) = 0,71 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned} \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\ &= 1 / (0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,52^2}) = 0,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,z} &= \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\ &= 0,83 \cdot 3580 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 699,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} &= 17,76 / 699,98 = 0,0254 \\ N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} &\leq 1,00 \\ 0,0254 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **2,54** **Vyhovuje****Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu**

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	556,27	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	0,90	-
$N_{Rd,z}$	=	699,98	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,52	-
$M_{y,Rd}$	=	53,07	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	32,61	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

$$\text{Určení } k_{yy} \quad c_{my} = 0,47$$

$$\begin{aligned} k_{yy} &= c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}) \\ k_{yy} &\leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}) \\ &= 0,47 \cdot (1 + (0,9 - 0,2) \cdot 17,76 / 556,27) \\ &\leq 0,47 \cdot (1 + 0,8 \cdot 17,76 / 556,27) = 0,48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Určení } k_{zy} \quad k_{zy} &= 0,6 \cdot k_{yy} \\ &= 0,6 \cdot 0,48 = 0,29 \end{aligned}$$

$$\text{Určení } k_{zz} \quad c_{mz} = 0,4$$

$$\begin{aligned} k_{zz} &= c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}) \\ k_{zz} &\leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}) \\ &= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 0,52 - 0,6) \cdot 17,76 / 699,98) \\ &\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 17,76 / 699,98) = 0,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Určení } k_{yz} \quad k_{yz} &= 0,6 \cdot k_{zz} \\ &= 0,6 \cdot 0,4 = 0,24 \end{aligned}$$

Posudek:

Podmínka 1

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 17,76 / 556,27 + 0,48 \cdot 42,52 / 53,07 + 0,24 \cdot 1,17 / 32,61 &\leq 1,00 \\ 0,4256 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **42,56** **Vyhovuje**

Podmínka 2

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 17,76 / 699,98 + 0,29 \cdot 42,52 / 53,07 + 0,4 \cdot 1,17 / 32,61 \leq 1,00$$

$$0,2709 \leq 1,00$$

Využití (%): 27,09

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	17,76	kN
$M_{y,Ed}$	=	42,52	kNm
$M_{z,Ed}$	=	1,17	kNm
$V_{y,Ed}$	=	1,71	kN
$V_{z,Ed}$	=	29,01	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,8582	0,4256	0,2709	0,0956

$$P1 = \frac{N_{Ed,max}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed,max}}{M_{z,Rd}}$$

$$P2 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

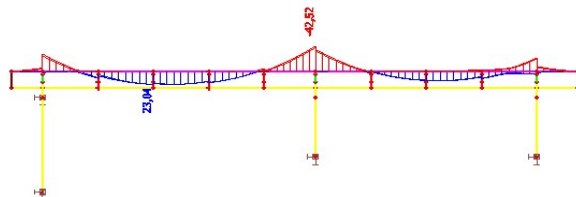
$$P3 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,8582	0,4256	0,2709	0,0956
MSU 2	0,5710	0,2619	0,1631	0,0823
MSU 3	0,1928	0,0649	0,0572	0,0171
MSU 4	0,2683	0,0742	0,1026	0,0339
MSU 5	0,1591	0,0439	0,0607	0,0162
MSU 6	0,0185	0,0052	0,0074	0,0185
MSU 7	0,0168	0,0047	0,0067	0,0222
MSU 8	0,0035	0,0010	0,0014	0,0034
MSU 9	0,0017	0,0005	0,0007	0,0156
MSU 10	0,1326	0,0925	0,0716	0,0279
MSU 11	0,4622	0,2110	0,1338	0,0119
MSU 12				
Rozhodující	0,8582	0,4256	0,2709	0,0956

Využití (%): 85,82

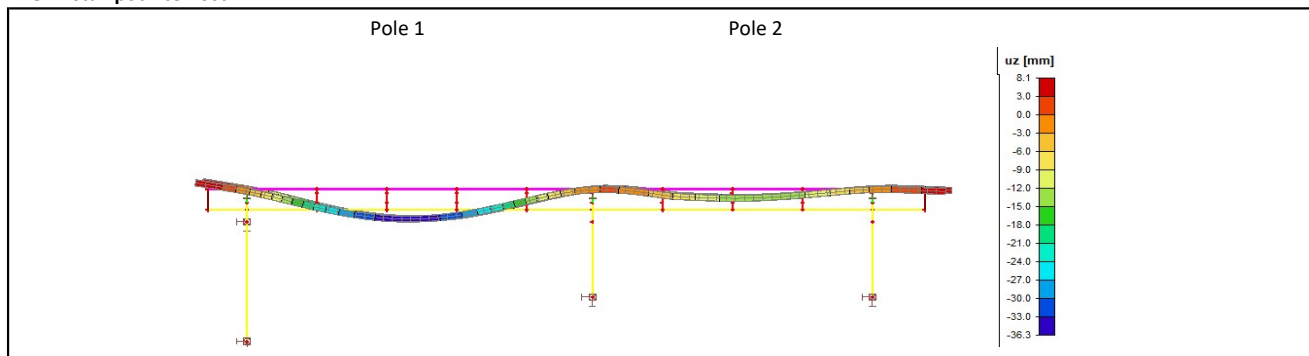
Vyhovuje

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B176	CS4 - RHS200/1...	1,865	MSU/3	-42,52	-17,76	-29,01	2,49	-1,71	-1,17
2	B172	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/4	-28,94	2,00	26,44	-0,34	0,02	0,76
3	B172	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/2	-5,40	16,71	4,26	-0,45	-1,24	2,32
4	B160	CS4 - RHS200/1...	1,125	MSU/1	-2,20	-0,20	-3,88	2,50	7,01	7,39
5	B160	CS4 - RHS200/1...	1,125	MSU/2	-1,33	0,00	-1,29	0,60	-3,93	-4,37
6	B160	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/3	-0,09	-0,23	-0,27	4,12	5,68	-0,54
7	B160	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/1	-0,08	-0,20	0,11	2,50	7,01	-0,49
8	B159	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	-0,02	-0,06	-0,98	-3,15	-0,12	0,10
9	B160	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/2	0,01	0,00	-1,09	0,60	-3,93	0,05
10	B173	CS4 - RHS200/1...	0,000	MSU/1	3,98	-27,81	8,03	0,46	-0,93	0,80
11	B173	CS4 - RHS200/1...	2,000	MSU/4	23,04	-0,11	2,28	1,21	1,55	0,91



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: pole 1 $L = 9865$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 250 = 9865 / 250 = 39,46$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 36,3$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $36,3 / 39,46 \leq 1,00$
 $0,9199 \leq 1,00$

Využití (%): 91,99 Vyhovuje

Délka posuzovaného prvku: pole 2 $L = 8000$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 250 = 8000 / 250 = 32$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

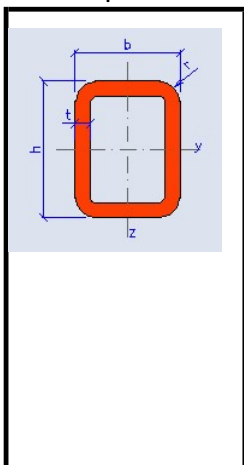
$\delta = 15$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $15 / 32 \leq 1,00$
 $0,4688 \leq 1,00$

Využití (%): 46,88 Vyhovuje

Posouzení vnějšího příčného nosníka nad podpěrou - SHS 200x200x10

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	4,47E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W_y	=	4,47E+05	mm ³
t_f	=	10	mm	$W_{y,pl}$	=	5,25E+05	mm ³
t_w	=	10	mm	i_y	=	77	mm
r_1	=	10	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	10	mm	I_z	=	4,47E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	4,47E+05	mm ³
h_w	=	180	mm	$W_{z,pl}$	=	5,25E+05	mm ³
A_L	=	0,774	m ² m ⁻¹	i_z	=	7,70E+01	mm
A	=	7490	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	7,03E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:	f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
	E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
	v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálů:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = \mathbf{1,00} \quad -$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = \mathbf{1,00} \quad -$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = \mathbf{1,25} \quad -$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

$$c = \mathbf{180} \quad \text{mm}$$

$$t = \mathbf{10} \quad \text{mm}$$

$$c/t$$

$$= 180/10 = \mathbf{18,00} \quad -$$

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$$

$$= \sqrt{235/235} = \mathbf{1,00} \quad -$$

$$c/t \leq \mathbf{83} \quad \varepsilon$$

$$\mathbf{18,00} \leq \mathbf{83}$$

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = \mathbf{0} \quad \text{kN}$$

Odolnost:

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (7490 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = \mathbf{1760,15} \quad \text{kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$$

$$= 0/1760,15 = \mathbf{0,0000} \quad -$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,0000} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **0,00** **Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = \mathbf{3,92} \quad \text{kN}$$

Odolnost:

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (7490 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = \mathbf{1760,15} \quad \text{kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$$

$$= 3,92/1760,15 = \mathbf{0,0022} \quad -$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,0022} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **0,22** **Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)**Moment v ose y-y:**

$$M_{y,Ed,max} = \mathbf{78,5} \quad \text{kNm}$$

Odolnost:

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$$

$$= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = \mathbf{123,43} \quad \text{kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$$

$$= 78,5/123,43 = \mathbf{0,6360} \quad -$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,6360} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **63,60** **Vyhovuje****Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = \mathbf{0,67} \quad \text{kNm}$$

Odolnost:

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$$

$$= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = \mathbf{123,43} \quad \text{kNm}$$

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,67/ 123,43	=	0,0054	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00					
	0,0054	≤	1,00				Využití (%): 0,54	Vyhovuje
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)							
	$V_{Ed,max}$	=	56,25		kN			
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$							
	$= 2 \cdot 180 \cdot 10$	=	3600		mm ²			
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$							
	$= ((3600 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	488,44		kN			
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$							
	$= 56,25 / 3600$	=	0,1152		-			
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00					
	0,1152	≤	1,00				Využití (%): 11,52	Vyhovuje
Kroucení:								
	Prvek není namáhán kroutícím momentem							
Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	488,44		kN			
	$V_{Ed,max}$	=	56,25		kN			
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$							
	$= 0,5 \cdot 488,44$	=	244,22		kN			
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$							
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$							
	když $56,25 \leq 244,22$ $\rho = 0$							
	inak $\rho = ((2 \cdot 56,25) / 488,44 - 1)^2$	=	0,0000		-			
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$							
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00		N/mm ²			
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	78,5		kNm			
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$							
	$= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	123,43		kNm			
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$							
	$= 78,5 / 123,43$	=	0,6360		-			
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00					
	0,6360	≤	1,00				Využití (%): 63,60	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	0,67		kNm			
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$							
	$= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	123,43		kNm			
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$							
	$= 0,67 / 123,43$	=	0,0054		-			
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00					
	0,0054	≤	1,00				Využití (%): 0,54	Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	3,92		kN			
	$N_{pl,Rd}$	=	1760,15		kN			
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$							
	$= 3,92 / 1760,15$	=	0,0022		-			
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A$							
	$= \min(0,5; (7490 - 2 \cdot 200 \cdot 10) / 7490)$	=	0,4660		-			

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (7490 - 2 \cdot 200 \cdot 10) / 7490) = 0,4660$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(123,4314 \cdot (1 - 0,0022) / (1 - 0,5 \cdot 0,466); 123,4314) = 123,43 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} = 78,5 / 123,43 = 0,6360$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,6360 \leq 1,00$$

Využití (%): 63,60 Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(123,4314 \cdot (1 - 0,0022) / (1 - 0,5 \cdot 0,466); 123,4314) = 123,43 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 0,67 / 123,43 = 0,0054$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0054 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,54 Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1760,15; 1760,15) = 1760,15 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(123,43; 123,43; 123,43) = 123,43 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(123,43; 123,43; 123,43) = 123,43 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 3,92 / 1760,15 + 78,5 / 123,43 + 0,67 / 123,43 \leq 1,00$$

$$0,6436 \leq 1,00$$

Využití (%): 64,36 Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	3,92	kN
$M_{y,Ed}$	=	78,5	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,67	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,68	kN
$V_{z,Ed}$	=	55,57	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

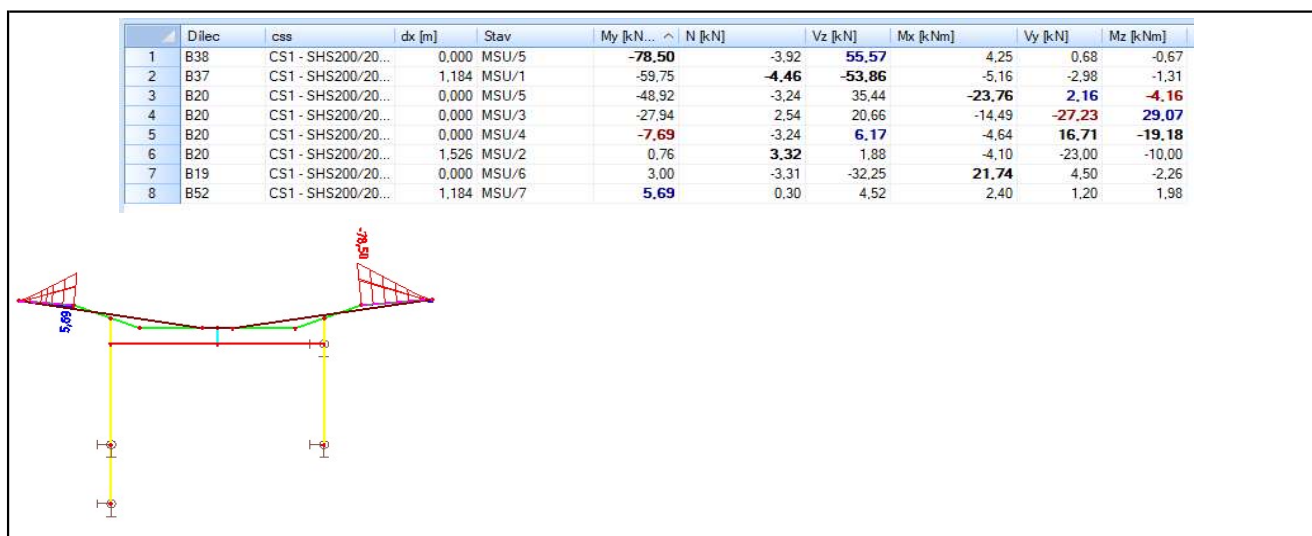
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,6436			0,1152

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

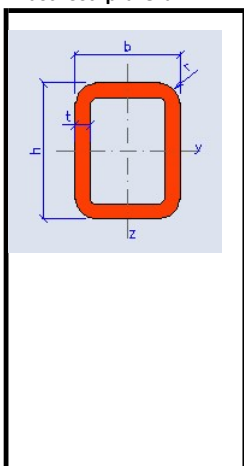
Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,6436			0,1152
MSU 2	0,4972			0,1164
MSU 3	0,4319			0,0770
MSU 4	0,4633			0,0980
MSU 5	0,2195			0,0468
MSU 6	0,0891			0,0509
MSU 7	0,0445			0,0752
MSU 8	0,0623			0,0117
MSU 9				
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,6436	0,0000	0,0000	0,1164

Využití (%): **64,36****Vyhovuje**

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení vnitřního příčného nosníka nad podpěrou - SHS 260x260x10

Vlastnosti průřezu:



h	=	260	mm	I_y	=	1,02E+08	mm ⁴
b	=	260	mm	W_y	=	7,88E+05	mm ³
t_f	=	10	mm	$W_{y,pl}$	=	9,16E+05	mm ³
t_w	=	10	mm	i_y	=	102	mm
r_1	=	10	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	10	mm	I_z	=	1,02E+08	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	7,88E+05	mm ³
h_w	=	240	mm	$W_{z,pl}$	=	9,16E+05	mm ³
A_L	=	1,01	m ² m ⁻¹	i_z	=	1,02E+02	mm
A	=	9890	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,59E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:	f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
	E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
	ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálů:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

$$c = 240 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c/t$$

$$= 240 / 10 = 24,00$$

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

$$= \sqrt{235 / 235} = 1,00$$

$$c/t \leq 83$$

$$24,00 \leq 83$$

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1**Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

Odolnost:

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (9890 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2324,15 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$$

$$= 0 / 2324,15 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje**Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 20,21 \text{ kN}$$

Odolnost:

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (9890 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2324,15 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$$

$$= 20,21 / 2324,15 = 0,0087$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0087 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,87

Vyhovuje**Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)**Moment v ose y-y:**

$$M_{y,Ed,max} = 124,78 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$$

$$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1 = 215,28 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$$

$$= 124,78 / 215,28 = 0,5796$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,5796 \leq 1,00$$

Využití (%): 57,96

Vyhovuje**Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 0,05 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$$

$$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1 = 215,28 \text{ kNm}$$

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	$0,05/215,28$	=	0,0002	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤			1,00			
	0,0002	≤			1,00		Využití (%): 0,02	Vyhovuje
Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)								
	$V_{Ed,max}$	=			55,43	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$	=	$2 \cdot 240 \cdot 10$	=	4800	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$	=	$((4800 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	651,25	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	=	$55,43/4800$	=	0,0851	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤			1,00			
	0,0851	≤			1,00		Využití (%): 8,51	Vyhovuje
Kroucení:								
	Prvek není namáhán kroutícím momentem							
Ohyb a smyk:								
	$V_{pl,Rd}$	=			651,25	kN		
	$V_{Ed,max}$	=			55,43	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	=	$0,5 \cdot 651,25$	=	325,63	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$							
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$							
	když $55,43 \leq 325,63$ $\rho = 0$							
	inak $\rho = ((2 \cdot 55,43) / 651,25 - 1)^2$	=			0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$	=	$(1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=			124,78	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$	=	$(235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	=	$124,78/215,28$	=	0,5796	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤			1,00			
	0,5796	≤			1,00		Využití (%): 57,96	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=			0,05	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$	=	$(235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	=	$0,05/215,28$	=	0,0002	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤			1,00			
	0,0002	≤			1,00		Využití (%): 0,02	Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:								
	$N_{Ed,max}$	=			20,21	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=			2324,15	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$	=	$20,21/2324,15$	=	0,0087	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A$							
	$= \min(0,5; (9890 - 2 \cdot 260 \cdot 10) / 9890)$	=			0,4742	-		

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (9890 - 2 \cdot 260 \cdot 10) / 9890) = 0,4742$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(215,28115 \cdot (1 - 0,0087) / (1 - 0,5 \cdot 0,4742); 215,28115) = 215,28 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} = 124,78 / 215,28 = 0,5796$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,5796 \leq 1,00$$

Využití (%): 57,96 Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(215,28115 \cdot (1 - 0,0087) / (1 - 0,5 \cdot 0,4742); 215,28115) = 215,28 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 0,05 / 215,28 = 0,0002$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0002 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,02 Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(2324,15; 2324,15) = 2324,15 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(215,28; 215,28; 215,28) = 215,28 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(215,28; 215,28; 215,28) = 215,28 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 20,21 / 2324,15 + 124,78 / 215,28 + 0,05 / 215,28 \leq 1,00$$

$$0,5885 \leq 1,00$$

Využití (%): 58,85 Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	20,21	kN
$M_{y,Ed}$	=	124,78	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,05	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,68	kN
$V_{z,Ed}$	=	54,75	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,5885			0,0851

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

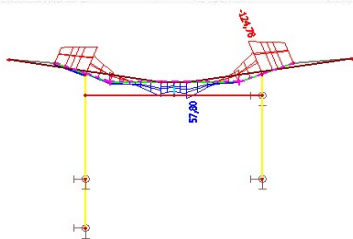
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,5885			0,0851
MSU 2	0,5198			0,0881
MSU 3	0,4342			0,0902
MSU 4	0,4396			0,0772
MSU 5	0,2099			0,1182
MSU 6	0,1709			0,1001
MSU 7	0,0304			0,0344
MSU 8	0,0665			0,0948
MSU 9	0,3316			0,1077
MSU 10	0,3393			0,1109
MSU 11	0,2362			0,0873
MSU 12	0,2890			0,1140
Rozhodující	0,5885	0,0000	0,0000	0,1182

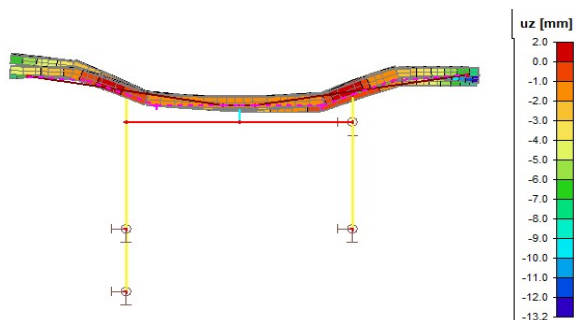
Využití (%): **58,85****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B46	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/5	-124,78	-20,21	54,75	4,27	0,68	-0,05
2	B31	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/9	-77,48	-10,04	35,75	-28,66	-21,60	33,49
3	B45	CS2 - SHS260/26...	0,654	MSU/9	-77,39	64,00	-53,86	-9,13	-4,88	-10,16
4	B31	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/3	-47,00	-4,28	23,03	-22,02	-27,23	47,24
5	B44	CS2 - SHS260/26...	1,340	MSU/5	-42,15	27,40	-75,95	-5,77	-1,02	0,50
6	B41	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/1	-34,17	13,84	65,18	7,01	0,04	-1,35
7	B41	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/8	-1,99	-29,20	17,96	0,86	-4,42	-1,85
8	B28	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/3	7,53	11,66	12,81	-7,40	-48,91	-5,70
9	B29	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/3	18,16	9,30	-23,38	14,94	46,78	-52,37
10	B29	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/10	19,78	9,92	-25,43	13,33	46,79	-52,35
11	B29	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/1	34,44	18,31	-43,39	30,11	-13,46	14,72
12	B44	CS2 - SHS260/26...	0,000	MSU/5	57,80	27,40	-73,24	-5,77	-1,02	1,87



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

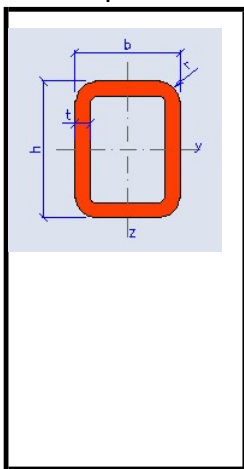
Délka posuzovaného prvku:	konzole	L	=	1985	mm
Maximální dovolený průhyb:		L /		250	
Hodnota limitního průhybu:		$\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$			
		$= 2 \cdot 1985 / 250$	=	15,88	mm
Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)		δ	=	13,2	mm
Posudek:		δ / δ_{lim}	≤	1,00	
		13,2 / 15,88	≤	1,00	
		0,8312	≤	1,00	

Využití (%): 83,12

Vyhovuje

Posouzení příčného nosníka mezilahlého - SHS 200x200x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I _y	=	3,01E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W _y	=	3,01E+05	mm ³
t _f	=	6,3	mm	W _{y,pl}	=	3,48E+05	mm ³
t _w	=	6,3	mm	i _y	=	79	mm
r ₁	=	6	mm	S _y	=		mm ³
r ₂	=	6	mm	I _z	=	3,01E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	3,01E+05	mm ³
h _w	=	188	mm	W _{z,pl}	=	3,48E+05	mm ³
A _L	=	0,784	m ² m ⁻¹	i _z	=	7,90E+01	mm
A	=	4840	mm ²	S _z	=		mm ³
				I _t	=	4,65E+07	mm ⁴
				C _t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f _y	=	235	N/mm ²	f _u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Y_{M0} = 1,00 -

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Y_{M1} = 1,00 -

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

Y_{M2} = 1,25 -

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části: c = 188 mm

t = 6,3 mm

c/t

= 188 / 6,3 = 29,84 -

ε = √(235 / f_y)

= √(235 / 235) = 1,00 -

c/t ≤ 83 ε

29,84 ≤ 83

→

Třída průřezu:

1

Výslední třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak**Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 1,07 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 1,07 / 1137,4 = 0,0009$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0009 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,09

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 0 / 1137,4 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$M_{y,Ed,max} = 22,85 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 22,85 / 81,77 = 0,2794$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,2794 \leq 1,00$$

Využití (%): 27,94

Vyhovuje

$$M_{z,Ed,max} = 3,53 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 3,53 / 81,77 = 0,0432$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0432 \leq 1,00$$

Využití (%): 4,32

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 10,63 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 188 \cdot 6,3 = 2368,8 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((2368,8 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000 = 321,39 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 10,63 / 2368,8 = 0,0331$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0331 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,31

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	321,39	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	10,63	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 321,39$	=	160,70	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $10,63 \leq 160,7$ $\rho = 0$					
	$inak \rho = ((2 \cdot 10,63) / 321,39 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	22,85	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	81,77	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 22,85 / 81,77$	=	0,2794	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,2794	≤	1,00		Využití (%): 27,94	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	3,53	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	81,77	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 3,53 / 81,77$	=	0,0432	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0432	≤	1,00		Využití (%): 4,32	Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	1,07	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	1137,4	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 1,07 / 1137,4$	=	0,0009	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$					
	$= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840)$	=	0,4793	-		
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$					
	$= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840)$	=	0,4793	-		
Moment v ose y-y:						
Odolnost:	$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$					
	$= \min(81,77295 \cdot (1 - 0,0009) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 81,77295)$	=	81,77	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$					
	$= 22,85 / 81,77$	=	0,2794	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00			
	0,2794	≤	1,00		Využití (%): 27,94	Vyhovuje
Moment v ose z-z:						
Odolnost:	$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f)$ ale $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$					
	$= \min(81,77295 \cdot (1 - 0,0009) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 81,77295)$	=	81,77	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$					
	$= 3,53 / 81,77$	=	0,0432	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00			
	0,0432	≤	1,00		Využití (%): 4,32	Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(1137,4 ; 1137,4) = \mathbf{1137,4} \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(81,77 ; 81,77 ; 81,77) = \mathbf{81,77} \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(81,77 ; 81,77 ; 81,77) = \mathbf{81,77} \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq \mathbf{1,00} \\
 = 1,07 / 1137,4 + 22,85 / 81,77 + 3,53 / 81,77 &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,3235} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **32,35****Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	1,07	kN
N_{tlak}	=	0	kN
$M_{y,Ed}$	=	22,85	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,53	kNm
$V_{y,Ed}$	=	1,46	kN
$V_{z,Ed}$	=	9,17	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

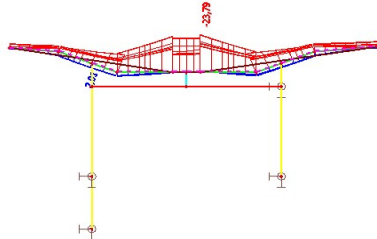
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3235			0,0331

$$\begin{aligned}
 P1 &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \\
 P2 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \\
 P3 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}
 \end{aligned}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3005			0,0296
MSU 2	0,3235			0,0331
MSU 3	0,3066			0,0302
MSU 4	0,1623			0,0547
MSU 5	0,1936			0,0319
MSU 6	0,2185			0,0606
MSU 7	0,0502			0,0120
MSU 8	0,0330			0,0462
MSU 9	0,0553			0,0113
MSU 10	0,0088			0,0065
MSU 11	0,0387			0,0022
MSU 12				
Rozhodující	0,3235	0,0000	0,0000	0,0606

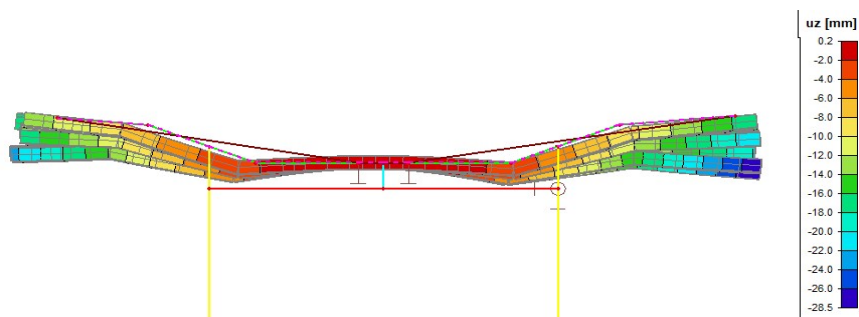
Využití (%): **32,35****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B105	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/6	-23,79		1,12	9,09	-1,37	0,41
2	B102	CS7 - SHS200/20...	1,340	MSU/6	-22,85		1,07	-9,17	1,00	1,46
3	B125	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/6	-17,93		-0,43	6,99	2,37	2,73
4	B103	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/10	-12,92		2,29	1,43	-0,66	16,15
5	B123	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/6	-11,95		-6,46	-0,81	0,16	9,45
6	B93	CS7 - SHS200/20...	0,330	MSU/3	-9,83		-4,98	-3,87	-0,77	15,60
7	B97	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/5	-3,74		-1,69	1,76	-5,17	-2,11
8	B93	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/12	-2,19		0,86	1,27	-0,75	-13,57
9	B89	CS7 - SHS200/20...	0,000	MSU/6	-0,94		-1,10	-1,33	4,52	2,30
10	B97	CS7 - SHS200/20...	1,526	MSU/11	-0,30		3,73	-1,78	-0,17	0,31
11	B150	CS7 - SHS200/20...	0,858	MSU/13	2,91		0,10	-0,21	0,14	-0,49



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: konzole $L = 4250$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$
 $= 2 \cdot 4250 / 250 = 34$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 28,5$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$

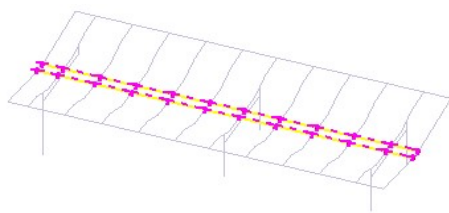
$28,5 / 34 \leq 1,00$

$0,8382 \leq 1,00$

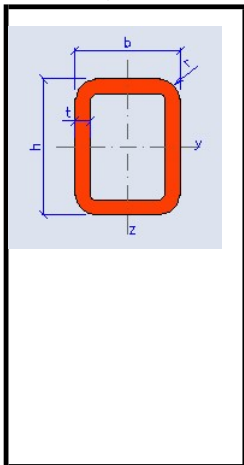
Využití (%): 83,82

Vyhovuje

Posouzení vnitřního podélného nosníka - SHS 250x250x8



Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I_y	=	7,46E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	5,96E+05	mm ³
t_f	=	8	mm	$W_{y,pl}$	=	6,90E+05	mm ³
t_w	=	8	mm	i_y	=	99	mm
r_1	=	8	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	8	mm	I_z	=	7,46E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	5,96E+05	mm ³
h_w	=	234	mm	$W_{z,pl}$	=	6,90E+05	mm ³
A_L	=	0,979	m ² m ⁻¹	i_z	=	9,90E+01	mm
A	=	7680	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,15E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

c	=	234	mm
t	=	8	mm
c/t			
$= 234/8$	=	29,25	-
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$			
$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
c/t	≤	83	ε
29,25	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$$

$$= 0 / 1804,8 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00 Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 37,34 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

Posudek:	$\frac{N_{Ed,tah}}{N_{c,Rd}} = 37,34/1804,8$	=	0,0207	-		
	$\frac{N_{Ed,tah}}{N_{c,Rd}} \leq 1,00$	≤	1,00			
	0,0207	≤	1,00		Využití (%): 2,07	Vyhovuje
Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)						
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	94,31	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$\frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}}$					
	$= 94,31/162,03$	=	0,5820	-		
	$\frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}} \leq 1,00$	≤	1,00			
	0,5820	≤	1,00		Využití (%): 58,20	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	1,97	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$\frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}}$					
	$= 1,97/162,03$	=	0,0122	-		
	$\frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}} \leq 1,00$	≤	1,00			
	0,0122	≤	1,00		Využití (%): 1,22	Vyhovuje
Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)						
	$V_{Ed,max}$	=	53,45	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 234 \cdot 8$	=	3744	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((3744 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	507,98	kN		
Posudek:	$\frac{V_{Ed,max}}{V_{pl,Rd}}$					
	$= 53,45/3744$	=	0,1052	-		
	$\frac{V_{Ed,max}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,00$	≤	1,00			
	0,1052	≤	1,00		Využití (%): 10,52	Vyhovuje
Kroucení:						
Prvek není namáhán kroutícím momentem						
Ohyb a smyk:						
	$V_{pl,Rd}$	=	507,98	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	53,45	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 507,98$	=	253,99	kN		
	$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\text{když } 53,45 \leq 253,99 \rho = 0$					
	$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 53,45) / 507,98 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	94,31	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 94,31 / 162,03$	=	0,5820	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,5820	≤	1,00		Využití (%): 58,20	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	1,97	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 1,97 / 162,03$	=	0,0122	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0122	≤	1,00		Využití (%): 1,22	Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	37,34	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	1804,8	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 37,34 / 1804,8$	=	0,0207	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$					
	$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680)$	=	0,4792	-		
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$					
	$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680)$	=	0,4792	-		
Moment v ose y-y:						
Odolnost:	$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$					
	$= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0207) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325)$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$					
	$= 94,31 / 162,03$	=	0,5820	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00			
	0,5820	≤	1,00		Využití (%): 58,20	Vyhovuje
Moment v ose z-z:						
Odolnost:	$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f)$ ale $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$					
	$= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0207) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325)$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$					
	$= 1,97 / 162,03$	=	0,0122	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00			
	0,0122	≤	1,00		Využití (%): 1,22	Vyhovuje
Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:						
	$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$					
	$= \min(1804,8; 1804,8)$	=	1804,8	kN		
	$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$					
	$= \min(162,03; 162,03; 162,03)$	=	162,03	kN		
	$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$					
	$= \min(162,03; 162,03; 162,03)$	=	162,03	kN		
Posudek:						
	$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$	≤	1,00			
	$= 37,34 / 1804,8 + 94,31 / 162,03 + 1,97 / 162,03$	≤	1,00			
	0,6149	≤	1,00		Využití (%): 61,49	Vyhovuje
Vzpěrná únosnost prutů:						
Rovina y-y						
Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-	
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-	

Délka prutu:	L	=	10000	mm		
	$L_{cr,y} = \theta \cdot L$					
	$= 1 \cdot 10000$	=	10000	mm		
Štíhlost:	$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$					
	$= 93,9 \cdot 1$	=	93,9	-		
Poměrná štíhlost:	$\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$					
	$= (10000 / 99) \cdot (1 / 93,9)$	=	1,08	-		
	$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$					
	$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,08 - 0,2) + 1,08^2)$	=	1,29	-		
Součinitel vzpěrnosti:	$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$					
	$= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,08^2})$	=	0,50	-		
Odolnost:	$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$					
	$= 0,5 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	897,56	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$					
	$= 37,34 / 897,56$	=	0,0416	-		
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq$		1,00			
	0,0416	\leq	1,00		Využití (%): 4,16	Vyhovuje
Rovina z-z						
Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-	
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-	
Délka prutu:	L	=	10000	mm		
	$L_{cr,z} = \theta \cdot L$					
	$= 1 \cdot 10000$	=	10000	mm		
Štíhlost:	$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$					
	$= 93,9 \cdot 1$	=	93,9	-		
Poměrná štíhlost:	$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$					
	$= (10000 / 99) \cdot (1 / 93,9)$	=	1,08	-		
	$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$					
	$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,08 - 0,2) + 1,08^2)$	=	1,29	-		
Součinitel vzpěrnosti:	$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z})$					
	$= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,08^2})$	=	0,50	-		
Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$					
	$= 0,5 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	897,56	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$					
	$= 37,34 / 897,56$	=	0,0416	-		
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq$		1,00			
	0,0416	\leq	1,00		Využití (%): 4,16	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu**Odolnosti:**

$N_{Rd,y}$	=	897,56	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,08	-
$N_{Rd,z}$	=	897,56	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,08	-
$M_{y,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	C_{my}	=	0,478	-
	$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_{yy} - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 0,478 \cdot (1 + (1,08 - 0,2) \cdot 37,34 / 897,56)$			
	$\leq 0,478 \cdot (1 + 0,8 \cdot 37,34 / 897,56)$	=	0,49	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 0,49$	=	0,30	-
Určení k_{zz}	C_{mz}	=	0,4	-
	$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_{zz} - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 1,08 - 0,6) \cdot 37,34 / 897,56)$			
	$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 37,34 / 897,56)$	=	0,42	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 0,42$	=	0,25	-

Posudek:

Podmínka 1

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 37,34 / 897,56 + 0,49 \cdot 94,31 / 162,03 + 0,25 \cdot 1,97 / 162,03 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,3322} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **33,22****Vyhovuje**

Podmínka 2

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 37,34 / 897,56 + 0,3 \cdot 94,31 / 162,03 + 0,42 \cdot 1,97 / 162,03 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,2192} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **21,92****Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	37,34	kN
$M_{y,Ed}$	=	94,31	kNm
$M_{z,Ed}$	=	1,97	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,76	kN
$V_{z,Ed}$	=	52,69	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,6149	0,3322	0,2192	0,1052

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

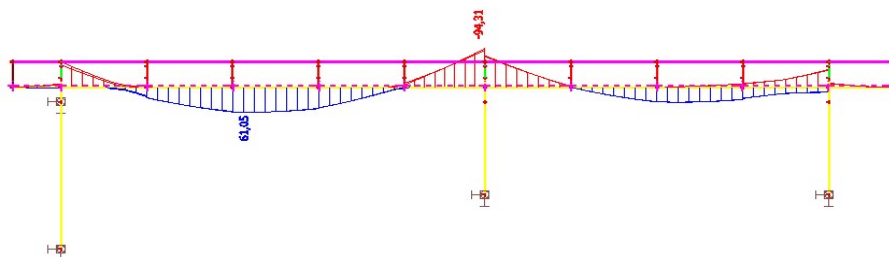
$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,6149	0,3322	0,2192	0,1052
MSU 2	0,5200	0,3047	0,2439	0,1068
MSU 3	0,3466	0,1600	0,0990	0,0904
MSU 4	0,4673	0,2920	0,2535	0,0856
MSU 5	0,4636	0,2896	0,2519	0,0849
MSU 6	0,1657	0,0448	0,0465	0,0363
MSU 7	0,1640	0,0439	0,0460	0,0357
MSU 8	0,0599	0,0583	0,0525	0,0816
MSU 9	0,0019	0,0005	0,0007	0,0225
MSU 10	0,3813	0,1856	0,1137	0,0038
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,6149	0,3322	0,2535	0,1068

Využití (%): 61,49

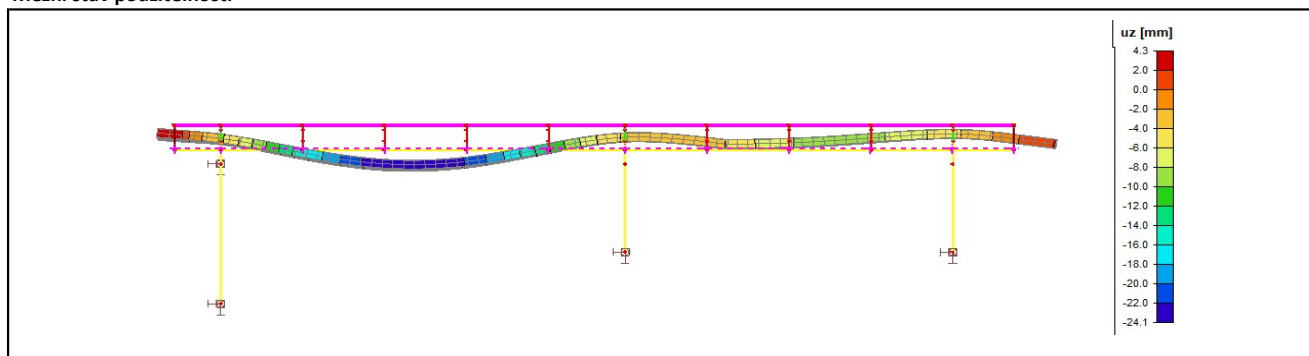
Vyhovuje

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B76	CS3 - SHS250/25...	1,865	MSU/4	-94,31	-37,34	-52,69	-6,99	0,76	1,97
2	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/4	-61,89	-75,41	45,20	4,34	-9,06	15,59
3	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/6	-53,29	10,87	44,21	8,26	1,70	-1,89
4	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/1	-47,46	-95,66	31,79	2,08	-11,68	19,67
5	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/9	-46,89	-95,15	31,57	4,33	-11,54	19,69
6	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/2	-8,94	61,20	10,77	3,24	7,66	-12,41
7	B68	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/8	-8,64	61,00	10,51	2,43	7,64	-12,45
8	B76	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/5	-5,53	-35,84	-40,84	-9,00	0,59	0,95
9	B87	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/3	0,02	0,22	-2,15	-0,48	9,27	-0,27
10	B71	CS3 - SHS250/25...	0,250	MSU/7	61,05	-3,89	-0,56	0,74	1,36	-0,39



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku:

L = 8000 mm

Maximální dovolený průhyb:

L / 250

Hodnota limitního průhybu:

$$\delta_{lim} = L / 250 = 8000 / 250 = 32 \text{ mm}$$

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

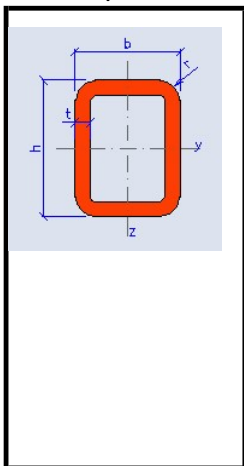
	δ	=	24,1	mm
Posudek:	δ / δ_{lim}	≤	1,00	
	24,1 / 32	≤	1,00	
	0,7531	≤	1,00	

Využití (%): 75,31

Vyhovuje

Posouzení příčného nosníka mezi sloupami - RHS300x250x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	300	mm	I_y	=	9,19E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	6,13E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	7,12E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	117	mm
r_1	=	9	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	9	mm	I_z	=	6,95E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	5,56E+05	mm ³
h_w	=	282	mm	$W_{z,pl}$	=	6,29E+05	mm ³
A_L	=	1,08	m ² m ⁻¹	i_z	=	102,00	mm
A	=	6730,00	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,21E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	282	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t	=	44,76	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$	=	1,00	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	44,76	≤	83	

→

Třída průřezu:

1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$	=	1581,55	kN
	$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1581,55	kN

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	=	0,0000	-		
	$= 0 / 1581,55$	=	0,0000	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
	0,0000	≤	1,00			
Tlak:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)					
	$N_{Ed,tlak}$	=	29,27	kN		
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$					
	$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1581,55	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$					
	$= 29,27 / 1581,55$	=	0,0185	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 1,85	Vyhovuje
	0,0185	≤	1,00			
Ohybový moment:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)					
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	21,25	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	167,32	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 21,25 / 167,32$	=	0,1270	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 12,70	Vyhovuje
	0,1270	≤	1,00			
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	33,22	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	147,82	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 33,22 / 147,82$	=	0,2247	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 22,47	Vyhovuje
	0,2247	≤	1,00			
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)					
	$V_{Ed,max}$	=	37,39	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 282 \cdot 6,3$	=	3553,2	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((3553,2 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	482,09	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 37,39 / 3553,2$	=	0,0776	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 7,76	Vyhovuje
	0,0776	≤	1,00			
Kroucení:						
	Prvek není namáhán kroutícím momentem					
Ohyb a smyk:						
	$V_{pl,Rd}$	=	482,09	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	37,39	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 482,09$	=	241,04	kN		

		$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$			
		$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$			
		když $37,39 \leq 241,04$ $\rho = 0$			
		$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 37,39) / 482,09 - 1)^2$	=	0,0000	-
		$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$			
		= $(1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²
Moment v ose y-y:		$M_{y,Ed,max}$	=	21,25	kNm
Odolnost:		$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
		= $(235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	167,32	kNm
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$			
		= $21,25 / 167,32$	=	0,1270	-
		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00	Využití (%): 12,70
		0,1270	≤	1,00	
Moment v ose z-z:		$M_{z,Ed,max}$	=	33,22	kNm
Odolnost:		$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
		= $(235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	147,82	kNm
Posudek:		$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$			
		= $33,22 / 147,82$	=	0,2247	-
		$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00	Využití (%): 22,47
		0,2247	≤	1,00	
					Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:		$N_{Ed,max}$	=	29,27	kN
		$N_{pl,Rd}$	=	1581,55	kN
		$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$			
		= $29,27 / 1581,55$	=	0,0185	-
		$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$			
		= $\min(0,5; (6730 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6730)$	=	0,5000	-
		$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$			
		= $\min(0,5; (6730 - 2 \cdot 300 \cdot 6,3) / 6730)$	=	0,4383	-
Moment v ose y-y:					
Odolnost:		$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$			
		= $\min(167,32 \cdot (1 - 0,0185) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 167,32)$	=	167,32	kNm
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$			
		= $21,25 / 167,32$	=	0,1270	-
		$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00	Využití (%): 12,70
		0,1270	≤	1,00	
					Vyhovuje
Moment v ose z-z:					
Odolnost:		$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f)$ ale $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$			
		= $\min(147,815 \cdot (1 - 0,0185) / (1 - 0,5 \cdot 0,4383); 147,815)$	=	147,82	kNm
Posudek:		$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$			
		= $33,22 / 147,82$	=	0,2247	-
		$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00	Využití (%): 22,47
		0,2247	≤	1,00	
					Vyhovuje
Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:					
		$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$			
		= $\min(1581,55; 1581,55)$	=	1581,55	kN

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(167,32 ; 167,32 ; 167,32) = 167,32 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(147,82 ; 147,82 ; 147,82) = 147,82 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 29,27 / 1581,55 + 21,25 / 167,32 + 33,22 / 147,82 \leq 1,00$$

$$0,3702 \leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): } 37,02 \quad \text{Vyhovuje}$$

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	29,27	kN
$M_{y,Ed}$	=	21,25	kNm
$M_{z,Ed}$	=	33,22	kNm
$V_{y,Ed}$	=	20,9	kN
$V_{z,Ed}$	=	16,49	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3702			0,0776

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

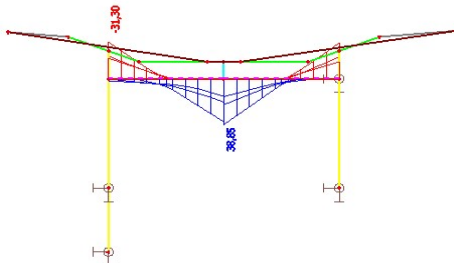
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,2471			0,0763
MSU 2	0,2172			0,0712
MSU 3	0,2308			0,0687
MSU 4	0,2231			0,0804
MSU 5	0,1501			0,0524
MSU 6	0,1503			0,0505
MSU 7	0,1109			0,0110
MSU 8	0,2547			0,0552
MSU 9	0,2923			0,0624
MSU 10	0,3702			0,0776
MSU 11	0,2830			0,0684
MSU 12				
Rozhodující	0,3702	0,0000	0,0000	0,0804

Využití (%): 37,02 Vyhovuje

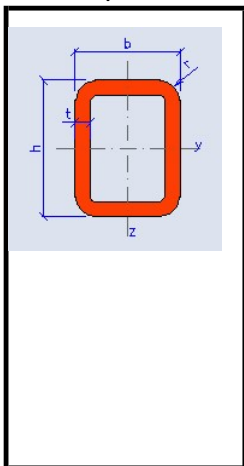
	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B49	CS5 - RHS300/2...	2,280	MSU/4	-31,30	-41,82	-29,32	6,44	7,45	4,96
2	B50	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/6	-30,70	-28,35	31,18	-4,12	-3,16	2,34
3	B50	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/10	-27,34	-43,31	26,09	-7,08	-7,03	5,92
4	B35	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/4	-17,89	-29,27	17,84	17,71	20,90	-14,44
5	B35	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/7	-14,45	-13,36	15,40	24,09	9,85	-8,18
6	B65	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/1	-11,48	-23,93	10,60	-9,95	-13,73	9,84
7	B34	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/11	11,01	33,20	-4,65	-3,44	0,66	-3,57
8	B64	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/1	13,88	-33,77	-13,12	8,18	13,48	-22,23
9	B34	CS5 - RHS300/2...	0,000	MSU/4	19,82	-29,46	-16,54	-12,86	-13,55	22,94
10	B35	CS5 - RHS300/2...	2,280	MSU/4	21,25	-29,27	16,49	17,71	20,90	33,22
11	B50	CS5 - RHS300/2...	2,280	MSU/6	38,85	-28,35	29,83	-4,12	-3,16	-4,86



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - malé - RHS250x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I _y	=	7,46E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W _y	=	5,96E+05	mm ³
t _f	=	8	mm	W _{y,pl}	=	6,90E+05	mm ³
t _w	=	8	mm	i _y	=	99	mm
r ₁	=	8	mm	S _y	=		mm ³
r ₂	=	8	mm	I _z	=	7,46E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	5,96E+05	mm ³
h _w	=	234	mm	W _{z,pl}	=	6,90E+05	mm ³
A _L	=	0,979	m ² m ⁻¹	i _z	=	9,90E+01	mm
A	=	7680	mm ²	S _z	=		mm ³
				I _t	=	1,15E+08	mm ⁴
				C _t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f _y	=	235	N/mm ²	f _u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Y_{M0} = 1,00 -

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Y_{M1} = 1,00 -

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

Y_{M2} = 1,25 -

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	234	mm
	t	=	8	mm
	c/t	=	29,25	-
	ε = √(235/f _y)	=	1,00	-
	ε = √(235/235)	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	29,25	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

		$N_{Ed,tah}$	=	0	kN		
Odolnost:		$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$					
		$= (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1804,8	kN		
Posudek:		$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$					
		$= 0 / 1804,8$	=	0,0000	-		
		$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00			
		0,0000	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
Tlak:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)						
		$N_{Ed,tlak}$	=	63,55	kN		
Odolnost:		$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$					
		$= (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1804,8	kN		
Posudek:		$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$					
		$= 63,55 / 1804,8$	=	0,0352	-		
		$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00			
		0,0352	≤	1,00		Využití (%): 3,52	Vyhovuje
Ohybový moment:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)						
Moment v ose y-y:		$M_{y,Ed,max}$	=	72,26	kNm		
Odolnost:		$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
		$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
		$= 72,26 / 162,03$	=	0,4460	-		
		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
		0,4460	≤	1,00		Využití (%): 44,60	Vyhovuje
Moment v ose z-z:		$M_{z,Ed,max}$	=	0	kNm		
Odolnost:		$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
		$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
		$= 0 / 162,03$	=	0,0000	-		
		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
		0,0000	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)						
		$V_{Ed,max}$	=	41,68	kN		
Smyková plocha:		$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
		$= 2 \cdot 234 \cdot 8$	=	3744	mm ²		
Odolnost:		$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
		$= ((3744 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000)$	=	507,98	kN		
Posudek:		$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
		$= 41,68 / 507,98$	=	0,0821	-		
		$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
		0,0821	≤	1,00		Využití (%): 8,21	Vyhovuje
Kroucení:							
	Prvek není namáhán kroutícím momentem						

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 507,98 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 41,68 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ & = 0,5 \cdot 507,98 = 253,99 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 41,68 \leq 253,99 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 41,68) / 507,98 - 1)^2 = 0,0000 \quad -$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 72,26 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ &= 72,26 / 162,03 = 0,4460 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,4460 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 44,60 **Vyhovuje****Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 0 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ &= 0 / 162,03 = 0,0000 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0000 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 0,00 **Vyhovuje****Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:**

$$N_{Ed,max} = 63,55 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 1804,8 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 63,55 / 1804,8 = 0,0352 \quad - \end{aligned}$$

$$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$$

$$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680) = 0,4792 \quad -$$

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680) = 0,4792 \quad -$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0352) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ &= 72,26 / 162,03 = 0,4460 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,4460 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 44,60 **Vyhovuje****Moment v ose z-z:****Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0352) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ &= 0 / 162,03 = 0,0000 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0000 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 0,00 **Vyhovuje**

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(1804,8 ; 1804,8) = \mathbf{1804,8} \quad \text{kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(162,03 ; 162,03 ; 162,03) = \mathbf{162,03} \quad \text{kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(162,03 ; 162,03 ; 162,03) = \mathbf{162,03} \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq \mathbf{1,00} \\
 = 63,55 / 1804,8 + 72,26 / 162,03 + 0 / 162,03 &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,4812} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **48,12** **Vyhovuje**

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení : **vetknutí - vo** $\beta = \mathbf{2}$ -

Křivka vzpěru: **b** $\alpha = \mathbf{0,34}$ -

Délka prutu: $L = \mathbf{5890}$ mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 2 \cdot 5890 = \mathbf{11780} \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} \quad -$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$= (11780 / 99) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{1,27} \quad -$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) = 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,27 - 0,2) + 1,27^2) = \mathbf{1,48} \quad -$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\
 &= 1 / (1,48 + \sqrt{1,48^2 - 1,27^2}) = \mathbf{0,44} \quad -
 \end{aligned}$$

Odolnost: $N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$

$$= 0,44 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = \mathbf{799,56} \quad \text{kN}$$

Posudek: $N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$

$$= 63,55 / 799,56 = \mathbf{0,0795} \quad -$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,0795} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **7,95** **Vyhovuje**

Rovina z-z

Uložení : **vetknutí - klc** $\beta = \mathbf{0,7}$ -

Křivka vzpěru: **c** $\alpha = \mathbf{0,49}$ -

Délka prutu: $L = \mathbf{5890}$ mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,z} &= \beta \cdot L \\
 &= 0,7 \cdot 5890 = \mathbf{4123} \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} \quad -$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$= (4123 / 99) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{0,44} \quad -$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,44 - 0,2) + 0,44^2) = \mathbf{0,66} \quad -$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\
 &= 1 / (0,66 + \sqrt{0,66^2 - 0,44^2}) = \mathbf{0,87} \quad -
 \end{aligned}$$

Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$				
	$= 0,87 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	1577,48	kN	
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$				
	$= 63,55 / 1577,48$	=	0,0403	-	
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq$		1,00		
	0,0403	\leq	1,00		
				Využití (%): 4,03	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	799,56	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,27	-
$N_{Rd,z}$	=	1577,48	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,44	-
$M_{y,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	c_{my}	=	0,473	-
	$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 0,473 \cdot (1 + (1,27 - 0,2) \cdot 63,55 / 799,56)$			
	$\leq 0,473 \cdot (1 + 0,8 \cdot 63,55 / 799,56)$	=	0,50	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 0,5$	=	0,30	-
Určení k_{zz}	c_{mz}	=	0,4	-
	$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 0,44 - 0,6) \cdot 63,55 / 1577,48)$			
	$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 63,55 / 1577,48)$	=	0,40	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 0,4$	=	0,24	-

Posudek:

Podmínka 1

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 63,55 / 799,56 + 0,5 \cdot 72,26 / 162,03 + 0,24 \cdot 0 / 162,03 \leq 1,00$$

$$\mathbf{0,3038} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **30,38** **Vyhovuje**

Podmínka 2

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 63,55 / 1577,48 + 0,3 \cdot 72,26 / 162,03 + 0,4 \cdot 0 / 162,03 \leq 1,00$$

$$\mathbf{0,1749} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **17,49** **Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	63,55	kN
$M_{y,Ed}$	=	72,26	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0	kNm
$V_{y,Ed}$	=	2,67	kN
$V_{z,Ed}$	=	39,01	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,4812	0,3038	0,1749	0,0821

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

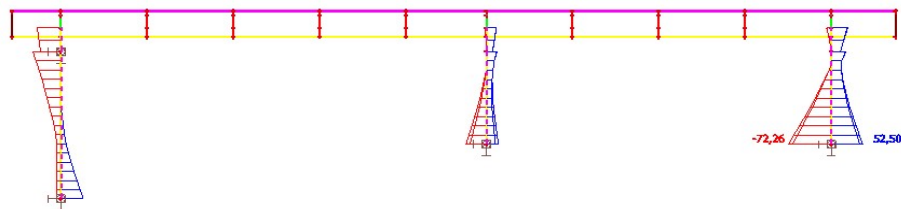
$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,4812	0,3038	0,1749	0,0821
MSU 2	0,2940	0,2123	0,1293	0,0686
MSU 3	0,0811	0,0250	0,0296	0,0619
MSU 4	0,1024	0,2161	0,1100	0,0133
MSU 5	0,2511	0,2180	0,1485	0,1011
MSU 6	0,2023	0,1942	0,1231	0,0868
MSU 7	0,1621	0,1432	0,0851	0,0996
MSU 8	0,3791	0,2547	0,1942	0,0862
MSU 9	0,4569	0,2883	0,2312	0,1009
MSU 10	0,3386	0,1902	0,1111	0,0454
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,4812	0,3038	0,2312	0,1011

Využití (%): 48,12

Vyhovuje

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]	
1	B66	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/1	-72,26		-63,55	39,01	-3,04	-2,67	0,00
2	B33	CS3 - SHS250/25...	3,788	MSU/4	-34,04		-76,09	-8,75	7,06	-26,12	-6,77
3	B63	CS3 - SHS250/25...	3,000	MSU/12	-3,85		0,16	-7,69	0,00	23,75	9,27
4	B51	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/6	1,44		-168,85	4,86	-0,87	-1,89	0,00
5	B51	CS3 - SHS250/25...	2,388	MSU/10	9,45		-125,29	11,13	4,89	40,23	19,99
6	B48	CS3 - SHS250/25...	2,388	MSU/13	10,24		-113,73	9,24	-2,42	-34,87	-12,33
7	B63	CS3 - SHS250/25...	2,388	MSU/4	15,31		-70,75	18,37	-4,24	-32,21	-4,60
8	B48	CS3 - SHS250/25...	3,000	MSU/4	16,53		-119,09	9,53	-2,55	-34,26	-34,20
9	B51	CS3 - SHS250/25...	3,000	MSU/5	16,89		-130,90	11,44	5,05	39,79	45,39
10	B66	CS3 - SHS250/25...	0,000	MSU/2	52,50		-26,32	-22,67	1,75	0,41	0,00



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

5.9 Posouzení základů

Vstupní data

Projekt

Akce : 2021/13 Rekonstrukce ŽST Turnov
Část : Nástupiště N1a - patka
Datum : 11.11.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

F6/CL

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul : $E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 1,30 \text{ m}$
Hloubka základové spáry $d = 1,30 \text{ m}$
Tloušťka základu $t = 0,70 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu
Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 1,25 \text{ m}$
Šířka patky $y = 1,25 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,25 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,25 \text{ m}$

Objem patky = $1,09 \text{ m}^3$
Objem výkopu = $2,03 \text{ m}^3$
Objem zasypu = $0,90 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 25/30

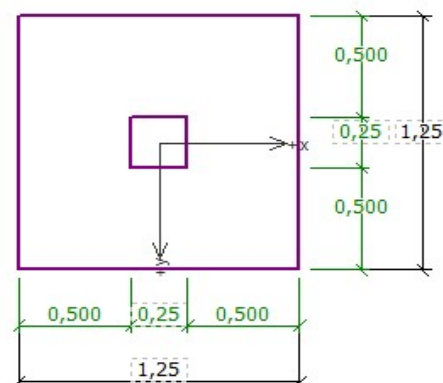
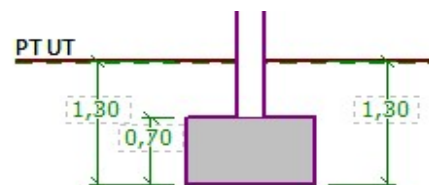
Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500



Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$



Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 ... 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 ... ∞	F6/CL	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	96,56	0,00	-37,58	22,30	3,34
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	77,98	0,00	-18,88	15,56	-1,58
3	Ano		Zatížení č. 3	Návrhové	59,05	0,00	-5,37	8,32	-3,42
4	Ano		Zatížení č. 4	Návrhové	49,33	0,00	-12,60	8,51	0,96
5	Ano		Zatížení č. 5	Návrhové	31,86	0,00	-22,81	10,27	5,44
6	Ano		Zatížení č. 6	Návrhové	22,91	0,00	-13,99	6,39	3,52
7	Ano		Zatížení č. 7	Návrhové	19,78	0,00	7,04	-0,06	-3,20
8	Ano		Zatížení č. 8	Návrhové	10,97	0,00	2,27	1,28	-1,42
9	Ano		Zatížení č. 9	Užitné	72,95	0,00	-27,24	16,35	2,40
10	Ano		Zatížení č. 10	Užitné	60,56	0,00	-14,77	11,85	-0,88
11	Ano		Zatížení č. 11	Užitné	51,55	0,00	-6,69	7,65	-2,04
12	Ano		Zatížení č. 12	Užitné	36,54	0,00	-9,33	6,30	0,71
13	Ano		Zatížení č. 13	Užitné	29,82	0,00	-17,39	8,33	3,80
14	Ano		Zatížení č. 14	Užitné	27,46	0,00	-12,44	6,36	2,58
15	Ano		Zatížení č. 15	Užitné	25,37	0,00	1,58	2,06	-1,90
16	Ano		Zatížení č. 16	Užitné	19,49	0,00	-1,60	2,96	-0,71

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čis. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 25,16$ kNSpočtená tíha nadloží $Z = 18,00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 1,74$ mDosah smykové plochy $l_{sp} = 4,93$ mVýpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 363,33$ kPaExtrémní kontaktní napětí $\sigma = 235,06$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,320 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,041 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,322 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

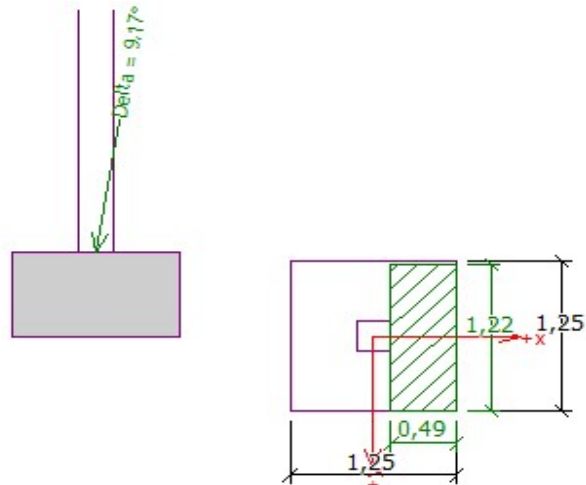
Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 9,57$ kNHorizontální únosnost základu $R_{dh} = 76,05$ kNExtrémní horizontální síla $H = 22,55$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE



Posouzení čís. 1**Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 25,16$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 18,00$ kN

Výpočet proveden za vyloučení tahu.

Rozměry patky po vyloučení tažených okrajů:

Délka patky (x) = 0,88 m

Šířka patky (y) = 1,25 m

Sednutí středu hrany $x - 1 = 6,2$ mm

Sednutí středu hrany $x - 2 = 5,8$ mm

Sednutí středu hrany $y - 1 = 11,0$ mm

Sednutí středu hrany $y - 2 = 2,4$ mm

Sednutí středu základu = 11,2 mm

Sednutí charakterist. bodu = 7,3 mm

(1-hrانا max.tlačená; 2-hrانا min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky**Tuhost základu:**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 2,47$ MPa

Základ je ve směru délky tuhý ($k=2201,12$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=2201,12$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,267 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,029 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,267 < 0,333$

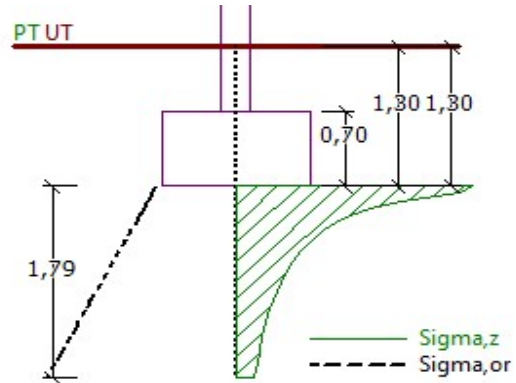
Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 7,3 mm

Hloubka deformační zóny = 1,79 m

Natočení ve směru $x = 6,880$ (\tan^*1000); ($3,9E-01$ °)

Natočení ve směru $y = 0,496$ (\tan^*1000); ($2,8E-02$ °)

**Dimenzace čís. 1**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

10 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 1,25 m

Výška průřezu = 0,70 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,40 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,08$ m $< 0,39$ m = x_{max}

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 815,75$ kNm $> 30,19$ kNm = M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení podélné výztuže základu ve směru y**

10 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 1,25 m

Výška průřezu = 0,70 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,40 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,08$ m $< 0,39$ m = x_{max}

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 815,75$ kNm $> 12,13$ kNm = M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení základu na protlačení**

Normálová síla v sloupu = 96,56 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roztnášením do zákl. půdy = 3,86 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 92,70 kN

Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 1,00$ m

Smykové napětí na obvodu sloupu $V_{Ed,max} = 0,53$ MPa

Únosnost na obvodu sloupu $V_{Rd,max} = 3,60$ MPa

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roztnášením do zákl. půdy = 42,59 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 53,97 kN

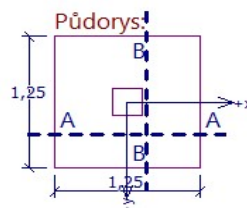
Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,32 m

Délka průřezu $u = 2,98$ m

Smykové napětí na průřezu $V_{Ed} = 0,07$ MPa

Únosnost nevyztuženého průřezu $V_{Rd,c} = 1,56$ MPa

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE**Protlačení - krit. průřez:**

kontrolované průřezy

Řez A-A:**Řez B-B:**

Obsah

- 1 Identifikační údaje
 - 1.1 Identifikační údaje
 - 1.2 Základné údaje o konstrukci
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1 Návrhové normy a reference
 - 2.2 Podklady
 - 2.3 Použitý software
3. Geometria konstrukce
4. Materiály
 - 4.1 Ocelové prvky
 - 4.2 Beton
 - 4.3 Výstuž
 - 4.4 Základové podmínky
5. Statický výpočet konstrukce
 - 5.1 Výpočtový model
 - 5.2 Přehlad zatížení
 - 5.3 Zatížení
 - 5.4 Kombinace zatížení
 - 5.5 Součinitele zatížení
 - 5.6 Mezní stav únosnosti
 - 5.7 Mezní stav použitelnosti
 - 5.8 Posouzení konstrukce

1 Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje

Název akce:	2021-13 Turnov DUR
Název objektu:	Zastrešení nástupiště N2
Reálné staničení:	km 123,98
Obec:	Turnov [577626]
Kraj:	Liberecký
Katastrální území:	Turnov [771601]
Druh stavby:	Novostavba
Vlastník:	SŽ
Správce:	Správa železnic, státní organizace Oblastní ředitelství Hradec Králové U Fotochemy 259 501 01 Hradec Králové
Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1
Dodávatel dokumentace:	PROJEKT servis spol. s.r.o. U Elektry 830/2b 198 00 Praha 9 - Hloubětín
Hlavní inženýr projektu:	
Projektant:	Ing. Matej Potančok
Odpovědný projektant:	Ing. Martin Koudelka
Trať:	
Traťový úsek:	1051F1 - žst. Turnov
Definiční úsek:	1051F1 - žst. Turnov



Druh dokumentace: DUR

1.2 Základné údaje o konstrukci

Popis navrhovaného řešení:

Konstrukce je navržena dle vzorového listu Ž13. Konstrukce zastrešení je ocelové kotvené do patek a zídek podchodu. Konstrukce zahrnuje také návrh 3 sloupu, které budou současně sloužit jako podpora pro zastrešení a také jako podpora pro trakční vedení.

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy / Reference	Název / Popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

2.2 Podklady

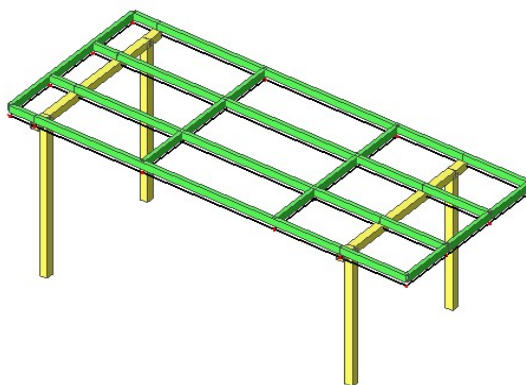
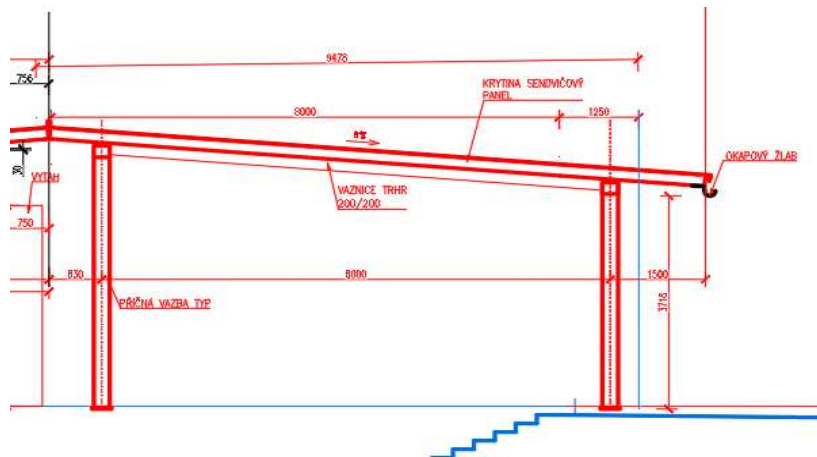
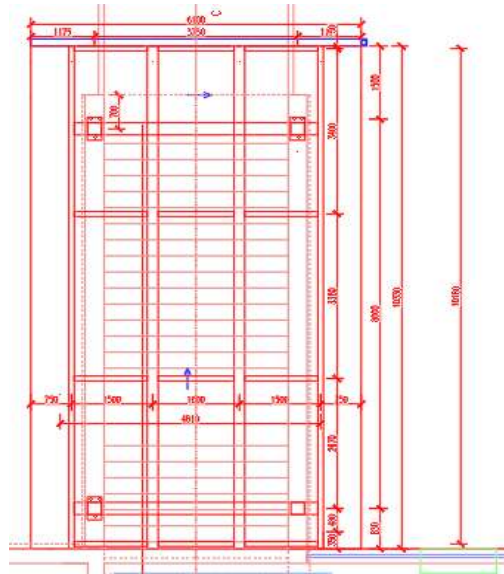
Výkresy / Zprávy	Název
Výkresová dokumentace	Situace objektu
E.10.02.3	Geotechnický průzkum km 61,681

2.3 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
MS Excel 2010	Posouzení nosných prvků - Microsoft Office - MS Excel 2010
SCIA Engineer 16.1	Analýza stavebních konstrukcí - SCIA Engineer 16.1
GEO 5 2020	Posouzení základových konstrukcí

3. Geometria konstrukce



4. Materiály

4.1 Ocelové prvky

	Ocel	Hmotnost	f_{yk}	γ_M	f_{yd}	E	ν
	-	kg/m ³	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Ocelové prvky	S235	7850	235	1,00	235	210000	0,30

Obecně:

Modul pružnosti ve smyku:

$$G = 81000 \text{ N/mm}^2$$

Součinitel délkové tepelné roztažnosti

$$\alpha = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00 \quad -$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00 \quad -$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (šrouby, nýty, čepy, svary, desková ložiska)

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSU)

$$\gamma_{M3} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSP)

$$\gamma_{M3,ser} = 1,10 \quad -$$

Únosnost v otlacení injektovaného šroubu

$$\gamma_{M4} = 1,10 \quad -$$

Únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů

$$\gamma_{M5} = 1,10 \quad -$$

Únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti

$$\gamma_{M6,ser} = 1,00 \quad -$$

Předpjaté vysokopevnostní šrouby

$$\gamma_{M7} = 1,10 \quad -$$

4.2 Beton

	Beton	f_{ck}	γ_c	α_{ct}	f_{cd}	E_c	ν
	-	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Základy	C25/30	25	1,5	1,00	16,67	31000	0,20

4.3 Výstuž

	Výstuž	f_{yk}	γ_s	f_{yd}	E_s
	-	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²
Základy	B500B	500	1,15	434,78	210000

4.4 Základové podmínky

Geotechnická charakteristika základových půd

V prostoru žst. Trutnov bude v podloží navážek převažovat **eolický sediment charakteru spraší a sprašových hlín**. Tento typ zemín obecně charakteru tř. **F6/CL (jíl s nízkou plasticitou) a F8/CH (jíl s vysokou plasticitou) měkké až tuhé konzistence** – ve smyslu ČSN 73 6133. Jedná se nepřilíš únosný typ zeminy, velmi náchylný ke změně svých parametrů v důsledku převlhčení. Očekávaná hodnota výpočtové **únosnosti** se v závislosti na stupni konzistence může pohybovat v intervalu **80-120 kPa**. Vhodnou úpravou těchto zemín je jejich zlepšení smísením s hydraulickým pojivem příp. směsí pojiv. Pro prokázání vhodnosti této metody je nutné v rámci podrobného geotechnického průzkumu provést počáteční zkoušky akreditovanou laboratoří (stanovení vhodné návrhové receptury na základě výsledků zkoušek poměru únosnosti CBR).

Z archivních údajů lze vyčíst velké množství údajů týkajících se mechanicko-fyzikálních parametrů daného typu zemín. Níže uvádíme vybrané hodnoty některých z nich:

Objemová tíha

$$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

Proctor Standard

$$\rho = 1833 - 1990 \text{ kg/m}^3 \quad w_{opt} = 10,0 - 14,2\%$$

Úhel vnitřního tření (efektivní)

$$\varphi_{ef} = 26-27^\circ$$

Soudržnost (efektivní)

$$c_{ef} = 10-15 \text{ kPa}$$

Oedometrický modul

$$E_{oed} = 5,3-7,4 \text{ MPa (pro zatížení 100-200 kPa)}$$

Těžitelnost

$$\text{těžitelnost (tř. 2-3, I.)}$$

$$\text{Poissonovo číslo } \nu = 0,4$$

Geotechnický profil

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

F6/CL

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$



Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul : $E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

***v dalším stupni nutno ověřit parametry zemín**

5. Statický výpočet konstrukce

5.1 Výpočtový model

Konstrukce zastržení byla zatížena vnějším zatížením dle norem. V programe SCIA Engineer 16.1 byly stanovené vnitřní síly a konstrukce byla posouzena. Následně byla navržena a posouzená základová konstrukce v programe GEO5 2020.

5.2 Přehled zatížení

1. Stále zatížení
2. Proměnné zatížení sníh
3. Proměnné zatížení - vítr
4. Proměnné zatížení - užitné
5. Proměnné zatížení - teplota

5.3 Zatížení

Stálé

Vlastní tíha - generuje program SCIA Engineer

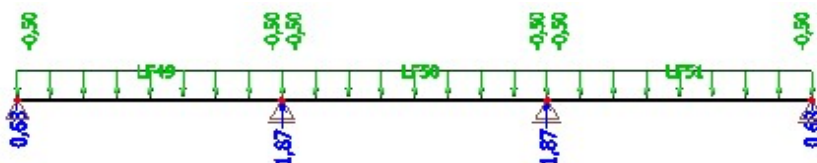
Podhled zastržení + upevnění

0,50 kN/m² uvažováno na střední pole



Střešní panel

0,20 kN/m²



Osvětlení

0,05 kN/m uvažováno na každý podélný nosník

Proměnné zatížení - sníh

Sněhová oblast:

III

Typ krajiny:

normální

Tepl. Propustnost:

> 1 W/m²K

Sklon v °:

5

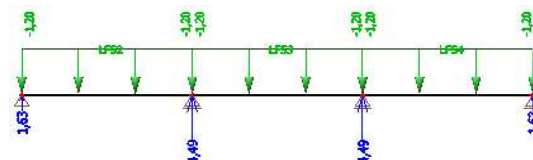
0-30

$s_k = 1,50$ kN/m²

$C_e = 1,00$ -

$C_t = 1,00$ -

$\mu = 0,80$ -



Zatížení sněhem na střeších - pro trvalé/dočasné návrhové situace

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Proměnné zatížení - vítr**Údaje o objektu:**

Výška objektu:	z	=	5,4	m
Šířka objektu:	B	=	11	m
Délka objektu:	L	=	20,5	m

Údaje o oblasti:

Větrná oblast:	II.
Kategorie terénu:	III.

Základní rychlost větru:

Součinitel směru větru:	C_{dir}	=	1,00	-	Pro ČR
Součinitel ročního období:	C_{season}	=	1,00	-	Pro ČR
Výchozí hodnota základní rychlosti větru:	$v_{b,0}$	=	25,0	m/s	

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Drsnost terénu:

Parameter drsnosti terénu:	z_0	=	0,3	-
Minimální výška:	z_{min}	=	5	m
Maximální výška:	z_{max}	=	200	m
Parametr drsnosti terénu pro oblast II:	$z_{0,II}$	=	0,05	-

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,198 \text{ -}$$

Součinitel drsnosti:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0)$$

$$c_r(z) = 0,572 \text{ -}$$

Součinitel ortografie:

$$c_0(z) = 1,00 \text{ -}$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 14,30 \text{ m/s}$$

Turbulence větru:

Součinitel turbulence:	k_l	=	1,00	-	Pro ČR
Směrodatná odchylka turbulence:					

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = 4,95 \text{ -}$$

Intenzita turbulence ve výšce z:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z / z_0))$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z_{min} / z_0))$$

$$I_v(z) = 0,35 \text{ -}$$

Maximální dynamický tlak:

Měrná hmotnost vzduchu	ρ	=	1,25	kg/m ³
------------------------	--------	---	------	-------------------

Maximální dynamický tlak ve výšce z

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 437,41 \text{ N/ms}^2$$

Základní dynamický tlak větru

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \text{ N/ms}^2$$

Součinitel expozice

$$c_e = q_p(z) / q_b = 1,12 \text{ -}$$

Tlak větru na šikmou část střechy:

	0°	180°
C_{pe}	C_{pe10}	C_{pe10}
F	-1,7	-2,3
G	-1,2	-1,3
H	-0,6	-0,8
I	0	0
J	0	0

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe}$$

Oblast	$w_{e,k}$	$w_{e,k}$
F	-0,74	-1,01
G	-0,52	-0,57
H	-0,26	-0,35
I	0,00	0,00
J	0,00	0,00

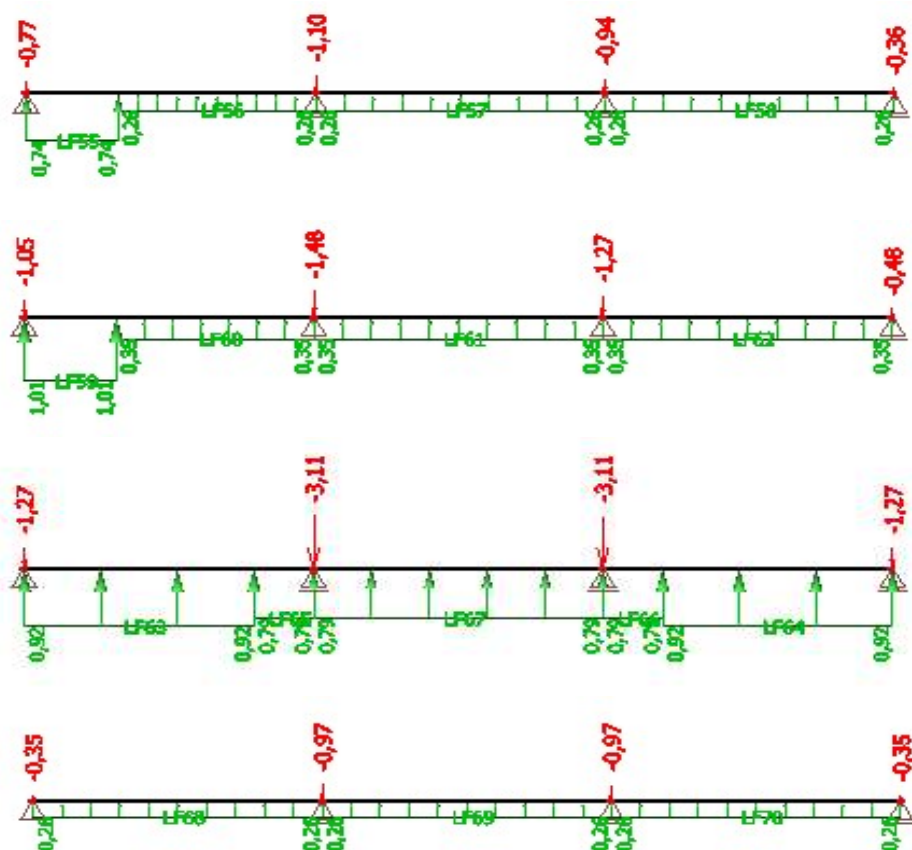
	m
e/10	1,08
e/4	2,7

90°	
C_{pe}	C_{pe10}
F	-2,1
G	-1,8
H	-0,6
I	-0,5
J	0

$$w_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe}$$

Oblast	$w_{e,k}$
F	-0,92
G	-0,79
H	-0,26
I	-0,22
J	0,00

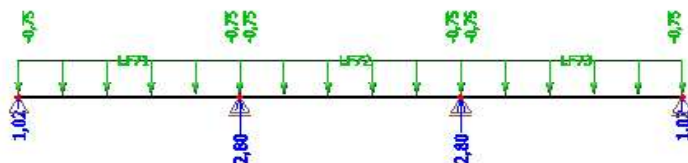
	m
e/10	1,08
e/4	2,7
e/2	5,4



Proměnné zatížení - užitné

Pochozí povrch - 75 kg/m² kategorie H

$$q_{uz,n} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$



Proměnné zatížení - doprava, vodorovné plochy v blízkosti koleje

max rychlost 100 km/h

V < 120 km/h - neřeší se

Proměnné zatížení - teplota

Údaje o konstrukci:

Typ konstrukce:

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce	Ocel
Typ.2 Ocelobetonová nosná konstrukce	Ocelobeton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový komorový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonová deska	Beton

Materiál konstrukce:

Ocel

Maximální teploty:

38,1 až 40°C**Letní období**

$$\text{Vychází teplota: } T_0 = 10 \text{ °C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{\max} = 40 \text{ °C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{e,\max} = 56 \text{ °C}$$

$$T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 46 \text{ °C}$$

Minimální teploty:

-30,1 až -32°C**Zimní období**

$$\text{Vychází teplota: } T_0 = 10 \text{ °C}$$

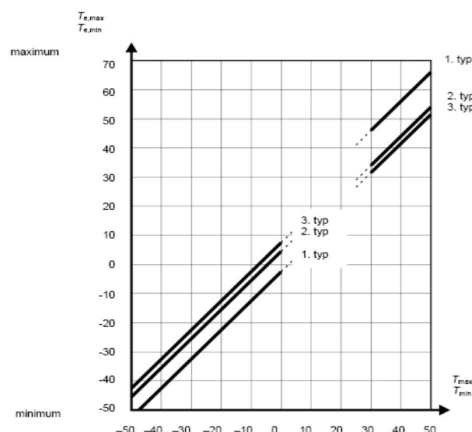
$$\text{Minimální teplota: } T_{\min} = -32 \text{ °C}$$

$$\text{Minimální teplota: } T_{e,\min} = -32 \text{ °C}$$

$$T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 42 \text{ °C}$$

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty:

$$T_N = T_{e,\max} - T_{e,\min} = 88 \text{ °C}$$



5.4 Kombinace zatížení

Informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce

Mezní stav	Kombinace zatížení
MSU (stanovené jako větší hodnota z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP častá kombinace (lokální účinky, vratné změny)	6.15b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSP kvázistála kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

5.5 Součinitele zatížení

Stále zatížení	$\gamma_{G,j,sup}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j,inf}$	1,00	příznivý účinek
Nahodilé zatížení	$\gamma_{Q,1,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1,inf}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,inf}$	0,00	příznivý účinek

Kombinace náhodilého zatížení:

Kategorie H: střechy			
	ψ_0	0,00	
	ψ_1	0,00	
	ψ_2	0,00	

Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.

Sníh:	ψ_0	0,50	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Vítr:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Teplota:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,50	
	ψ_2	0,00	

Redukční součinitel: ξ **0,85**

Zatížení sněhem	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H > 1000 m.n.m.	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.	0,5	0,2	0

5.6 Mezní stav únosnosti

Kombinace pro STR/GEO budou vytvořeny ve programe SCIA Engineer 16.1

5.7 Mezní stav použitelnosti

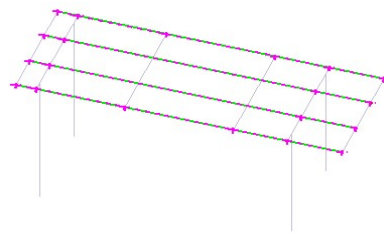
Charakteristická kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

Častá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

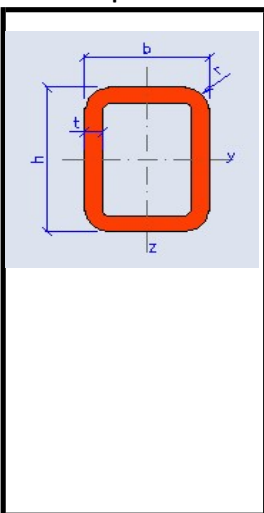
Kvázistálá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

5.8 Posouzení konstrukce

Posouzení podélného nosníka - RHS 200x100x5



Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	1,50E+07	mm ⁴
b	=	100	mm	W_y	=	1,49E+05	mm ³
t_f	=	5	mm	$W_{y,pl}$	=	1,83E+05	mm ³
t_w	=	5	mm	i_y	=	72	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	5,05E+06	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	1,01E+05	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	1,13E+05	mm ³
A_L	=	0,587	m ² m ⁻¹	i_z	=	42	mm
A	=	2870	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,20E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³
				f_u	=	360	N/mm ²
				G	=	81000	N/mm ²
				α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	188	mm
	t	=	5	mm
	c/t			
	$= 188/5$	=	37,60	-
	$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$			
	$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-

$$\begin{array}{ccc} c/t & \leq & 83 \quad \varepsilon \\ 37,60 & \leq & 83 \end{array} \rightarrow$$

Třída průřezu: **1**Výsledná třída průřezu: **1**

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \quad \text{kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost: } N_{pl,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\ &= (2870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 674,45 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek: } N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &= 0 / 674,45 = 0,0000 \quad - \\ N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0000 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,00**

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 5,64 \quad \text{kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost: } N_{c,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\ &= (2870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 674,45 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek: } N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &= 5,64 / 674,45 = 0,0084 \quad - \\ N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0084 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,84**

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 22,11 \quad \text{kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost: } M_{y,Rd} &= (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 183430 \cdot 10^{-6}) / 1 = 43,11 \quad \text{kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 22,11 / 43,11 = 0,5129 \quad - \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,5129 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **51,29**

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 0,64 \quad \text{kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost: } M_{z,Rd} &= (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 113120 \cdot 10^{-6}) / 1 = 26,58 \quad \text{kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 0,64 / 26,58 = 0,0241 \quad - \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0241 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **2,41**

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 17,96 \quad \text{kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Smyková plocha: } A_v &= 2 \cdot h_w \cdot t_w \\ &= 2 \cdot 188 \cdot 5 = 1880 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost: } V_{pl,Rd} &= A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} \\ &= ((1880 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000) = 255,07 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek: } V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &= 17,96 / 1880 = 0,0095 \quad - \\ V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0095 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **7,04**

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 255,07 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 17,96 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu: } 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ = 0,5 \cdot 255,07 = 127,54 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 17,96 \leq 127,54 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 17,96) / 255,07 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 22,11 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 183430 \cdot 10^{-6}) / 1 = 43,11 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ = 22,11 / 43,11 = 0,5129 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,5129 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 51,29

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 0,64 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 113120 \cdot 10^{-6}) / 1 = 26,58 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ = 0,64 / 26,58 = 0,0241 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0241 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 2,41

Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$N_{Ed,max} = 5,64 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 674,45 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 5,64 / 674,45 = 0,0084 \text{ -} \end{aligned}$$

$$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$$

$$= \min(0,5; (2870 - 2 \cdot 100 \cdot 5) / 2870) = 0,5000 \text{ -}$$

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (2870 - 2 \cdot 200 \cdot 5) / 2870) = 0,3031 \text{ -}$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(43,10605 \cdot (1 - 0,0084) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 43,10605) = 43,11 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ = 22,11 / 43,11 = 0,5129 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,5129 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 51,29

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(26,5832 \cdot (1 - 0,0084) / (1 - 0,5 \cdot 0,3031); 26,5832) = 26,58 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$				
	$= 0,64 / 26,58$	=	0,0241	-	
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00		
	0,0241	≤	1,00	Využití (%): 2,41	Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(674,45 ; 674,45) = \mathbf{674,45} \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(43,11 ; 43,11 ; 43,11) = \mathbf{43,11} \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(26,58 ; 26,58 ; 26,58) = \mathbf{26,58} \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$	≤	1,00		
	$= 5,64 / 674,45 + 22,11 / 43,11 + 0,64 / 26,58$	≤	1,00		
	0,5454	≤	1,00	Využití (%): 54,54	Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	8000	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 8000 = \mathbf{8000} \text{ mm}$$

Štíhlost:	$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$				
	$= 93,9 \cdot 1$	=	93,9	-	

Poměrná štíhlost:	$\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$				
	$= (8000 / 72) \cdot (1 / 93,9)$	=	1,18	-	
	$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$				
	$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,18 - 0,2) + 1,18^2)$	=	1,37	-	

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1,37 + \sqrt{1,37^2 - 1,18^2}) = \mathbf{0,49} \text{ -}$$

Odolnost:	$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$				
	$= 0,49 \cdot 2870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	328,64	kN	

Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$				
	$= 5,64 / 328,64$	=	0,0172	-	
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$	≤	1,00		
	0,0172	≤	1,00	Využití (%): 1,72	Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	3400	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 3400 = \mathbf{3400} \text{ mm}$$

Štíhlost:	$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$				
	$= 93,9 \cdot 1$	=	93,9	-	

Poměrná štíhlost:	$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$				
	$= (3400 / 42) \cdot (1 / 93,9)$	=	0,86	-	

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^z_z) = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,86 - 0,2) + 0,86^2) = 1,03$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^z_z}) = 1 / (1,03 + \sqrt{1,03^2 - 0,86^2}) = 0,62$$

Odolnost:

$$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,62 \cdot 2870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 420,37 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} = 5,64 / 420,37 = 0,0134$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0134 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,34

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	328,64	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,18	-
$N_{Rd,z}$	=	420,37	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,86	-
$M_{y,Rd}$	=	43,11	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	26,58	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy} $c_{my} = 0,781$ -

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 0,781 \cdot (1 + (1,18 - 0,2) \cdot 5,64 / 328,64)$$

$$\leq 0,781 \cdot (1 + 0,8 \cdot 5,64 / 328,64) = 0,79$$

Určení k_{zy}

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$$

$$= 0,6 \cdot 0,79 = 0,48$$

Určení k_{zz}

$$c_{mz} = 1$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 0,86 - 0,6) \cdot 5,64 / 420,37)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 5,64 / 420,37) = 1,02$$

Určení k_{yz}

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

$$= 0,6 \cdot 1,02 = 0,61$$

Posudek:

Podmínka 1

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 5,64 / 328,64 + 0,79 \cdot 22,11 / 43,11 + 0,61 \cdot 0,64 / 26,58 \leq 1,00$$

$$0,4379 \leq 1,00$$

Využití (%): 43,79

Vyhovuje

Podmínka 2

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 5,64 / 420,37 + 0,48 \cdot 22,11 / 43,11 + 1,02 \cdot 0,64 / 26,58 \leq 1,00$$

$$0,2815 \leq 1,00$$

Využití (%): 28,15

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	5,64	kN
$M_{y,Ed}$	=	22,11	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,64	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,61	kN
$V_{z,Ed}$	=	17,35	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,5454	0,4379	0,2815	0,0704

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

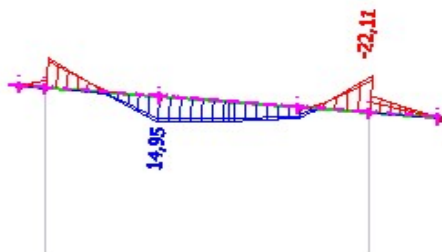
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,5454	0,4379	0,2815	0,0704
MSU 2	0,4640	0,3787	0,2395	0,0553
MSU 3	0,4221	0,3358	0,2099	0,0498
MSU 4	0,2304	0,1786	0,1088	0,0259
MSU 5	0,1256	0,0930	0,0729	0,0327
MSU 6	0,1256	0,0930	0,0729	0,0327
MSU 7	0,0371	0,0241	0,0304	0,0308
MSU 8	0,0371	0,0241	0,0304	0,0308
MSU 9	0,1058	0,0947	0,0672	0,0533
MSU 10	0,1058	0,0947	0,0672	0,0533
MSU 11	0,3565	0,2828	0,1750	0,0412
MSU 12				
Rozhodující	0,5454	0,4379	0,2815	0,0704

Využití (%): **54,54****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B15	CS3 - RHS200/1...	7.828	MSU/4	-22,11	-5,64	-17,35	0,34	0,61	0,64
2	B20	CS3 - RHS200/1...	7.828	MSU/4	-19,00	-6,80	-13,74	1,28	0,37	0,35
3	B15	CS3 - RHS200/1...	0,000	MSU/4	-17,55	-2,99	12,54	-0,36	-0,16	0,28
4	B16	CS3 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	-9,77	0,76	6,45	0,22	-0,15	0,07
5	B17	CS3 - RHS200/1...	0,632	MSU/5	-4,25	0,23	-6,16	0,49	-2,17	-0,71
6	B14	CS3 - RHS200/1...	0,632	MSU/5	-4,25	0,23	-6,16	-0,49	2,17	0,71
7	B17	CS3 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	-0,51	0,27	-5,68	0,49	-2,17	0,66
8	B14	CS3 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	-0,51	0,27	-5,68	-0,49	2,17	-0,66
9	B23	CS3 - RHS200/1...	6,145	MSU/4	3,69	-6,75	-13,22	-1,28	-0,37	0,27
10	B20	CS3 - RHS200/1...	6,145	MSU/4	3,69	-6,75	-13,22	1,28	0,37	-0,27
11	B15	CS3 - RHS200/1...	2,757	MSU/5	14,95	-2,19	10,35	-0,35	-0,16	-0,17



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Délka posudzovaného prvku:	pole 1	L	=	8000	mm
Maximální dovolený průhyb:			L /	250	
Hodnota limitního průhybu:		$\delta_{lim} = L / 250$			
		$= 8000 / 250$	=	32	mm

$$\delta = 24,3 \text{ mm}$$

δ / δ_{lim}	\leq	1,00
24,3 / 32	\leq	1,00
0,7594	\leq	1,00

Vyhovuje

A diagram of a thick-walled square cross-section. The outer square has a side length of b . The wall thickness is t . The inner square has a side length of r . The corner radius is z . The diagram shows the square centered on a coordinate system with y and z axes.

h	=	200	mm	I_y	=	1,50E+07	mm ⁴
b	=	100	mm	W_y	=	1,49E+05	mm ³
t_f	=	5	mm	$W_{y,pl}$	=	1,83E+05	mm ³
t_w	=	5	mm	i_y	=	72	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	5,05E+06	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	1,01E+05	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	1,13E+05	mm ³
A_L	=	0,587	m ² m ⁻¹	i_z	=	42	mm
A	=	2870	mm ²	S_z	=		mm ³

I_t	=	1,20E+07	mm ⁴
C_t	=		mm ³

f_y	=	235	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²
ν	=	0,3	-

f_u	=	360	N/mm ²
G	=	81000	N/mm ²
α	=	1,00E-05	K ⁻¹

$$Y_{M0} = 1,00 -$$
$$Y_{M1} = 1,00 -$$
$$Y_{M2} = 1,25 -$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	188	mm
	t	=	5	mm
	c / t			
	= 188 / 5	=	37,60	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	= $\sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c / t	≤	83	ε
	37,60	≤	83	

→

Třída průřezu: **1**Výsledná třída průřezu: **1**

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (2870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 674,45 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 674,45 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): **0,00**

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0,31 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (2870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 674,45 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 0,31 / 674,45 = 0,0005$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0005 \leq 1,00$$

Využití (%): **0,05**

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 7,6 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 183430 \cdot 10^{-6}) / 1 = 43,11 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 7,6 / 43,11 = 0,1763$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,1763 \leq 1,00$$

Využití (%): **17,63**

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 0,14 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 113120 \cdot 10^{-6}) / 1 = 26,58 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 0,14 / 26,58 = 0,0053$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0053 \leq 1,00$$

Využití (%): **0,53**

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 0 \text{ kN}$$

Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$				
	$= 2 \cdot 188 \cdot 5$	=	1880	mm ²	
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
	$= ((1880 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	255,07	kN	
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$				
	$= 0 / 1880$	=	0,0000	-	
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		
	0,0000	≤	1,00		Využití (%): 0,00 Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	255,07	kN	
	$V_{Ed,max}$	=	0	kN	
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$= 0,5 \cdot 255,07$	=	127,54	kN	
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$\text{když } 0 \leq 127,54 \rho = 0$				
	$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 0) / 255,07 - 1)^2$	=	0,0000	-	
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$				
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²	
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	7,6	kNm	
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 183430 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	43,11	kNm	
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$				
	$= 7,6 / 43,11$	=	0,1763	-	
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,1763	≤	1,00		Využití (%): 17,63 Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	0,14	kNm	
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 113120 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	26,58	kNm	
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$				
	$= 0,14 / 26,58$	=	0,0053	-	
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,0053	≤	1,00		Využití (%): 0,53 Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	0,31	kN	
	$N_{pl,Rd}$	=	674,45	kN	
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$				
	$= 0,31 / 674,45$	=	0,0005	-	
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$				
	$= \min(0,5; (2870 - 2 \cdot 100 \cdot 5) / 2870)$	=	0,5000	-	
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$				
	$= \min(0,5; (2870 - 2 \cdot 200 \cdot 5) / 2870)$	=	0,3031	-	

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(43,10605 \cdot (1 - 0,0005) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 43,10605) = \mathbf{43,11} \text{ kNm}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &= 7,6 / 43,11 = 0,1763 - \\ M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,1763 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **17,63** **Vyhovuje**

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(26,5832 \cdot (1 - 0,0005) / (1 - 0,5 \cdot 0,3031); 26,5832) = 26,58 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &= 0,14 / 26,58 = 0,0053 - \\ M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0053 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,53** **Vyhovuje**

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd}) \\ &= \min(674,45; 674,45) = 674,45 \text{ kN} \\ M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd}) \\ &= \min(43,11; 43,11; 43,11) = 43,11 \text{ kN} \\ M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd}) \\ &= \min(26,58; 26,58; 26,58) = 26,58 \text{ kN} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 0,31 / 674,45 + 7,6 / 43,11 + 0,14 / 26,58 &\leq 1,00 \\ 0,1820 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): **18,20** **Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	0,31	kN
$M_{y,Ed}$	=	7,6	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,14	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0	kN
$V_{z,Ed}$	=	0	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

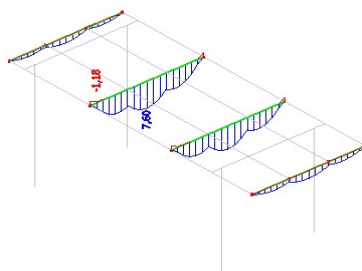
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,1820			0,0000

$$\begin{aligned} P1 &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \\ P2 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \\ P3 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \end{aligned}$$

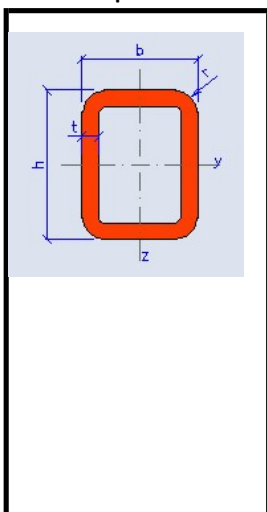
Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,1820			0,0000
MSU 2	0,0825			0,0182
MSU 3	0,0268			0,0117
MSU 4	0,0245			0,0132
MSU 5	0,0245			0,0132
MSU 6	0,0023			0,0005
MSU 7	0,0257			0,0143
MSU 8	0,0312			0,0334
MSU 9	0,0326			0,0462
MSU 10	0,0326			0,0462
MSU 11	0,0328			0,0376
MSU 12				
Rozhodující	0,1820	0,0000	0,0000	0,0462

Využití (%): **18,20****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B26	CS3 - RHS200/1...	2.295	MSU/5	7.60	-0.31	0.00	0.00	0.00	-0.14
2	B29	CS3 - RHS200/1...	3.095	MSU/4	3.39	-0.35	4.45	-0.68	-0.19	0.09
3	B27	CS3 - RHS200/1...	1.495	MSU/5	0.55	-3.87	2.99	0.00	0.00	-0.22
4	B27	CS3 - RHS200/1...	3.095	MSU/5	0.12	-1.69	2.65	0.40	-0.72	0.51
5	B27	CS3 - RHS200/1...	1.495	MSU/5	0.12	-1.69	-2.65	-0.40	0.72	0.51
6	B27	CS3 - RHS200/1...	0.000	MSU/24	0.06	0.11	-0.08	-0.15	0.06	-0.02
7	B27	CS3 - RHS200/1...	0.000	MSU/5	-0.09	-1.69	2.93	-0.40	0.72	-0.56
8	B29	CS3 - RHS200/1...	0.000	MSU/31	-1.05	-0.32	8.37	0.74	0.16	-0.17
9	B26	CS3 - RHS200/1...	0.000	MSU/5	-1.12	-0.16	11.44	-0.40	-0.34	0.17
10	B26	CS3 - RHS200/1...	4.590	MSU/5	-1.12	-0.16	-11.44	0.40	0.34	0.17
11	B26	CS3 - RHS200/1...	0.000	MSU/31	-1.18	-0.13	9.29	-0.45	-0.29	0.14



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení příčného nosníka nad sloupmi - SHS 250x250x5**Vlastnosti průřezu:**

h	=	250	mm	I _y	=	2,45E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W _y	=	2,45E+05	mm ³
t _f	=	5	mm	W _{y,pl}	=	2,81E+05	mm ³
t _w	=	5	mm	i _y	=	79	mm
r ₁	=	6	mm	S _y	=		mm ³
r ₂	=	6	mm	I _z	=	2,45E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	2,45E+05	mm ³
h _w	=	238	mm	W _{z,pl}	=	2,81E+05	mm ³
A _L	=	0,787	m ² m ⁻¹	i _z	=	7,90E+01	mm
A	=	3870	mm ²	S _z	=		mm ³
				I _t	=	3,76E+07	mm ⁴
				C _t	=		mm ³

Materiál průřezu:	f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
	E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
	v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy	γ_{M0}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při posuzování stability prutů	γ_{M1}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu	γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	238	mm
	t	=	5	mm
	c/t			
	$= 238/5$	=	47,60	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$			
	$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	47,60	≤	83	

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	909,45	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	$= 0/909,45$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq$		1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	0,7	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	909,45	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	$= 0,7/909,45$	=	0,0008	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq$		1,00	
	0,0008	≤	1,00	

Využití (%): **0,08****Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	13,61	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	$= 13,61/66,04$	=	0,2061	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq$		1,00	
	0,2061	≤	1,00	

Využití (%): **20,61****Vyhovuje**

Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	2,02	kNm
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,0306	-		
	$= 2,02 / 66,04$	=	0,0306	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,0306	≤	1,00		Využití (%): 3,06	Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	26,26	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 238 \cdot 5$	=	2380	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((2380 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	322,91	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 26,26 / 2380$	=	0,0813	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0813	≤	1,00		Využití (%): 8,13	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	322,91	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	26,26	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 322,91$	=	161,46	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $26,26 \leq 161,46$ $\rho = 0$					
	inak $\rho = ((2 \cdot 26,26) / 322,91 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		

Moment v ose y-y:

	$M_{y,Ed,max}$	=	13,61	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 13,61 / 66,04$	=	0,2061	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,2061	≤	1,00		Využití (%): 20,61	Vyhovuje

Moment v ose z-z:

	$M_{z,Ed,max}$	=	2,02	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 2,02 / 66,04$	=	0,0306	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0306	≤	1,00		Využití (%): 3,06	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

	$N_{Ed,max}$	=	0,7	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	909,45	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 0,7 / 909,45$	=	0,0008	-		

$$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$$

$$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 250 \cdot 5) / 3870) = 0,3540 \quad -$$

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 250 \cdot 5) / 3870) = 0,3540 \quad -$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(66,035 \cdot (1 - 0,0008) / (1 - 0,5 \cdot 0,354); 66,035) = 66,04 \quad \text{kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$$

$$= 13,61 / 66,04 = 0,2061 \quad -$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,2061 \leq 1,00$$

Využití (%): 20,61

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(66,035 \cdot (1 - 0,0008) / (1 - 0,5 \cdot 0,354); 66,035) = 66,04 \quad \text{kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$$

$$= 2,02 / 66,04 = 0,0306 \quad -$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0306 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,06

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(909,45; 909,45) = 909,45 \quad \text{kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(66,04; 66,04; 66,04) = 66,04 \quad \text{kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(66,04; 66,04; 66,04) = 66,04 \quad \text{kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 0,7 / 909,45 + 13,61 / 66,04 + 2,02 / 66,04 \leq 1,00$$

$$0,2375 \leq 1,00$$

Využití (%): 23,75

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	0,7	kN
$M_{y,Ed}$	=	13,61	kNm
$M_{z,Ed}$	=	2,02	kNm
$V_{y,Ed}$	=	2,96	kN
$V_{z,Ed}$	=	23,3	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,2375			0,0813

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

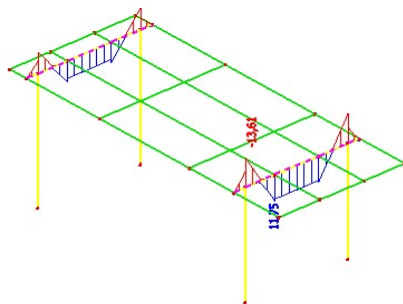
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,2375			0,0813
MSU 2	0,2375			0,0813
MSU 3	0,1792			0,0598
MSU 4	0,1786			0,0656
MSU 5	0,1394			0,0763
MSU 6	0,1078			0,0584
MSU 7	0,0172			0,0580
MSU 8	0,0208			0,0758
MSU 9	0,1540			0,0008
MSU 10	0,1594			0,0008
MSU 11	0,1925			0,0779
MSU 12				
Rozhodující	0,2375	0,0000	0,0000	0,0813

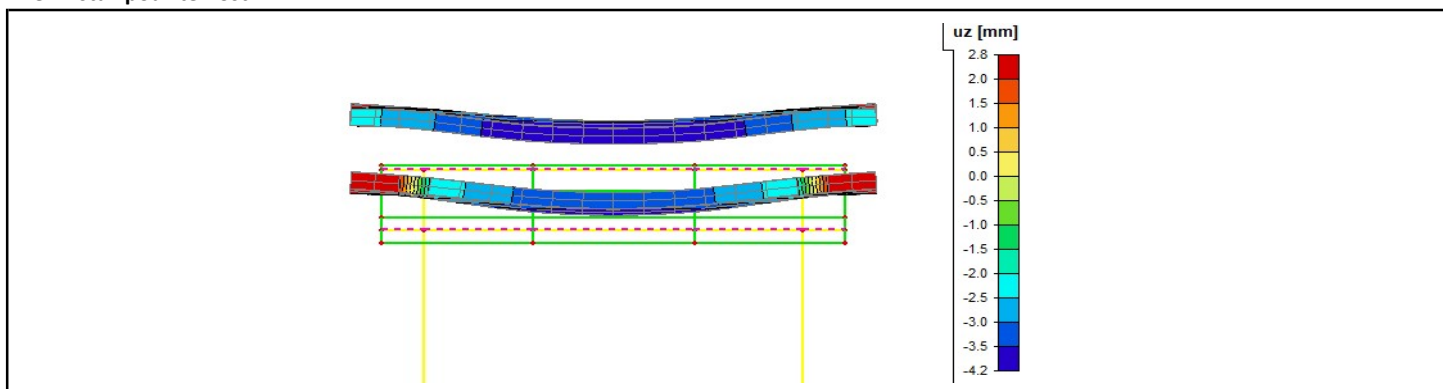
Využití (%): **23,75****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B6	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-13,61	-0,70	23,30	7,72	2,96	-2,02
2	B6	CS1 - SHS200/20...	3,750	MSU/3	-13,61	-0,70	-23,30	-7,72	-2,96	-2,02
3	B6	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/1	-10,21	-0,71	16,98	5,64	2,33	-1,57
4	B5	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-9,90	1,44	17,91	-8,98	-3,28	1,79
5	B8	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-7,09	1,00	19,91	10,77	4,72	-2,04
6	B7	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-5,38	2,44	14,46	-12,12	-4,41	1,56
7	B10	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	0,67	2,44	-14,32	12,12	4,41	-0,29
8	B9	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	1,24	1,00	-19,77	-10,77	-4,72	-0,06
9	B5	CS1 - SHS200/20...	1,075	MSU/3	7,58	5,26	0,27	0,00	0,00	-2,21
10	B5	CS1 - SHS200/20...	1,075	MSU/2	7,90	6,12	0,27	0,00	0,00	-2,18
11	B6	CS1 - SHS200/20...	1,075	MSU/2	11,75	-0,29	22,66	7,37	2,49	0,94



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku:

konzole

L = 420 mm

Maximální dovolený průhyb:

L / 250

Hodnota limitního průhybu:

$$\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$$

$$= 2 \cdot 420 / 250 = 3,36 \text{ mm}$$

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$$\delta = 2,8 \text{ mm}$$

Posudek:

$$\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$$

$$2,8 / 3,36 \leq 1,00$$

$$0,8333 \leq 1,00$$

Využití (%): **83,33****Vyhovuje**

Délka posuzovaného prvku:

nosník

L

$$= 3750 \text{ mm}$$

Maximální dovolený průhyb:

L /

$$250$$

Hodnota limitního průhybu:

$$\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$$

$$= 2 \cdot 3750 / 250 = 30 \text{ mm}$$

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

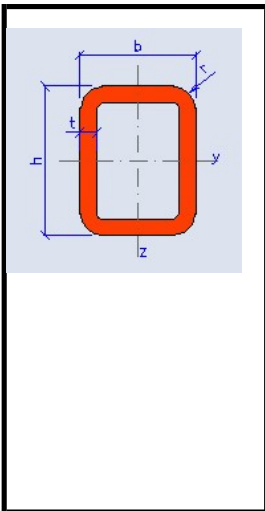
$$\delta = 4,2 \text{ mm}$$

Posudek:

$$\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$$

$$4,2 / 30 \leq 1,00$$

$$0,1400 \leq 1,00$$

Využití (%): **14,00****Vyhovuje****Posouzení sloupů - RHS250x250x5****Vlastnosti průřezu:**

h	=	250	mm
b	=	250	mm
t _f	=	5	mm
t _w	=	5	mm
r ₁	=	6	mm
r ₂	=	6	mm
y _s	=		mm
h _w	=	238	mm
A _L	=	0,787	m ² m ⁻¹
A	=	3870	mm ²

I _y	=	2,45E+07	mm ⁴
W _y	=	2,45E+05	mm ³
W _{y,pl}	=	2,81E+05	mm ³
i _y	=	79	mm
S _y	=		mm ³
I _z	=	2,45E+07	mm ⁴
W _z	=	2,45E+05	mm ³
W _{z,pl}	=	2,81E+05	mm ³
i _z	=	7,90E+01	mm
S _z	=		mm ³

I _t	=	3,76E+07	mm ⁴
C _t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f _y	=	235	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²
ν	=	0,3	-

f _u	=	360	N/mm ²
G	=	81000	N/mm ²
α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

$$c = 238 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 c/t &= 238/5 = 47,60 \\
 \varepsilon &= \sqrt{235/f_y} \\
 &= \sqrt{235/235} = 1,00 \\
 c/t &\leq 83 \\
 47,60 &\leq 83 \rightarrow
 \end{aligned}$$

Třída průřezu: **1**Výsledná třída průřezu: **1**

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost: } N_{pl,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\
 &= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 909,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek: } N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &= 0/909,45 = 0,0000 \\
 N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,0000 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,00**

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 43,21 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost: } N_{c,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\
 &= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 909,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek: } N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &= 43,21/909,45 = 0,0475 \\
 N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,0475 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **4,75**

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 18,49 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost: } M_{y,Rd} &= (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 66,04 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 18,49/66,04 = 0,2800 \\
 M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,2800 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **28,00**

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 6,51 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost: } M_{z,Rd} &= (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 66,04 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 6,51/66,04 = 0,0986 \\
 M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,0986 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **9,86**

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 9,39 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Smyková plocha: } A_v &= 2 \cdot h_w \cdot t_w \\
 &= 2 \cdot 238 \cdot 5 = 2380 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost: } V_{pl,Rd} &= A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} \\
 &= ((2380 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000) = 322,91 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	=	0,0291	-		
	$= 9,39 / 2380$	=	0,0291	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0291	≤	1,00		Využití (%): 2,91	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	322,91	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	9,39	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 322,91$	=	161,46	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $9,39 \leq 161,46$ $\rho = 0$					
	inak $\rho = ((2 \cdot 9,39) / 322,91 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	18,49	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm		

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 18,49 / 66,04$	=	0,2800	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,2800	≤	1,00		Využití (%): 28,00	Vyhovuje

Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	6,51	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 281000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,04	kNm		

Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 6,51 / 66,04$	=	0,0986	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0986	≤	1,00		Využití (%): 9,86	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

	$N_{Ed,max}$	=	43,21	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	909,45	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 43,21 / 909,45$	=	0,0475	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$					
	$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 250 \cdot 5) / 3870)$	=	0,3540	-		
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$					
	$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 250 \cdot 5) / 3870)$	=	0,3540	-		

Moment v ose y-y:

Odolnost:	$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$					
	$= \min(66,035 \cdot (1 - 0,0475) / (1 - 0,5 \cdot 0,354); 66,035)$	=	66,04	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$					
	$= 18,49 / 66,04$	=	0,2800	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00			
	0,2800	≤	1,00		Využití (%): 28,00	Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(66,035 \cdot (1 - 0,0475) / (1 - 0,5 \cdot 0,354); 66,035) = 66,04 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 6,51 / 66,04 = 0,0986$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0986 \leq 1,00$$

Využití (%): 9,86

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(909,45; 909,45) = 909,45 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(66,04; 66,04; 66,04) = 66,04 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(66,04; 66,04; 66,04) = 66,04 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 43,21 / 909,45 + 18,49 / 66,04 + 6,51 / 66,04 \leq 1,00$$

$$0,4261 \leq 1,00$$

Využití (%): 42,61

Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení : **vetknutí - vo** $\beta = 2$ -

Křivka vzpěru: **b** $\alpha = 0,34$ -

Délka prutu: $L = 4500$ mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 4500 = 9000 \text{ mm}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$= (9000 / 79) \cdot (1 / 93,9) = 1,21$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,21 - 0,2) + 1,21^2) = 1,41$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1,41 + \sqrt{1,41^2 - 1,21^2}) = 0,47$$

Odolnost:

$$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,47 \cdot 3870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 428,34 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} = 43,21 / 428,34 = 0,1009$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,1009 \leq 1,00$$

Využití (%): 10,09

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení : **vetknutí - klc** $\beta = 0,7$ -

Křivka vzpěru: **c** $\alpha = 0,49$ -

Délka prutu: $L = 4500$ mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 0,7 \cdot 4500 = 3150 \text{ mm}$$

Štíhlost:	$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$			
	$= 93,9 \cdot 1$	=	93,9	-
Poměrná štíhlost:	$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$			
	$= (3150 / 79) \cdot (1 / 93,9)$	=	0,42	-
	$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$			
	$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,42 - 0,2) + 0,42^2)$	=	0,65	-
Součinitel vzpěrnosti:	$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{(\varphi_z^2 - \lambda'^2_z)})$			
	$= 1 / (0,65 + \sqrt{(0,65^2 - 0,42^2)})$	=	0,88	-
Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$			
	$= 0,88 \cdot 3870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	804,15	kN
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$			
	$= 43,21 / 804,15$	=	0,0537	-
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq$		1,00	
	0,0537	\leq	1,00	Využití (%): 5,37 Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu**Odolnosti:**

$N_{Rd,y}$	=	428,34	kN	- zohlednené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,21	-
$N_{Rd,z}$	=	804,15	kN	- zohlednené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,42	-
$M_{y,Rd}$	=	66,04	kNm	- zohlednené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	66,04	kNm	- zohlednené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	C_{my}	=	1	-
	$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 1 \cdot (1 + (1,21 - 0,2) \cdot 43,21 / 428,34)$			
	$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 43,21 / 428,34)$	=	1,08	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 1,08$	=	0,65	-
Určení k_{zz}	C_{mz}	=	1	-
	$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 0,42 - 0,6) \cdot 43,21 / 804,15)$			
	$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 43,21 / 804,15)$	=	1,01	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 1,01$	=	0,61	-

Posudek:**Podmínka 1**

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 43,21 / 428,34 + 1,08 \cdot 18,49 / 66,04 + 0,61 \cdot 6,51 / 66,04$	\leq 1,00
0,4634	\leq 1,00
	Využití (%): 46,34 Vyhovuje

Podmínka 2

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 43,21 / 804,15 + 0,65 \cdot 18,49 / 66,04 + 1,01 \cdot 6,51 / 66,04$	\leq 1,00
0,3352	\leq 1,00
	Využití (%): 33,52 Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	43,21	kN
$M_{y,Ed}$	=	18,49	kNm
$M_{z,Ed}$	=	6,51	kNm
$V_{y,Ed}$	=	1,7	kN
$V_{z,Ed}$	=	7,69	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,4261	0,4634	0,3352	0,0291

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

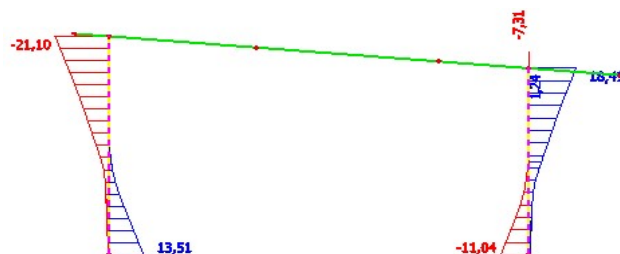
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,4237	0,4560	0,3128	0,0269
MSU 2	0,2161	0,2850	0,1640	0,0291
MSU 3	0,1389	0,1269	0,0934	0,0749
MSU 4	0,0194	0,0177	0,0114	0,0745
MSU 5	0,0208	0,0193	0,0122	0,0758
MSU 6	0,1847	0,2359	0,1362	0,0228
MSU 7	0,4261	0,4634	0,3352	0,0291
MSU 8	0,4261	0,4634	0,3352	0,0291
MSU 9				
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,4261	0,4634	0,3352	0,0758

Využití (%): **46,34****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B1	CS1 - SHS200/20...	4,500	MSU/3	-21,10	-32,37	-7,69	-0,23	1,01	4,53
2	B3	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-11,04	-44,52	7,69	-0,02	1,70	0,00
3	B9	CS1 - SHS200/20...	0,420	MSU/2	-7,31	1,15	-20,13	-10,18	-4,06	-1,78
4	B9	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/2	1,12	1,15	-19,99	-10,18	-4,06	-0,08
5	B9	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	1,24	1,00	-19,77	-10,77	-4,72	-0,06
6	B2	CS1 - SHS200/20...	0,000	MSU/2	9,73	-33,95	-6,55	0,24	-0,82	0,00
7	B3	CS1 - SHS200/20...	3,840	MSU/3	18,49	-43,21	7,69	-0,02	1,70	6,51
8	B4	CS1 - SHS200/20...	3,840	MSU/3	18,49	-43,21	7,69	0,02	-1,70	-6,51



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Obsah

- 1 Identifikační údaje
 - 1.1 Identifikační údaje
 - 1.2 Základné údaje o konstrukci
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1 Návrhové normy a reference
 - 2.2 Podklady
 - 2.3 Použitý software
3. Geometria konstrukce
4. Materiály
 - 4.1 Ocelové prvky
 - 4.2 Beton
 - 4.3 Výstuž
 - 4.4 Základové podmínky
5. Statický výpočet konstrukce
 - 5.1 Výpočtový model
 - 5.2 Přehlad zatížení
 - 5.3 Zatížení
 - 5.4 Kombinace zatížení
 - 5.5 Součinitele zatížení
 - 5.6 Mezní stav únosnosti
 - 5.7 Mezní stav použitelnosti
 - 5.8 Posouzení konstrukce
 - 5.9 Posouzení základů

1 Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje

Název akce:	2021-13 Turnov DUR
Název objektu:	Zastrešení nástupiště N2
Reálné staničení:	km 123,98
Obec:	Turnov [577626]
Kraj:	Liberecký
Katastrální území:	Turnov [771601]
Druh stavby:	Novostavba
Vlastník:	SŽ
Správce:	Správa železnic, státní organizace Oblastní ředitelství Hradec Králové U Fotochemy 259 501 01 Hradec Králové
Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1
Dodávatel dokumentace:	PROJEKT servis spol. s.r.o. U Elektry 830/2b 198 00 Praha 9 - Hloubětín
Hlavní inženýr projektu:	
Projektant:	Ing. Matej Potančok
Odpovědný projektant:	Ing. Martin Koudelka
Trať:	
Trafový úsek:	1051F1 - žst. Turnov
Definiční úsek:	1051F1 - žst. Turnov



Druh dokumentace: DUR

1.2 Základné údaje o konstrukci

Popis navrhovaného řešení:

Konstrukce je navržena dle vzorového listu Ž13. Konstrukce zastrešení je ocelové kotvené do patek a zídek podchodu. Konstrukce zahrnuje také návrh 3 sloupů, které budou současně sloužit jako podpora pro zastrešení a také jako podpora pro trakční vedení.

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy / Reference	Název / Popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

2.2 Podklady

Výkresy / Zprávy	Název
Výkresová dokumentace	Situace objektu
E.10.02.3	Geotechnický průzkum km 61,681

2.3 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
MS Excel 2010	Posouzení nosných prvků - Microsoft Office - MS Excel 2010
SCIA Engineer 16.1	Analýza stavebních konstrukcí - SCIA Engineer 16.1
GEO 5 2020	Posouzení základových konstrukcí

4. Materiály

4.1 Ocelové prvky

	Ocel	Hmotnost	f_{yk}	γ_M	f_{yd}	E	ν
	-	kg/m ³	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Ocelové prvky	S235	7850	235	1,00	235	210000	0,30

Obecně:

Modul pružnosti ve smyku:

$$G = 81000 \text{ N/mm}^2$$

Součinitel délkovej tepelnej roztažnosti

$$\alpha = 1,00E-05 \text{ K}^{-1}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00 -$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00 -$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25 -$$

Únosnost spojů (šrouby, nýty, čepy, svary, desková ložiska)

$$\gamma_{M2} = 1,25 -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSU)

$$\gamma_{M3} = 1,25 -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSP)

$$\gamma_{M3,ser} = 1,10 -$$

Únosnost v otlacení injektovaného šroubu

$$\gamma_{M4} = 1,10 -$$

Únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů

$$\gamma_{M5} = 1,10 -$$

Únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti

$$\gamma_{M6,ser} = 1,00 -$$

Předpjaté vysokopevnostní šrouby

$$\gamma_{M7} = 1,10 -$$

4.2 Beton

	Beton	f_{ck}	γ_c	α_{ct}	f_{cd}	E_c	ν
	-	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Základy	C25/30	25	1,5	1,00	16,67	31000	0,20

4.3 Výstuž

	Výstuž	f_{yk}	γ_s	f_{yd}	E_s
	-	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²
Základy	B500B	500	1,15	434,78	210000

4.4 Základové podmínky

Geotechnická charakteristika základových půd

V prostoru žst. Trutnov bude v podloží navážek převažovat **eoický sediment charakteru spraší a sprašových hlín**. Tento typ zemin obecně charakteru tř. **F6/CL (jíl s nízkou plasticitou) a F8/CH (jíl s vysokou plasticitou) měkké až tuhé konzistence** – ve smyslu ČSN 73 6133. Jedná se nepřilíš únosný typ zeminy, velmi náchylný ke změně svých parametrů v důsledku převlhčení. Očekávaná hodnota výpočtové **únosnosti** se v závislosti na stupni konzistence může pohybovat v intervalu **80-120kPa**. Vhodnou úpravou těchto zemin je jejich zlepšení smísením s hydraulickým pojivem příp. směsí pojiv. Pro prokázání vhodnosti této metody je nutné v rámci podrobného geotechnického průzkumu provést počáteční zkoušky akreditovanou laboratoří (stanovení vhodné návrhové receptury na základě výsledků zkoušek poměru únosnosti CBR).

Z archivních údajů lze vyčíst velké množství údajů týkajících se mechanicko-fyzikálních parametrů daného typu zemin. Níže uvádíme vybrané hodnoty některých z nich:

Objemová tíha

$$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

Proctor Standard

$$\rho = 1833 - 1990 \text{ kg/m}^3 \quad w_{opt} = 10,0 - 14,2\%$$

Úhel vnitřního tření (efektivní)

$$\varphi_{ef} = 26-27^\circ$$

Soudržnost (efektivní)

$$c_{ef} = 10-15 \text{ kPa}$$

Edometrický modul

$$E_{oed} = 5,3-7,4 \text{ MPa (pro zatížení 100-200kPa)}$$

Těžitelnost

$$\text{těžitelnost (tř. 2-3, I.)}$$

$$\text{Poissonovo číslo } \nu = 0,4$$

Geotechnický profil

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	



Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin

F6/CL

Objemová tíha :	γ	=	20,50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	26,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	10,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	5,30 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	22,55 kN/m ³

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

***v dalším stupni nutno ověřit parametry zemin**

5. Statický výpočet konstrukce

5.1 Výpočtový model

Konstrukce zastřešení byla zatížena vnějším zatížením dle norem. V programe SCIA Engineer 16.1 byly stanovené vnitřní síly a konstrukce byla posouzena. Následně byla navržena a posouzená základová konstrukce v programe GEO5 2020.

5.2 Přehled zatížení

1. Stále zatížení
2. Proměnné zatížení snih
3. Proměnné zatížení - vítr
4. Proměnné zatížení - užité
5. Proměnné zatížení - teplota

5.3 Zatížení

Stálé

Vlastní tíha - generuje program SCIA Engineer

Kabelový žlab - UPE 180 **0,20** kN/m

Odvodňovací žlab **0,07** kN/m

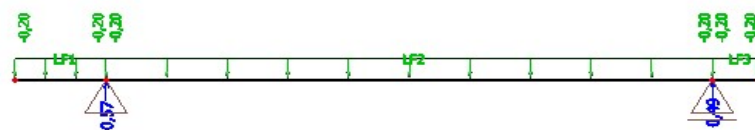
Revízní lávka + upevnění lávky

ocelový rošt šířka 0,6 m **0,15** kN/m

upevnění roštu **0,03** kN/m

Podhled zastřešení + upevnění **0,50** kN/m²

Střešní panel **0,20** kN/m²



Svetelný tunel **0,4** kN/m

Trakce

Uvažujte:

Podélně s kolejí max 4kN v 8m – na základ 32 kNm
Příčně 3kN v 8m na základ 25 kNm

Doporučuji přidat aspoň 50% předimenzování. Dáváme tam stožár s pevností 50kNm.

Dejte raději 12m, ať máme rezervu na vyvážení (viz foto).

S pozdravem,

Ing. Jiří Štolba

Tel.: +420 725 881 561
Email: jiiri.stolba@stosmol.cz
Web: www.stosmol.cz



STOSMOL, s.r.o.
U Cukrovaru 509/4
400 07 Ústí n.L.
IČ: 286 95 097

Uvažujem:

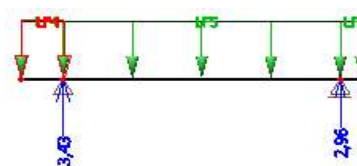
podélně 8 kN

Příčně 6 kN



Proměnné zatížení - sněh

Sněhová oblast:	III	$s_k =$	1,50	kN/m ²
Typ krajiny:	normální	$C_e =$	1,00	-
Tepl. Propustnost:	> 1 W/m ² K	$C_t =$	1,00	-
Sklon α :	5 0-30	$\mu =$	0,80	-



Zatížení sněhem na střechách - pro trvalé/dočasné návrhové situace

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Proměnné zatížení - vítr

Údaje o objektu:

Výška objektu:	z	=	5,4	m
Šířka objektu:	B	=	11	m
Délka objektu:	L	=	100	m

Údaje o oblasti:

Věterná oblast:	II.
Kategorie terénu:	III.

Základní rychlost větru:

Součinitel směru větru:	C_{dir}	=	1,00	-	Pro ČR
Součinitel ročního období:	C_{season}	=	1,00	-	Pro ČR
Vychozí hodnota základní rychlosti větru:	$v_{b,0}$	=	25,0	m/s	

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Drsnost terénu:

Parameter drsnosti terénu:	z_0	=	0,3	-
Minimální výška:	z_{min}	=	5	m
Maximální výška:	z_{max}	=	200	m
Parametr drsnosti terénu pro oblast II:	$z_{0,II}$	=	0,05	-

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,198$$

Součinitel drsnosti:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0)$$

$$c_r(z) = 0,572$$

Součinitel ortografie:

$$c_0(z) = 1,00$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 14,30 \text{ m/s}$$

Turbulence větru:

Součinitel turbulence:	k_l	=	1,00	-	Pro ČR
------------------------	-------	---	------	---	--------

Směrodatná odchylka turbulence:

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = 4,95$$

Intenzita turbulence ve výšce z:

$$\text{Ak } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z / z_0))$$

$$\text{Ak } z_{min} \geq z \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z_{min} / z_0))$$

$$I_v(z) = 0,35$$

Měrná hmotnost vzduchu	ρ	=	1,25	kg/m ³
Maximální dynamický tlak ve výšce z	$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$	=	437,41	N/ms ²
Základní dynamický tlak větru	$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	=	390,63	N/ms ²
Součinitel expozice	$c_e = q_p(z) / q_b$	=	1,12	-

0°	-	+
C _{pe}	C _{pe10}	C _{pe10}
F	-2,3	-2,3
G	-1,2	-1,2
H	-0,8	-0,8
I	-0,6	0,2
J	-0,6	0,2

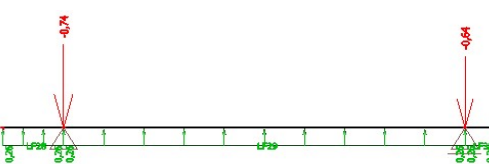
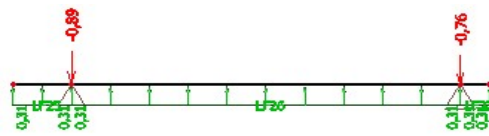
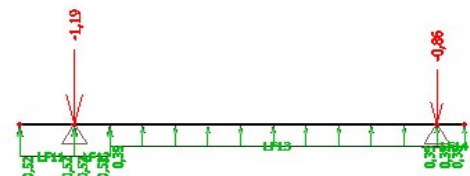
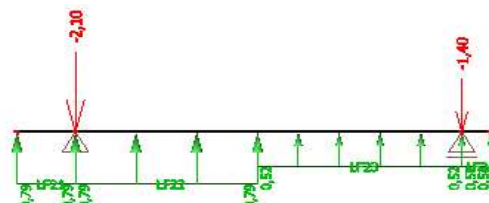
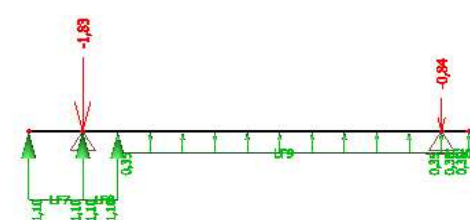
Oblast	$w_{e,k}$	$w_{e,k}$
F	-1,10	-1,10
G	-0,52	-0,52
H	-0,35	-0,35
I	-0,26	0,09
J	-0,26	0,09

	m
e/10	1,08
e/4	2,7

90°	
C _{pe}	C _{pe10}
F	-1,8
G	-1,2
H	-0,7
I	-0,6
J	0

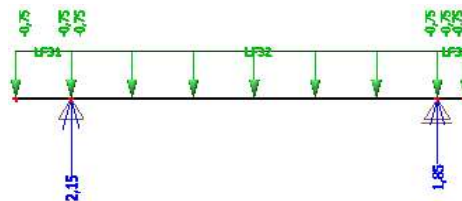
Oblast	$w_{e,k}$
F	-0,79
G	-0,52
H	-0,31
I	-0,26
J	0,00

	m
e/10	1,08
e/4	2,7
e/2	5,4



Proměnné zatížení - užitnéPochozí povrch - 75 kg/m² kategorie H

$$q_{uz,n} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

**Proměnné zatížení - doprava, vodorovné plochy v blízkosti koleje**

max rychlost 100 km/h

V < 120 km/h - neřeší se

Proměnné zatížení - teplota**Údaje o konstrukci:**

Typ konstrukce:

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce	Ocel
Typ.2 Ocelobetonová nosná konstrukce	Ocelobeton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový komorový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonová deska	Beton

Materiál konstrukce:

Ocel

Maximální teploty:

38,1 až 40°C**Letní období**

$$\text{Vychází teplota: } T_0 = 10 \text{ °C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{\max} = 40 \text{ °C}$$

$$\text{Maximální teplota: } T_{e,\max} = 56 \text{ °C}$$

$$T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 46 \text{ °C}$$

Minimální teploty:

-30,1 až -32°C**Zimní období**

$$\text{Vychází teplota: } T_0 = 10 \text{ °C}$$

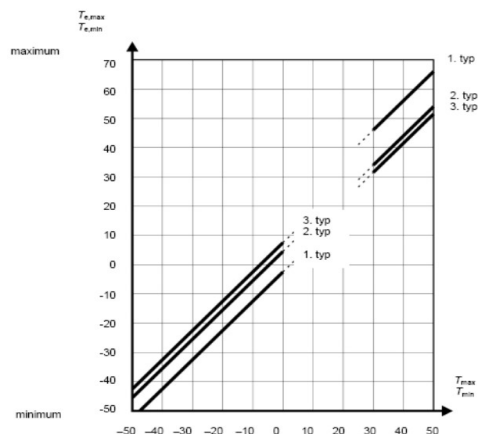
$$\text{Minimální teplota: } T_{\min} = -32 \text{ °C}$$

$$\text{Minimální teplota: } T_{e,\min} = -32 \text{ °C}$$

$$T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 42 \text{ °C}$$

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty:

$$T_N = T_{e,\max} - T_{e,\min} = 88 \text{ °C}$$



5.4 Kombinace zatížení

Informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce

Mezní stav	Kombinace zatížení
MSU (stanovené jako větší hodnota z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP častá kombinace (lokální účinky, vratné změny)	6.15b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSP kvázistála kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

5.5 Součinitele zatížení

Stále zatížení	$\gamma_{G,j,sup}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j,inf}$	1,00	příznivý účinek
Nahodilé zatížení	$\gamma_{Q,1,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1,inf}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,inf}$	0,00	příznivý účinek

Kombinace náhodilého zatížení:

Kategorie H: střechy			
	ψ_0	0,00	
	ψ_1	0,00	
	ψ_2	0,00	

Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.

Sníh:	ψ_0	0,50	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Větr:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Teplota:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,50	
	ψ_2	0,00	

Redukční součinitel: ξ **0,85**

Zatížení sněhem	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H > 1000 m.n.m.	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.	0,5	0,2	0

5.6 Mezní stav únosnosti

Kombinace pro STR/GEO budou vytvořeny ve programe SCIA Engineer 16.1

5.7 Mezní stav použitelnosti

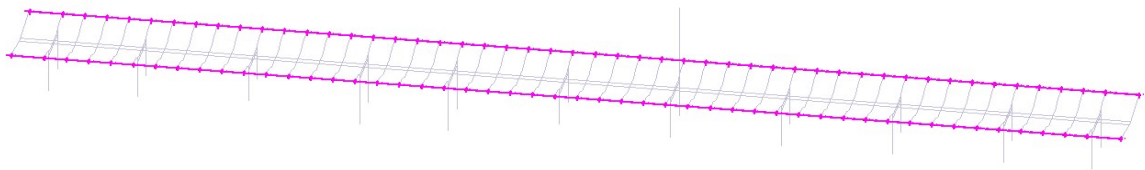
Charakteristická kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

Častá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

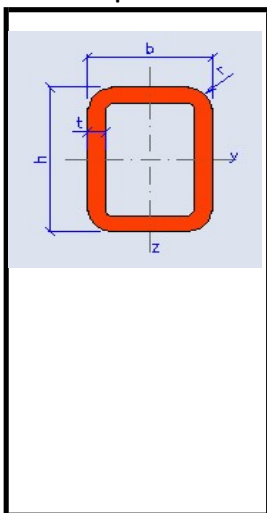
Kvázistálá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

5.8 Posouzení konstrukce

Posouzení vnějšího podélného nosníka - RHS 200x100x6,3



Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	1,83E+07	mm ⁴
b	=	100	mm	W_y	=	1,83E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	2,26E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	71	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	6,13E+06	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	1,23E+05	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	1,39E+05	mm ³
A_L	=	0,584	m ² m ⁻¹	i_z	=	41	mm
A	=	3580	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,48E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	188	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t			
	$= 188 / 6,3$	=	29,84	-
	$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	$= \sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	29,84	≤	83	

→

řída průřezu: **1**

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 4,66 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (3580 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 841,3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 4,66 / 841,3 = 0,0055$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0055 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,55 Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (3580 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 841,3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 0 / 841,3 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00 Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$M_{y,Ed,max} = 45,74 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 225820 \cdot 10^{-6}) / 1 = 53,07 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 45,74 / 53,07 = 0,8619$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,8619 \leq 1,00$$

Využití (%): 86,19 Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 1,05 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 138760 \cdot 10^{-6}) / 1 = 32,61 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 1,05 / 32,61 = 0,0322$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0322 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,22 Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 29,11 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 188 \cdot 6,3 = 2368,8 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((2368,8 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000 = 321,39 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 29,11 / 2368,8 = 0,0906$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0906 \leq 1,00$$

Využití (%): 9,06 Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 321,39 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 29,11 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ = 0,5 \cdot 321,39 = 160,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 29,11 \leq 160,7 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 29,11) / 321,39 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 45,74 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 225820 \cdot 10^{-6}) / 1 = 53,07 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ = 45,74 / 53,07 = 0,8619 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,8619 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 86,19

Vyhovuje**Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 1,05 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 138760 \cdot 10^{-6}) / 1 = 32,61 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ = 1,05 / 32,61 = 0,0322 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0322 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 3,22

Vyhovuje**Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:**

$$N_{Ed,max} = 4,66 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 841,3 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 4,66 / 841,3 = 0,0055 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\ &= \min(0,5; (3580 - 2 \cdot 100 \cdot 6,3) / 3580) = 0,5000 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\ &= \min(0,5; (3580 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 3580) = 0,2961 \text{ -} \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(53,0677 \cdot (1 - 0,0055) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 53,0677) = 53,07 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ = 45,74 / 53,07 = 0,8619 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,8619 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 86,19

Vyhovuje**Moment v ose z-z:****Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(32,6086 \cdot (1 - 0,0055) / (1 - 0,5 \cdot 0,2961); 32,6086) = 32,61 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ = 1,05 / 32,61 = 0,0322 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0322 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 3,22

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(841,3 ; 841,3) = \mathbf{841,3} \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(53,07 ; 53,07 ; 53,07) = \mathbf{53,07} \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(32,61 ; 32,61 ; 32,61) = \mathbf{32,61} \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq \mathbf{1,00} \\
 = 4,66 / 841,3 + 45,74 / 53,07 + 1,05 / 32,61 &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,8997} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **89,97****Vyhovuje****Vzpěrná únosnost prutů:****Rovina y-y**

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	6000	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 1 \cdot 6000 = \mathbf{6000} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_y &= (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (6000 / 71) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{0,90} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2) = \mathbf{1,02} -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\
 &= 1 / (1,02 + \sqrt{1,02^2 - 0,9^2}) = \mathbf{0,66} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,y} &= \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\
 &= 0,66 \cdot 3580 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = \mathbf{556,27} \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &= \mathbf{0,0000} - \\
 &= 0 / 556,27 \\
 N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,0000} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Rovina z-z**

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	2000	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,z} &= \beta \cdot L \\
 &= 1 \cdot 2000 = \mathbf{2000} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_z &= (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (2000 / 41) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{0,52} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,52 - 0,2) + 0,52^2) = \mathbf{0,71} -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\
 &= 1 / (0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,52^2}) = \mathbf{0,83} -
 \end{aligned}$$

Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$				
	$= 0,83 \cdot 3580 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	699,98	kN	
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$				
	$= 0 / 699,98$	=	0,0000	-	
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$	≤	1,00		
	0,0000	≤	1,00		
				Využití (%): 0,00	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	556,27	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	0,90	-
$N_{Rd,z}$	=	699,98	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,52	-
$M_{y,Rd}$	=	53,07	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	32,61	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	C_{my}	=	0,47	-
	$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 0,47 \cdot (1 + (0,9 - 0,2) \cdot 0 / 556,27)$			
	$\leq 0,47 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0 / 556,27)$	=	0,47	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 0,47$	=	0,28	-
Určení k_{zz}	C_{mz}	=	0,4	-
	$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 0,52 - 0,6) \cdot 0 / 699,98)$			
	$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 0 / 699,98)$	=	0,40	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 0,4$	=	0,24	-

Posudek:

Podmínka 1

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 0 / 556,27 + 0,47 \cdot 45,74 / 53,07 + 0,24 \cdot 1,05 / 32,61$	≤ 1,00
0,4128	≤ 1,00
	Využití (%): 41,28
	Vyhovuje

Podmínka 2

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 0 / 699,98 + 0,28 \cdot 45,74 / 53,07 + 0,4 \cdot 1,05 / 32,61$	≤ 1,00
0,2559	≤ 1,00
	Využití (%): 25,59
	Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	4,66	kN
N_{tlak}	=	0	kN
$M_{y,Ed}$	=	45,74	kNm
$M_{z,Ed}$	=	1,05	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,39	kN
$V_{z,Ed}$	=	28,72	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,8997	0,4128	0,2559	0,0906

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

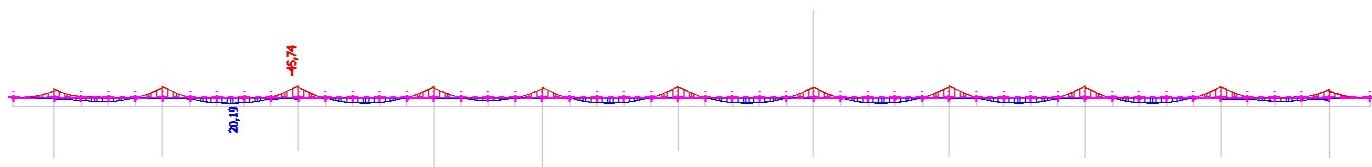
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,8997	0,4128	0,2559	0,0906
MSU 2	0,8972	0,4094	0,2534	0,0901
MSU 3	0,8383	0,3804	0,2409	0,0852
MSU 4	0,8122	0,3674	0,2341	0,0821
MSU 5	0,8194	0,3850	0,2539	0,0869
MSU 6	0,6757	0,3078	0,2041	0,0746
MSU 7	0,2140	0,0819	0,0569	0,0161
MSU 8	0,0546	0,0197	0,0260	0,0367
MSU 9	0,0517	0,0185	0,0245	0,0365
MSU 10	0,2225	0,1370	0,0938	0,0113
MSU 11	0,4107	0,2057	0,1317	0,0030
MSU 12				
Rozhodující	0,8997	0,4128	0,2559	0,0906

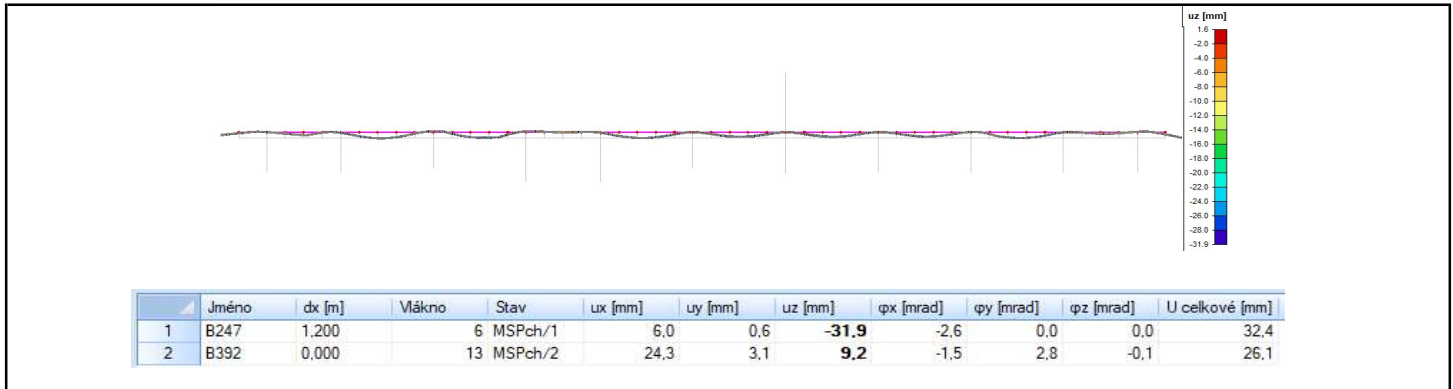
Využití (%): **89,97****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B235	CS2 - RHS200/1...	2,000	MSU/4	-45,74	4,66	-28,72	2,57	0,39	1,05
2	B335	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/4	-45,40	9,52	28,69	-2,68	-0,27	0,99
3	B375	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/4	-41,60	3,94	26,41	-3,06	-0,96	1,62
4	B372	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	-40,04	3,63	25,31	2,90	1,08	-1,74
5	B315	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/3	-38,87	-10,18	26,58	-2,67	-1,35	2,44
6	B212	CS2 - RHS200/1...	2,000	MSU/3	-31,88	-3,99	-22,05	-2,47	-1,91	-2,29
7	B315	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/2	-8,42	20,97	4,58	-0,92	-0,59	0,99
8	B215	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/3	0,00	-4,37	-9,80	2,47	2,00	-1,61
9	B212	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/3	0,00	-3,99	-9,82	-2,47	-1,91	1,53
10	B303	CS2 - RHS200/1...	0,000	MSU/1	9,66	-25,77	3,59	0,06	-0,04	-0,32
11	B227	CS2 - RHS200/1...	1,200	MSU/6	20,19	-11,26	-0,50	0,00	0,46	-0,55



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: $L = 10000$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 250$
 $= 10000 / 250 = 40$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 31,9$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$

$31,9 / 40 \leq 1,00$

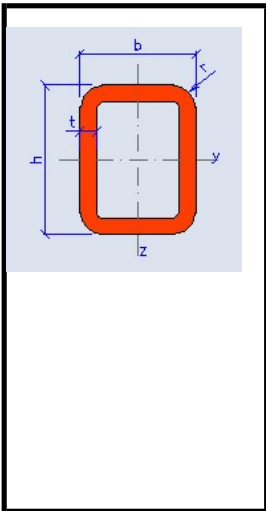
$0,7975 \leq 1,00$

Využití (%): **79,75**

Vyhovuje

Posouzení vnějšího příčného nosníka nad podpěrou - SHS 200x200x10

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	4,47E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W_y	=	4,47E+05	mm ³
t_f	=	10	mm	$W_{y,pl}$	=	5,25E+05	mm ³
t_w	=	10	mm	i_y	=	77	mm
r_1	=	10	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	10	mm	I_z	=	4,47E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	4,47E+05	mm ³
h_w	=	180	mm	$W_{z,pl}$	=	5,25E+05	mm ³
A_L	=	0,774	m ² m ⁻¹	i_z	=	7,70E+01	mm
A	=	7490	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	7,03E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²
v	=	0,3	-

f_u	=	360	N/mm ²
G	=	81000	N/mm ²
α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$\gamma_{M0} = 1,00$ -

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$\gamma_{M1} = 1,00$ -

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$\gamma_{M2} = 1,25$ -

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	180	mm
	t	=	10	mm
	c / t			
	= 180 / 10	=	18,00	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	= $\sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c / t	≤	83	ε
	18,00	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7490 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1760,15 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 1760,15 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 4,16 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7490 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1760,15 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 4,16 / 1760,15 = 0,0024$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0024 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,24

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 85,91 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = 123,43 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 85,91 / 123,43 = 0,6960$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,6960 \leq 1,00$$

Využití (%): 69,60

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 3,18 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = 123,43 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 3,18 / 123,43 = 0,0258$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0258 \leq 1,00$$

Využití (%): 2,58

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$\begin{aligned}
 V_{Ed,max} &= 59,95 \text{ kN} \\
 \text{Smyková plocha: } A_v &= 2 \cdot h_w \cdot t_w \\
 &= 2 \cdot 180 \cdot 10 = 3600 \text{ mm}^2 \\
 \text{Odolnost: } V_{pl,Rd} &= A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} \\
 &= ((3600 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000 = 488,44 \text{ kN} \\
 \text{Posudek: } V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &= 59,95 / 3600 = 0,1227 - \\
 V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,1227 &\leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): 12,27} \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$\begin{aligned}
 V_{pl,Rd} &= 488,44 \text{ kN} \\
 V_{Ed,max} &= 59,95 \text{ kN} \\
 \text{Redukce pro mezu kluzu: } 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= 0,5 \cdot 488,44 = 244,22 \text{ kN} \\
 \rho &= 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\
 \rho &= ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\
 &\text{když } 59,95 \leq 244,22 \rho = 0 \\
 \text{inak } \rho &= ((2 \cdot 59,95) / 488,44 - 1)^2 = 0,0000 - \\
 f_{yk,red} &= (1 - \rho) \cdot f_y \\
 &= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} &= 85,91 \text{ kNm} \\
 \text{Odolnost: } M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = 123,43 \text{ kNm} \\
 \text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &= 85,91 / 123,43 = 0,6960 - \\
 M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\
 0,6960 &\leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): 69,60} \quad \text{Vyhovuje} \\
 \text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} &= 3,18 \text{ kNm} \\
 \text{Odolnost: } M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 525240 \cdot 10^{-6}) / 1 = 123,43 \text{ kNm} \\
 \text{Posudek: } M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &= 3,18 / 123,43 = 0,0258 - \\
 M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\
 0,0258 &\leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): 2,58} \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} &= 4,16 \text{ kN} \\
 N_{pl,Rd} &= 1760,15 \text{ kN} \\
 n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\
 &= 4,16 / 1760,15 = 0,0024 - \\
 a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\
 &= \min(0,5; (7490 - 2 \cdot 200 \cdot 10) / 7490) = 0,4660 - \\
 a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\
 &= \min(0,5; (7490 - 2 \cdot 200 \cdot 10) / 7490) = 0,4660 -
 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(123,4314 \cdot (1 - 0,0024) / (1 - 0,5 \cdot 0,466) ; 123,4314) = \mathbf{123,43} \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$$

$$= 85,91 / 123,43 = \mathbf{0,6960} \quad -$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,6960} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **69,60****Vyhovuje****Moment v ose z-z:**

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(123,4314 \cdot (1 - 0,0024) / (1 - 0,5 \cdot 0,466) ; 123,4314) = \mathbf{123,43} \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$$

$$= 3,18 / 123,43 = \mathbf{0,0258} \quad -$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,0258} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **2,58****Vyhovuje****Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:**

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1760,15 ; 1760,15) = \mathbf{1760,15} \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(123,43 ; 123,43 ; 123,43) = \mathbf{123,43} \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(123,43 ; 123,43 ; 123,43) = \mathbf{123,43} \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$= 4,16 / 1760,15 + 85,91 / 123,43 + 3,18 / 123,43 \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,7241} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **72,41****Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	4,16	kN
$M_{y,Ed}$	=	85,91	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,18	kNm
$V_{y,Ed}$	=	2,4	kN
$V_{z,Ed}$	=	57,55	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

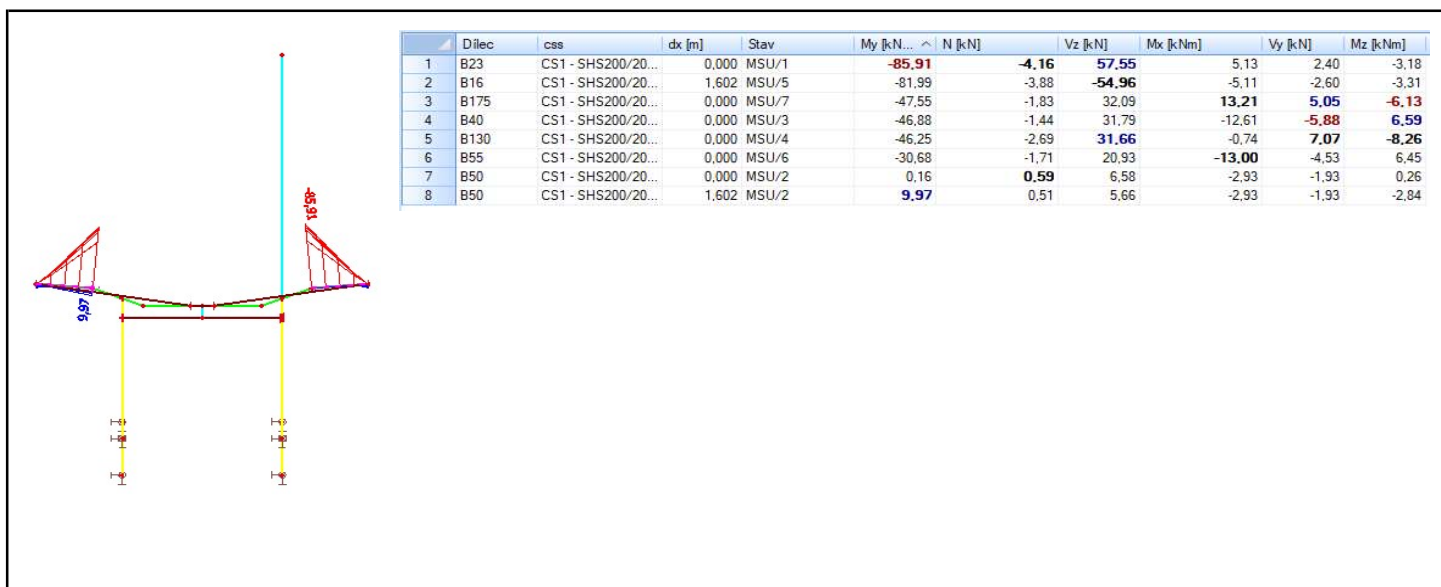
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,7241			0,1227

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

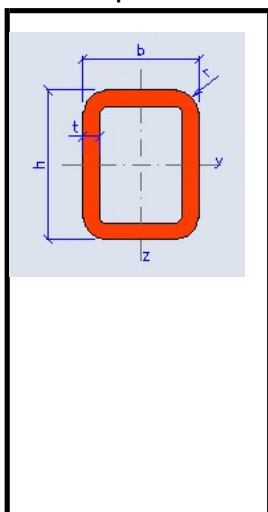
Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,7241			0,1227
MSU 2	0,6933			0,1178
MSU 3	0,4359			0,0760
MSU 4	0,4340			0,0771
MSU 5	0,4432			0,0793
MSU 6	0,3018			0,0521
MSU 7	0,0037			0,0174
MSU 8	0,1041			0,0155
MSU 9				
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,7241	0,0000	0,0000	0,1227

Využití (%): **72,41****Vyhovuje**

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení vnitřního příčného nosníka nad podpěrou - SHS 260x260x10

Vlastnosti průřezu:



h	=	260	mm	I_y	=	1,02E+08	mm ⁴
b	=	260	mm	W_y	=	7,88E+05	mm ³
t_f	=	10	mm	$W_{y,pl}$	=	9,16E+05	mm ³
t_w	=	10	mm	i_y	=	102	mm
r_1	=	10	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	10	mm	I_z	=	1,02E+08	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	7,88E+05	mm ³
h_w	=	240	mm	$W_{z,pl}$	=	9,16E+05	mm ³
A_L	=	1,01	m ² m ⁻¹	i_z	=	1,02E+02	mm
A	=	9890	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,59E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:	f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
	E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
	v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy	γ_{M0}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při posuzování stability prutů	γ_{M1}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu	γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	240	mm
	t	=	10	mm
	c/t			
	$= 240/10$	=	24,00	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$			
	$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	24,00	≤	83	

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (9890 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	2324,15	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	$= 0 / 2324,15$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq$		1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	20,1	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (9890 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	2324,15	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	$= 20,1 / 2324,15$	=	0,0086	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq$		1,00	
	0,0086	≤	1,00	

Využití (%): **0,86****Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	135,07	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	$= 135,07 / 215,28$	=	0,6274	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq$		1,00	
	0,6274	≤	1,00	

Využití (%): **62,74****Vyhovuje**

Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	2,92	kNm
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,0136	-		
	$= 2,92 / 215,28$	=	0,0136	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,0136	≤	1,00		Využití (%): 1,36	Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	58,76	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 240 \cdot 10$	=	4800	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((4800 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	651,25	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 58,76 / 4800$	=	0,0902	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0902	≤	1,00		Využití (%): 9,02	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	651,25	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	58,76	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 651,25$	=	325,63	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\text{když } 58,76 \leq 325,63 \rho = 0$					
	$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 58,76) / 651,25 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	135,07	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 135,07 / 215,28$	=	0,6274	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,6274	≤	1,00		Využití (%): 62,74	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	2,92	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 916090 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	215,28	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 2,92 / 215,28$	=	0,0136	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0136	≤	1,00		Využití (%): 1,36	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} &= 20,1 \text{ kN} \\
 N_{pl,Rd} &= 2324,15 \text{ kN} \\
 n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\
 &= 20,1 / 2324,15 = 0,0086 - \\
 a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\
 &= \min(0,5; (9890 - 2 \cdot 260 \cdot 10) / 9890) = 0,4742 - \\
 a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\
 &= \min(0,5; (9890 - 2 \cdot 260 \cdot 10) / 9890) = 0,4742 -
 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$\begin{aligned}
 M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\
 &= \min(215,28115 \cdot (1 - 0,0086) / (1 - 0,5 \cdot 0,4742); 215,28115) = 215,28 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &= 135,07 / 215,28 = 0,6274 - \\
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,6274 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 62,74

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$\begin{aligned}
 M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\
 &= \min(215,28115 \cdot (1 - 0,0086) / (1 - 0,5 \cdot 0,4742); 215,28115) = 215,28 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &= 2,92 / 215,28 = 0,0136 - \\
 M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,0136 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 1,36

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(2324,15; 2324,15) = 2324,15 \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(215,28; 215,28; 215,28) = 215,28 \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(215,28; 215,28; 215,28) = 215,28 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\
 = 20,1 / 2324,15 + 135,07 / 215,28 + 2,92 / 215,28 &\leq 1,00 \\
 0,6496 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 64,96

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	20,1	kN
$M_{y,Ed}$	=	135,07	kNm
$M_{z,Ed}$	=	2,92	kNm
$V_{y,Ed}$	=	2,07	kN
$V_{z,Ed}$	=	56,69	kN

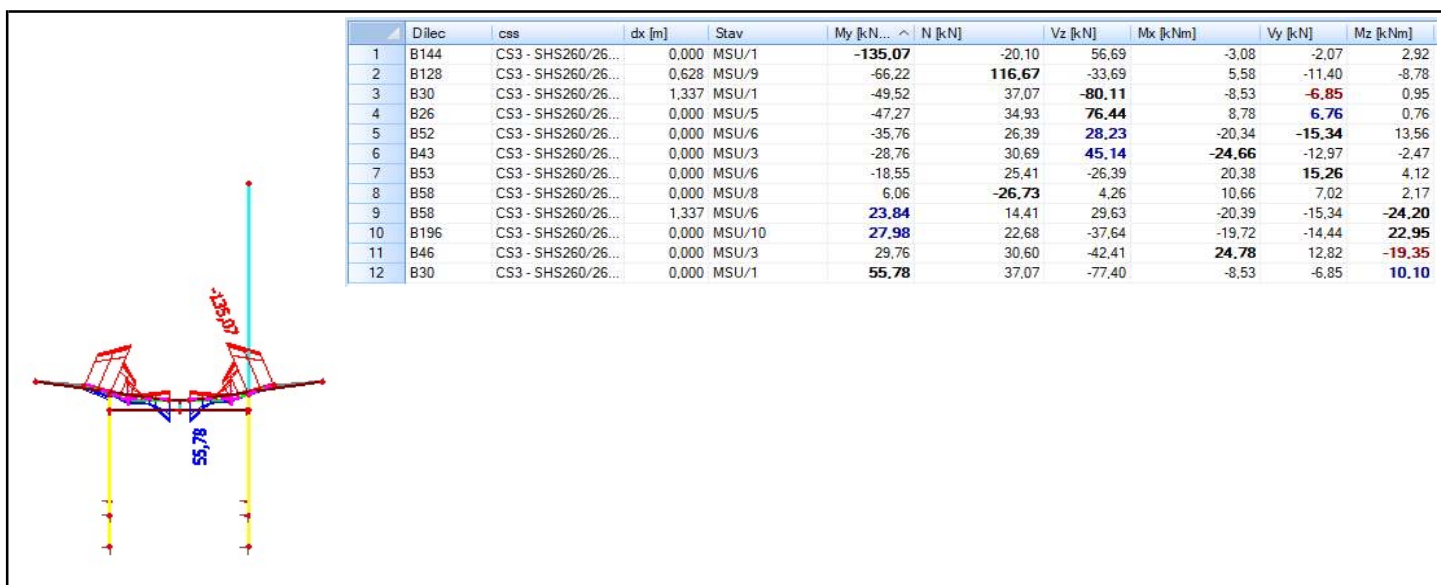
Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,6496			0,0902

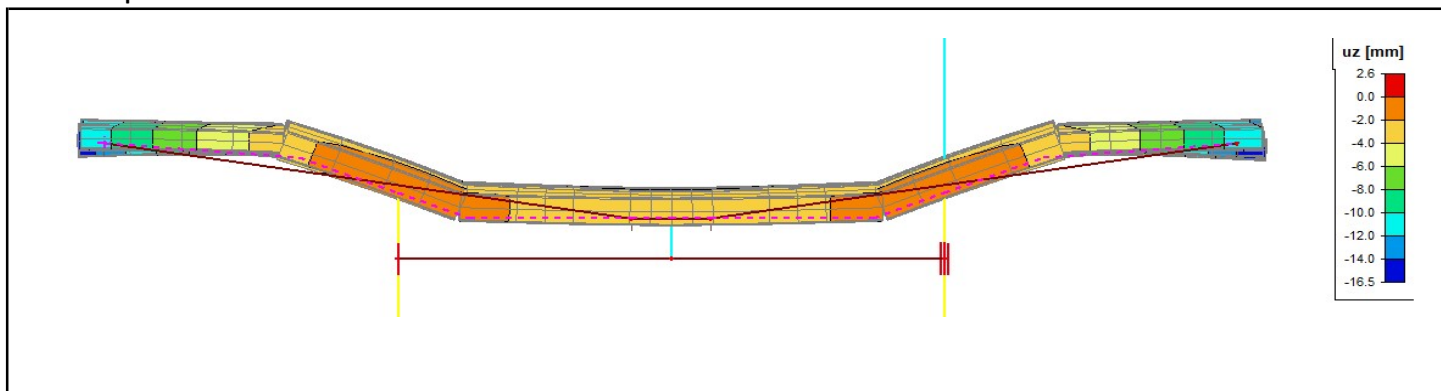
$$\begin{aligned}
 P1 &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \\
 P2 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \\
 P3 &= N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}
 \end{aligned}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,6496			0,0902
MSU 2	0,3986			0,0692
MSU 3	0,2504			0,1335
MSU 4	0,2381			0,1278
MSU 5	0,2405			0,0669
MSU 6	0,1583			0,0892
MSU 7	0,1162			0,0640
MSU 8	0,0497			0,0173
MSU 9	0,2294			0,0691
MSU 10	0,2463			0,0800
MSU 11	0,2413			0,0848
MSU 12	0,3220			0,12936638
Rozhodující	0,6496	0,0000	0,0000	0,1335

Využití (%): **64,96****Vyhovuje**

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku:

konzole

L

=

2420 mm

Maximální dovolený průhyb:

L /

250

Hodnota limitního průhybu:

$$\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$$

$$= 2 \cdot 2420 / 250 = 19,36 \text{ mm}$$

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$$\delta = 16,5 \text{ mm}$$

Posudek:

$$\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$$

$$16,5 / 19,36 \leq 1,00$$

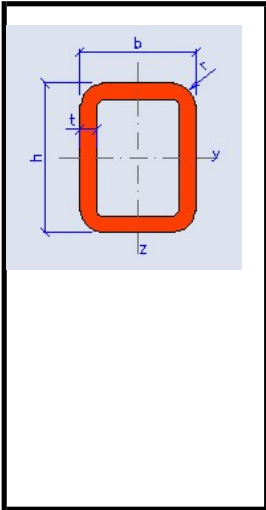
$$0,8523 \leq 1,00$$

Využití (%): 85,23

Vyhovuje

Posouzení příčného nosníka meziláhého - SHS 200x200x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	3,01E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W_y	=	3,01E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	3,48E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	79	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	3,01E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	3,01E+05	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	3,48E+05	mm ³
A_L	=	0,784	m ² m ⁻¹	i_z	=	7,90E+01	mm
A	=	4840	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	4,65E+07	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílní součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

$$c = 188 \text{ mm}$$

$$t = 6,3 \text{ mm}$$

$$c/t$$

$$= 188 / 6,3 = 29,84$$

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

$$= \sqrt{235 / 235} = 1,00$$

$$c/t \leq 83$$

$$29,84 \leq 83$$

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 1137,4 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00 Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0,25 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 0,25 / 1137,4 = 0,0002$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 0,02 Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$M_{y,Ed,max} = 25,19 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 25,19 / 81,77 = 0,3080$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 30,80 Vyhovuje

$$M_{z,Ed,max} = 3,88 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 3,88 / 81,77 = 0,0474$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 4,74 Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 10,91 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 188 \cdot 6,3 = 2368,8 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((2368,8 \cdot (235 / \sqrt{3})) / 1000) = 321,39 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 10,91 / 2368,8 = 0,0339$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 3,39 Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 321,39 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 10,91 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ = 0,5 \cdot 321,39 = 160,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 10,91 \leq 160,7 \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 10,91) / 321,39 - 1)^2 = 0,0000$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 25,19 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ = 25,19 / 81,77 = 0,3080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,3080 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 30,80

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 3,88 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 347970 \cdot 10^{-6}) / 1 = 81,77 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ = 3,88 / 81,77 = 0,0474 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0474 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 4,74

Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$N_{Ed,max} = 0,25 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 1137,4 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 0,25 / 1137,4 = 0,0002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\ &= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840) = 0,4793 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\ &= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840) = 0,4793 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(81,77295 \cdot (1 - 0,0002) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 81,77295) = 81,77 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ = 25,19 / 81,77 = 0,3080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,3080 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 30,80

Vyhovuje

Moment v ose z-z:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(81,77295 \cdot (1 - 0,0002) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 81,77295) = 81,77 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ = 3,88 / 81,77 = 0,0474 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0474 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 4,74

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1137,4 ; 1137,4) = 1137,4 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(81,77 ; 81,77 ; 81,77) = 81,77 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(81,77 ; 81,77 ; 81,77) = 81,77 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 0,25 / 1137,4 + 25,19 / 81,77 + 3,88 / 81,77 \leq 1,00$$

$$0,3557 \leq 1,00$$

Využití (%): 35,57

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	0,25	kN
$M_{y,Ed}$	=	25,19	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,88	kNm
$V_{y,Ed}$	=	1,41	kN
$V_{z,Ed}$	=	9,5	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3557			0,0339

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

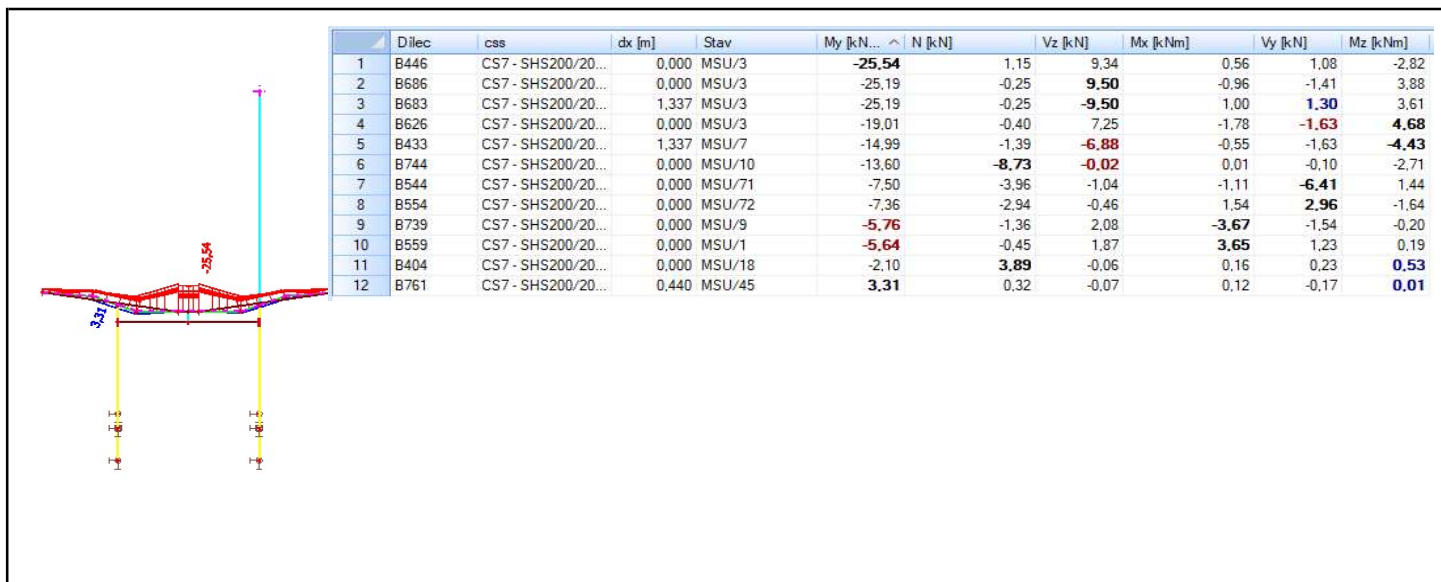
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3478			0,0324
MSU 2	0,3557			0,0339
MSU 3	0,3524			0,0336
MSU 4	0,2901			0,0276
MSU 5	0,2387			0,0265
MSU 6	0,2071			0,0004
MSU 7	0,1128			0,0232
MSU 8	0,1126			0,0106
MSU 9	0,0741			0,0113
MSU 10	0,0717			0,0096
MSU 11	0,0356			0,0009
MSU 12	0,0409			0,0007
Rozhodující	0,3557	0,0000	0,0000	0,0339

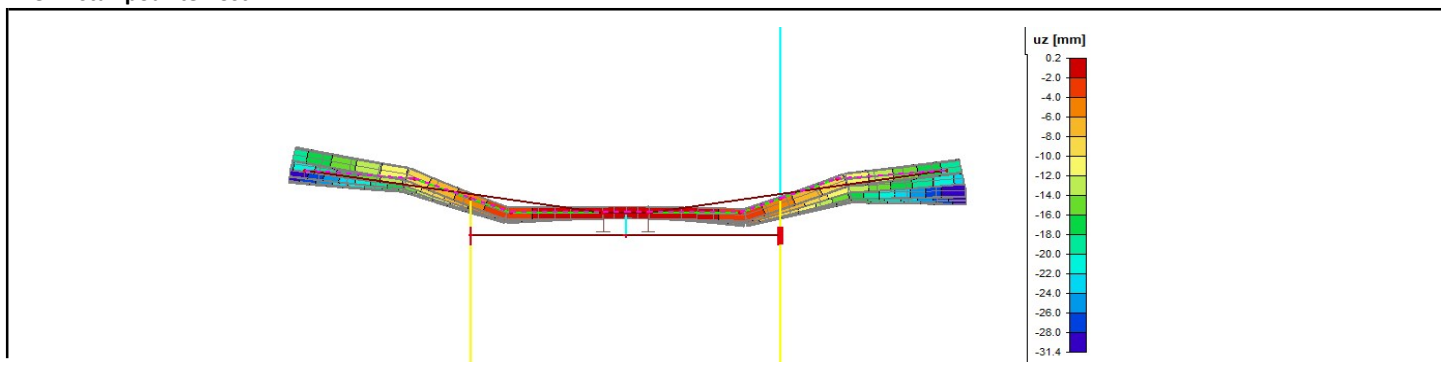
Využití (%): 35,57

Vyhovuje



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: konzole $L = 4350$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$
 $= 2 \cdot 4350 / 250 = 34,8$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

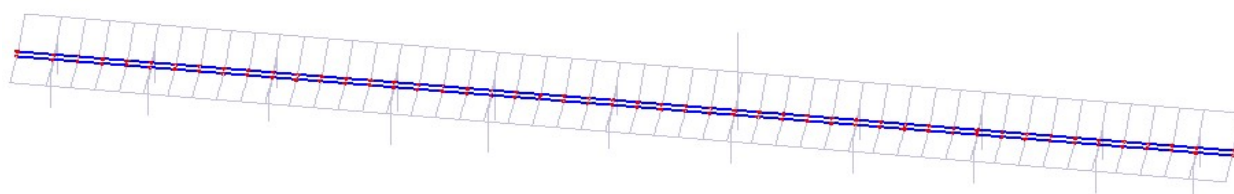
$\delta = 31,4$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $31,4 / 34,8 \leq 1,00$
0,9023 $\leq 1,00$

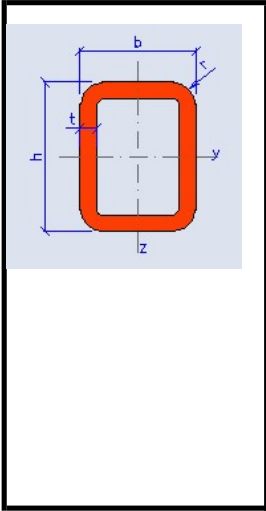
Využití (%): **90,23**

Vyhovuje

Posouzení vnitřního podélného nosníka - SHS 250x250x8



Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I_y	=	7,46E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	5,96E+05	mm ³
t_f	=	8	mm	$W_{y,pl}$	=	6,90E+05	mm ³
t_w	=	8	mm	i_y	=	99	mm
r_1	=	8	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	8	mm	I_z	=	7,46E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	5,96E+05	mm ³
h_w	=	234	mm	$W_{z,pl}$	=	6,90E+05	mm ³
A_L	=	0,979	m ² m ⁻¹	i_z	=	9,90E+01	mm
A	=	7680	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,15E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	234	mm
	t	=	8	mm
	c/t	=	29,25	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	=	1,00	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	29,25	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 23,43 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 23,43 / 1804,8 = 0,0130$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0130 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,30

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	=	0,0000	-		
	$= 0 / 1804,8$	=	0,0000	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
	0,0000	≤	1,00			

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	107,16	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,6613	-		
	$= 107,16 / 162,03$	=	0,6613	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 66,13	Vyhovuje
	0,6613	≤	1,00			
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	6,48	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,0400	-		
	$= 6,48 / 162,03$	=	0,0400	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 4,00	Vyhovuje
	0,0400	≤	1,00			

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	57,18	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 234 \cdot 8$	=	3744	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((3744 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000)$	=	507,98	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	=	0,1126	-		
	$= 57,18 / 3744$	=	0,1126	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 11,26	Vyhovuje
	0,1126	≤	1,00			

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	507,98	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	57,18	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 507,98$	=	253,99	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $57,18 \leq 253,99$ $\rho = 0$					
	inak $\rho = ((2 \cdot 57,18) / 507,98 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	107,16	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	=	0,6613	-		
	$= 107,16 / 162,03$	=	0,6613	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,6613	≤	1,00		Využití (%): 66,13	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	6,48	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	162,03	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 6,48 / 162,03$	=	0,0400	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,0400	≤	1,00		Využití (%): 4,00	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	23,43	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	1804,8	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 23,43 / 1804,8$	=	0,0130	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$					
	$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680)$	=	0,4792	-		
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$					
	$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680)$	=	0,4792	-		

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,013) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm}$$

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$					
	$= 107,16 / 162,03$	=	0,6613	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00			
	0,6613	≤	1,00		Využití (%): 66,13	Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,013) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm}$$

Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$					
	$= 6,48 / 162,03$	=	0,0400	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00			
	0,0400	≤	1,00		Využití (%): 4,00	Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1804,8; 1804,8) = 1804,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(162,03; 162,03; 162,03) = 162,03 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(162,03; 162,03; 162,03) = 162,03 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 23,43 / 1804,8 + 107,16 / 162,03 + 6,48 / 162,03 \leq 1,00$$

$$0,7143 \leq 1,00 \quad \text{Využití (%): 71,43} \quad \text{Vyhovuje}$$

Vzpěrná únosnost prutů:

Rovina y-y

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	10000	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost: } \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (10000 / 99) \cdot (1 / 93,9) = 1,08 \text{ -}$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,08 - 0,2) + 1,08^2) = 1,29 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,08^2}) = 0,50 \text{ -}$$

$$\text{Odolnost: } N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,5 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 897,56 \text{ kN}$$

$$\text{Posudek: } N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$$

$$= 0 / 897,56 = 0,0000 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	10000	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost: } \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (10000 / 99) \cdot (1 / 93,9) = 1,08 \text{ -}$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,08 - 0,2) + 1,08^2) = 1,29 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z})$$

$$= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,08^2}) = 0,50 \text{ -}$$

$$\text{Odolnost: } N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,5 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 897,56 \text{ kN}$$

$$\text{Posudek: } N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$$

$$= 0 / 897,56 = 0,0000 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	897,56	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,08	-
$N_{Rd,z}$	=	897,56	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,08	-
$M_{y,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy} c_{my} = **0,478** -

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 0,478 \cdot (1 + (1,08 - 0,2) \cdot 0 / 897,56)$$

$$\leq 0,478 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0 / 897,56) = \mathbf{0,48} -$$

Určení k_{zy} $k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$

$$= 0,6 \cdot 0,48 = \mathbf{0,29} -$$

Určení k_{zz} c_{mz} = **0,4** -

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 1,08 - 0,6) \cdot 0 / 897,56)$$

$$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 0 / 897,56) = \mathbf{0,40} -$$

Určení k_{yz} $k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$

$$= 0,6 \cdot 0,4 = \mathbf{0,24} -$$

Posudek:

Podmínka 1

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 0 / 897,56 + 0,48 \cdot 107,16 / 162,03 + 0,24 \cdot 6,48 / 162,03 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,3257} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **32,57**

Vyhovuje

Podmínka 2

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 0 / 897,56 + 0,29 \cdot 107,16 / 162,03 + 0,4 \cdot 6,48 / 162,03 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,2057} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **20,57**

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	23,43	kN
N_{tlak}	=	0	kN
$M_{y,Ed}$	=	107,16	kNm
$M_{z,Ed}$	=	6,48	kNm
$V_{y,Ed}$	=	4,54	kN
$V_{z,Ed}$	=	52,64	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,7143	0,3257	0,2057	0,1126

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

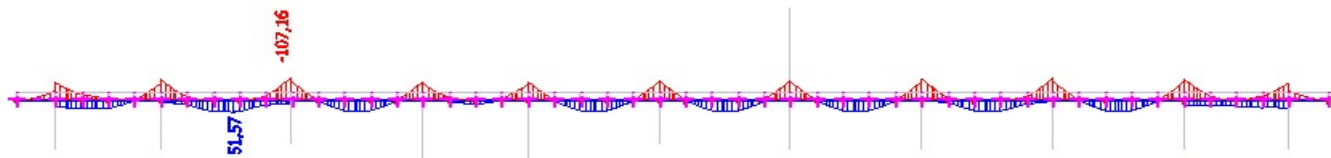
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,7143	0,3257	0,2057	0,1126
MSU 2	0,7075	0,3220	0,2037	0,1125
MSU 3	0,6751	0,3575	0,2427	0,1096
MSU 4	0,6637	0,2999	0,1888	0,1076
MSU 5	0,6080	0,3383	0,2383	0,1055
MSU 6	0,6097	0,3391	0,2393	0,1058
MSU 7	0,5581	0,2913	0,2016	0,0723
MSU 8	0,5566	0,2902	0,2004	0,0721
MSU 9	0,2663	0,1039	0,0628	0,0396
MSU 10	0,1017	0,1326	0,1278	0,0548
MSU 11	0,0279	0,0031	0,0052	0,0747
MSU 12	0,3403	0,1985	0,1359	0,0022
Rozhodující	0,7143	0,3575	0,2427	0,1126

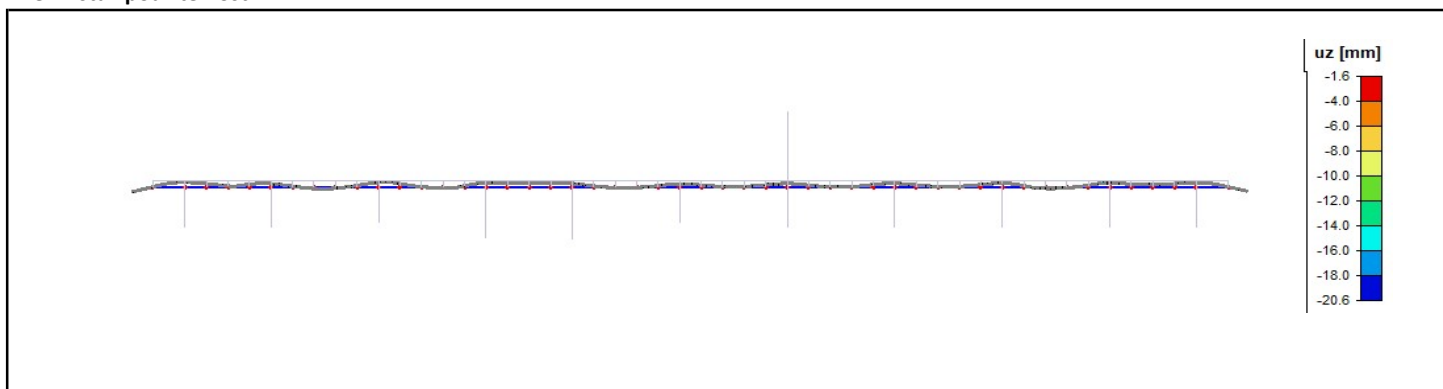
Využití (%): **71,43****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN... ^ N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]	
1	B233	CS9 - SHS250/25...	2.000	MSU/1	-107.16	23,43	-52.64	6,13	-4.54	-6.48
2	B234	CS9 - SHS250/25...	2.000	MSU/7	-105.78	24,11	-52.68	-8.18	4.46	6.69
3	B218	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/5	-99.50	-39,23	51.38	5.63	-4.29	6.37
4	B334	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/7	-98.84	34,29	50.98	8.04	-3.68	5.62
5	B238	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/5	-86.91	-52.81	48.50	5.68	-5.08	6.87
6	B237	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/5	-86.90	-53,12	48.46	-5.69	5.28	-7.13
7	B389	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/9	-80.14	-32.80	31,73	-3.32	5.02	-7.35
8	B390	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/9	-80.13	-32,21	31,73	3.31	-4.89	7.17
9	B314	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/12	-35.06	86.70	20,06	3.87	0.08	-0.30
10	B310	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/11	-5.50	-100.10	-23.87	-3.56	3.98	-1.99
11	B370	CS9 - SHS250/25...	0.000	MSU/7	0.00	26.94	-35.41	-8.74	2.53	-2.11
12	B226	CS9 - SHS250/25...	1.600	MSU/5	51.57	-36.75	-0.60	-0.01	0.53	-0.27



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku:

L = **8000** mm

Maximální dovolený průhyb:

L / **250**

Hodnota limitního průhybu:

 $\delta_{lim} = L / 250$ $= 8000 / 250 = \mathbf{32}$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

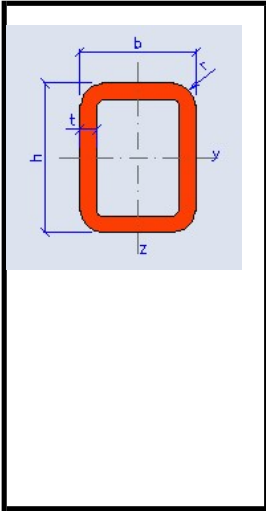
	δ	=	20,6	mm
Posudek:	δ / δ_{lim}	≤	1,00	
	20,6 / 32	≤	1,00	
	0,6438	≤	1,00	

Využití (%): 64,38

Vyhovuje

Posouzení příčného nosníka mezi sloupami - RHS300x250x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	300	mm	I_y	=	9,19E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	6,13E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	7,12E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	117	mm
r_1	=	9	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	9	mm	I_z	=	6,95E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	5,56E+05	mm ³
h_w	=	282	mm	$W_{z,pl}$	=	6,29E+05	mm ³
A_L	=	1,08	m ² m ⁻¹	i_z	=	102,00	mm
A	=	6730,00	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	1,21E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílní součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

$$c = 282 \text{ mm}$$

$$t = 6,3 \text{ mm}$$

$$c/t$$

$$= 282 / 6,3 = 44,76$$

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

$$= \sqrt{235 / 235} = 1,00$$

$$c/t \leq 83$$

$$44,76 \leq 83$$

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

Odolnost:

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1581,55 \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	=	0,0000	-		
	$= 0 / 1581,55$	=	0,0000	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
	0,0000	≤	1,00			
Tlak:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)					
	$N_{Ed,tlak}$	=	91,55	kN		
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{MO}$					
	$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1581,55	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$					
	$= 91,55 / 1581,55$	=	0,0579	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 5,79	Vyhovuje
	0,0579	≤	1,00			
Ohybový moment:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)					
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	46,79	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	167,32	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 46,79 / 167,32$	=	0,2796	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 27,96	Vyhovuje
	0,2796	≤	1,00			
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	3,37	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	147,82	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 3,37 / 147,82$	=	0,0228	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 2,28	Vyhovuje
	0,0228	≤	1,00			
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)					
	$V_{Ed,max}$	=	42,77	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 282 \cdot 6,3$	=	3553,2	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{MO}$					
	$= ((3553,2 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	482,09	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 42,77 / 3553,2$	=	0,0887	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 8,87	Vyhovuje
	0,0887	≤	1,00			
Kroucení:	Prvek není namáhán kroučícím momentem					

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 482,09 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 42,77 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ & = 0,5 \cdot 482,09 = 241,04 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 42,77 \leq 241,04 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 42,77) / 482,09 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 46,79 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 167,32 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ &= 46,79 / 167,32 = 0,2796 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,2796 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 27,96

Vyhovuje**Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 3,37 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 147,82 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ &= 3,37 / 147,82 = 0,0228 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0228 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 2,28

Vyhovuje**Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:**

$$N_{Ed,max} = 91,55 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 1581,55 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 91,55 / 1581,55 = 0,0579 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\ &= \min(0,5; (6730 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6730) = 0,5000 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\ &= \min(0,5; (6730 - 2 \cdot 300 \cdot 6,3) / 6730) = 0,4383 \text{ -} \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(167,32 \cdot (1 - 0,0579) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 167,32) = 167,32 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ &= 46,79 / 167,32 = 0,2796 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,2796 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 27,96

Vyhovuje**Moment v ose z-z:****Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(147,815 \cdot (1 - 0,0579) / (1 - 0,5 \cdot 0,4383); 147,815) = 147,82 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ &= 3,37 / 147,82 = 0,0228 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0228 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 2,28

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1581,55 ; 1581,55) = 1581,55 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(167,32 ; 167,32 ; 167,32) = 167,32 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(147,82 ; 147,82 ; 147,82) = 147,82 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 91,55 / 1581,55 + 46,79 / 167,32 + 3,37 / 147,82 \leq 1,00$$

$$0,3603 \leq 1,00$$

Využití (%): 36,03

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	91,55	kN
$M_{y,Ed}$	=	46,79	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,37	kNm
$V_{y,Ed}$	=	3,7	kN
$V_{z,Ed}$	=	39,07	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3603			0,0887

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3603			0,0887
MSU 2	0,2339			0,0378
MSU 3	0,1737			0,0311
MSU 4	0,3286			0,0677
MSU 5	0,3298			0,0680
MSU 6	0,3457			0,0727
MSU 7	0,3467			0,0728
MSU 8	0,3282			0,0859
MSU 9	0,2951			0,0776
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,3603	0,0000	0,0000	0,0887

Využití (%): 36,03

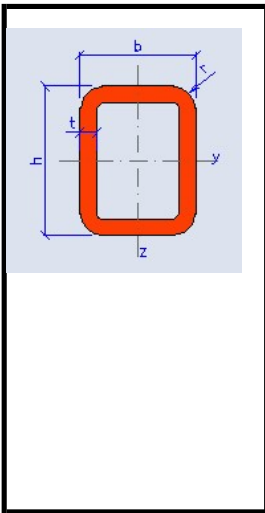
Vyhovuje



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - malé - RHS250x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I _y	=	7,46E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W _y	=	5,96E+05	mm ³
t _f	=	8	mm	W _{y,pl}	=	6,90E+05	mm ³
t _w	=	8	mm	i _y	=	99	mm
r ₁	=	8	mm	S _y	=		mm ³
r ₂	=	8	mm	I _z	=	7,46E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	5,96E+05	mm ³
h _w	=	234	mm	W _{z,pl}	=	6,90E+05	mm ³
A _L	=	0,979	m ² m ⁻¹	i _z	=	9,90E+01	mm
A	=	7680	mm ²	S _z	=		mm ³
				I _t	=	1,15E+08	mm ⁴
				C _t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f _y	=	235	N/mm ²	f _u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ _{M0}	=	1,00	-
γ _{M1}	=	1,00	-
γ _{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	234	mm
	t	=	8	mm
	c/t			
	= 234/8	=	29,25	-
	ε = √(235/f _y)			
	= √(235/235)	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	29,25	≤	83	

→

Třída průřezu: **1**

Výsledná třída průřezu: **1**

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 1804,8 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 80,62 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (7680 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1804,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} = 80,62 / 1804,8 = 0,0447$$

$$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 4,47

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$M_{y,Ed,max} = 119,46 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 119,46 / 162,03 = 0,7373$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 73,73

Vyhovuje

$$M_{z,Ed,max} = 12,04 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 12,04 / 162,03 = 0,0743$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 7,43

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 48,57 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 234 \cdot 8 = 3744 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((3744 \cdot (235 / \sqrt{3})) / 1000) = 507,98 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 48,57 / 3744 = 0,0956$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

Využití (%): 9,56

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 507,98 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 48,57 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ & = 0,5 \cdot 507,98 = 253,99 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 48,57 \leq 253,99 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 48,57) / 507,98 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 119,46 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ &= 119,46 / 162,03 = 0,7373 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,7373 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 73,73

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 12,04 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 689500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ &= 12,04 / 162,03 = 0,0743 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0743 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 7,43

Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$N_{Ed,max} = 80,62 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 1804,8 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 80,62 / 1804,8 = 0,0447 \text{ -} \end{aligned}$$

$$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$$

$$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680) = 0,4792 \text{ -}$$

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (7680 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 7680) = 0,4792 \text{ -}$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0447) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ &= 119,46 / 162,03 = 0,7373 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,7373 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 73,73

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(162,0325 \cdot (1 - 0,0447) / (1 - 0,5 \cdot 0,4792); 162,0325) = 162,03 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ &= 12,04 / 162,03 = 0,0743 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0743 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 7,43

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(1804,8 ; 1804,8) = \mathbf{1804,8} \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(162,03 ; 162,03 ; 162,03) = \mathbf{162,03} \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(162,03 ; 162,03 ; 162,03) = \mathbf{162,03} \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq \mathbf{1,00} \\
 = 80,62 / 1804,8 + 119,46 / 162,03 + 12,04 / 162,03 &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,8562} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **85,62** **Vyhovuje**

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení : **vetknutí - vo** $\beta = \mathbf{2}$ -

Křivka vzpěru: **b** $\alpha = \mathbf{0,34}$ -

Délka prutu: $L = \mathbf{5890}$ mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 2 \cdot 5890 = \mathbf{11780} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$\begin{aligned}
 &= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} -
 \end{aligned}$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$\begin{aligned}
 &= (11780 / 99) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{1,27} - \\
 \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,27 - 0,2) + 1,27^2) = \mathbf{1,48} -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\
 &= 1 / (1,48 + \sqrt{1,48^2 - 1,27^2}) = \mathbf{0,44} -
 \end{aligned}$$

Odolnost: $N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$

$$\begin{aligned}
 &= 0,44 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = \mathbf{799,56} \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek: $N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$

$$\begin{aligned}
 &= 80,62 / 799,56 = \mathbf{0,1008} - \\
 N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &\leq \mathbf{1,00} \\
 \mathbf{0,1008} &\leq \mathbf{1,00}
 \end{aligned}$$

Využití (%): **10,08** **Vyhovuje**

Rovina z-z

Uložení : **vetknutí - klc** $\beta = \mathbf{0,7}$ -

Křivka vzpěru: **c** $\alpha = \mathbf{0,49}$ -

Délka prutu: $L = \mathbf{5890}$ mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,z} &= \beta \cdot L \\
 &= 0,7 \cdot 5890 = \mathbf{4123} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$\begin{aligned}
 &= 93,9 \cdot 1 = \mathbf{93,9} -
 \end{aligned}$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$\begin{aligned}
 &= (4123 / 99) \cdot (1 / 93,9) = \mathbf{0,44} - \\
 \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,44 - 0,2) + 0,44^2) = \mathbf{0,66} -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\
 &= 1 / (0,66 + \sqrt{0,66^2 - 0,44^2}) = \mathbf{0,87} -
 \end{aligned}$$

Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$			
	$= 0,87 \cdot 7680 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	1577,48	kN
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$			
	$= 80,62 / 1577,48$	=	0,0511	-
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$	≤	1,00	
	0,0511	≤	1,00	
			Využití (%): 5,11	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	799,56	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,27	-
$N_{Rd,z}$	=	1577,48	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,44	-
$M_{y,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	162,03	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	c_{my}	=	0,473	-
-----------------	----------	---	--------------	---

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 0,473 \cdot (1 + (1,27 - 0,2) \cdot 80,62 / 799,56)$$

$$\leq 0,473 \cdot (1 + 0,8 \cdot 80,62 / 799,56) = \mathbf{0,51} \quad -$$

Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 0,51$	=	0,31	-

Určení k_{zz}	c_{mz}	=	0,4	-
-----------------	----------	---	------------	---

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 0,44 - 0,6) \cdot 80,62 / 1577,48)$$

$$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 80,62 / 1577,48) = \mathbf{0,41} \quad -$$

Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 0,41$	=	0,24	-

Posudek:

Podmínka 1

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 80,62 / 799,56 + 0,51 \cdot 119,46 / 162,03 + 0,24 \cdot 12,04 / 162,03$	≤ 1,00
0,4958	≤ 1,00
	Využití (%): 49,58
	Vyhovuje

Podmínka 2

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 80,62 / 1577,48 + 0,31 \cdot 119,46 / 162,03 + 0,41 \cdot 12,04 / 162,03$	≤ 1,00
0,3074	≤ 1,00
	Využití (%): 30,74
	Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivý kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	80,62	kN
$M_{y,Ed}$	=	119,46	kNm
$M_{z,Ed}$	=	12,04	kNm
$V_{y,Ed}$	=	6,58	kN
$V_{z,Ed}$	=	41,99	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,8562	0,4958	0,3074	0,0956

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

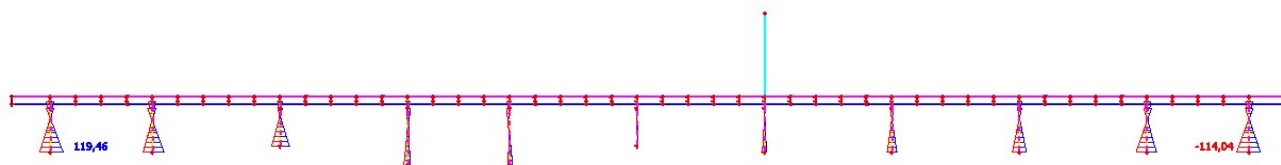
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,8107	0,4306	0,2731	0,0930
MSU 2	0,8219	0,4800	0,2975	0,0917
MSU 3	0,3801	0,3744	0,2045	0,0380
MSU 4	0,2717	0,2017	0,1263	0,1006
MSU 5	0,2721	0,2017	0,1264	0,1006
MSU 6	0,2129	0,1990	0,1366	0,1028
MSU 7	0,4033	0,2473	0,2137	0,1028
MSU 8	0,4200	0,2646	0,2228	0,1034
MSU 9	0,1736	0,0636	0,0589	0,0733
MSU 10	0,3046	0,2412	0,1595	0,1249
MSU 11	0,8562	0,4958	0,3074	0,0956
MSU 12				
Rozhodující	0,8562	0,4958	0,3074	0,1249

Využití (%): **85,62****Vyhovuje**

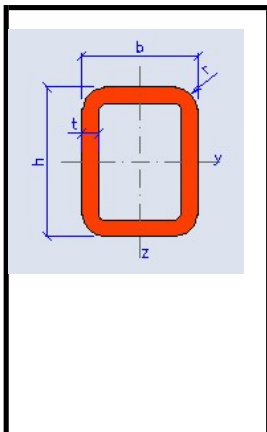
	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B191	CS4 - SHS250/25...	0,000	MSU/8	-114,04		-49,52	40,02	3,96	7,23
2	B191	CS4 - SHS250/25...	0,000	MSU/6	-113,94		-81,77	40,08	3,97	6,49
3	B25	CS4 - SHS250/25...	0,000	MSU/1	-46,04		-173,26	18,63	-1,93	-0,69
4	B41	CS4 - SHS250/25...	3,768	MSU/7	-27,68		-80,49	-21,07	7,87	-30,03
5	B42	CS4 - SHS250/25...	3,768	MSU/7	-27,68		-80,46	-21,14	-8,01	29,96
6	B131	CS4 - SHS250/25...	3,768	MSU/3	3,42		-126,21	1,92	-1,06	-50,28
7	B131	CS4 - SHS250/25...	4,360	MSU/3	4,56		-125,80	1,92	-1,06	-50,28
8	B147	CS4 - SHS250/25...	4,360	MSU/9	6,83		-133,74	4,45	0,98	48,05
9	B56	CS4 - SHS250/25...	4,360	MSU/2	14,94		-0,36	10,56	-2,95	26,70
10	B177	CS4 - SHS250/25...	3,768	MSU/4	21,44		-115,87	13,35	5,54	50,09
11	B57	CS4 - SHS250/25...	0,000	MSU/5	119,46		-80,62	-41,99	4,13	-6,58



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - velké - RHS450x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	450	mm	I _y	=	3,01E+08	mm ⁴
b	=	250	mm	W _y	=	1,34E+06	mm ³
t _f	=	8	mm	W _{y,pl}	=	1,61E+06	mm ³
t _w	=	8	mm	i _y	=	166	mm
r ₁	=	8	mm	S _y	=		mm ³
r ₂	=	8	mm	I _z	=	1,21E+08	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	9,71E+05	mm ³
h _w	=	434	mm	W _{z,pl}	=	1,08E+06	mm ³
A _L	=	1,38	m ² m ⁻¹	i _z	=	106	mm
A	=	10900	mm ²	S _z	=		mm ³

				I_t	=	2,71E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³
Materiál průřezu:	f_y	=	235	N/mm ²		f_u	= 360 N/mm ²
	E	=	210000	N/mm ²		G	= 81000 N/mm ²
	ν	=	0,3	-		α	= 1,00E-05 K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy	γ_{M0}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při posuzování stability prutů	γ_{M1}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu	γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	434	mm
	t	=	8	mm
	c/t			
	$= 434/8$	=	54,25	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$			
	$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	54,25	≤	83	

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	2561,5	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	$= 0 / 2561,5$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	140,16	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	2561,5	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	$= 140,16 / 2561,5$	=	0,0547	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00	
	0,0547	≤	1,00	

Využití (%): **5,47****Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	86,73	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	$= 86,73 / 378,94$	=	0,2289	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,2289	≤	1,00	

Využití (%): **22,89****Vyhovuje**

Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	28,56	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	252,98	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 28,56 / 252,98$	=	0,1129	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,1129	≤	1,00		Využití (%): 11,29	Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	91,93	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 434 \cdot 8$	=	6944	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((6944 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000)$	=	942,14	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 91,93 / 6944$	=	0,0976	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0976	≤	1,00		Využití (%): 9,76	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	942,14	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	91,93	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 942,14$	=	471,07	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\text{když } 91,93 \leq 471,07 \rho = 0$					
	$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 91,93) / 942,14 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	86,73	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 86,73 / 378,94$	=	0,2289	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,2289	≤	1,00		Využití (%): 22,89	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	28,56	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	252,98	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 28,56 / 252,98$	=	0,1129	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00			
	0,1129	≤	1,00		Využití (%): 11,29	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} &= 140,16 \text{ kN} \\
 N_{pl,Rd} &= 2561,5 \text{ kN} \\
 n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\
 &= 140,16 / 2561,5 = 0,0547 - \\
 a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\
 &= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 10900) = 0,5000 - \\
 a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\
 &= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 450 \cdot 8) / 10900) = 0,3394 -
 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$\begin{aligned}
 M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\
 &= \min(378,9375 \cdot (1 - 0,0547) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 378,9375) = 378,94 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &= 86,73 / 378,94 = 0,2289 - \\
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,2289 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 22,89

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$\begin{aligned}
 M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\
 &= \min(252,9775 \cdot (1 - 0,0547) / (1 - 0,5 \cdot 0,3394); 252,9775) = 252,98 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &= 28,56 / 252,98 = 0,1129 - \\
 M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\
 0,1129 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 11,29

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(2561,5; 2561,5) = 2561,5 \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(378,94; 378,94; 378,94) = 378,94 \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(252,98; 252,98; 252,98) = 252,98 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\
 = 140,16 / 2561,5 + 86,73 / 378,94 + 28,56 / 252,98 &\leq 1,00 \\
 0,3965 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 39,65

Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	4500	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 2 \cdot 4500 = 9000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_y &= (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (9000 / 166) \cdot (1 / 93,9) = 0,58 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,58 - 0,2) + 0,58^2) = 0,73 -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_y'^2})$$

$$= 1 / (0,73 + \sqrt{0,73^2 - 0,58^2}) = 0,85 -$$

Odolnost:

$$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,85 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 2172,78 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$$

$$= 140,16 / 2172,78 = 0,0645 -$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0645 \leq 1,00$$

Využití (%): 6,45

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení : **vetknutí - vo** $\beta = 2 -$

Křivka vzpěru: **c** $\alpha = 0,49 -$

Délka prutu: $L = 4500 \text{ mm}$

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 4500 = 9000 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (9000 / 106) \cdot (1 / 93,9) = 0,90 -$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2) = 1,08 -$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'_z{}^2})$$

$$= 1 / (1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}) = 0,60 -$$

Odolnost:

$$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,6 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 1529,84 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$$

$$= 140,16 / 1529,84 = 0,0916 -$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0916 \leq 1,00$$

Využití (%): 9,16

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$$N_{Rd,y} = 2172,78 \text{ kN} - \text{zohladnené } \chi_y \text{ a } \gamma_{M1} \quad \lambda'_y = 0,58 -$$

$$N_{Rd,z} = 1529,84 \text{ kN} - \text{zohladnené } \chi_z \text{ a } \gamma_{M1} \quad \lambda'_z = 0,90 -$$

$$M_{y,Rd} = 378,94 \text{ kNm} - \text{zohladnené } \chi_{LT} \text{ a } \gamma_{M1} \quad \lambda'_{LT} = - -$$

$$M_{z,Rd} = 252,98 \text{ kNm} - \text{zohladnené } \gamma_{M1} \quad \gamma_{M1} = 1,00 -$$

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy} $c_{my} = 1 -$

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 1 \cdot (1 + (0,58 - 0,2) \cdot 140,16 / 2172,78)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 140,16 / 2172,78) = 1,02 -$$

Určení k_{zy}

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$$

$$= 0,6 \cdot 1,02 = 0,61 -$$

Určení k_{zz}

$$c_{mz} = 1$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 0,9 - 0,6) \cdot 140,16 / 1529,84)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 140,16 / 1529,84) = 1,11$$

Určení k_{yz}

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

$$= 0,6 \cdot 1,11 = 0,67$$

Posudek:

Podmínka 1

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 140,16 / 2172,78 + 1,02 \cdot 86,73 / 378,94 + 0,67 \cdot 28,56 / 252,98 \leq 1,00$$

$$0,3742 \leq 1,00$$

Využití (%): **37,42** **Vyhovuje**

Podmínka 2

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 140,16 / 1529,84 + 0,61 \cdot 86,73 / 378,94 + 1,11 \cdot 28,56 / 252,98 \leq 1,00$$

$$0,3577 \leq 1,00$$

Využití (%): **35,77** **Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

$$N_{tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{tlak} = 140,16 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 86,73 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 28,56 \text{ kNm}$$

$$V_{y,Ed} = 8,43 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 83,5 \text{ kN}$$

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3965	0,3742	0,3577	0,0976

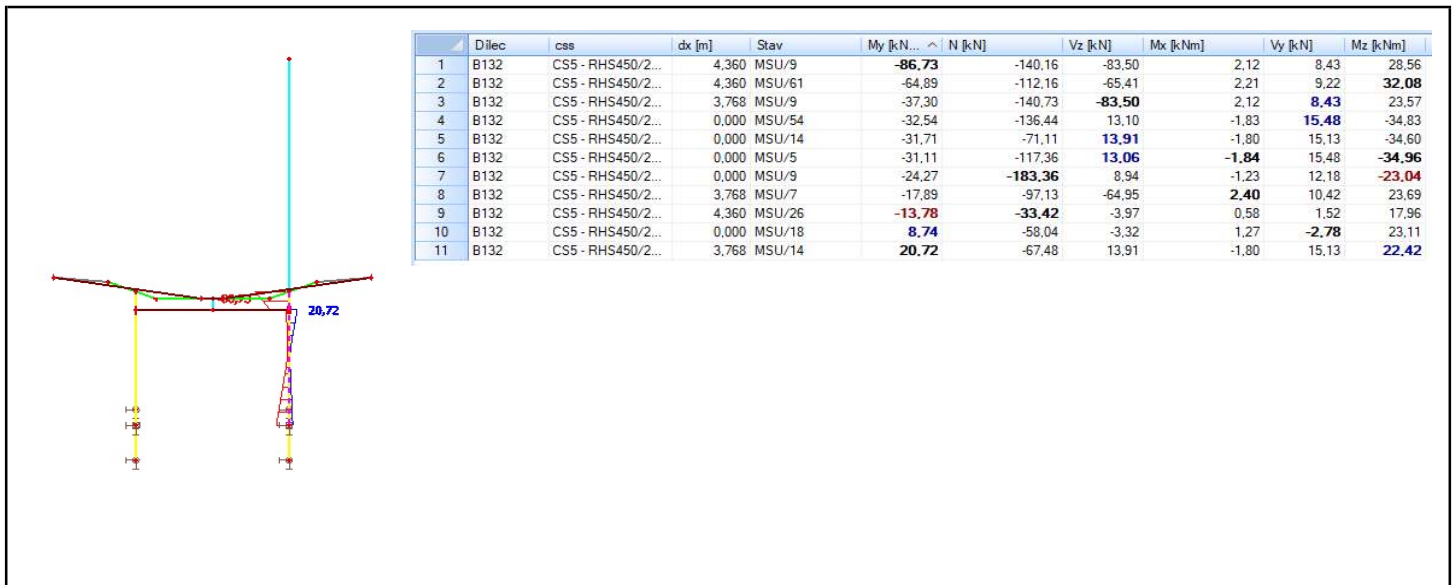
$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3965	0,3742	0,3577	0,0976
MSU 2	0,3418	0,3090	0,3161	0,0792
MSU 3	0,2465	0,2277	0,2560	0,0976
MSU 4	0,2768	0,2422	0,2944	0,0303
MSU 5	0,2482	0,2041	0,2418	0,0308
MSU 6	0,2661	0,2284	0,2780	0,0303
MSU 7	0,2267	0,2130	0,2638	0,0224
MSU 8	0,1788	0,1532	0,1931	0,0800
MSU 9	0,1204	0,0957	0,1167	0,0058
MSU 10	0,1371	0,1073	0,1475	0,0065
MSU 11	0,1696	0,1424	0,1706	0,0308
MSU 12				
Rozhodující	0,3965	0,3742	0,3577	0,0976

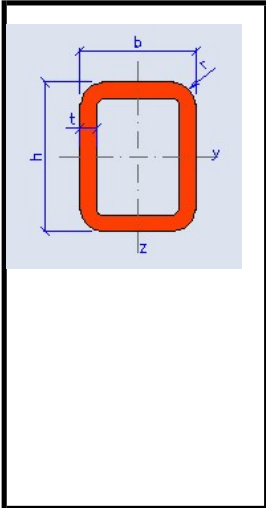
Využití (%): **39,65****Vyhovuje**



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - velké trakční - RHS450x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	450	mm	I_y	=	3,01E+08	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	1,34E+06	mm ³
t_f	=	8	mm	$W_{y,pl}$	=	1,61E+06	mm ³
t_w	=	8	mm	i_y	=	166	mm
r_1	=	8	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	8	mm	I_z	=	1,21E+08	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	9,71E+05	mm ³
h_w	=	434	mm	$W_{z,pl}$	=	1,08E+06	mm ³
A_L	=	1,38	m ² m ⁻¹	i_z	=	106	mm
A	=	10900	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	2,71E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	434	mm
	t	=	8	mm
	c/t	=	54,25	-
	$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	54,25	≤	83	

→

Třída průřezu: **1**

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 2561,5 = 0,0000$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 8,61 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} = 8,61 / 2561,5 = 0,0034$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0034 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,34

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 29,16 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 378,94 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 29,16 / 378,94 = 0,0770$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0770 \leq 1,00$$

Využití (%): 7,70

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 38,88 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 252,98 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 38,88 / 252,98 = 0,1537$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,1537 \leq 1,00$$

Využití (%): 15,37

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 18,9 \text{ kN}$$

Smyková plocha:

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 434 \cdot 8 = 6944 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((6944 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000) = 942,14 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 18,9 / 942,14 = 0,0201$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0201 \leq 1,00$$

Využití (%): 2,01

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 942,14 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 18,9 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ & = 0,5 \cdot 942,14 = 471,07 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 18,9 \leq 471,07 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 18,9) / 942,14 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 29,16 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 378,94 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ &= 29,16 / 378,94 = 0,0770 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0770 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 7,70

Vyhovuje**Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 38,88 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 252,98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ &= 38,88 / 252,98 = 0,1537 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,1537 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 15,37

Vyhovuje**Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:**

$$N_{Ed,max} = 8,61 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 2561,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 8,61 / 2561,5 = 0,0034 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\ &= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 10900) = 0,5000 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\ &= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 450 \cdot 8) / 10900) = 0,3394 \text{ -} \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(378,9375 \cdot (1 - 0,0034) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 378,9375) = 378,94 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ &= 29,16 / 378,94 = 0,0770 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0770 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 7,70

Vyhovuje**Moment v ose z-z:****Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(252,9775 \cdot (1 - 0,0034) / (1 - 0,5 \cdot 0,3394); 252,9775) = 252,98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \\ &= 38,88 / 252,98 = 0,1537 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,1537 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 15,37

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(2561,5 ; 2561,5) = 2561,5 \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(378,94 ; 378,94 ; 378,94) = 378,94 \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(252,98 ; 252,98 ; 252,98) = 252,98 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\
 = 8,61 / 2561,5 + 29,16 / 378,94 + 38,88 / 252,98 &\leq 1,00 \\
 0,2340 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **23,40** **Vyhovuje**

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	8200	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 2 \cdot 8200 = 16400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_y &= (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (16400 / 166) \cdot (1 / 93,9) = 1,05 - \\
 \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,05 - 0,2) + 1,05^2) = 1,20 -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\
 &= 1 / (1,2 + \sqrt{1,2^2 - 1,05^2}) = 0,56 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,y} &= \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\
 &= 0,56 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 1445,54 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &= 8,61 / 1445,54 = 0,0060 - \\
 N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &\leq 1,00 \\
 0,0060 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): **0,60** **Vyhovuje**

Rovina z-z

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	8200	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,z} &= \beta \cdot L \\
 &= 2 \cdot 8200 = 16400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_z &= (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (16400 / 106) \cdot (1 / 93,9) = 1,65 - \\
 \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,65 - 0,2) + 1,65^2) = 2,21 -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\
 &= 1 / (2,21 + \sqrt{2,21^2 - 1,65^2}) = 0,27 -
 \end{aligned}$$

Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$			
	$= 0,27 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	694,53	kN
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$			
	$= 8,61 / 694,53$	=	0,0124	-
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$	≤	1,00	
	0,0124	≤	1,00	
			Využití (%): 1,24	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	1445,54	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,05	-
$N_{Rd,z}$	=	694,53	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,65	-
$M_{y,Rd}$	=	378,94	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	252,98	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	c_{my}	=	1	-
	$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 1 \cdot (1 + (1,05 - 0,2) \cdot 8,61 / 1445,54)$			
	$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 8,61 / 1445,54)$	=	1,00	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 1$	=	0,60	-
Určení k_{zz}	c_{mz}	=	1	-
	$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 1,65 - 0,6) \cdot 8,61 / 694,53)$			
	$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 8,61 / 694,53)$	=	1,02	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 1,02$	=	0,61	-

Posudek:

Podmínka 1

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 8,61 / 1445,54 + 1 \cdot 29,16 / 378,94 + 0,61 \cdot 38,88 / 252,98$	≤ 1,00
0,1771	≤ 1,00
	Využití (%): 17,71
	Vyhovuje

Podmínka 2

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00
$= 8,61 / 694,53 + 0,6 \cdot 29,16 / 378,94 + 1,02 \cdot 38,88 / 252,98$	≤ 1,00
0,2151	≤ 1,00
	Využití (%): 21,51
	Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	8,61	kN
$M_{y,Ed}$	=	29,16	kNm
$M_{z,Ed}$	=	38,88	kNm
$V_{y,Ed}$	=	10,8	kN
$V_{z,Ed}$	=	8,1	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

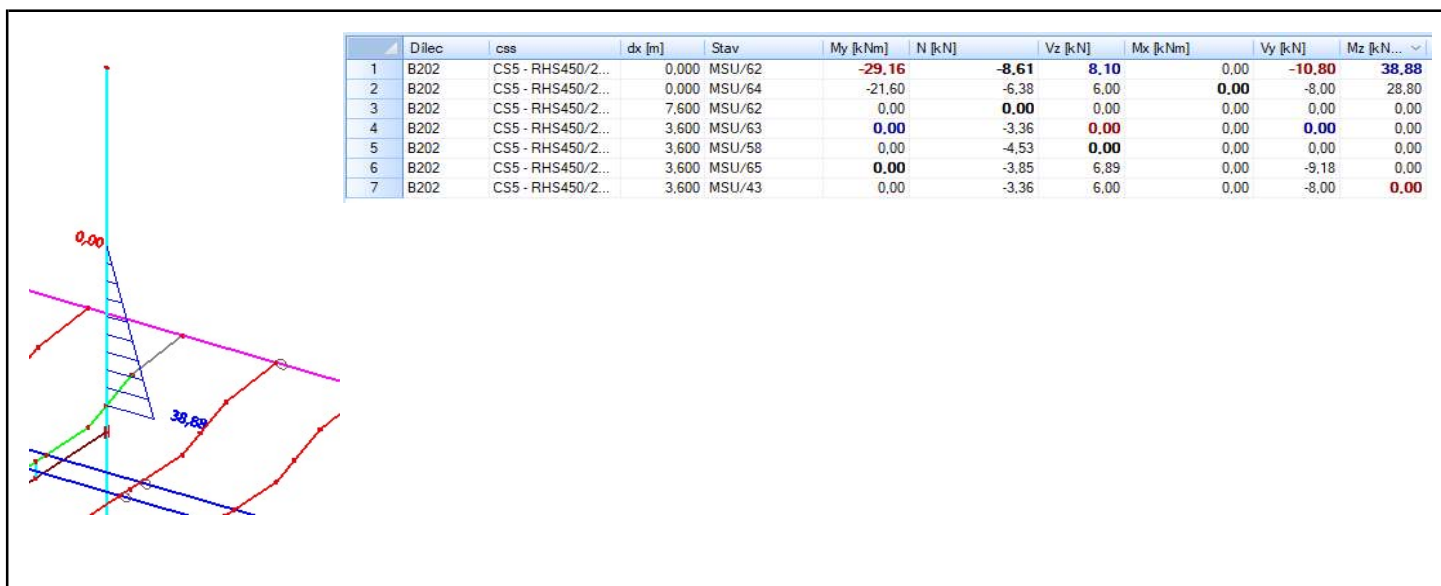
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,2340	0,1771	0,2151	0,0201

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,2340	0,1771	0,2151	0,0201
MSU 2	0,1733	0,1308	0,1588	0,0149
MSU 3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MSU 4	0,0013	0,0023	0,0048	0,0000
MSU 5	0,0018	0,0031	0,0065	0,0000
MSU 6	0,0015	0,0027	0,0055	0,0171
MSU 7	0,0013	0,0023	0,0048	0,0149
MSU 8				
MSU 9				
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,2340	0,1771	0,2151	0,0201

Využití (%): **23,40****Vyhovuje**

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

5.9 Posouzení základů

Projekt

Akce : 2021/13 Rekonstrukce ŽST Turnov
Část : Nástupiště N2 - Zdvojený sloup
Datum : 11.11.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	Nepříznivé 1,35 [-]	Příznivé 1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

F6/CL

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul : $E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj. tíha sat. zeminy : $\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 2,05 \text{ m}$
Hloubka základové spáry $d = 2,05 \text{ m}$
Tloušťka základu $t = 1,30 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloži

Typ: zadat objemovou tíhu
Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 2,15 \text{ m}$
Šířka patky $y = 2,15 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,25 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,25 \text{ m}$
Objem patky = $6,01 \text{ m}^3$
Objem výkopu = $9,48 \text{ m}^3$
Objem zásypu = $3,42 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 25/30

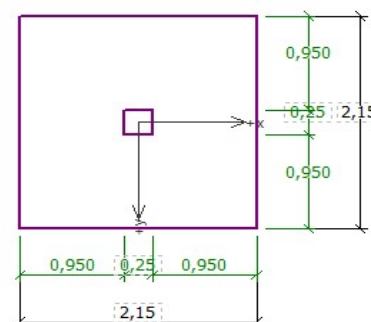
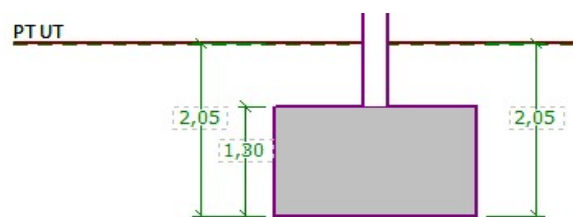
Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500



Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$



Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	183,36	24,27	23,04	-12,18	-8,94
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	88,96	32,64	34,68	-15,21	-13,79
3	Ano		Zatížení č. 3	Návrhové	81,77	-11,90	113,94	-40,08	6,49
4	Ano		Zatížení č. 4	Návrhové	80,81	-12,45	-119,28	41,92	6,79
5	Ano		Zatížení č. 5	Návrhové	80,62	12,04	-119,46	41,99	-6,58
6	Ano		Zatížení č. 6	Návrhové	71,11	31,71	34,60	-15,13	-13,91
7	Ano		Zatížení č. 7	Návrhové	49,52	-12,88	114,04	-40,02	7,23
8	Ano		Zatížení č. 8	Návrhové	44,01	-13,49	-117,97	41,05	7,65
9	Ano		Zatížení č. 9	Návrhové	8,96	3,70	59,36	-19,95	-0,95
10	Ano		Zatížení č. 10	Užitné	138,75	18,38	16,32	-9,39	-6,96
11	Ano		Zatížení č. 11	Užitné	75,82	23,69	24,08	-11,42	-10,20
12	Ano		Zatížení č. 12	Užitné	68,74	-8,45	75,35	-26,57	4,77
13	Ano		Zatížení č. 13	Užitné	64,09	-8,76	-80,21	28,25	4,89
14	Ano		Zatížení č. 14	Užitné	63,92	8,41	-80,37	28,31	-4,71
15	Ano		Zatížení č. 15	Užitné	63,92	23,34	24,03	-11,36	-10,28
16	Ano		Zatížení č. 16	Užitné	47,24	-9,11	75,41	-26,53	5,26
17	Ano		Zatížení č. 17	Užitné	39,55	-9,46	-79,34	27,67	5,46
18	Ano		Zatížení č. 18	Užitné	20,48	1,81	38,59	-12,87	-0,12

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 138,21$ kNSpočtená tíha nadloží $Z = 68,40$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 8. (Zatížení č. 8)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 2,99$ mDosah smykové plochy $l_{sp} = 8,48$ mVýpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 488,39$ kPaExtrémní kontaktní napětí $\sigma = 150,91$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,318 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,023 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,318 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

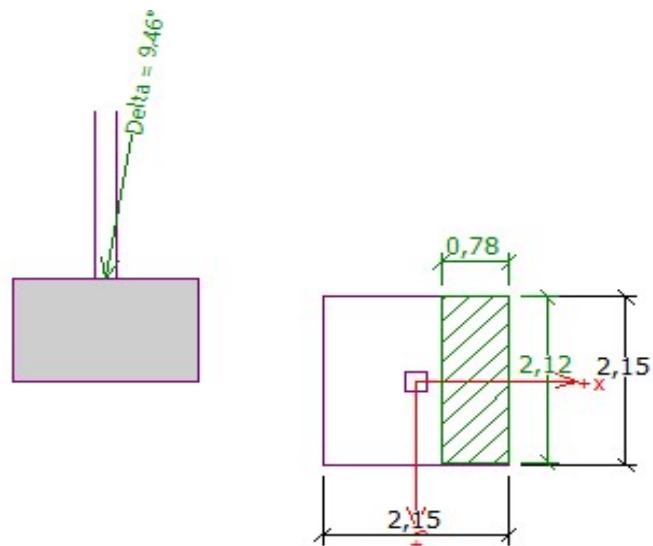
Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 8. (Zatížení č. 8)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 45,05$ kNHorizontální únosnost základu $R_{dh} = 167,18$ kNExtrémní horizontální síla $H = 41,76$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE



Posouzení čís. 1**Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 138,21 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 68,40 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 4,2 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 3,3 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 5,0 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 2,4 mm

Sednutí středu základu = 7,2 mm

Sednutí charakterist. bodu = 4,5 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky**Tuhost základu:**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 2,47 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($\kappa=2770,73$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($\kappa=2770,73$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,218 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,017 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,218 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 4,5 mm

Hloubka deformační zóny = 1,59 m

Natočení ve směru x = 4,481 ($\tan^{\circ}1000$); ($2,6E-01^{\circ}$)

Natočení ve směru y = 0,492 ($\tan^{\circ}1000$); ($2,8E-02^{\circ}$)

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

16 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,15 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,19 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,08 \text{ m} < 0,76 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2621,47 \text{ kNm} > 74,07 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení podélné výztuže základu ve směru y**

16 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,15 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,19 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,08 \text{ m} < 0,76 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2621,47 \text{ kNm} > 56,21 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení základu na protlačení**

Normálová síla v sloupu = 81,77 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 1,11 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 80,66 kN

Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 1,00 \text{ m}$

Smykové napětí na obvodu sloupu $V_{Ed,max} = 0,66 \text{ MPa}$

Únosnost na obvodu sloupu $V_{Rd,max} = 3,60 \text{ MPa}$

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 33,00 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 48,77 kN

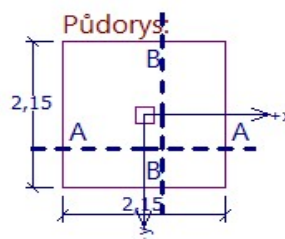
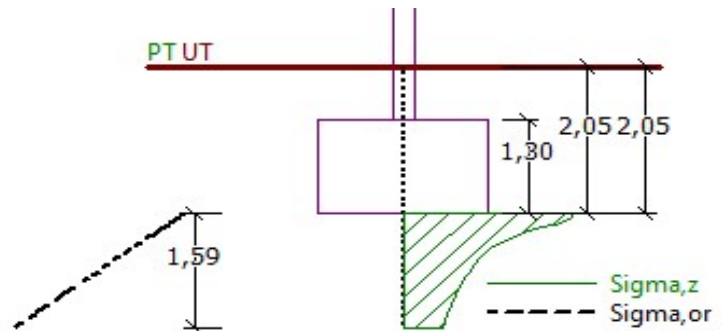
Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,61 m

Délka průřezu $u = 4,86 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu $V_{Ed} = 0,03 \text{ MPa}$

Únosnost nevyztuženého průřezu $V_{Rd,c} = 1,16 \text{ MPa}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE**Protlačení - krit. průřez:**

plocha zat., které ZB přenesou smykem
plocha: 6,25E-02m²

kritický průřez
délka: 1,00m

kontrolované průřezy

Řez A-A:**Řez B-B:**

Obsah

- 1 Identifikační údaje
 - 1.1 Identifikační údaje
 - 1.2 Základné údaje o konstrukci
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1 Návrhové normy a reference
 - 2.2 Podklady
 - 2.3 Použitý software
3. Geometria konstrukce
4. Materiály
 - 4.1 Ocelové prvky
 - 4.2 Beton
 - 4.3 Výstuž
 - 4.4 Základové podmínky
5. Statický výpočet konstrukce
 - 5.1 Výpočtový model
 - 5.2 Přehlad zatížení
 - 5.3 Zatížení
 - 5.4 Kombinace zatížení
 - 5.5 Součinitele zatížení
 - 5.6 Mezní stav únosnosti
 - 5.7 Mezní stav použitelnosti
 - 5.8 Posouzení konstrukce
 - 5.9 Posouzení základů

1 Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje

Název akce:	2021-13 Turnov DUR
Název objektu:	Zastrešení nástupiště N3
Reálné staničení:	km 123,98
Obec:	Turnov [577626]
Kraj:	Liberecký
Katastrální území:	Turnov [771601]
Druh stavby:	Novostavba
Vlastník:	SŽ
Správce:	Správa železnic, státní organizace Oblastní ředitelství Hradec Králové U Fotochemy 259 501 01 Hradec Králové
Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1
Dodávatel dokumentace:	PROJEKT servis spol. s.r.o. U Elektry 830/2b 198 00 Praha 9 - Hloubětín
Hlavní inženýr projektu:	
Projektant:	Ing. Matej Potančok
Odpovědný projektant:	Ing. Martin Koudelka
Trať:	
Traťový úsek:	1051F1 - žst. Turnov
Definiční úsek:	1051F1 - žst. Turnov
Druh dokumentace:	DUR



1.2 Základné údaje o konstrukci

Popis navrhovaného řešení:

Konstrukce je navržena dle vzorového listu Ž13. Konstrukce zastřešení je ocelové kotvené do patek a zídek podchodu. Konstrukce zahrnuje také návrh 3 sloupu, které budou současně sloužit jako podpora pro zastřešení a také jako podpora pro trakční vedení.

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy / Reference	Název / Popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

2.2 Podklady

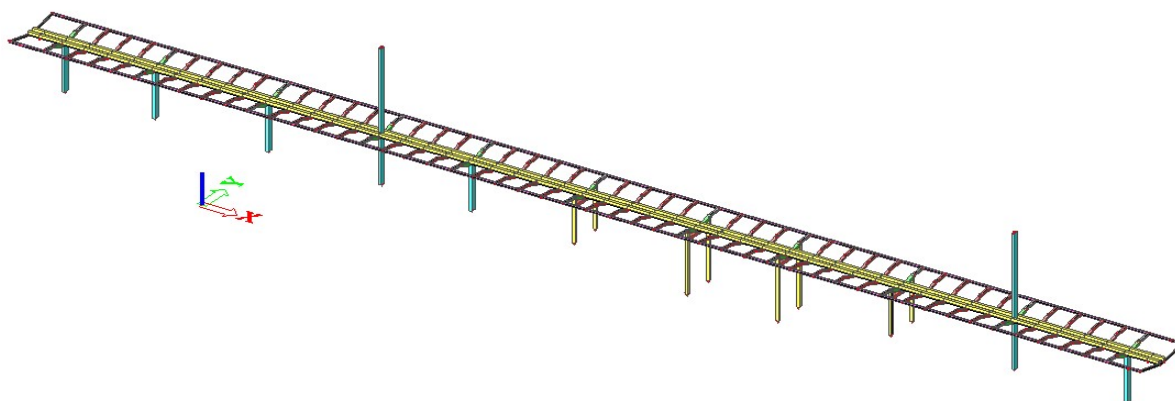
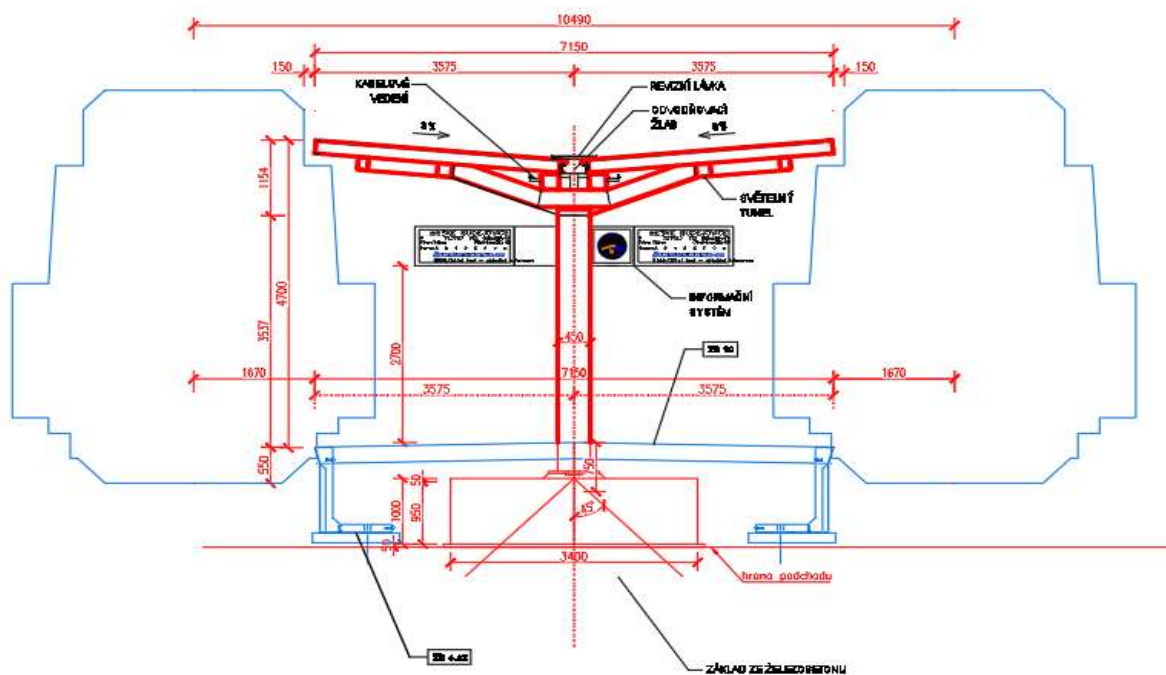
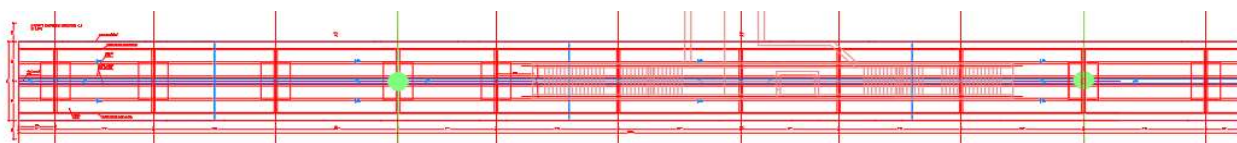
Výkresy / Zprávy	Název
Výkresová dokumentace	Situace objektu
E.10.02.3	Geotechnický průzkum km 61,681

2.3 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
MS Excel 2010	Posouzení nosných prvků - Microsoft Office - MS Excel 2010
SCIA Engineer 16.1	Analýza stavebních konstrukcí - SCIA Engineer 16.1
GEO 5 2020	Posouzení základových konstrukcí

3. Geometria konstrukce



4. Materiály

4.1 Ocelové prvky

	Ocel	Hmotnost	f_{yk}	γ_M	f_{yd}	E	ν
	-	kg/m ³	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Ocelové prvky	S235	7850	235	1,00	235	210000	0,30

Obecně:

Modul pružnosti ve smyku:

$$G = 81000 \text{ N/mm}^2$$

Součinitel délkovej tepelnej roztažnosti

$$\alpha = 1,00E-05 \text{ K}^{-1}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00 \quad -$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00 \quad -$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (šrouby, nýty, čepy, svary, desková ložiska)

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSU)

$$\gamma_{M3} = 1,25 \quad -$$

Únosnost spojů (odolné proti prokluzu - MSP)

$$\gamma_{M3,ser} = 1,10 \quad -$$

Únosnost v otlacení injektovaného šroubu

$$\gamma_{M4} = 1,10 \quad -$$

Únosnost spojů u příhradových nosníků z dutých průřezů

$$\gamma_{M5} = 1,10 \quad -$$

Únosnost čepů v mezním stavu použitelnosti

$$\gamma_{M6,ser} = 1,00 \quad -$$

Předpjaté vysokopevnostní šrouby

$$\gamma_{M7} = 1,10 \quad -$$

4.2 Beton

	Beton	f_{ck}	γ_c	α_{ct}	f_{cd}	E_c	ν
	-	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Základy	C25/30	25	1,5	1,00	16,67	31000	0,20

4.3 Výstuž

	Výstuž	f_{yk}	γ_s	f_{yd}	E_s
	-	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²
Základy	B500B	500	1,15	434,78	210000

4.4 Základové podmínky

Geotechnická charakteristika základových půd

V prostoru žst. Trutnov bude v podloží navážek převažovat **eolický sediment charakteru spraší a sprašových hlín**. Tento typ zemin obecně charakteru tř. **F6/CL (jíl s nízkou plasticitou) a F8/CH (jíl s vysokou plasticitou) měkké až tuhé konzistence** – ve smyslu ČSN 73 6133. Jedná se nepříliš únosný typ zemin, velmi náchylný ke změně svých parametrů v důsledku převlhčení. Očekávaná hodnota výpočtové **únosnosti** se v závislosti na stupni konzistence může pohybovat v intervalu **80-120kPa**. Vhodnou úpravou těchto zemin je jejich zlepšení smísením s hydraulickým pojivem příp. směsí pojiv. Pro prokázání vhodnosti této metody je nutné v rámci podrobného geotechnického průzkumu provést počáteční zkoušky akreditovanou laboratoří (stanovení vhodné návrhové receptury na základě výsledků zkoušek poměru únosnosti CBR).

Z archivních údajů lze vyčíst velké množství údajů týkajících se mechanicko-fyzikálních parametrů daného typu zemin. Níže uvádíme vybrané hodnoty některých z nich:

Objemová tíha

$$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

Proctor Standard

$$\rho = 1833 - 1990 \text{ kg/m}^3 \quad w_{opt} = 10,0 - 14,2\%$$

Úhel vnitřního tření (efektivní)

$$\varphi_{ef} = 26-27^\circ$$

Soudržnost (efektivní)

$$c_{ef} = 10-15 \text{ kPa}$$

Oedometrický modul

$$E_{oed} = 5,3-7,4 \text{ MPa (pro zatížení 100-200kPa)}$$

Těžitelnost

$$\text{těžitelnost (tř. 2-3, I.)}$$

$$\text{Poissonovo číslo } \nu = 0,4$$

Geotechnický profil

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	



Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminý zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin

F6/CL

Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminý :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminý :	$\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

***v dalším stupni nutno ověřit parametry zemin**

5. Statický výpočet konstrukce

5.1 Výpočtový model

Konstrukce zastrešení byla zatížena vnějším zatížením dle norem. V programe SCIA Engineer 16.1 byly stanovené vnitřní síly a konstrukce byla posouzena. Následně byla navržena a posouzená základová konstrukce v programe GEO5 2020.

5.2 Přehled zatížení

1. Stále zatížení
2. Proměnné zatížení snih
3. Proměnné zatížení - vítr
4. Proměnné zatížení - užité
5. Proměnné zatížení - teplota

5.3 Zatížení

Stálé

Vlastní tíha - generuje program SCIA Engineer

Kabelový žlab - UPE 180 **0,20** kN/m

Odvodňovací žlab **0,07** kN/m

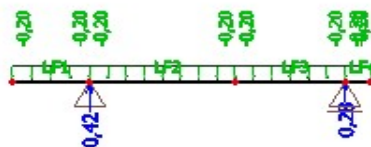
Revízní lávka + upevnění lávky

 ocelový rošt šířka 0,6 m **0,15** kN/m

 upevnění roštu **0,03** kN/m

Podhled zastrešení + upevnění **0,50** kN/m²

Střešní panel **0,20** kN/m²



Svetelný tunel **0,4** kN/m

Trakce

Uvažujte:

Podélně s kolejí max 4kN v 8m – na základ 32 kNm

Příčně 3kN v 8m na základ 25 kNm

Doporučuji přidat aspoň 50% předimenzování. Dávám tam stožár s pevností 50kNm.

Dejte raději 12m, ať máme rezervu na vyvážení (viz foto).

S pozdravem,

Ing. Jiří Štolba

Tel.: +420 725 881 561

Email: iri.stolba@stosmol.czWeb: www.stosmol.cz

STOSMOL, s.r.o.
U Cukrovaru 509/4
400 07 Ústí n.L.
IČ: 286 95 097

Uvažujem:

podélně 8 kN

Příčně 6 kN



Proměnné zatížení - sníh

Sněhová oblast:

III

Typ krajiny:

normální

Tepl. Propustnost:

> 1 W/m2K

Sklon v °:

5

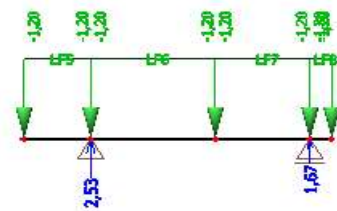
0-30

$$s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1,00 \text{ -}$$

$$C_t = 1,00 \text{ -}$$

$$\mu = 0,80 \text{ -}$$



Zatížení sněhem na střechách - pro trvalé/dočasné návrhové situace

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Proměnné zatížení - vítr

Údaje o objektu:

Výška objektu:	z	=	5,4	m
Šířka objektu:	B	=	7,2	m
Délka objektu:	L	=	100	m

Údaje o oblasti:

Větrná oblast:	II.
Kategorie terénu:	III.

Základní rychlost větru:

Součinitel směru větru:	C_{dir}	=	1,00	-	Pro ČR
Součinitel ročního období:	C_{season}	=	1,00	-	Pro ČR
Vychozí hodnota základní rychlosti větru:	$v_{b,0}$	=	25,0	m/s	

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Drsnost terénu:

Parameter drsnosti terénu:	z_0	=	0,3	-
Minimální výška:	z_{min}	=	5	m
Maximální výška:	z_{max}	=	200	m
Parametr drsnosti terénu pro oblast II:	$z_{0,II}$	=	0,05	-

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,198 \text{ -}$$

Součinitel drsnosti:

$$\text{Ak } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$\text{Ak } z_{\min} \geq z \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z_{\min}/z_0)$$

$$c_r(z) = 0,572 \quad -$$

Součinitel ortografie:

$$c_0(z) = 1,00 \quad -$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 14,30 \quad \text{m/s}$$

Turbulence větru:

Součinitel turbulence:

$$k_l = 1,00 \quad -$$

Pro ČR

Směrodatná odchylka turbulence:

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = 4,95 \quad -$$

Intenzita turbulence ve výšce z:

$$\text{Ak } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0))$$

$$\text{Ak } z_{\min} \geq z \quad I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z_{\min}/z_0))$$

$$I_v(z) = 0,35 \quad -$$

Maximální dynamický tlak:

Měrná hmotnost vzduchu

$$\rho = 1,25 \quad \text{kg/m}^3$$

Maximální dynamický tlak ve výšce z

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 437,41 \quad \text{N/ms}^2$$

Základní dynamický tlak větru

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63 \quad \text{N/ms}^2$$

Součinitel expozice

$$c_e = q_p(z) / q_b = 1,12 \quad -$$

Tlak větru na šikmou část střechy:

0°	-	+
C_{pe}	C_{pe10}	C_{pe10}
F	-2,3	-2,3
G	-1,2	-1,2
H	-0,8	-0,8
I	-0,6	0,2
J	-0,6	0,2

$$w_e = q_p(z) \cdot C_{pe}$$

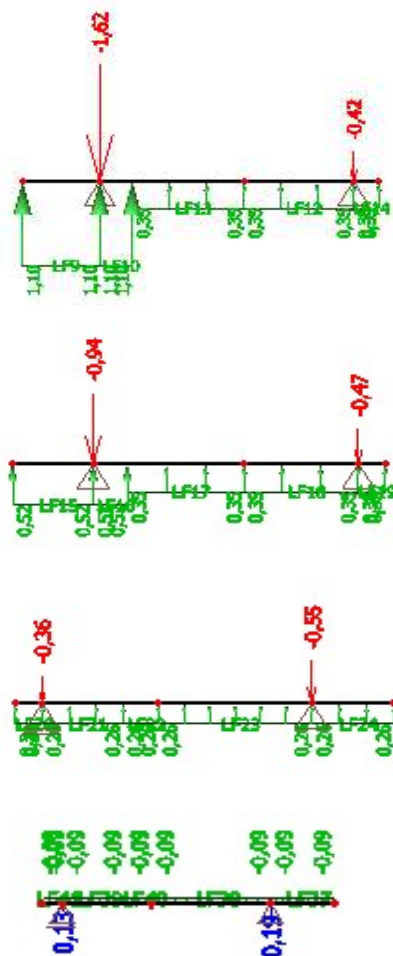
Oblast	$w_{e,k}$	$w_{e,k}$
F	-1,10	-1,10
G	-0,52	-0,52
H	-0,35	-0,35
I	-0,26	0,09
J	-0,26	0,09

90°	
C_{pe}	C_{pe10}
F	-1,8
G	-1,2
H	-0,7
I	-0,6
J	0

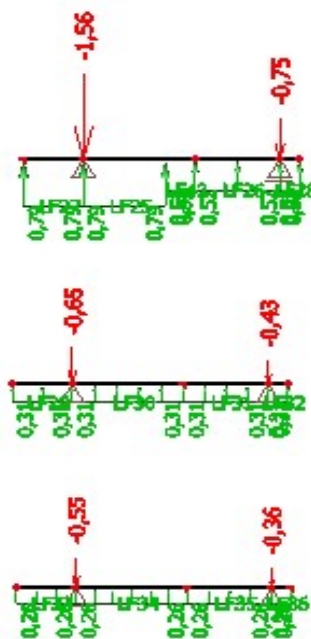
$$w_e = q_p(z) \cdot C_{pe}$$

Oblast	$w_{e,k}$
F	-0,79
G	-0,52
H	-0,31
I	-0,26
J	0,00

	m
e/10	1,08
e/4	2,7



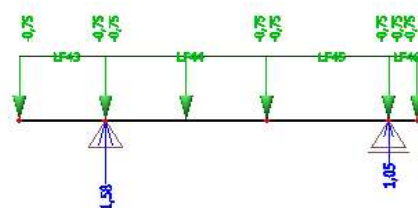
	m
e/10	0,72
e/4	1,8
e/2	3,6



Proměnné zatížení - užité

Pochozí povrch - 75 kg/m^2 kategorie H

$$q_{uz,n} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$



Proměnné zatížení - doprava, vodorovné plochy v blízkosti koleje

max rychlost 100 km/h

V < 120 km/h - neřeší se

Proměnné zatížení - teplota**Údaje o konstrukci:**

Typ konstrukce:

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce

Typ.1 Ocelová nosná konstrukce	Ocel
Typ.2 Ocelobetonová nosná konstrukce	Ocelobeton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový komorový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonový nosník	Beton
Typ.3 Betonová nosná konstrukce - betonová deska	Beton

Materiál konstrukce:

Ocel

Maximální teploty:

38,1 až 40°C**Letní období**Vychází teplota: $T_0 = 10$ °CMaximální teplota: $T_{\max} = 40$ °CMaximální teplota: $T_{e,\max} = 56$ °C

$$T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 46 \text{ °C}$$

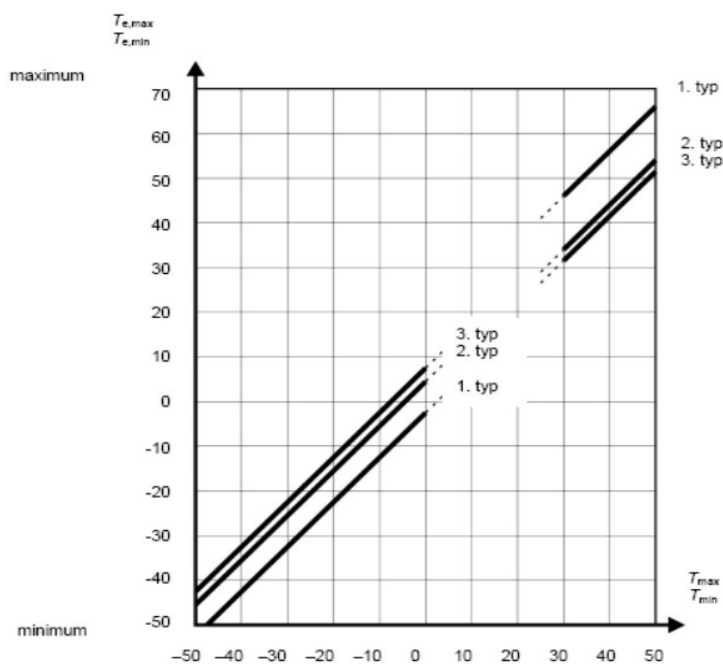
Minimální teploty:

-30,1 až -32°C**Zimní období**Vychází teplota: $T_0 = 10$ °CMinimální teplota: $T_{\min} = -32$ °CMinimální teplota: $T_{e,\min} = -32$ °C

$$T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 42 \text{ °C}$$

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty:

$$T_N = T_{e,\max} - T_{e,\min} = 88 \text{ °C}$$



5.4 Kombinace zatížení

Informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce

Mezní stav	Kombinace zatížení
MSU (stanovené jako větší hodnota z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
MSP častá kombinace (lokální účinky, vratné změny)	6.15b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
MSP kvázistála kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

5.5 Součinitele zatížení

Stále zatížení	$\gamma_{G,j,sup}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j,inf}$	1,00	příznivý účinek
Nahodilá zatížení	$\gamma_{Q,1,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1,inf}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,sup}$	1,50	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i,inf}$	0,00	příznivý účinek

Kombinace náhodilého zatížení:

Kategorie H: střechy			
	ψ_0	0,00	
	ψ_1	0,00	
	ψ_2	0,00	

Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.

Sníh:	ψ_0	0,50	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Větr:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,20	
	ψ_2	0,00	
Teplota:	ψ_0	0,60	
	ψ_1	0,50	
	ψ_2	0,00	

Redukční součinitel: ξ **0,85**

Zatížení sněhem	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H > 1000 m.n.m.	0,7	0,5	0,2
Členové CEN pro H ≤ 1000 m.n.m.	0,5	0,2	0

5.6 Mezní stav únosnosti

Kombinace pro STR/GEO budou vytvořeny ve programe SCIA Engineer 16.1

5.7 Mezní stav použitelnosti

Charakteristická kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

Častá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

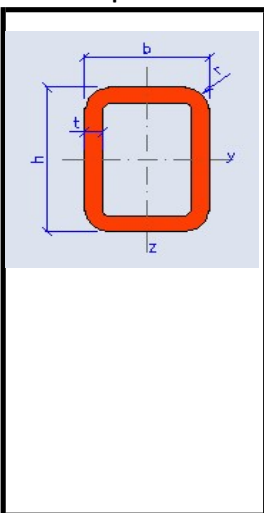
Kvázistálá kombinace bude vytvořena ve programe SCIA Engineer 16.1

5.8 Posouzení konstrukce

Posouzení vnějšího podélného nosníka - RHS 200x100x4



Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	1,22E+07	mm ⁴
b	=	100	mm	W_y	=	1,22E+05	mm ³
t_f	=	4	mm	$W_{y,pl}$	=	1,50E+05	mm ³
t_w	=	4	mm	i_y	=	72,6	mm
r_1	=	6	mm	S_y	=	7,50E+04	mm ³
r_2	=	6	mm	I_z	=	4,16E+06	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	8,32E+04	mm ³
h_w	=	188	mm	$W_{z,pl}$	=	9,30E+04	mm ³
A_L	=	0,59	m ² m ⁻¹	i_z	=	42,4	mm
A	=	2320	mm ²	S_z	=	4,65E+04	mm ³
				I_t	=	9,83E+06	mm ⁴
				C_t	=	1,42E+05	mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	188	mm
	t	=	4	mm
	c/t			
	$= 188/4$	=	47,00	-

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \sqrt{235 / f_y} \\ &= \sqrt{235 / 235} = 1,00 \\ c / t &\leq 83 \\ 47,00 &\leq 83\end{aligned} \rightarrow$$

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\text{Odolnost: } N_{pl,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\ &= (2320 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 545,2 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posudek: } N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &= 0 / 545,2 = 0,0000 \\ N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0000 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 5,71 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\text{Odolnost: } N_{c,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\ &= (2320 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 545,2 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posudek: } N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} &= 5,71 / 545,2 = 0,0105 \\ N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0105 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): 1,05

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 10,72 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Odolnost: } M_{y,Rd} &= (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 150000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 35,25 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 10,72 / 35,25 = 0,3041 \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,3041 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): 30,41

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 0,3 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Odolnost: } M_{z,Rd} &= (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 93000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 21,86 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posudek: } M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 0,3 / 21,86 = 0,0137 \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0137 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): 1,37

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 1,04 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\text{Smyková plocha: } A_v &= 2 \cdot h_w \cdot t_w \\ &= 2 \cdot 188 \cdot 4 = 1504 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Odolnost: } V_{pl,Rd} &= A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} \\ &= ((1504 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000) = 204,06 \text{ kN}\end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &= 0,0051 \\ &= 1,04 / 1504 = 0,0051 - \\ V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0051 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 0,51

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd} &= 204,06 \text{ kN} \\ V_{Ed,max} &= 1,04 \text{ kN} \end{aligned}$$

Redukce pro mezu kluzu:

$$\begin{aligned} 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= 0,5 \cdot 204,06 = 102,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 1,04 \leq 102,03 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 1,04) / 204,06 - 1)^2 = 0,0000 -$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 10,72 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 150000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 35,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &= 10,72 / 35,25 = 0,3041 - \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \end{aligned}$$

$$0,3041 \leq 1,00$$

Využití (%): 30,41

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$M_{z,Ed,max} = 0,3 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 93000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 21,86 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &= 0,3 / 21,86 = 0,0137 - \\ M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \end{aligned}$$

$$0,0137 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,37

Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$N_{Ed,max} = 5,71 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 545,2 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 5,71 / 545,2 = 0,0105 - \end{aligned}$$

$$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$$

$$= \min(0,5; (2320 - 2 \cdot 100 \cdot 4) / 2320) = 0,5000 -$$

$$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$$

$$= \min(0,5; (2320 - 2 \cdot 200 \cdot 4) / 2320) = 0,3103 -$$

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(35,25 \cdot (1 - 0,0105) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 35,25) = 35,25 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &= 10,72 / 35,25 = 0,3041 - \\ M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \end{aligned}$$

$$0,3041 \leq 1,00$$

Využití (%): 30,41

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(21,855 \cdot (1 - 0,0105) / (1 - 0,5 \cdot 0,3103); 21,855) = 21,86 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 0,3 / 21,86 = 0,0137 -$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0137 \leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): } 1,37$$

Vyhovuje**Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:**

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(545,2; 545,2) = 545,2 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(35,25; 35,25; 35,25) = 35,25 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(21,86; 21,86; 21,86) = 21,86 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 5,71 / 545,2 + 10,72 / 35,25 + 0,3 / 21,86 \leq 1,00$$

$$0,3283 \leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): } 32,83$$

Vyhovuje**Vzpěrná únosnost prutů:****Rovina y-y**

Uložení : kloub - kloub $\beta = 1 -$

Křivka vzpěru: **b** $\alpha = 0,34 -$

Délka prutu: $L = 6000 \text{ mm}$

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 6000 = 6000 \text{ mm}$$

Štíhlost: $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -$$

Poměrná štíhlost: $\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$

$$= (6000 / 72,6) \cdot (1 / 93,9) = 0,88 -$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,88 - 0,2) + 0,88^2) = 1,00 -$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1 + \sqrt{1^2 - 0,88^2}) = 0,67 -$$

Odolnost:

$$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,67 \cdot 2320 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 367,43 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} = 5,71 / 367,43 = 0,0155 -$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0155 \leq 1,00 \quad \text{Využití (\%): } 1,55$$

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	2000	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 1 \cdot 2000 = 2000 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (2000 / 42,4) \cdot (1 / 93,9) = 0,50 \text{ -}$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,5 - 0,2) + 0,5^2) = 0,70 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z})$$

$$= 1 / (0,7 + \sqrt{0,7^2 - 0,5^2}) = 0,84 \text{ -}$$

$$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,84 \cdot 2320 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 458,88 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$$

$$= 5,71 / 458,88 = 0,0124 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0124 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,24

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	367,43	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	0,88	-
$N_{Rd,z}$	=	458,88	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,50	-
$M_{y,Rd}$	=	35,25	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	21,86	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

$$\text{Určení } k_{yy} \quad c_{my} = 0,629 \text{ -}$$

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 0,629 \cdot (1 + (0,88 - 0,2) \cdot 5,71 / 367,43)$$

$$\leq 0,629 \cdot (1 + 0,8 \cdot 5,71 / 367,43) = 0,64 \text{ -}$$

$$\text{Určení } k_{zy} \quad k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$$

$$= 0,6 \cdot 0,64 = 0,38 \text{ -}$$

$$\text{Určení } k_{zz} \quad c_{mz} = 0,4 \text{ -}$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 0,5 - 0,6) \cdot 5,71 / 458,88)$$

$$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 5,71 / 458,88) = 0,40 \text{ -}$$

Určení k_{yz} $k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$
 $= 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$

Posudek:

Podmínka 1

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 5,71 / 367,43 + 0,64 \cdot 10,72 / 35,25 + 0,24 \cdot 0,3 / 21,86 \leq 1,00$$

$$0,2122 \leq 1,00$$

Využití (%): **21,22**

Vyhovuje

Podmínka 2

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 5,71 / 458,88 + 0,38 \cdot 10,72 / 35,25 + 0,4 \cdot 0,3 / 21,86 \leq 1,00$$

$$0,1339 \leq 1,00$$

Využití (%): **13,39**

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	5,71	kN
$M_{y,Ed}$	=	10,72	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,3	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,14	kN
$V_{z,Ed}$	=	0,9	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,3283	0,2122	0,1339	0,0051

$$P1 = \frac{N_{Ed,max}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed,max}}{M_{z,Rd}}$$

$$P2 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$P3 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,7765	0,5116	0,3211	0,0854
MSU 2	0,7699	0,4625	0,2956	0,0869
MSU 3	0,7423	0,4623	0,2912	0,0864
MSU 4	0,0275	0,0069	0,0046	0,0024
MSU 5	0,1220	0,0511	0,0615	0,0343
MSU 6	0,0811	0,0357	0,0428	0,0201
MSU 7	0,0683	0,0394	0,0420	0,0181
MSU 8	0,1465	0,0641	0,0746	0,0280
MSU 9	0,2202	0,1160	0,1027	0,0133
MSU 10	0,2343	0,1946	0,1392	0,0152
MSU 11	0,3283	0,2122	0,1339	0,0051
MSU 12				
Rozhodující	0,7765	0,5116	0,3211	0,0869

Využití (%): **77,65**

Vyhovuje

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN... ^ N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]	
1	B710	CS5 - RHS200/1...	2,000	MSU/6	-25,58	-13,73	-16,70	0,82	-0,73	-0,56
2	B709	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/4	-24,67	-1,75	17,04	-0,66	-0,69	1,46
3	B729	CS5 - RHS200/1...	2,000	MSU/4	-24,32	-5,09	-17,12	0,47	0,52	0,94
4	B674	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/2	-0,36	8,44	-0,44	-0,12	0,05	-0,04
5	B746	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/3	-0,18	-8,61	4,93	-0,23	2,07	-2,21
6	B743	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	0,00	-7,06	-2,75	1,19	-1,36	1,49
7	B697	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/5	0,00	-10,03	-2,74	-1,08	0,96	-1,09
8	B700	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/1	0,35	-10,84	3,29	0,40	-2,42	2,55
9	B700	CS5 - RHS200/1...	2,000	MSU/1	3,35	-10,84	-0,29	0,40	-2,42	-2,30
10	B726	CS5 - RHS200/1...	0,000	MSU/1	5,52	-31,38	2,87	0,03	0,23	-0,44
11	B707	CS5 - RHS200/1...	1,000	MSU/4	10,72	-5,71	0,90	0,61	0,14	-0,30



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti

	Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	U celkové [mm]
1	B740	1,000+		5 MSPch/1	-1,8	2,0	-20,2	-2,5	0,5	0,1	20,3
2	B690	0,000		5 MSPch/2	-10,4	-0,4	4,6	0,8	1,7	-0,2	11,3

Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: $L = 8000$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 250$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 250$
 $= 8000 / 250 = 32$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 20,2$ mm

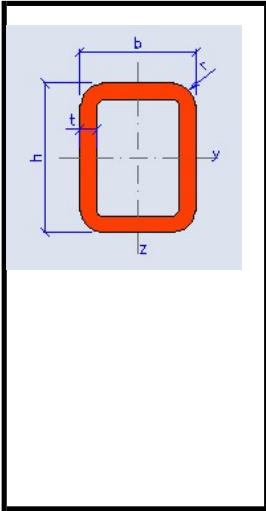
Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $20,2 / 32 \leq 1,00$
0,6313 $\leq 1,00$

Využití (%): **63,13**

Vyhovuje

Posouzení vnějšího příčného nosníka nad podpěrou - SHS 200x200x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I_y	=	3,01E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W_y	=	3,01E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	3,50E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	78,9	mm
r_1	=	9,45	mm	S_y	=	1,75E+05	mm ³
r_2	=	9,45	mm	I_z	=	3,01E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	3,01E+05	mm ³
h_w	=	181,1	mm	$W_{z,pl}$	=	3,50E+05	mm ³
A_L	=	0,784	m ² m ⁻¹	i_z	=	7,89E+01	mm
A	=	4840	mm ²	S_z	=	1,75E+05	mm ³
				I_t	=	4,65E+07	mm ⁴
				C_t	=	4,44E+05	mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

c	=	181,1	mm
t	=	6,3	mm
c/t			
$= 181,1 / 6,3$	=	28,75	-
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
$= \sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
c/t	≤	83	ε
28,75	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 1137,4 = 0,0000 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 2,45 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (4840 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1137,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} = 2,45 / 1137,4 = 0,0022$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0022 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,22

Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\text{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 42,37 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 350000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 82,25 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} = 42,37 / 82,25 = 0,5151$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,5151 \leq 1,00$$

Využití (%): 51,51

Vyhovuje

$$\text{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 0,16 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} = (235 \cdot 350000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 82,25 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} = 0,16 / 82,25 = 0,0019$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0019 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,19

Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 34,5 \text{ kN}$$

$$\text{Smyková plocha: } A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 181,1 \cdot 6,3 = 2281,86 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = ((2281,86 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000 = 309,60 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} = 34,5 / 2281,86 = 0,1114$$

$$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,1114 \leq 1,00$$

Využití (%): 11,14

Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

$$V_{pl,Rd} = 309,60 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 34,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Redukce pro mezu kluzu:} \quad & 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\ & = 0,5 \cdot 309,6 = 154,80 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\text{když } 34,5 \leq 154,8 \quad \rho = 0$$

$$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 34,5) / 309,6 - 1)^2 = 0,0000 \text{ -}$$

$$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$$

$$= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment v ose y-y:

$$M_{y,Ed,max} = 42,37 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 350000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 82,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \\ &= 42,37 / 82,25 = 0,5151 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,5151 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 51,51

Vyhovuje**Moment v ose z-z:**

$$M_{z,Ed,max} = 0,16 \text{ kNm}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\ &= (235 \cdot 350000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 82,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \\ &= 0,16 / 82,25 = 0,0019 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00 \\ 0,0019 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 0,19

Vyhovuje**Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:**

$$N_{Ed,max} = 2,45 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = 1137,4 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\ &= 2,45 / 1137,4 = 0,0022 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\ &= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840) = 0,4793 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\ &= \min(0,5; (4840 - 2 \cdot 200 \cdot 6,3) / 4840) = 0,4793 \text{ -} \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\ &= \min(82,25 \cdot (1 - 0,0022) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 82,25) = 82,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \\ &= 42,37 / 82,25 = 0,5151 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,5151 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 51,51

Vyhovuje**Moment v ose z-z:****Odolnost:**

$$\begin{aligned} M_{N,z,Rd} &= M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \\ &= \min(82,25 \cdot (1 - 0,0022) / (1 - 0,5 \cdot 0,4793); 82,25) = 82,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 0,16 / 82,25 = 0,0019$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0019 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,19

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1137,4 ; 1137,4) = 1137,4 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(82,25 ; 82,25 ; 82,25) = 82,25 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(82,25 ; 82,25 ; 82,25) = 82,25 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 2,45 / 1137,4 + 42,37 / 82,25 + 0,16 / 82,25 \leq 1,00$$

$$0,5192 \leq 1,00$$

Využití (%): 51,92

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	2,45	kN
$M_{y,Ed}$	=	42,37	kNm
$M_{z,Ed}$	=	0,16	kNm
$V_{y,Ed}$	=	0,41	kN
$V_{z,Ed}$	=	34,09	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,5192			0,1114

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

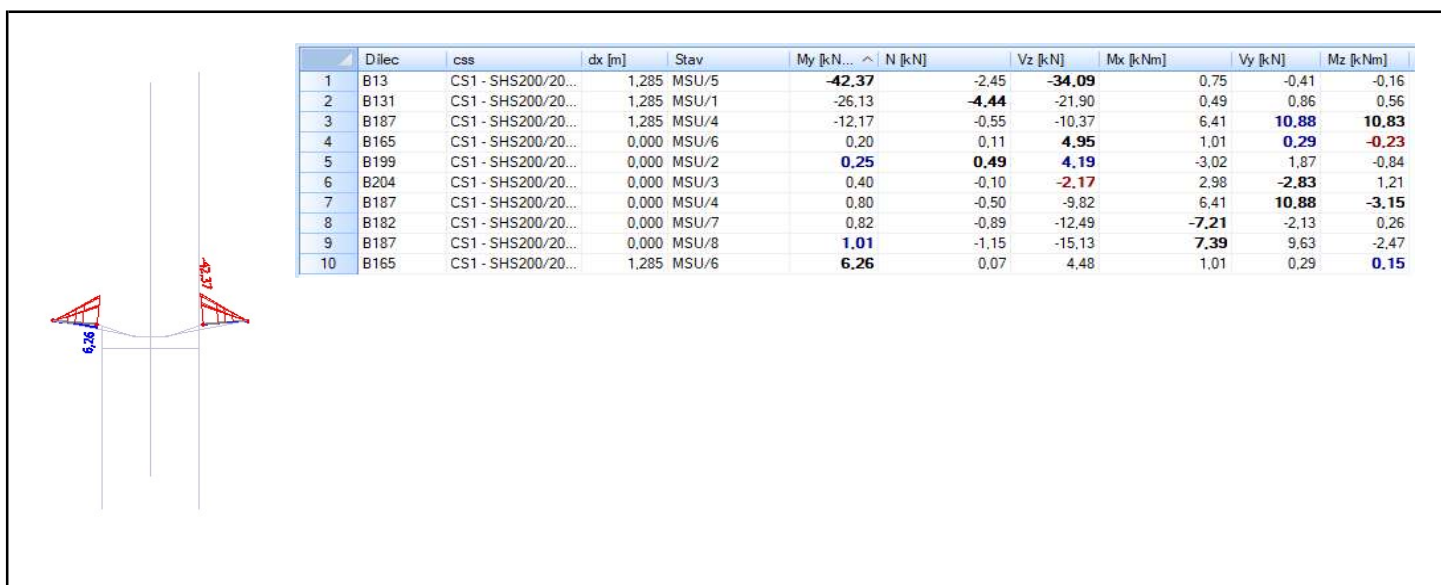
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,5192			0,1114
MSU 2	0,3284			0,0735
MSU 3	0,2801			0,0686
MSU 4	0,0053			0,0169
MSU 5	0,0137			0,0196
MSU 6	0,0197			0,0162
MSU 7	0,0485			0,0669
MSU 8	0,0139			0,0472
MSU 9	0,0433			0,0800
MSU 10	0,0780			0,0154
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,5192	0,0000	0,0000	0,1114

Využití (%): 51,92

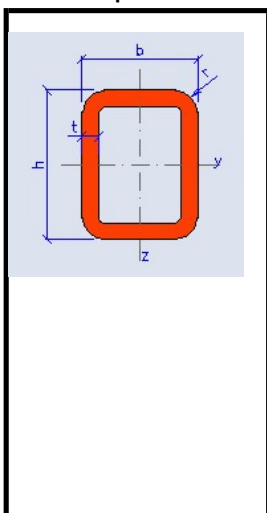
Vyhovuje



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení vnitřního příčného nosníka nad podpěrou - SHS 260x260x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	260	mm	I _y	=	6,79E+07	mm ⁴
b	=	260	mm	W _y	=	5,22E+05	mm ³
t _f	=	6,3	mm	W _{y,pl}	=	6,03E+05	mm ³
t _w	=	6,3	mm	i _y	=	103	mm
r ₁	=	9,45	mm	S _y	=	3,02E+05	mm ³
r ₂	=	9,45	mm	I _z	=	6,79E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	5,22E+05	mm ³
h _w	=	241,1	mm	W _{z,pl}	=	6,03E+05	mm ³
A _L	=	1,02	m ² m ⁻¹	i _z	=	1,03E+02	mm
A	=	6350	mm ²	S _z	=	3,02E+05	mm ³
				I _t	=	1,04E+08	mm ⁴
				C _t	=	7,73E+05	mm ³
				f _y	=	235	N/mm ²
				E	=	210000	N/mm ²
				v	=	0,3	-
				f _u	=	360	N/mm ²
				G	=	81000	N/mm ²
				α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	241,1	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t			
	= 241,1 / 6,3	=	38,27	-

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \sqrt{235 / f_y} \\ &= \sqrt{235 / 235} = 1,00 \\ c / t &\leq 83 \\ 38,27 &\leq 83 \rightarrow\end{aligned}$$

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 5,62 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}Odolnost: N_{pl,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{MO} \\ &= (6350 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1492,25 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Posudek: N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &= 5,62 / 1492,25 = 0,0038 \\ N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0038 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): **0,38****Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 0 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}Odolnost: N_{c,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{MO} \\ &= (6350 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1492,25 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Posudek: N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &= 0 / 1492,25 = 0,0000 \\ N_{Ed,tah} / N_{c,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0000 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

$$\textbf{Moment v ose y-y: } M_{y,Ed,max} = 27,54 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}Odolnost: M_{y,Rd} &= (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{MO} \\ &= (235 \cdot 603000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 141,71 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Posudek: M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 27,54 / 141,71 = 0,1943 \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,1943 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): **19,43****Vyhovuje**

$$\textbf{Moment v ose z-z: } M_{z,Ed,max} = 3,87 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}Odolnost: M_{z,Rd} &= (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{MO} \\ &= (235 \cdot 603000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 141,71 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Posudek: M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &= 3,87 / 141,71 = 0,0273 \\ M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,0273 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): **2,73****Vyhovuje****Smyk:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

$$V_{Ed,max} = 92,54 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\text{Smyková plocha: } A_v &= 2 \cdot h_w \cdot t_w \\ &= 2 \cdot 241,1 \cdot 6,3 = 3037,86 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Odolnost: V_{pl,Rd} &= A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{MO} \\ &= ((3037,86 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000 = 412,17 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Posudek: V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &= 92,54 / 3037,86 = 0,2245 \\ V_{Ed,max} / V_{pl,Rd} &\leq 1,00 \\ 0,2245 &\leq 1,00\end{aligned}$$

Využití (%): **22,45****Vyhovuje**

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:

$$\begin{aligned}
 V_{pl,Rd} &= 412,17 \text{ kN} \\
 V_{Ed,max} &= 92,54 \text{ kN} \\
 \text{Redukce pro mezu kluzu: } 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= 0,5 \cdot 412,17 = 206,08 \text{ kN} \\
 \rho &= 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\
 \rho &= ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \\
 &\text{když } 92,54 < 206,08 \rho = 0 \\
 \text{inak } \rho &= ((2 \cdot 92,54) / 412,17 - 1)^2 = 0,0000 - \\
 f_{yk,red} &= (1 - \rho) \cdot f_y \\
 &= (1 - 0) \cdot 235 = 235,00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed,max} &= 27,54 \text{ kNm} \\
 \text{Odolnost: } M_{y,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 603000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 141,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &= 27,54 / 141,71 = 0,1943 - \\
 M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 19,43

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

$$\begin{aligned}
 M_{z,Ed,max} &= 3,87 \text{ kNm} \\
 \text{Odolnost: } M_{z,Rd,red1} &= (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0} \\
 &= (235 \cdot 603000 \cdot 10^{-6}) / 1 = 141,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &= 3,87 / 141,71 = 0,0273 - \\
 M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 2,73

Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} &= 5,62 \text{ kN} \\
 N_{pl,Rd} &= 1492,25 \text{ kN} \\
 n &= N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} \\
 &= 5,62 / 1492,25 = 0,0038 - \\
 a_w &= \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A) \\
 &= \min(0,5; (6350 - 2 \cdot 260 \cdot 6,3) / 6350) = 0,4841 - \\
 a_f &= \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A) \\
 &= \min(0,5; (6350 - 2 \cdot 260 \cdot 6,3) / 6350) = 0,4841 -
 \end{aligned}$$

Moment v ose y-y:**Odolnost:**

$$\begin{aligned}
 M_{N,y,Rd} &= M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \\
 &= \min(141,705 \cdot (1 - 0,0038) / (1 - 0,5 \cdot 0,4841); 141,705) = 141,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &= 27,54 / 141,71 = 0,1943 - \\
 M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 19,43

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(141,705 \cdot (1 - 0,0038) / (1 - 0,5 \cdot 0,4841); 141,705) = \mathbf{141,71} \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 3,87 / 141,71 = \mathbf{0,0273}$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,0273} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **2,73****Vyhovuje****Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:**

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1492,25; 1492,25) = \mathbf{1492,25} \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(141,71; 141,71; 141,71) = \mathbf{141,71} \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(141,71; 141,71; 141,71) = \mathbf{141,71} \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq \mathbf{1,00}$$

$$= 5,62 / 1492,25 + 27,54 / 141,71 + 3,87 / 141,71 \leq \mathbf{1,00}$$

$$\mathbf{0,2254} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **22,54****Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	5,62	kN
N_{tlak}	=	0	kN
$M_{y,Ed}$	=	27,54	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,87	kNm
$V_{y,Ed}$	=	8,68	kN
$V_{z,Ed}$	=	83,86	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,2254			0,2245

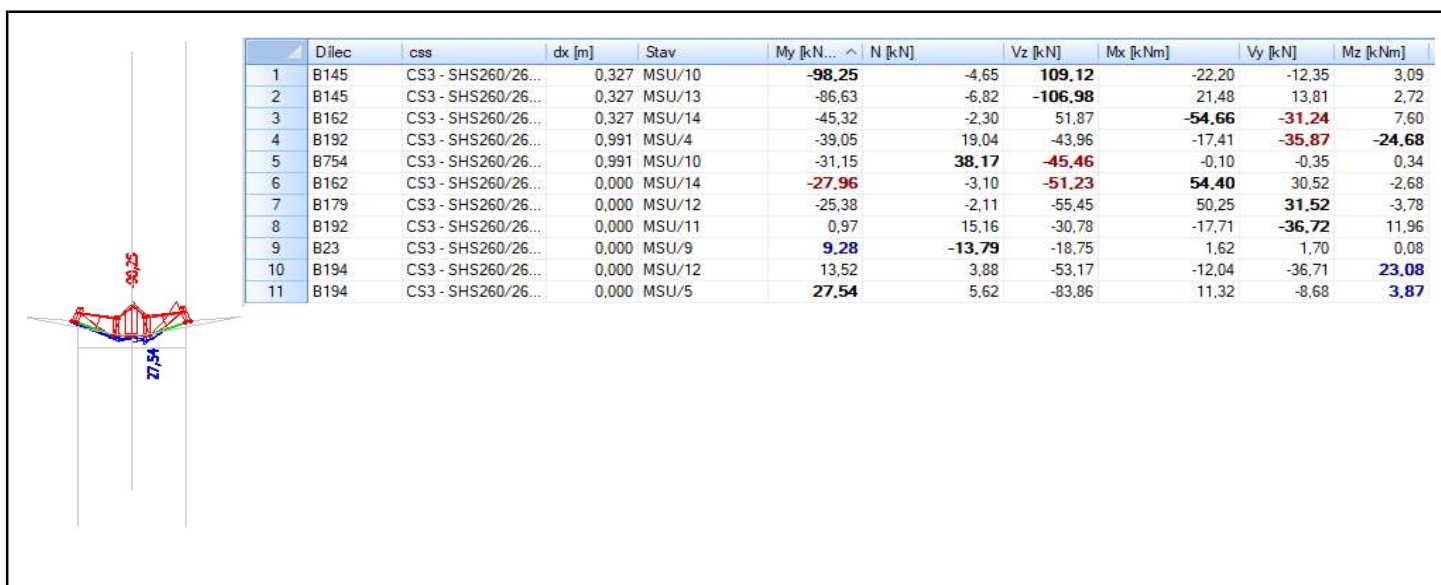
$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,7183			0,2947
MSU 2	0,6351			0,2931
MSU 3	0,3750			0,2016
MSU 4	0,4625			0,1937
MSU 5	0,2478			0,1111
MSU 6	0,2183			0,1983
MSU 7	0,2072			0,2110
MSU 8	0,1014			0,1638
MSU 9	0,0753			0,0496
MSU 10	0,2609			0,2181
MSU 11	0,2254			0,2245
MSU 12				
Rozhodující	0,7183	0,0000	0,0000	0,2947

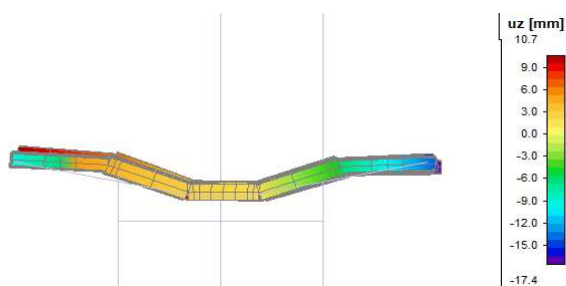
Využití (%): **71,83****Vyhovuje**



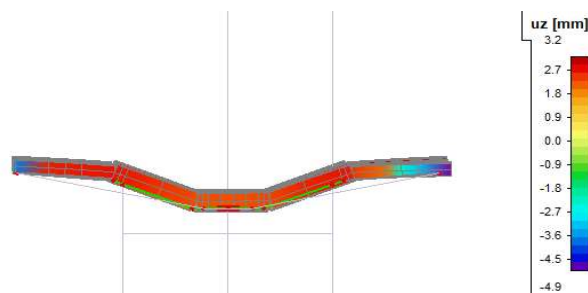
* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti

1 PODPĚRA



2 PODPĚRY



Mezní dovolený průhyb:

2 PODPĚRY

Délka posuzovaného prvku: konzole L = 1450 mm

Maximální dovolený průhyb: L / 250

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$
 $= 2 \cdot 1450 / 250 = 11,6$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 4,9$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $4,9 / 11,6 \leq 1,00$
0,4224 $\leq 1,00$

Využití (%): **42,24**

Vyhovuje

Mezní dovolený průhyb:

1 PODPĚRA

Délka posuzovaného prvku: konzole L = 3575 mm

Maximální dovolený průhyb: L / 250

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$
 $= 2 \cdot 3575 / 250 = 28,6$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 17,4$ mm

Posudek:

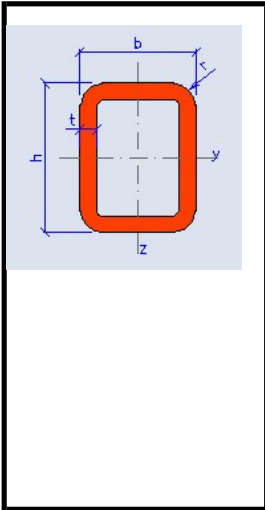
$$\begin{aligned} \delta / \delta_{lim} &\leq 1,00 \\ 17,4 / 28,6 &\leq 1,00 \\ 0,6084 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 60,84

Vyhovuje

Posouzení příčného nosníka mezilahlého - SHS 200x200x5

Vlastnosti průřezu:



h	=	200	mm	I _y	=	2,44E+07	mm ⁴
b	=	200	mm	W _y	=	2,45E+05	mm ³
t _f	=	5	mm	W _{y,pl}	=	2,83E+05	mm ³
t _w	=	5	mm	i _y	=	79,5	mm
r ₁	=	7,5	mm	S _y	=	1,42E+05	mm ³
r ₂	=	7,5	mm	I _z	=	2,44E+07	mm ⁴
y _s	=		mm	W _z	=	2,45E+05	mm ³
h _w	=	185	mm	W _{z,pl}	=	2,83E+05	mm ³
A _L	=	0,787	m ² m ⁻¹	i _z	=	7,95E+01	mm
A	=	3870	mm ²	S _z	=	1,42E+05	mm ³

I _t	=	3,76E+07	mm ⁴
C _t	=	3,62E+05	mm ³

Materiál průřezu:

f _y	=	235	N/mm ²	f _u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
v	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ _{M0}	=	1,00	-
γ _{M1}	=	1,00	-
γ _{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

c	=	185	mm
t	=	5	mm

$$\begin{aligned} c/t &= 185/5 = 37,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \sqrt{235/f_y} \\ &= \sqrt{235/235} = 1,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c/t &\leq 83 \\ 37,00 &\leq 83 \end{aligned}$$

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

Odolnost:

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &= (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} \\ &= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 909,45 \text{ kN} \end{aligned}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	=	0,0000	-		
	$= 0 / 909,45$	=	0,0000	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
	0,0000	≤	1,00			
Tlak:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)					
	$N_{Ed,tlak}$	=	0,9	kN		
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{MO}$					
	$= (3870 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	909,45	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$					
	$= 0,9 / 909,45$	=	0,0010	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 0,10	Vyhovuje
	0,0010	≤	1,00			
Ohybový moment:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)					
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	21,77	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 283000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 21,77 / 66,51$	=	0,3273	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 32,73	Vyhovuje
	0,3273	≤	1,00			
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	6,16	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 283000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 6,16 / 66,51$	=	0,0926	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 9,26	Vyhovuje
	0,0926	≤	1,00			
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)					
	$V_{Ed,max}$	=	14,99	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 185 \cdot 5$	=	1850	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{MO}$					
	$= ((1850 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	251,00	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 14,99 / 1850$	=	0,0597	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		Využití (%): 5,97	Vyhovuje
	0,0597	≤	1,00			
Kroucení:	Prvek není namáhán kroučícím momentem					
Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	251,00	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	14,99	kN		

Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	=	125,50	kN		
	$= 0,5 \cdot 251$	=	125,50	kN		
	$\rho = 0 \text{ když } V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2 \text{ když } V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\text{když } 14,99 \leq 125,5 \rho = 0$					
	$\text{inak } \rho = ((2 \cdot 14,99) / 251 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	21,77	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 283000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$					
	$= 21,77 / 66,51$	=	0,3273	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \leq$		1,00		Využití (%): 32,73	Vyhovuje
	0,3273	\leq	1,00			
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	6,16	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 283000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$					
	$= 6,16 / 66,51$	=	0,0926	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \leq$		1,00		Využití (%): 9,26	Vyhovuje
	0,0926	\leq	1,00			
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	0,9	kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	909,45	kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$					
	$= 0,9 / 909,45$	=	0,0010	-		
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$					
	$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 200 \cdot 5) / 3870)$	=	0,4832	-		
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$					
	$= \min(0,5; (3870 - 2 \cdot 200 \cdot 5) / 3870)$	=	0,4832	-		
Moment v ose y-y:						
Odolnost:	$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$					
	$= \min(66,505 \cdot (1 - 0,001) / (1 - 0,5 \cdot 0,4832); 66,505)$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$					
	$= 21,77 / 66,51$	=	0,3273	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq$		1,00		Využití (%): 32,73	Vyhovuje
	0,3273	\leq	1,00			
Moment v ose z-z:						
Odolnost:	$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$					
	$= \min(66,505 \cdot (1 - 0,001) / (1 - 0,5 \cdot 0,4832); 66,505)$	=	66,51	kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$					
	$= 6,16 / 66,51$	=	0,0926	-		
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq$		1,00		Využití (%): 9,26	Vyhovuje
	0,0926	\leq	1,00			

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd})$$

$$= \min(909,45 ; 909,45) = 909,45 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(66,51 ; 66,51 ; 66,51) = 66,51 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(66,51 ; 66,51 ; 66,51) = 66,51 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 0,9 / 909,45 + 21,77 / 66,51 + 6,16 / 66,51 \leq 1,00$$

$$0,4210 \leq 1,00$$

Využití (%): 42,10

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	0,9	kN
$M_{y,Ed}$	=	21,77	kNm
$M_{z,Ed}$	=	6,16	kNm
$V_{y,Ed}$	=	4,05	kN
$V_{z,Ed}$	=	10,94	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,4210			0,0597

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3575			0,0148
MSU 2	0,3899			0,0539
MSU 3	0,4210			0,0597
MSU 4	0,4024			0,0572
MSU 5	0,3005			0,0166
MSU 6	0,3506			0,0547
MSU 7	0,2046			0,0294
MSU 8	0,2692			0,0447
MSU 9	0,1739			0,0074
MSU 10	0,0799			0,0288
MSU 11	0,0475			0,0174
MSU 12	0,0490			0,0047
Rozhodující	0,4210	0,0000	0,0000	0,0597

Využití (%): 42,10

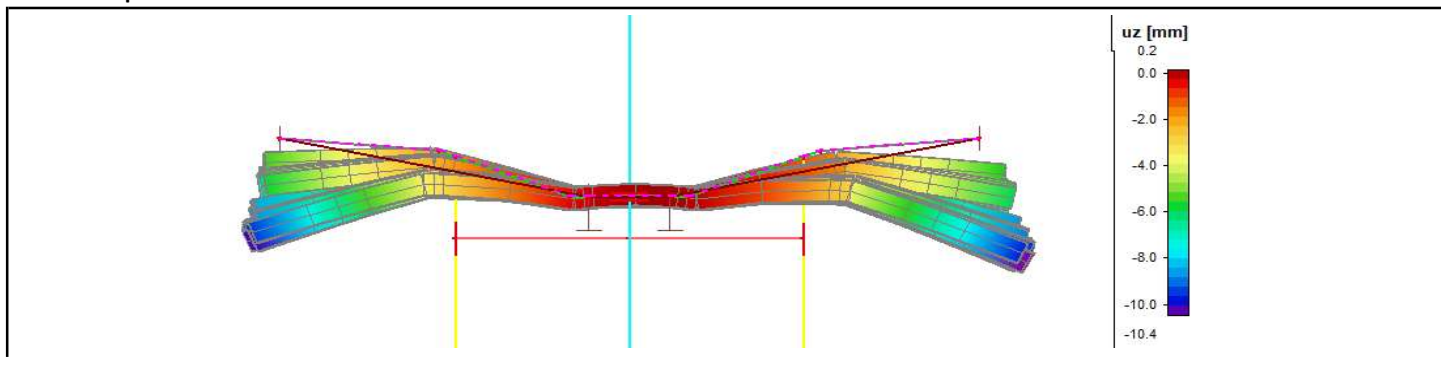
Vyhovuje

A 3D perspective view of a bridge structure. The bridge deck is shown in red, and the supporting piers and abutments are in blue. The structure is symmetrical about a central vertical axis. Two dimensions are labeled: '2.31' for the width of the bridge deck and '2.17' for the width of the bridge piers. The bridge is supported by two main piers and two abutments.

	Dilec	css	dx [m]	Stav	My [kN... ^	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]	
1	B286	CS8 - SHS200/20...	0,654	MSU/1	-21,99		-1,06	-0,77	-0,37	2,94	1,71
2	B284	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/1	-21,82		-0,81	10,92	2,06	-2,60	4,05
3	B285	CS8 - SHS200/20...	0,149	MSU/1	-21,77		-0,90	-10,94	-3,00	4,05	6,16
4	B507	CS8 - SHS200/20...	0,149	MSU/1	-21,15		-0,80	-10,73	2,41	-3,62	-5,55
5	B304	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/1	-18,44		3,24	0,46	-0,37	3,71	-1,31
6	B285	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/4	-17,75		-0,92	-9,76	-3,38	3,98	5,50
7	B331	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/2	-11,10		0,74	0,86	0,70	-6,51	2,45
8	B249	CS8 - SHS200/20...	0,149	MSU/6	-10,92		-1,13	-6,76	-2,68	4,45	6,90
9	B436	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/1	-8,33		-5,71	0,32	0,06	1,53	-2,82
10	B313	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-2,87		0,84	-0,41	1,25	6,82	-2,38
11	B366	CS8 - SHS200/20...	0,000	MSU/3	-0,13		-0,23	-2,12	2,75	-2,25	-3,01
12	B236	CS8 - SHS200/20...	0,495	MSU/5	2,31		0,66	-0,15	0,28	1,02	0,90

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: konzole L = 3575 mm

Maximální dovolený průhyb: L / 250

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = 2 \cdot L / 250$
 $= 2 \cdot 3575 / 250 = 28,6$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

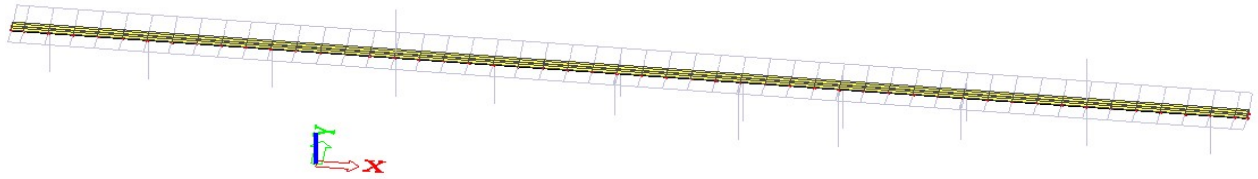
$\delta = 10,4$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $10,4 / 28,6 \leq 1,00$
0,3636 $\leq 1,00$

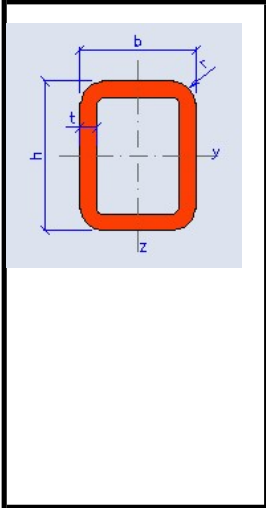
Využití (%): 36,36

Vyhovuje

Posouzení vnitřního podélného nosníka - SHS 250x250x6,3



Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I_y	=	6,01E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	4,81E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	5,56E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	99,3	mm
r_1	=	9,45	mm	S_y	=	2,78E+05	mm ³
r_2	=	9,45	mm	I_z	=	6,01E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	4,81E+05	mm ³
h_w	=	231,1	mm	$W_{z,pl}$	=	5,56E+05	mm ³
A_L	=	0,984	m ² m ⁻¹	i_z	=	99,3	mm
A	=	6100	mm ²	S_z	=	2,78E+05	mm ³
				I_t	=	9,24E+07	mm ⁴
				C_t	=	7,12E+05	mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	231,1	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t			
	$= 231,1 / 6,3$	=	36,68	-
	$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	$= \sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	36,68	≤	83	

→

Třída průřezu: **1**Výsledná třída průřezu: **1**

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

Odolnost:

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$= (6100 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 1433,5 \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	=	0,0000	-		
	$= 0 / 1433,5$	=	0,0000	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0000	≤	1,00		Využití (%): 0,00	Vyhovuje
Tlak:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)					
	$N_{Ed,tlak}$	=	45,35	kN		
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{MO}$					
	$= (6100 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1433,5	kN		
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$					
	$= 45,35 / 1433,5$	=	0,0316	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00			
	0,0316	≤	1,00		Využití (%): 3,16	Vyhovuje
Ohybový moment:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)					
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	89,67	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 89,67 / 130,66$	=	0,6863	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,6863	≤	1,00		Využití (%): 68,63	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	3,35	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{MO}$					
	$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 3,35 / 130,66$	=	0,0256	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,0256	≤	1,00		Využití (%): 2,56	Vyhovuje
Smyk:	- dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)					
	$V_{Ed,max}$	=	47,06	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 231,1 \cdot 6,3$	=	2911,86	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{MO}$					
	$= ((2911,86 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	395,07	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 47,06 / 2911,86$	=	0,1191	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,1191	≤	1,00		Využití (%): 11,91	Vyhovuje
Kroucení:	Prvek není namáhán kroučícím momentem					
Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	395,07	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	47,06	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 395,07$	=	197,54	kN		

		$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$			
		$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$			
		když $47,06 \leq 197,54$ $\rho = 0$			
		inak $\rho = ((2 \cdot 47,06) / 395,07 - 1)^2$		=	0,0000 -
		$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$			
		$= (1 - 0) \cdot 235$		=	235,00 N/mm ²
Moment v ose y-y:		$M_{y,Ed,max}$	=	89,67	kNm
Odolnost:		$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
		$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$			
		$= 89,67 / 130,66$	=	0,6863	-
		$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00	
		0,6863	≤	1,00	Využití (%): 68,63 Vyhovuje
Moment v ose z-z:		$M_{z,Ed,max}$	=	3,35	kNm
Odolnost:		$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
		$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm
Posudek:		$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$			
		$= 3,35 / 130,66$	=	0,0256	-
		$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00	
		0,0256	≤	1,00	Využití (%): 2,56 Vyhovuje
Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:		$N_{Ed,max}$	=	45,35	kN
		$N_{pl,Rd}$	=	1433,5	kN
		$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$			
		$= 45,35 / 1433,5$	=	0,0316	-
		$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$			
		$= \min(0,5; (6100 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6100)$	=	0,4836	-
		$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$			
		$= \min(0,5; (6100 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6100)$	=	0,4836	-
Moment v ose y-y:					
Odolnost:		$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$			
		$= \min(130,66 \cdot (1 - 0,0316) / (1 - 0,5 \cdot 0,4836); 130,66)$	=	130,66	kNm
Posudek:		$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$			
		$= 89,67 / 130,66$	=	0,6863	-
		$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00	
		0,6863	≤	1,00	Využití (%): 68,63 Vyhovuje
Moment v ose z-z:					
Odolnost:		$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f)$ ale $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$			
		$= \min(130,66 \cdot (1 - 0,0316) / (1 - 0,5 \cdot 0,4836); 130,66)$	=	130,66	kNm
Posudek:		$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$			
		$= 3,35 / 130,66$	=	0,0256	-
		$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00	
		0,0256	≤	1,00	Využití (%): 2,56 Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &= \min(N_{pl,Rd} ; N_{c,Rd}) \\
 &= \min(1433,5 ; 1433,5) = 1433,5 \text{ kN} \\
 M_{y,Rd} &= \min(M_{y,Rd} ; M_{y,Rd,red1} ; M_{N,y,Rd}) \\
 &= \min(130,66 ; 130,66 ; 130,66) = 130,66 \text{ kN} \\
 M_{z,Rd} &= \min(M_{z,Rd} ; M_{z,Rd,red1} ; M_{N,z,Rd}) \\
 &= \min(130,66 ; 130,66 ; 130,66) = 130,66 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Posudek:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\
 = 45,35 / 1433,5 + 89,67 / 130,66 + 3,35 / 130,66 &\leq 1,00 \\
 0,7436 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 74,36

Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	10000	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= \beta \cdot L \\
 &= 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_y &= (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (10000 / 99,3) \cdot (1 / 93,9) = 1,07 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,07 - 0,2) + 1,07^2) = 1,29 -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\
 &= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,07^2}) = 0,50 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,y} &= \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\
 &= 0,5 \cdot 6100 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 715,44 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &= 45,35 / 715,44 = 0,0634 - \\
 N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &\leq 1,00 \\
 0,0634 &\leq 1,00
 \end{aligned}$$

Využití (%): 6,34

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	kloub - kloub	β	=	1	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	10000	mm

$$\begin{aligned}
 L_{cr,z} &= \beta \cdot L \\
 &= 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\
 &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_z &= (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1) \\
 &= (10000 / 99,3) \cdot (1 / 93,9) = 1,07 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\
 &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,07 - 0,2) + 1,07^2) = 1,29 -
 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned}
 \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\
 &= 1 / (1,29 + \sqrt{1,29^2 - 1,07^2}) = 0,50 -
 \end{aligned}$$

Odolnost:	$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$			
	$= 0,5 \cdot 6100 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1$	=	715,44	kN
Posudek:	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$			
	$= 45,35 / 715,44$	=	0,0634	-
	$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$	≤	1,00	
	0,0634	≤	1,00	
			Využití (%): 6,34	Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	715,44	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,07	-
$N_{Rd,z}$	=	715,44	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,07	-
$M_{y,Rd}$	=	130,66	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	130,66	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy}	C_{my}	=	0,478	-
	$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$k_{yy} \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$			
	$= 0,478 \cdot (1 + (1,07 - 0,2) \cdot 45,35 / 715,44)$			
	$\leq 0,478 \cdot (1 + 0,8 \cdot 45,35 / 715,44)$	=	0,50	-
Určení k_{zy}	$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$			
	$= 0,6 \cdot 0,5$	=	0,30	-
Určení k_{zz}	C_{mz}	=	0,4	-
	$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$			
	$= 0,4 \cdot (1 + (2 \cdot 1,07 - 0,6) \cdot 45,35 / 715,44)$			
	$\leq 0,4 \cdot (1 + 1,4 \cdot 45,35 / 715,44)$	=	0,44	-
Určení k_{yz}	$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$			
	$= 0,6 \cdot 0,44$	=	0,26	-

Posudek:

Podmínka 1

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00	
$= 45,35 / 715,44 + 0,5 \cdot 89,67 / 130,66 + 0,26 \cdot 3,35 / 130,66$	≤	1,00
0,4148	≤	1,00
		Využití (%): 41,48
		Vyhovuje

Podmínka 2

$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq$	1,00	
$= 45,35 / 715,44 + 0,3 \cdot 89,67 / 130,66 + 0,44 \cdot 3,35 / 130,66$	≤	1,00
0,2814	≤	1,00
		Využití (%): 28,14
		Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	45,35	kN
$M_{y,Ed}$	=	89,67	kNm
$M_{z,Ed}$	=	3,35	kNm
$V_{y,Ed}$	=	3,17	kN
$V_{z,Ed}$	=	43,89	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,7436	0,4148	0,2814	0,1191

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

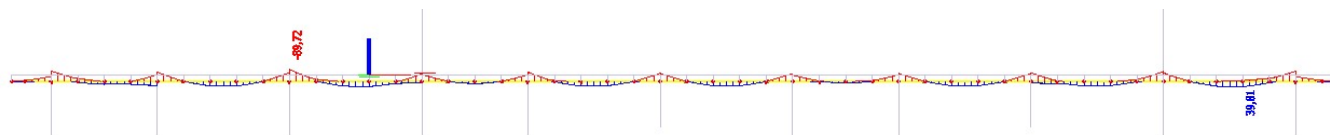
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,7219	0,4139	0,2758	0,1124
MSU 2	0,7436	0,4148	0,2814	0,1191
MSU 3	0,7129	0,4056	0,2688	0,1133
MSU 4	0,5932	0,3492	0,2508	0,0816
MSU 5	0,3504	0,1583	0,1044	0,0784
MSU 6	0,3090	0,1627	0,1052	0,0569
MSU 7	0,1840	0,0774	0,0524	0,0343
MSU 8	0,0808	0,0950	0,0976	0,0326
MSU 9	0,0562	0,1124	0,1124	0,0403
MSU 10	0,0173	0,0158	0,0152	0,0521
MSU 11	0,0900	0,0391	0,0296	0,0831
MSU 12	0,3227	0,1525	0,0968	0,0359
Rozhodující	0,7436	0,4148	0,2814	0,1191

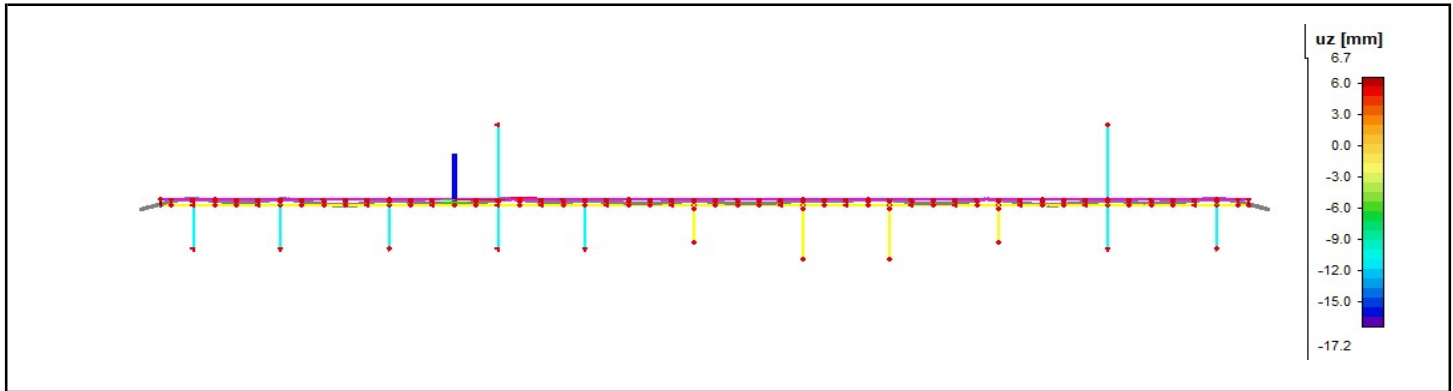
Využití (%): **74,36****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]	
1	B611	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/1	-89,72		-48,30	43,64	-0,26	0,75	-0,20
2	B610	CS2 - SHS250/25...	2,000	MSU/1	-89,67		-45,35	-43,89	1,34	-3,17	-3,35
3	B611	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/4	-88,98		-45,44	44,04	1,78	0,74	-0,03
4	B547	CS2 - SHS250/25...	2,000	MSU/6	-67,62		-54,89	-29,71	-3,67	2,51	4,88
5	B603	CS2 - SHS250/25...	2,000	MSU/10	-40,85		1,47	-27,32	1,04	-3,66	-4,80
6	B545	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/9	-38,98		-12,64	22,18	7,35	-0,29	0,24
7	B601	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/3	-19,64		15,12	11,25	1,59	2,32	-3,02
8	B599	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/6	-1,57		-58,23	9,57	-0,73	3,30	-3,68
9	B600	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/6	0,00		-80,37	-14,43	1,44	1,51	-0,02
10	B585	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/8	0,92		-8,03	-18,29	-6,35	2,31	-0,61
11	B603	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/7	8,85		-1,05	-29,06	1,04	-3,77	2,82
12	B538	CS2 - SHS250/25...	2,000	MSU/7	39,81		-1,79	11,75	-0,29	2,43	2,19



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Mezní stav použitelnosti



Mezní dovolený průhyb:

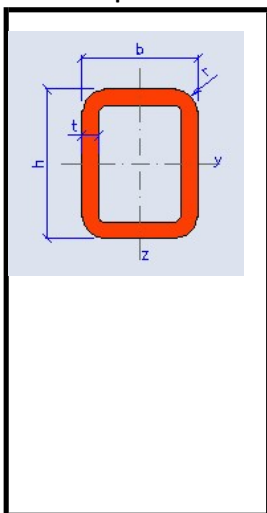
Délka posuzovaného prvku: $L = 8000$ mmMaximální dovolený průhyb: $L / 250$ Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 250$
 $= 8000 / 250 = 32$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

 $\delta = 17,2$ mmPosudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$
 $17,2 / 32 \leq 1,00$
0,5375 $\leq 1,00$ Využití (%): **53,75****Vyhovuje**

Posouzení příčného nosníka mezi sloupami - RHS300x250x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	300	mm	I_y	=	9,19E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	6,13E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	7,12E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	117	mm
r_1	=	9	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	9	mm	I_z	=	6,95E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	5,56E+05	mm ³
h_w	=	282	mm	$W_{z,pl}$	=	6,29E+05	mm ³
A_L	=	1,08	m ² m ⁻¹	i_z	=	102,00	mm
A	=	6730,00	mm ²	S_z	=		mm ³

I_t	=	1,21E+08	mm ⁴
C_t	=		mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílní součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

 $\gamma_{M0} = 1,00$ -

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

 $\gamma_{M1} = 1,00$ -

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

 $\gamma_{M2} = 1,25$ -

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	282	mm
	t	=	6,3	mm
	c/t			
	$= 282 / 6,3$	=	44,76	-
	$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	$= \sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c/t	≤	83	ε
	44,76	≤	83	

→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1581,55	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	$= 0 / 1581,55$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00** **Vyhovuje**

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	3,07	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	$= (6730 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1581,55	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	$= 3,07 / 1581,55$	=	0,0019	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00	
	0,0019	≤	1,00	

Využití (%): **0,19** **Vyhovuje**

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	5,88	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	167,32	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	$= 5,88 / 167,32$	=	0,0351	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,0351	≤	1,00	

Využití (%): **3,51** **Vyhovuje**

Moment v ose z-z:

	$M_{z,Ed,max}$	=	21,25	kNm
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
	$= (235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	147,82	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	$= 21,25 / 147,82$	=	0,1438	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,1438	≤	1,00	

Využití (%): **14,38** **Vyhovuje**

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	25,75	kN	
Smyková plocha:	$A_w = 2 \cdot h_w \cdot t_w$				
	$= 2 \cdot 282 \cdot 6,3$	=	3553,2	mm ²	
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_w \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
	$= ((3553,2 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	482,09	kN	
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$				
	$= 25,75 / 3553,2$	=	0,0534	-	
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		
	0,0534	≤	1,00		Využití (%): 5,34 Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	482,09	kN	
	$V_{Ed,max}$	=	25,75	kN	
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$= 0,5 \cdot 482,09$	=	241,04	kN	
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	když $25,75 \leq 241,04$ $\rho = 0$				
	inak $\rho = ((2 \cdot 25,75) / 482,09 - 1)^2$	=	0,0000	-	
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$				
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²	
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	5,88	kNm	
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 712000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	167,32	kNm	
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$				
	$= 5,88 / 167,32$	=	0,0351	-	
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,0351	≤	1,00		Využití (%): 3,51 Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	21,25	kNm	
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 629000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	147,82	kNm	
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$				
	$= 21,25 / 147,82$	=	0,1438	-	
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,1438	≤	1,00		Využití (%): 14,38 Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

	$N_{Ed,max}$	=	3,07	kN	
	$N_{pl,Rd}$	=	1581,55	kN	
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$				
	$= 3,07 / 1581,55$	=	0,0019	-	
	$a_w = \min (0,5 ; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A$				
	$= \min (0,5 ; (6730 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6730)$	=	0,5000	-	
	$a_f = \min (0,5 ; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A$				
	$= \min (0,5 ; (6730 - 2 \cdot 300 \cdot 6,3) / 6730)$	=	0,4383	-	

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(167,32 \cdot (1 - 0,0019) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 167,32) = 167,32 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} = 5,88 / 167,32 = 0,0351$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0351 \leq 1,00$$

Využití (%): 3,51

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(147,815 \cdot (1 - 0,0019) / (1 - 0,5 \cdot 0,4383); 147,815) = 147,82 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 21,25 / 147,82 = 0,1438$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,1438 \leq 1,00$$

Využití (%): 14,38

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1581,55; 1581,55) = 1581,55 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(167,32; 167,32; 167,32) = 167,32 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(147,82; 147,82; 147,82) = 147,82 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 3,07 / 1581,55 + 5,88 / 167,32 + 21,25 / 147,82 \leq 1,00$$

$$0,1808 \leq 1,00$$

Využití (%): 18,08

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	3,07	kN
$M_{y,Ed}$	=	5,88	kNm
$M_{z,Ed}$	=	21,25	kNm
$V_{y,Ed}$	=	18,42	kN
$V_{z,Ed}$	=	7,33	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

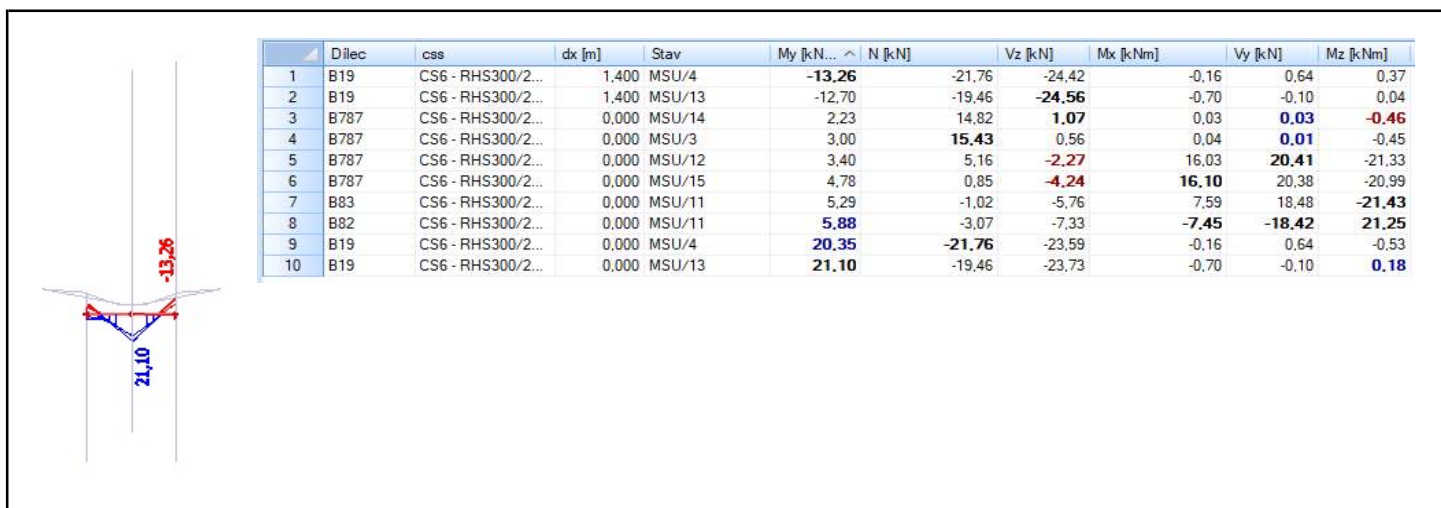
	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,1808			0,0534

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

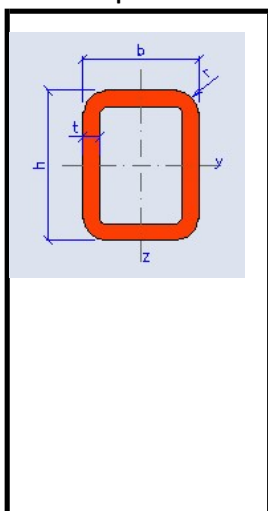
Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,0955			0,0520
MSU 2	0,0885			0,0512
MSU 3	0,0258			0,0023
MSU 4	0,0307			0,0012
MSU 5	0,1679			0,0470
MSU 6	0,1711			0,0511
MSU 7	0,1772			0,0503
MSU 8	0,1808			0,0534
MSU 9	0,1390			0,0503
MSU 10	0,1396			0,0494
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,1808	0,0000	0,0000	0,0534

Využití (%): **18,08****Vyhovuje**

* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - malé - RHS250x250x6,3

Vlastnosti průřezu:



h	=	250	mm	I_y	=	6,01E+07	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	4,81E+05	mm ³
t_f	=	6,3	mm	$W_{y,pl}$	=	5,56E+05	mm ³
t_w	=	6,3	mm	i_y	=	99,3	mm
r_1	=	9,45	mm	S_y	=	2,78E+05	mm ³
r_2	=	9,45	mm	I_z	=	6,01E+07	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	4,81E+05	mm ³
h_w	=	231,1	mm	$W_{z,pl}$	=	5,56E+05	mm ³
A_L	=	0,984	m ² m ⁻¹	i_z	=	99,3	mm
A	=	6100	mm ²	S_z	=	2,78E+05	mm ³
				I_t	=	9,24E+07	mm ⁴
				C_t	=	7,12E+05	mm ³

Materiál průřezu:

f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy	γ_{M0}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při posuzování stability prutů	γ_{M1}	=	1,00	-
Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu	γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:	c	=	231,1	mm
	t	=	6,3	mm
	c / t			
	= 231,1 / 6,3	=	36,68	-
	$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$			
	= $\sqrt{235 / 235}$	=	1,00	-
	c / t	≤	83	ε
	36,68	≤	83	→

Třída průřezu: **1****Výsledná třída průřezu: 1****Únosnost průřezu - prostý tah/tlak****Tah:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

	$N_{Ed,tah}$	=	0	kN
Odolnost:	$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	= $(6100 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1433,5	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$			
	= $0 / 1433,5$	=	0,0000	-
	$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd}$	≤	1,00	
	0,0000	≤	1,00	

Využití (%): **0,00****Vyhovuje****Tlak:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

	$N_{Ed,tlak}$	=	11,92	kN
Odolnost:	$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$			
	= $(6100 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1$	=	1433,5	kN
Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$			
	= $11,92 / 1433,5$	=	0,0083	-
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00	
	0,0083	≤	1,00	

Využití (%): **0,83****Vyhovuje****Ohybový moment:** - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	70,38	kNm
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$			
	= $(235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	= $70,38 / 130,66$	=	0,5386	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,5386	≤	1,00	

Využití (%): **53,86****Vyhovuje**

Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	2,53	kNm
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$			
	= $(235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$			
	= $2,53 / 130,66$	=	0,0194	-
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00	
	0,0194	≤	1,00	

Využití (%): **1,94****Vyhovuje**

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	26,37	kN	
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$				
	$= 2 \cdot 231,1 \cdot 6,3$	=	2911,86	mm ²	
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
	$= ((2911,86 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	395,07	kN	
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$				
	$= 26,37 / 2911,86$	=	0,0667	-	
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00		
	0,0667	≤	1,00		
				Využití (%): 6,67	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroučícím momentem

Ohyb a smyk:

	$V_{pl,Rd}$	=	395,07	kN	
	$V_{Ed,max}$	=	26,37	kN	
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$= 0,5 \cdot 395,07$	=	197,54	kN	
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$				
	když $26,37 \leq 197,54$ $\rho = 0$				
	inak $\rho = ((2 \cdot 26,37) / 395,07 - 1)^2$	=	0,0000	-	
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$				
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²	
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	70,38	kNm	
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm	
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$				
	$= 70,38 / 130,66$	=	0,5386	-	
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,5386	≤	1,00		
				Využití (%): 53,86	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	2,53	kNm	
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$				
	$= (235 \cdot 556000 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	130,66	kNm	
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$				
	$= 2,53 / 130,66$	=	0,0194	-	
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00		
	0,0194	≤	1,00		
				Využití (%): 1,94	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:

	$N_{Ed,max}$	=	11,92	kN
	$N_{pl,Rd}$	=	1433,5	kN
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$			
	$= 11,92 / 1433,5$	=	0,0083	-
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A$			
	$= \min(0,5; (6100 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6100)$	=	0,4836	-
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A$			
	$= \min(0,5; (6100 - 2 \cdot 250 \cdot 6,3) / 6100)$	=	0,4836	-

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(130,66 \cdot (1 - 0,0083) / (1 - 0,5 \cdot 0,4836); 130,66) = 130,66 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} = 70,38 / 130,66 = 0,5386$$

$$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$$

$$0,5386 \leq 1,00$$

Využití (%): 53,86

Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(130,66 \cdot (1 - 0,0083) / (1 - 0,5 \cdot 0,4836); 130,66) = 130,66 \text{ kNm}$$

Posudek:

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} = 2,53 / 130,66 = 0,0194$$

$$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0194 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,94

Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$$

$$= \min(1433,5; 1433,5) = 1433,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$$

$$= \min(130,66; 130,66; 130,66) = 130,66 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$$

$$= \min(130,66; 130,66; 130,66) = 130,66 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 11,92 / 1433,5 + 70,38 / 130,66 + 2,53 / 130,66 \leq 1,00$$

$$0,5663 \leq 1,00$$

Využití (%): 56,63

Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:**Rovina y-y**

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	5890	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 5890 = 11780 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (11780 / 99,3) \cdot (1 / 93,9) = 1,26$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,26 - 0,2) + 1,26^2) = 1,48$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y})$$

$$= 1 / (1,48 + \sqrt{1,48^2 - 1,26^2}) = 0,44$$

Odolnost:

$$N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,44 \cdot 6100 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 637,83 \text{ kN}$$

Posudek:

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} = 11,92 / 637,83 = 0,0187$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0187 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,87

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	5890	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 5890 = 11780 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (11780 / 99,3) \cdot (1 / 93,9) = 1,26 \text{ -}$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,26 - 0,2) + 1,26^2) = 1,56 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z})$$

$$= 1 / (1,56 + \sqrt{1,56^2 - 1,26^2}) = 0,40 \text{ -}$$

$$N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,4 \cdot 6100 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 580,06 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$$

$$= 11,92 / 580,06 = 0,0205 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0205 \leq 1,00$$

Využití (%): 2,05

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	637,83	kN	- zohlednené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,26	-
$N_{Rd,z}$	=	580,06	kN	- zohlednené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,26	-
$M_{y,Rd}$	=	130,66	kNm	- zohlednené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	130,66	kNm	- zohlednené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

$$\text{Určení } k_{yy} \quad c_{my} = 1 \text{ -}$$

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 1 \cdot (1 + (1,26 - 0,2) \cdot 11,92 / 637,83)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 11,92 / 637,83) = 1,01 \text{ -}$$

$$\text{Určení } k_{zy} \quad k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$$

$$= 0,6 \cdot 1,01 = 0,61 \text{ -}$$

$$\text{Určení } k_{zz} \quad c_{mz} = 1 \text{ -}$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 1,26 - 0,6) \cdot 11,92 / 580,06)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 11,92 / 580,06) = 1,03 \text{ -}$$

$$\text{Určení } k_{yz} \quad k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

$$= 0,6 \cdot 1,03 = 0,62 \text{ -}$$

Posudek:

Podmínka 1

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 11,92 / 637,83 + 1,01 \cdot 70,38 / 130,66 + 0,62 \cdot 2,53 / 130,66 \leq 1,00$$

$$0,5773 \leq 1,00$$

Využití (%): 57,73

Vyhovuje

Podmínka 2

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,00$$

$$= 11,92 / 580,06 + 0,61 \cdot 70,38 / 130,66 + 1,03 \cdot 2,53 / 130,66 \leq 1,00$$

$$\mathbf{0,3685} \leq \mathbf{1,00}$$

Využití (%): **36,85**

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	11,92	kN
$M_{y,Ed}$	=	70,38	kNm
$M_{z,Ed}$	=	2,53	kNm
$V_{y,Ed}$	=	1	kN
$V_{z,Ed}$	=	25,37	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,5663	0,5773	0,3685	0,0667

$$P1 = \frac{N_{Ed,max}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed,max}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed,max}}{M_{z,Rd}}$$

$$P2 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

$$P3 = \frac{N_{Ed,tlak}}{N_{Rd,z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,5663	0,5773	0,3685	0,0667
MSU 2	0,0553	0,0392	0,0436	0,0258
MSU 3	0,1885	0,2360	0,3077	0,0479
MSU 4	0,0830	0,1559	0,1744	0,0478
MSU 5	0,1074	0,2145	0,2217	0,0076
MSU 6	0,1273	0,1884	0,1974	0,0424
MSU 7	0,2237	0,2665	0,3083	0,0416
MSU 8	0,1659	0,2313	0,2206	0,0415
MSU 9	0,1604	0,2553	0,2284	0,0154
MSU 10	0,1624	0,1776	0,1308	0,0137
MSU 11	0,2806	0,2878	0,1885	0,0667
MSU 12				
Rozhodující	0,5663	0,5773	0,3685	0,0667

Využití (%): **57,73**

Vyhovuje

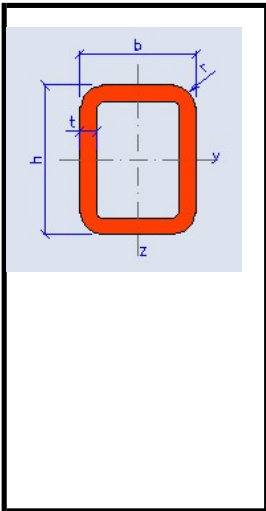
	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B786	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/12	-70,38	-11,92	25,37	1,86	-1,00	2,53
2	B16	CS2 - SHS250/25...	4,150	MSU/16	-2,67	5,08	-0,80	0,07	9,41	4,09
3	B17	CS2 - SHS250/25...	4,150	MSU/4	0,50	-91,32	-0,38	-0,10	18,55	15,81
4	B17	CS2 - SHS250/25...	3,420	MSU/18	0,80	-87,89	-0,32	-0,09	18,55	2,03
5	B17	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/13	3,21	-118,79	-0,26	0,22	-2,73	0,00
6	B80	CS2 - SHS250/25...	3,420	MSU/17	5,44	-76,38	2,74	-1,24	-14,03	-4,23
7	B80	CS2 - SHS250/25...	4,150	MSU/1	7,24	-79,68	2,69	-1,18	-13,76	-14,72
8	B39	CS2 - SHS250/25...	5,160	MSU/1	10,90	-75,84	-2,12	2,85	14,26	3,87
9	B60	CS2 - SHS250/25...	0,000	MSU/7	12,21	-96,03	-5,51	0,28	-0,59	0,00
10	B786	CS2 - SHS250/25...	4,120	MSU/15	17,69	-19,40	4,73	-5,58	0,69	-1,76
11	B786	CS2 - SHS250/25...	4,120	MSU/12	34,15	-9,98	25,37	1,86	-1,00	-1,60



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - velké - RHS450x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	450	mm	I_y	=	3,01E+08	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	1,34E+06	mm ³
t_f	=	8	mm	$W_{y,pl}$	=	1,61E+06	mm ³
t_w	=	8	mm	i_y	=	166	mm
r_1	=	8	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	8	mm	I_z	=	1,21E+08	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	9,71E+05	mm ³
h_w	=	434	mm	$W_{z,pl}$	=	1,08E+06	mm ³
A_L	=	1,38	m ² m ⁻¹	i_z	=	106	mm
A	=	10900	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	2,71E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³
f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílní součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

c	=	434	mm
t	=	8	mm
c/t			
$= 434/8$	=	54,25	-
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$			
$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
c/t	≤	83	ε
54,25	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 2561,5 = 0,0000 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 116,54 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	=	0,0455	-		
	$= 116,54 / 2561,5$	=	0,0455	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00			
	0,0455	≤	1,00		Využití (%): 4,55	Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	0,65	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 0,65 / 378,94$	=	0,0017	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,0017	≤	1,00		Využití (%): 0,17	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	185,79	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	252,98	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$					
	$= 185,79 / 252,98$	=	0,7344	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,7344	≤	1,00		Využití (%): 73,44	Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	63,8	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 434 \cdot 8$	=	6944	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((6944 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	942,14	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$					
	$= 63,8 / 6944$	=	0,0677	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0677	≤	1,00		Využití (%): 6,77	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	942,14	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	63,8	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 942,14$	=	471,07	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $63,8 \leq 471,07$ $\rho = 0$					
	inak $\rho = ((2 \cdot 63,8) / 942,14 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	0,65	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm		

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	=	0,65 / 378,94	=	0,0017	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$	≤	1,00					
	0,0017	≤	1,00				Využití (%): 0,17	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	185,79			kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$							
	$= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	252,98			kNm		
Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$							
	$= 185,79 / 252,98$	=	0,7344	-				
	$M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$	≤	1,00					
	0,7344	≤	1,00				Využití (%): 73,44	Vyhovuje

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2:	$N_{Ed,max}$	=	116,54			kN		
	$N_{pl,Rd}$	=	2561,5			kN		
	$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$							
	$= 116,54 / 2561,5$	=	0,0455	-				
	$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$							
	$= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 10900)$	=	0,5000	-				
	$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$							
	$= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 450 \cdot 8) / 10900)$	=	0,3394	-				

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w) \text{ ale } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$= \min(378,9375 \cdot (1 - 0,0455) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 378,9375) = 378,94 \text{ kNm}$$

Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$							
	$= 0,65 / 378,94$	=	0,0017	-				
	$M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$	≤	1,00					
	0,0017	≤	1,00				Využití (%): 0,17	Vyhovuje

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f) \text{ ale } M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$$

$$= \min(252,9775 \cdot (1 - 0,0455) / (1 - 0,5 \cdot 0,3394); 252,9775) = 252,98 \text{ kNm}$$

Posudek:	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$							
	$= 185,79 / 252,98$	=	0,7344	-				
	$M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$	≤	1,00					
	0,7344	≤	1,00				Využití (%): 73,44	Vyhovuje

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

	$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$							
	$= \min(2561,5; 2561,5)$	=	2561,5			kN		
	$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$							
	$= \min(378,94; 378,94; 378,94)$	=	378,94			kN		
	$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$							
	$= \min(252,98; 252,98; 252,98)$	=	252,98			kN		

Posudek:

$$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$$

$$= 116,54 / 2561,5 + 0,65 / 378,94 + 185,79 / 252,98 \leq 1,00$$

$$0,7816 \leq 1,00$$

Využití (%): 78,16 Vyhovuje

Vzpěrná únosnost prutů:

Rovina y-y

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	4500	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 4500 = 9000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\ &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_y &= (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1) \\ &= (9000 / 166) \cdot (1 / 93,9) = 0,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y) \\ &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,58 - 0,2) + 0,58^2) = 0,73 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned} \chi_y &= 1 / (\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda'^2_y}) \\ &= 1 / (0,73 + \sqrt{0,73^2 - 0,58^2}) = 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,y} &= \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\ &= 0,85 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 2172,78 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &= 116,54 / 2172,78 = 0,0536 \\ N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} &\leq 1,00 \\ 0,0536 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 5,36

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	4500	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 4500 = 9000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Štíhlost:} \quad \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon \\ &= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Poměrná štíhlost:} \quad \lambda'_z &= (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1) \\ &= (9000 / 106) \cdot (1 / 93,9) = 0,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z) \\ &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2) = 1,08 \end{aligned}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\begin{aligned} \chi_z &= 1 / (\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda'^2_z}) \\ &= 1 / (1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}) = 0,60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Odolnost:} \quad N_{Rd,z} &= \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \\ &= 0,6 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 1529,84 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posudek:} \quad N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} &= 116,54 / 1529,84 = 0,0762 \\ N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} &\leq 1,00 \\ 0,0762 &\leq 1,00 \end{aligned}$$

Využití (%): 7,62

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	2172,78	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	0,58	-
$N_{Rd,z}$	=	1529,84	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	0,90	-
$M_{y,Rd}$	=	378,94	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	252,98	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy} c_{my} = **1** -

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 1 \cdot (1 + (0,58 - 0,2) \cdot 116,54 / 2172,78)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 116,54 / 2172,78) = \mathbf{1,02} -$$

Určení k_{zy} $k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$

$$= 0,6 \cdot 1,02 = \mathbf{0,61} -$$

Určení k_{zz} c_{mz} = **1** -

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 0,9 - 0,6) \cdot 116,54 / 1529,84)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 116,54 / 1529,84) = \mathbf{1,09} -$$

Určení k_{yz} $k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$

$$= 0,6 \cdot 1,09 = \mathbf{0,66} -$$

Posudek:

Podmínka 1

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 116,54 / 2172,78 + 1,02 \cdot 0,65 / 378,94 + 0,66 \cdot 185,79 / 252,98 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,5366} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **53,66** **Vyhovuje**

Podmínka 2

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 116,54 / 1529,84 + 0,61 \cdot 0,65 / 378,94 + 1,09 \cdot 185,79 / 252,98 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,8792} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **87,92** **Vyhovuje**

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	116,54	kN
$M_{y,Ed}$	=	0,65	kNm
$M_{z,Ed}$	=	185,79	kNm
$V_{y,Ed}$	=	63,75	kN
$V_{z,Ed}$	=	0,05	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,7816	0,5366	0,8792	0,0677

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

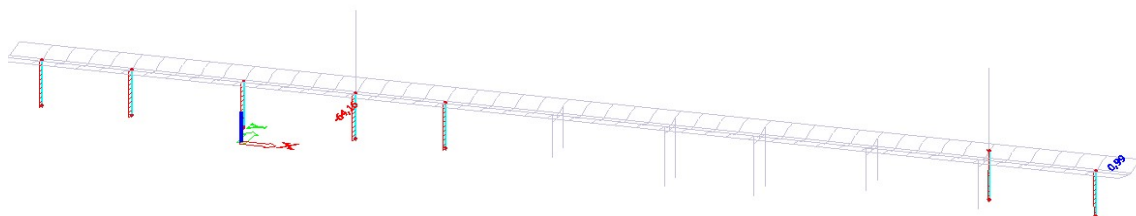
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,3418	0,3097	0,3187	0,0120
MSU 2	0,2111	0,1851	0,1883	0,0133
MSU 3	0,3856	0,2892	0,3955	0,0319
MSU 4	0,5687	0,4116	0,6023	0,0442
MSU 5	0,2858	0,1939	0,2751	0,0389
MSU 6	0,4167	0,3442	0,5141	0,0307
MSU 7	0,7622	0,5346	0,8511	0,0661
MSU 8	0,1527	0,1312	0,1978	0,0139
MSU 9	0,7816	0,5366	0,8792	0,0677
MSU 10	0,4425	0,3125	0,5068	0,0677
MSU 11	0,4329	0,3114	0,5038	0,0666
MSU 12	0,1431	0,1209	0,1843	0,0095
Rozhodující	0,7816	0,5366	0,8792	0,0677

Využití (%): **87,92****Vyhovuje**

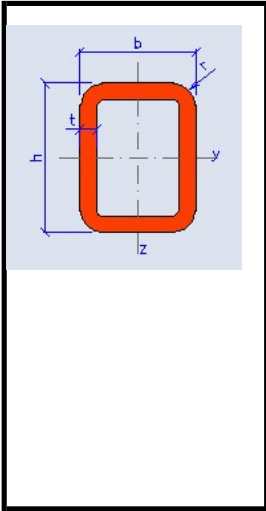
	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kN...]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B129	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/8	-64,16	-117,00	1,95	0,68	9,36	-32,08
2	B785	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/21	-40,03	-57,16	-0,24	1,41	-12,29	21,03
3	B788	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/21	-27,20	-78,09	5,58	-2,31	24,44	-71,68
4	B788	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/22	-25,52	-95,07	4,82	-3,95	36,80	-117,43
5	B163	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/5	-16,45	-14,67	-1,14	-0,10	-35,47	59,87
6	B784	CS4 - RHS450/2...	4,492	MSU/1	-11,91	-218,32	-2,29	-0,49	-26,66	-75,91
7	B214	CS4 - RHS450/2...	4,492	MSU/23	-9,13	-121,37	-2,08	0,05	60,21	174,74
8	B785	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/10	-1,75	-138,90	-3,22	0,54	-9,88	23,75
9	B180	CS4 - RHS450/2...	4,492	MSU/19	-0,65	-116,54	-0,05	-0,21	-63,75	-185,79
10	B180	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/19	-0,44	-112,21	-0,05	-0,21	-63,75	100,57
11	B214	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/20	0,29	-125,98	-2,37	0,06	60,41	-96,87
12	B214	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/10	0,99	-125,91	-2,94	0,15	6,05	-23,10



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

Posouzení sloupů - velké trakční - RHS450x250x8

Vlastnosti průřezu:



h	=	450	mm	I_y	=	3,01E+08	mm ⁴
b	=	250	mm	W_y	=	1,34E+06	mm ³
t_f	=	8	mm	$W_{y,pl}$	=	1,61E+06	mm ³
t_w	=	8	mm	i_y	=	166	mm
r_1	=	8	mm	S_y	=		mm ³
r_2	=	8	mm	I_z	=	1,21E+08	mm ⁴
y_s	=		mm	W_z	=	9,71E+05	mm ³
h_w	=	434	mm	$W_{z,pl}$	=	1,08E+06	mm ³
A_L	=	1,38	m ² m ⁻¹	i_z	=	106	mm
A	=	10900	mm ²	S_z	=		mm ³
				I_t	=	2,71E+08	mm ⁴
				C_t	=		mm ³
f_y	=	235	N/mm ²	f_u	=	360	N/mm ²
E	=	210000	N/mm ²	G	=	81000	N/mm ²
ν	=	0,3	-	α	=	1,00E-05	K ⁻¹

Dílní součinitele spolehlivosti materiálu:

Únosnost průřezu kterékoli třídy

Únosnost průřezu při posuzování stability prutů

Únosnost průřezu při porušení oslabeného průřezu v tahu

γ_{M0}	=	1,00	-
γ_{M1}	=	1,00	-
γ_{M2}	=	1,25	-

Zatřídění průřezu:

- vnitřní tlačené části:

c	=	434	mm
t	=	8	mm
c/t			
$= 434/8$	=	54,25	-
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$			
$= \sqrt{235/235}$	=	1,00	-
c/t	≤	83	ε
54,25	≤	83	

→

Třída průřezu: 1

Výsledná třída průřezu: 1

Únosnost průřezu - prostý tah/tlak

Tah: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.3)

$$N_{Ed,tah} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} = 0 / 2561,5 = 0,0000 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tah} / N_{pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,0000 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,00

Vyhovuje

Tlak: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.4)

$$N_{Ed,tlak} = 7,89 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = (10900 \cdot 235 \cdot 10^{-3}) / 1 = 2561,5 \text{ kN}$$

Posudek:	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	=	0,0031	-		
	$= 7,89 / 2561,5$	=	0,0031	-		
	$N_{Ed,tah} / N_{c,Rd}$	≤	1,00			
	0,0031	≤	1,00		Využití (%): 0,31	Vyhovuje

Ohybový moment: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.5)

Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	25,49	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd} = (f_y \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,0673	-		
	$= 25,49 / 378,94$	=	0,0673	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,0673	≤	1,00		Využití (%): 6,73	Vyhovuje
Moment v ose z-z:	$M_{z,Ed,max}$	=	33,98	kNm		
Odolnost:	$M_{z,Rd} = (f_y \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	252,98	kNm		
Posudek:	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	=	0,1343	-		
	$= 33,98 / 252,98$	=	0,1343	-		
	$M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd}$	≤	1,00			
	0,1343	≤	1,00		Využití (%): 13,43	Vyhovuje

Smyk: - dle ČSN EN 1993-1-1 (kapitola 6.2.6)

	$V_{Ed,max}$	=	16,07	kN		
Smyková plocha:	$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w$					
	$= 2 \cdot 434 \cdot 8$	=	6944	mm ²		
Odolnost:	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$					
	$= ((6944 \cdot (235 / \sqrt{3}) / 1) / 1000$	=	942,14	kN		
Posudek:	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	=	0,0171	-		
	$= 16,07 / 942,14$	=	0,0171	-		
	$V_{Ed,max} / V_{pl,Rd}$	≤	1,00			
	0,0171	≤	1,00		Využití (%): 1,71	Vyhovuje

Kroucení:

Prvek není namáhán kroutícím momentem

Ohyb a smyk:	$V_{pl,Rd}$	=	942,14	kN		
	$V_{Ed,max}$	=	16,07	kN		
Redukce pro mezu kluzu:	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$= 0,5 \cdot 942,14$	=	471,07	kN		
	$\rho = 0$ když $V_{Ed,max} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	$\rho = ((2 \cdot V_{Ed,max}) / V_{pl,Rd} - 1)^2$ když $V_{Ed,max} > 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$					
	když $16,07 \leq 471,07$ $\rho = 0$					
	inak $\rho = ((2 \cdot 16,07) / 942,14 - 1)^2$	=	0,0000	-		
	$f_{yk,red} = (1 - \rho) \cdot f_y$					
	$= (1 - 0) \cdot 235$	=	235,00	N/mm ²		
Moment v ose y-y:	$M_{y,Ed,max}$	=	25,49	kNm		
Odolnost:	$M_{y,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{y,pl}) / \gamma_{M0}$					
	$= (235 \cdot 1612500 \cdot 10^{-6}) / 1$	=	378,94	kNm		

Posudek: $M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1}$
 $= 25,49 / 378,94 = 0,0673$ -
 $M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd,red1} \leq 1,00$
0,0673 $\leq 1,00$ Využití (%): **6,73** **Vyhovuje**

Moment v ose z-z: $M_{z,Ed,max} = 33,98$ kNm

Odolnost: $M_{z,Rd,red1} = (f_{y,red} \cdot W_{z,pl}) / \gamma_{M0}$
 $= (235 \cdot 1076500 \cdot 10^{-6}) / 1 = 252,98$ kNm

Posudek: $M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1}$
 $= 33,98 / 252,98 = 0,1343$ -
 $M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd,red1} \leq 1,00$
0,1343 $\leq 1,00$ Využití (%): **13,43** **Vyhovuje**

Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2: $N_{Ed,max} = 7,89$ kN

$N_{pl,Rd} = 2561,5$ kN

$n = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd}$
 $= 7,89 / 2561,5 = 0,0031$ -

$a_w = \min(0,5; (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A)$
 $= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 250 \cdot 8) / 10900) = 0,5000$ -

$a_f = \min(0,5; (A - 2 \cdot h \cdot t_w) / A)$
 $= \min(0,5; (10900 - 2 \cdot 450 \cdot 8) / 10900) = 0,3394$ -

Moment v ose y-y:

Odolnost:

$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_w)$ ale $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$
 $= \min(378,9375 \cdot (1 - 0,0031) / (1 - 0,5 \cdot 0,5); 378,9375) = 378,94$ kNm

Posudek: $M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd}$
 $= 25,49 / 378,94 = 0,0673$ -
 $M_{y,Ed,max} / M_{N,y,Rd} \leq 1,00$
0,0673 $\leq 1,00$ Využití (%): **6,73** **Vyhovuje**

Moment v ose z-z:

Odolnost:

$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_f)$ ale $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$
 $= \min(252,9775 \cdot (1 - 0,0031) / (1 - 0,5 \cdot 0,3394); 252,9775) = 252,98$ kNm

Posudek: $M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd}$
 $= 33,98 / 252,98 = 0,1343$ -
 $M_{z,Ed,max} / M_{N,z,Rd} \leq 1,00$
0,1343 $\leq 1,00$ Využití (%): **13,43** **Vyhovuje**

Konzervativní lineární sumace složek využití průřezu:

$N_{pl,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{c,Rd})$
 $= \min(2561,5; 2561,5) = 2561,5$ kN

$M_{y,Rd} = \min(M_{y,Rd}; M_{y,Rd,red1}; M_{N,y,Rd})$
 $= \min(378,94; 378,94; 378,94) = 378,94$ kN

$M_{z,Rd} = \min(M_{z,Rd}; M_{z,Rd,red1}; M_{N,z,Rd})$
 $= \min(252,98; 252,98; 252,98) = 252,98$ kN

Posudek:

$N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd} \leq 1,00$
 $= 7,89 / 2561,5 + 25,49 / 378,94 + 33,98 / 252,98 \leq 1,00$
0,2047 $\leq 1,00$ Využití (%): **20,47** **Vyhovuje**

Vzpěrná únosnost prutů:

Rovina y-y

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	b	α	=	0,34	-
Délka prutu:		L	=	8200	mm

$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 8200 = 16400 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost: } \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \lambda'_y = (L_{cr,y} / i_y) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (16400 / 166) \cdot (1 / 93,9) = 1,05 \text{ -}$$

$$\varphi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (1,05 - 0,2) + 1,05^2) = 1,20 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 1 / (\varphi_y + \sqrt{(\varphi_y^2 - \lambda'^2_y)})$$

$$= 1 / (1,2 + \sqrt{1,2^2 - 1,05^2}) = 0,56 \text{ -}$$

$$\text{Odolnost: } N_{Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,56 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 1445,54 \text{ kN}$$

$$\text{Posudek: } N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y}$$

$$= 7,89 / 1445,54 = 0,0055 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} \leq 1,00$$

$$0,0055 \leq 1,00$$

Využití (%): 0,55

Vyhovuje

Rovina z-z

Uložení :	vetknutí - vo	β	=	2	-
Křivka vzpěru:	c	α	=	0,49	-
Délka prutu:		L	=	8200	mm

$$L_{cr,z} = \beta \cdot L$$

$$= 2 \cdot 8200 = 16400 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost: } \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$= 93,9 \cdot 1 = 93,9 \text{ -}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \lambda'_z = (L_{cr,z} / i_z) \cdot (1 / \lambda_1)$$

$$= (16400 / 106) \cdot (1 / 93,9) = 1,65 \text{ -}$$

$$\varphi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z)$$

$$= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,65 - 0,2) + 1,65^2) = 2,21 \text{ -}$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_z = 1 / (\varphi_z + \sqrt{(\varphi_z^2 - \lambda'^2_z)})$$

$$= 1 / (2,21 + \sqrt{2,21^2 - 1,65^2}) = 0,27 \text{ -}$$

$$\text{Odolnost: } N_{Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$= 0,27 \cdot 10900 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3 / 1 = 694,53 \text{ kN}$$

$$\text{Posudek: } N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z}$$

$$= 7,89 / 694,53 = 0,0114 \text{ -}$$

$$N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} \leq 1,00$$

$$0,0114 \leq 1,00$$

Využití (%): 1,14

Vyhovuje

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu

Odolnosti:

$N_{Rd,y}$	=	1445,54	kN	- zohladnené χ_y a γ_{M1}	λ'_y	=	1,05	-
$N_{Rd,z}$	=	694,53	kN	- zohladnené χ_z a γ_{M1}	λ'_z	=	1,65	-
$M_{y,Rd}$	=	378,94	kNm	- zohladnené χ_{LT} a γ_{M1}	λ'_{LT}	=	-	-
$M_{z,Rd}$	=	252,98	kNm	- zohladnené γ_{M1}	γ_{M1}	=	1,00	-

Plasticitní návrh - průřez třídy 1 a 2 tvaru I:

Určení k_{yy} c_{my} = **1** -

$$k_{yy} = c_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$k_{yy} \leq c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y})$$

$$= 1 \cdot (1 + (1,05 - 0,2) \cdot 7,89 / 1445,54)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 7,89 / 1445,54) = \mathbf{1,00} -$$

Určení k_{zy} $k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy}$

$$= 0,6 \cdot 1 = \mathbf{0,60} -$$

Určení k_{zz} c_{mz} = **1** -

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$k_{zz} \leq c_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z})$$

$$= 1 \cdot (1 + (2 \cdot 1,65 - 0,6) \cdot 7,89 / 694,53)$$

$$\leq 1 \cdot (1 + 1,4 \cdot 7,89 / 694,53) = \mathbf{1,02} -$$

Určení k_{yz} $k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz}$

$$= 0,6 \cdot 1,02 = \mathbf{0,61} -$$

Posudek:

Podmínka 1

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 7,89 / 1445,54 + 1 \cdot 25,49 / 378,94 + 0,61 \cdot 33,98 / 252,98 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,1549} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **15,49**

Vyhovuje

Podmínka 2

$$\begin{aligned} N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} &\leq 1,00 \\ = 7,89 / 694,53 + 0,6 \cdot 25,49 / 378,94 + 1,02 \cdot 33,98 / 252,98 &\leq 1,00 \\ \mathbf{0,1884} &\leq \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

Využití (%): **18,84**

Vyhovuje

Hodnoty zatížení pro jednotlivé kombinace:

N_{tah}	=	0	kN
N_{tlak}	=	7,89	kN
$M_{y,Ed}$	=	25,49	kNm
$M_{z,Ed}$	=	33,98	kNm
$V_{y,Ed}$	=	9,18	kN
$V_{z,Ed}$	=	6,89	kN

Namáhání průřezu P1

Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu P2 a P3

	P1	P2	P3	Smyk
Z výpočtu:	0,2047	0,1549	0,1884	0,0171

$$P1 = N_{Ed,max} / N_{pl,Rd} + M_{y,Ed,max} / M_{y,Rd} + M_{z,Ed,max} / M_{z,Rd}$$

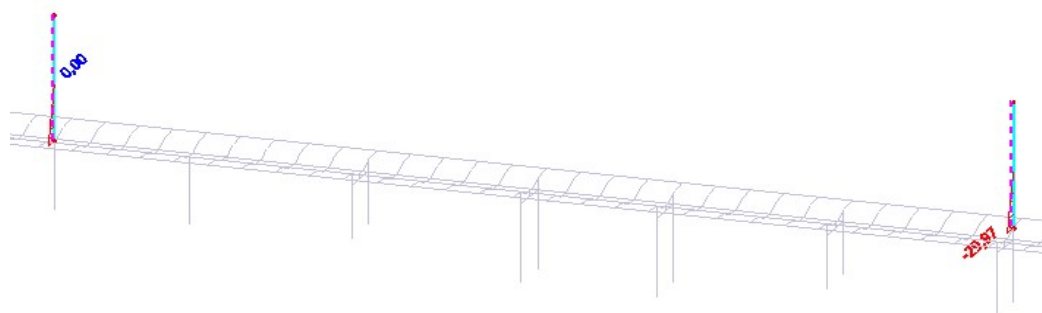
$$P2 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,y} + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

$$P3 = N_{Ed,tlak} / N_{Rd,z} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / M_{y,Rd} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$$

Kombinace	P1	P2	P3	Smyk
MSU 1	0,2407	0,1825	0,2220	0,0201
MSU 2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MSU 3	0,0020	0,0035	0,0073	0,0000
MSU 4	0,0015	0,0026	0,0054	0,0000
MSU 5	0,2047	0,1549	0,1884	0,0171
MSU 6	0,0020	0,0035	0,0073	0,0000
MSU 7	0,0020	0,0035	0,0073	0,0201
MSU 8				
MSU 9				
MSU 10				
MSU 11				
MSU 12				
Rozhodující	0,2407	0,1825	0,2220	0,0201

Využití (%): **24,07****Vyhovuje**

	Dílec	css	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	Vy [kN]	Mz [kNm]
1	B781	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/22	-29,97	-9,28	8,10	0,00	-10,80	39,96
2	B782	CS4 - RHS450/2...	8,193	MSU/26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	B781	CS4 - RHS450/2...	3,700	MSU/39	0,00	-5,09	0,00	0,00	0,00	0,00
4	B781	CS4 - RHS450/2...	3,700	MSU/37	0,00	-3,77	0,00	0,00	0,00	0,00
5	B781	CS4 - RHS450/2...	0,000	MSU/40	-25,49	-7,89	6,89	0,00	-9,18	33,98
6	B782	CS4 - RHS450/2...	3,700	MSU/29	0,00	-5,09	0,00	0,00	0,00	0,00
7	B781	CS4 - RHS450/2...	3,700	MSU/41	0,00	-5,09	8,10	0,00	-10,80	0,00



* Výpočet zobrazuje posouzení pro rozhodující kombinace

5.9 Posouzení základů

Samostatní sloupy

Projekt

Akce : 2021/13 Rekonstrukce ŽST Turnov
Část : Nástupiště M3 - samostatný sloup
Datum : 11.11.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemin

F6/CL

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul : $E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 2,05 \text{ m}$
Hloubka základové spáry $d = 2,05 \text{ m}$
Tloušťka základu $t = 1,30 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

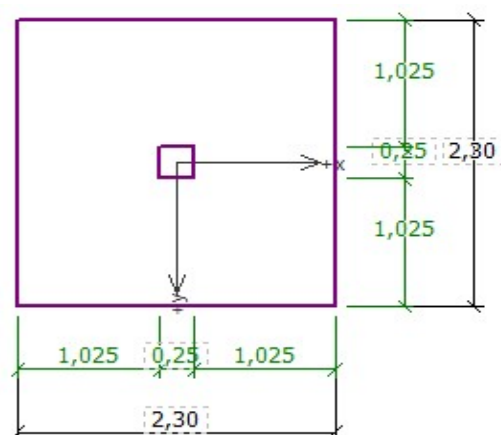
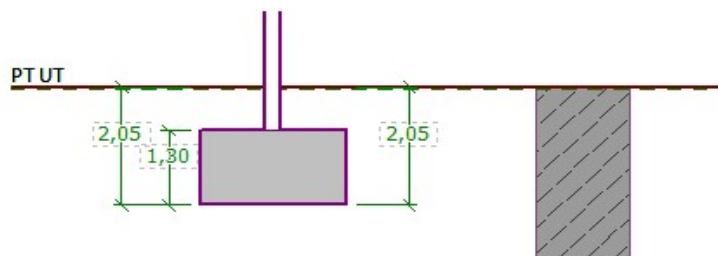
Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu
Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 2,30 \text{ m}$
Šířka patky $y = 2,30 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,25 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,25 \text{ m}$
Objem patky = $6,88 \text{ m}^3$
Objem výkopu = $10,84 \text{ m}^3$
Objem zásypu = $3,92 \text{ m}^3$



Materiál konstrukceObjemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 .. 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 .. ∞	F6/CL	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	218,32	11,91	-75,91	26,66	-2,29
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	155,93	0,53	-113,97	38,97	-0,03
3	Ano		Zatížení č. 3	Návrhové	143,99	16,19	-20,63	9,88	-3,22
4	Ano		Zatížení č. 4	Návrhové	130,31	10,34	174,49	-60,41	-2,37
5	Ano		Zatížení č. 5	Návrhové	121,37	9,13	174,74	-60,21	-2,08
6	Ano		Zatížení č. 6	Návrhové	116,54	0,65	-185,79	63,75	-0,05
7	Ano		Zatížení č. 7	Návrhové	68,70	55,73	-10,67	4,20	-1,02
8	Ano		Zatížení č. 8	Návrhové	61,49	41,09	-34,17	12,29	-0,24
9	Ano		Zatížení č. 9	Návrhové	51,24	26,42	99,91	-33,82	3,05
10	Ano		Zatížení č. 10	Návrhové	18,44	21,60	-99,48	35,47	-1,14
11	Ano		Zatížení č. 11	Užitné	162,97	10,39	-52,88	18,68	-2,00
12	Ano		Zatížení č. 12	Užitné	139,82	12,00	-17,92	8,93	-2,38
13	Ano		Zatížení č. 13	Užitné	122,33	0,56	-78,32	26,73	-0,04
14	Ano		Zatížení č. 14	Užitné	101,06	8,81	115,93	-40,59	-2,04
15	Ano		Zatížení č. 15	Užitné	93,31	40,48	-19,98	2,01	1,41
16	Ano		Zatížení č. 16	Užitné	90,62	0,58	-125,51	43,03	-0,04
17	Ano		Zatížení č. 17	Užitné	59,86	40,50	5,42	-5,99	1,40
18	Ano		Zatížení č. 18	Užitné	56,30	30,21	-25,59	9,44	-0,72
19	Ano		Zatížení č. 19	Užitné	54,31	20,33	66,04	-22,99	1,38
20	Ano		Zatížení č. 20	Užitné	34,05	15,61	-70,59	25,62	-1,00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 158,17 \text{ kN}$ Spočtená tíha nadloží $Z = 78,41 \text{ kN}$ **Posouzení svislé únosnosti**

Tvar kontaktního napětí : obdélník

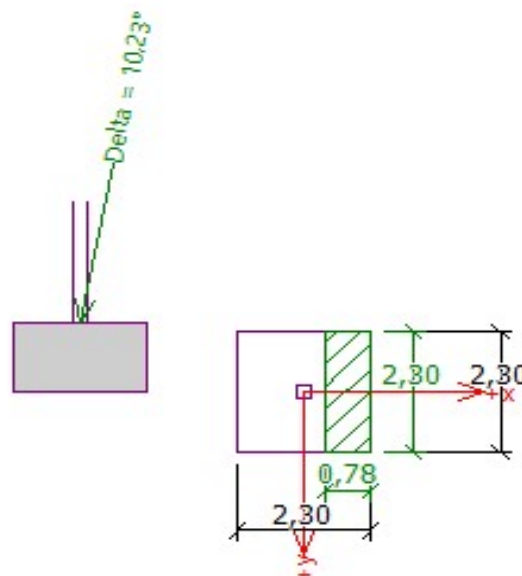
Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 6. (Zatížení č. 6)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 3,20 \text{ m}$ Dosah smykové plochy $l_{sp} = 9,07 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 463,03 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 197,54 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,331 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,077 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,331 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 6. (Zatížení č. 6)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 48,20 \text{ kN}$ Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 216,64 \text{ kN}$ Extrémní horizontální síla $H = 63,75 \text{ kN}$ **Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE**

Posouzení čis. 1**Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu α_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 158,17 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 78,41 \text{ kN}$

Výpočet proveden za vyloučení tahu.

Rozměry patky po vyloučení tažených okrajů:

Délka patky (x) = 1,79 m

Šířka patky (y) = 2,30 m

Sednutí středu hrany x - 1 = 4,1 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 4,1 mm

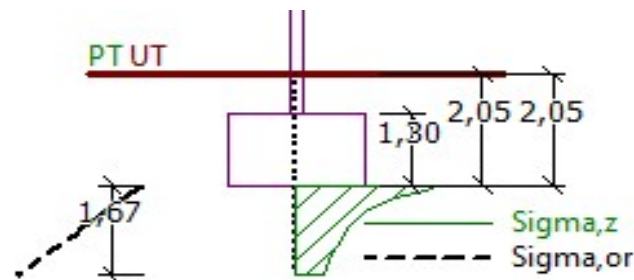
Sednutí středu hrany y - 1 = 12,0 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = -3,5 mm

Sednutí středu základu = 10,7 mm

Sednutí charakterist. bodu = 5,2 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky**Tuhost základu:**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 2,47 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=2263,21$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=2263,21$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,241 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,062 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,241 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 5,2 mm

Hloubka deformační zóny = 1,67 m

Natočení ve směru x = 6,741 ($\tan^{\circ}1000$); ($3,9E-01^{\circ}$)

Natočení ve směru y = 1,574 ($\tan^{\circ}1000$); ($9,0E-02^{\circ}$)

Dimenzace čis. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

18 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,30 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,20 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,08 \text{ m} < 0,76 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2945,28 \text{ kNm} > 124,09 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení podélné výztuže základu ve směru y**

18 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,30 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,20 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrální osy $x = 0,08 \text{ m} < 0,76 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2945,28 \text{ kNm} > 70,21 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení základu na protlačení**

Normálová síla v sloupu = 130,31 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roztažením do zákl. půdy = 1,54 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 128,77 kN

Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 1,00 \text{ m}$

Smykové napětí na obvodu sloupu $V_{Ed,max} = 1,01 \text{ MPa}$

Únosnost na obvodu sloupu $V_{Rd,max} = 3,60 \text{ MPa}$

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roztažením do zákl. půdy = 45,95 kN

Síla přenesená smykovou pevností patky = 84,36 kN

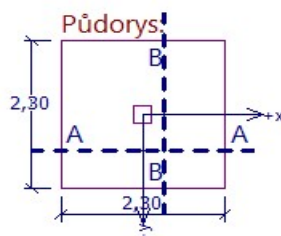
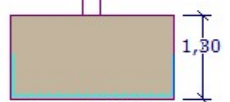
Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,61 m

Délka průřezu $u = 4,86 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu $V_{Ed} = 0,05 \text{ MPa}$

Únosnost nevyztuženého průřezu $V_{Rd,c} = 1,16 \text{ MPa}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE**Řez A-A:**

18 ks profil 20,0 mm
délka 2180mm, krytí 60mm

Protlačení - krit. průřez:

plocha zat., které
ŽB přenesl smykem
plocha: $6,25E-02 \text{ m}^2$

kritický průřez
délka: 1,00m

kontrolované průřezy

Řez B-B:

18 ks profil 20,0 mm
délka 2180mm, krytí 60mm

Zdvojené sloupy

Projekt

Akce : 2021/13 Rekonstrukce ŽST Turnov
Část : Nástupiště M3 - Zdvojený sloup
Datum : 11.11.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
Omezení deformační zóny : procentem Sigma_{Or}
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Posouzení tažené patky : standardní postup
Dovolená excentricita : 0,333
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	Nepříznivé 1,35 [-]	Příznivé 1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	δ [°]
1	F6/CL		26,00	10,00	20,50	12,55	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

F6/CL

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 26,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul : $E_{oed} = 5,30 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,55 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 2,05 \text{ m}$
Hloubka základové spáry $d = 2,05 \text{ m}$
Tloušťka základu $t = 1,30 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

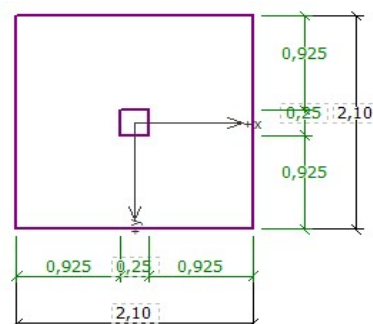
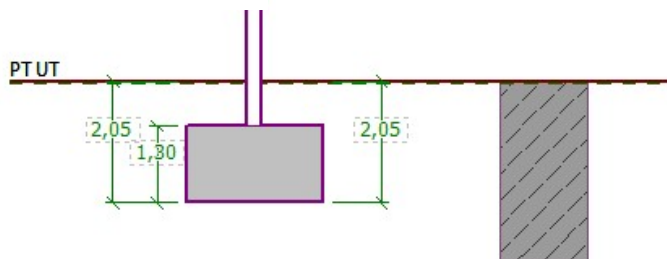
Typ: zadat objemovou tíhu
Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 2,10 \text{ m}$
Šířka patky $y = 2,10 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,25 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,25 \text{ m}$

Objem patky = $5,73 \text{ m}^3$
Objem výkopu = $9,04 \text{ m}^3$
Objem zásypu = $3,26 \text{ m}^3$



Materiál konstrukceObjemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,50	0,00 ... 7,50	F6/CL	
2	-	7,50 ... ∞	F6/CL	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	133,79	23,15	71,19	-24,40	-3,24
2	Ano		Zatížení č. 2	Návrhové	109,03	27,36	71,23	-24,33	-5,00
3	Ano		Zatížení č. 3	Návrhové	96,03	0,00	-12,21	5,51	-0,59
4	Ano		Zatížení č. 4	Návrhové	95,07	25,52	117,43	-36,80	-4,82
5	Ano		Zatížení č. 5	Návrhové	78,09	27,20	71,68	-24,44	-5,58
6	Ano		Zatížení č. 6	Návrhové	70,73	0,00	-6,56	2,44	1,23
7	Ano		Zatížení č. 7	Návrhové	54,85	20,09	119,20	-37,98	-3,91
8	Ano		Zatížení č. 8	Návrhové	22,41	-0,11	70,11	-25,22	0,15
9	Ano		Zatížení č. 9	Návrhové	-2,86	9,19	-2,23	0,39	-3,98
10	Ano		Zatížení č. 10	Užitné	101,92	17,56	48,15	-17,38	-2,36
11	Ano		Zatížení č. 11	Užitné	85,41	20,37	48,17	-17,33	-3,53
12	Ano		Zatížení č. 12	Užitné	81,46	20,04	79,26	-26,11	-3,49
13	Ano		Zatížení č. 13	Užitné	72,06	0,00	-9,50	4,23	-0,47
14	Ano		Zatížení č. 14	Užitné	64,78	20,26	48,47	-17,41	-3,91
15	Ano		Zatížení č. 15	Užitné	55,35	0,00	-5,42	1,98	0,85
16	Ano		Zatížení č. 16	Užitné	49,29	15,52	80,15	-26,43	-2,80
17	Ano		Zatížení č. 17	Užitné	34,92	0,00	-4,46	1,50	0,13
18	Ano		Zatížení č. 18	Užitné	24,59	1,59	45,75	-16,57	-0,59
19	Ano		Zatížení č. 19	Užitné	7,74	7,79	-2,48	0,50	-3,34
20	Ano		Zatížení č. 20	Užitné	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 131,86 \text{ kN}$ Spočtená tíha nadloží $Z = 65,21 \text{ kN}$ **Posouzení svislé únosnosti - tlačená patka**

Tvar kontaktního napětí : obdélník

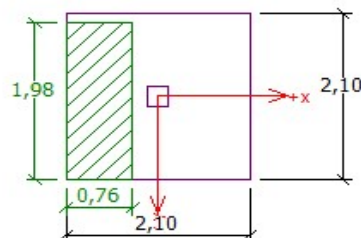
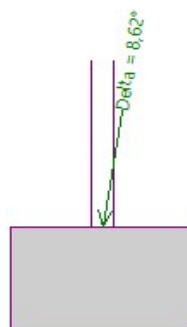
Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 7. (Zatížení č. 7)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 2,92 \text{ m}$ Dosah smykové plochy $l_{sp} = 8,28 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 502,27 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 166,97 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost - tlačená patka VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,319 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,035 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,320 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení svislé únosnosti - tažená patka**Úhel vnitřního tření $\varphi = 0,00^\circ$ Soudržnost zeminy $c = 0,00 \text{ kPa}$ Max. tahová síla $N_{t,max} = 2,86 \text{ kN}$ Odpor proti zvednutí $R_t = 171,37 \text{ kN}$ **Svislá únosnost - tažená patka VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 7. (Zatížení č. 7)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 44,00 \text{ kN}$ Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 165,42 \text{ kN}$ Extrémní horizontální síla $H = 38,18 \text{ kN}$ **Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE**

Posouzení čis. 1**Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 131,86$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 65,21$ kN

Výpočet proveden za vyloučení tahu.

Rozměry patky po vyloučení tažených okrajů:

Délka patky (x) = 1,93 m

Šířka patky (y) = 2,10 m

Sednutí středu hrany $x - 1 = 3,3$ mm

Sednutí středu hrany $x - 2 = 1,8$ mm

Sednutí středu hrany $y - 1 = 9,4$ mm

Sednutí středu hrany $y - 2 = -0,8$ mm

Sednutí středu základu = 7,8 mm

Sednutí charakterist. bodu = 3,2 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky**Tuhost základu:**

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 2,47$ MPa

Základ je ve směru délky tuhý ($k=2973,39$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=2973,39$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,221 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,028 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,223 < 0,333$

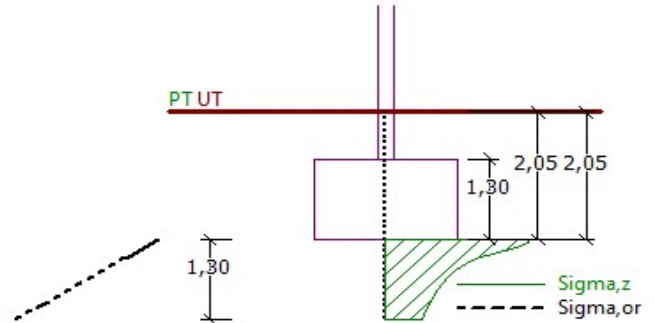
Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Celkové sednutí a natočení základu:**

Sednutí základu = 3,2 mm

Hloubka deformační zóny = 1,30 m

Natočení ve směru $x = 4,868$ ($\tan^{\circ}1000$); ($2,8E-01^{\circ}$)

Natočení ve směru $y = 0,983$ ($\tan^{\circ}1000$); ($5,6E-02^{\circ}$)

**Dimenzace čis. 1**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x**Výztuž při dolním okraji**

18 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,10 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,09$ m $< 0,76$ m $= x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2937,77$ kNm $> 74,36$ kNm $= M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Výztuž při horním okraji**

18 ks profil 20,0 mm, krytí 40,0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,09$ m $< 0,77$ m $= x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2986,94$ kNm $> 1,87$ kNm $= M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Posouzení podélné výztuže základu ve směru y****Výztuž při dolním okraji**

18 ks profil 20,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 2,10 m

Výška průřezu = 1,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,09$ m $< 0,76$ m $= x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2937,77$ kNm $> 45,22$ kNm $= M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.**Výztuž při horním okraji**

18 ks profil 20,0 mm, krytí 40,0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,09$ m $< 0,77$ m $= x_{max}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 2986,94$ kNm $> 40,15$ kNm $= M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 95,07 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	= 1,35 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	= 93,72 kN
Uvažovaný obvod sloupu	$u_0 = 1,00$ m
Smykové napětí na obvodu sloupu	$v_{Ed,max} = 0,71$ MPa
Únosnost na obvodu sloupu	$v_{Rd,max} = 3,60$ MPa

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	= 40,21 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	= 54,86 kN
Vzdálenost průřezu od sloupu	= 0,61 m
Délka průřezu	$u = 4,86$ m
Smykové napětí na průřezu	$v_{Ed} = 0,03$ MPa
Únosnost nevyztuženého průřezu	$v_{Rd,c} = 1,17$ MPa

 $v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná**Základ na protlačení VYHOVUJE**