

Název akce:

ZŠ ZÁHUNÍ, FRENŠTÁT POD RADHOŠTĚM

Komplexní oprava kuchyně školní jídelny

OK pro VZT jednotku

Stupeň projektové dokumentace:

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ A PROVEDENÍ STAVBY

Část:

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

c) STATICKÉ POSOUZENÍ

Stavební objekt:

-

Razítko s podpisem:

Číslo paré:



Identifikační údaje stavby:

Obec:	Frenštát pod Radhoštěm [599344]	
Katastrální území:	Frenštát pod Radhoštěm [634719]	
Parcelní číslo:	st. 2675	
Stavebník / Investor:	Město Frenštát pod Radhoštěm Nám. Míru 1, 744 01 Frenštát pod Radhoštěm	
Objednatel:	GASTRO MACH s.r.o. Za Podjezdem 449/9, 790 01 Jeseník Ing. Jakub Šašinka e-mail: j.sasinka@gastromach.cz tel: +420601189333	
Stavebně konstrukční řešení:	Ing. Bronislav Mlynář Mahenova 620/14, 790 01 Jeseník e-mail: b.mlynar@seznam.cz tel: +420734482460	IČ: 05938929
Vypracoval: Zodpovědný projektant:	Ing. Bronislav Mlynář Ing. Lukáš Janda	ČKAIT: 1201904
Datum:	12/2020	Počet stran: 13

OBSAH:

1.	ÚVOD	2
2.	POUŽITÉ PODKLADY, ZÁKLADNÍ NORMY, PŘEDPISY, LITERATURA A SOFTWARE	2
2.1	PODKLADY	2
2.2	ZÁKLADNÍ NORMY, PŘEDPISY A LITERATURA	2
2.3	SOFTWARE	2
3.	ÚDAJE O ZATÍŽENÍ	3
3.1	STÁLÁ ZATÍŽENÍ	3
3.2	PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ	3
3.2.1	KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ	3
3.3	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	3
4.	ÚDAJE O MATERIÁLECH A KONSTRUKČNÍCH PRVCÍCH	3
5.	STATICÝ VÝPOČET OK PRO VZT JEDNOTKU	4
5.1	POSOUZENÍ OCELOVÝCH PRVKŮ NA MSÚ	8
5.2	POSOUZENÍ VYBRANÝCH SVAŘOVANÝCH SPOJŮ	12
5.3	POSOUZENÍ MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI	12
6.	ZÁVĚR	13

1. ÚVOD

Dokumentace je vypracována v souladu s požadavky pro vydání stavebního povolení a provedení stavby dle přílohy č. 8 k vyhlášce č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

V projektu je řešen návrh ocelové konstrukce pro novou VZT jednotku navrženou na střeše stávající třípodlažní stavby, která plní funkci školského zařízení. Stávající stavba se nachází ve Frenštátu pod Radhoštěm na p. č. st. 2675 v k. ú. Frenštát pod Radhoštěm.

Ocelová konstrukce pro VZT jednotku je dle ČSN EN 1990 zařazena do 3. kategorie (zemědělské a obdobné stavby) s informativní návrhovou životností 15 až 30 let.

2. POUŽITÉ PODKLADY, ZÁKLADNÍ NORMY, PŘEDPISY, LITERATURA A SOFTWARE

2.1 PODKLADY

- Projekt stavební části v rozpracovanosti (GASTRO MACH s.r.o.)
- Technické listy výrobců

2.2 ZÁKLADNÍ NORMY, PŘEDPISY A LITERATURA

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí
Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí
Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- EN 10025 – Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí
Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
- EN 10219 – Svařované duté profily z konstrukčních nelegovaných a jemnozrnných ocelí, tvářené za studena
Část 1: Technické dodací podmínky
- EN 1090-2+A1 – Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí
Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
- ČSN EN ISO 3834 – Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů
- ČSN EN ISO 12944 - Nátěrové hmoty - Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

2.3 SOFTWARE

- Dlubal RFEM 5.19, Dlubal Software s.r.o.
- Microsoft Office - Excel a Word

3. ÚDAJE O ZATÍŽENÍ

Zatížení je navrženo v souladu s ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí.

3.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Vlastní tíha a ostatní stálé zatížení byly uvažovány dle průřezových a materiálových charakteristik v souladu s ČSN EN 1991 - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

3.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1 KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

Zatížení byla uvažována pro lokalitu Frenštát pod Radhoštěm (k. ú. Frenštát pod Radhoštěm)

- **ZATÍŽENÍ VĚTREM**

Větrná oblast: **Kategorie II**

Charakteristická desetiminutová střední rychlost větru: $v_{b,0} = 25,0$ m/s

Terén: Kategorie III

Zatížení stanoveno dle ČSN EN 1991 – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

3.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

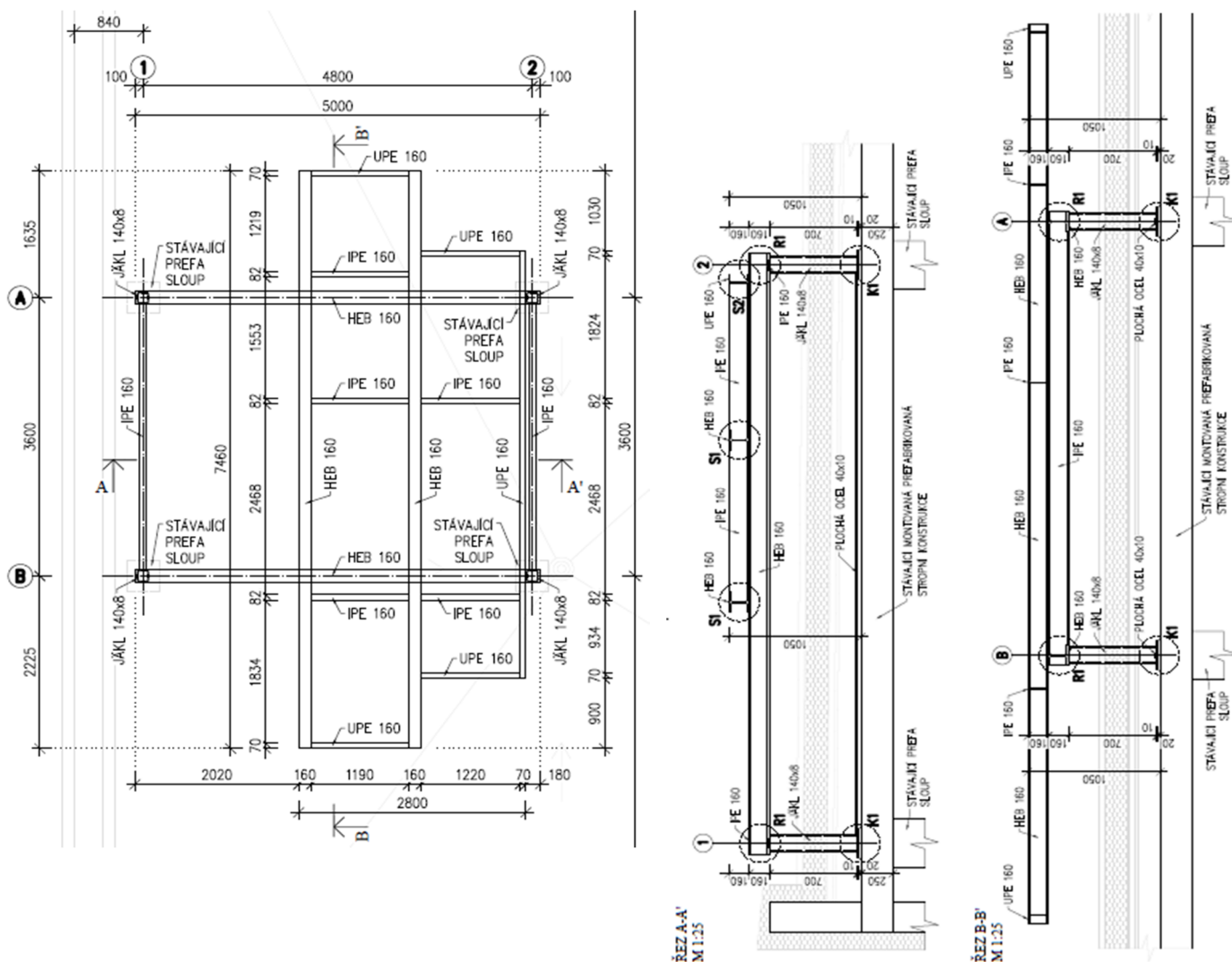
Základní kombinace zatížení jsou uvažovány v souladu s ČSN EN 1990 včetně zavedení redukčních součinitelů dle základní normy a Národního aplikačního dokumentu (NAD). Klíče kombinací zatížení jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách statického výpočtu.

4. ÚDAJE O MATERIÁLECH A KONSTRUKČNÍCH PRVCÍCH

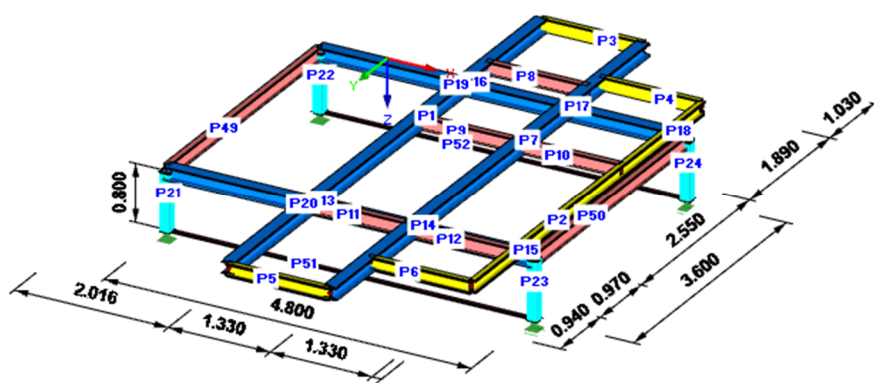
Údaje o materiálech a konstrukčních prvcích jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách statického posouzení.

5. STATICKÝ VÝPOČET OK PRO VZT JEDNOTKU

SCHEMA KONSTRUKCE:



VÝPOČTOVÝ MODEL:



PRŮŘEZY:

- 1: HEB 160 | Feron - DIN 1025-2:1995; Ocel S 235
- 2: IPE 160 | Feron - DIN 1025-5:1994; Ocel S 235
- 3: UPE 160 | Feron - DIN 1026-2; Ocel S 235
- 4: QRO 140x140x8 | Feron - EN 10219; Ocel S 235
- 5: FL 40x10 | Feron - EN 10058; Ocel S 235

MATERIÁL:

Konstrukční ocel: **S235 JR** dle EN 10025-2

Jmenovitá tloušťka prvků: $t \leq 40$ mm

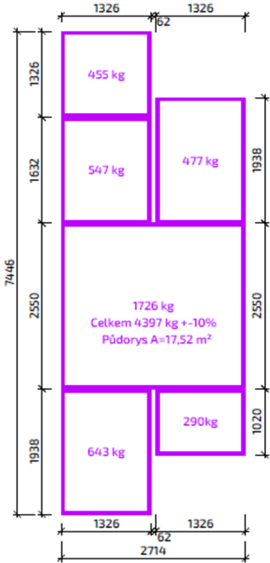
Dílčí součinitel materiálu:

$f_y = 235$ MPa	$G = 81$ GPa	$\gamma_{M0} = 1,00$ -
$f_u = 360$ MPa	$\nu = 0,3$ -	$\gamma_{M1} = 1,00$ -
$E = 210$ GPa	$\alpha = 1,2E-05$ 1/K	$\gamma_{M2} = 1,25$ -

ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ:

Stálé zatížení dle ČSN EN 1991-1-1

Stálé zatížení dle ČSN EN 1991-1-1					$G_{k,0}$ [kN]		G_k [kN]	$b \times h$ [m]	A [m ²]	g_k [kN/m ²]
	VZT Jednotka	(Pole 1)	4,55	(+ 5%)	4,78	1,326 x 1,326 =	1,76	2,80		
		(Pole 2)	5,47	(+ 5%)	5,74	1,326 x 1,632 =	2,16	2,70		
		(Pole 3)	4,77	(+ 5%)	5,01	1,326 x 1,938 =	2,57	2,00		
		(Pole 4)	17,26	(+ 5%)	18,12	2,714 x 2,550 =	6,92	2,70		
		(Pole 5)	6,43	(+ 5%)	6,75	1,326 x 1,938 =	2,57	2,70		
		(Pole 6)	2,90	(+ 5%)	3,05	1,326 x 1,020 =	1,35	2,30		

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ:

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Lokalita: Frenštát pod Radhoštěm
	0,6	0,2	0,0	
Větrná oblast: Kategorie II	$v_{b,0} = 25,0$ m/s	$\rho = 1,25$ kg/m ³	$k_1 = 1,0$ -	
Terén: Kategorie III	$z_0 = 0,3$ m	$z = 14,00$ m	$z_{min} = 5$ m	$z_{max} = 200$ m
	$c_0(z) = 1,0$ -	$c_{dir} = 1,0$ -	$c_{season} = 1,0$ -	

Maximální dynamický tlak:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215 \text{ -}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,83 \rightarrow \text{pro } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) = - \rightarrow \text{pro } z \leq z_{max}$$

$$v_{m(z)} = c_0(z) \cdot c_r(z) \cdot v_b = 20,69 \text{ m/s}$$

$$I_{v(z)} = k_1 / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 0,260 \rightarrow \text{pro } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$I_{v(z)} = I_{v(z_{min})} = - \rightarrow \text{pro } z \leq z_{max}$$

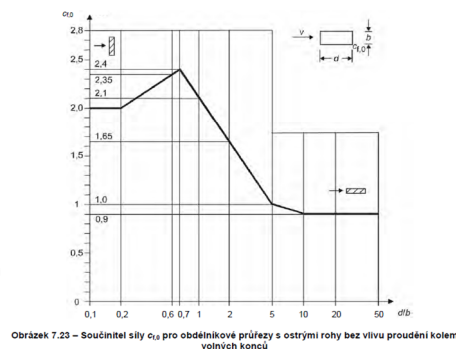
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_{v(z)}] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 755 \text{ Pa}$$

Nosné prvky s obdélníkovými průřezy dle kapitoly 7.6:

Součinitel síly pro nosné prvky s obdélníkovým průřezem:

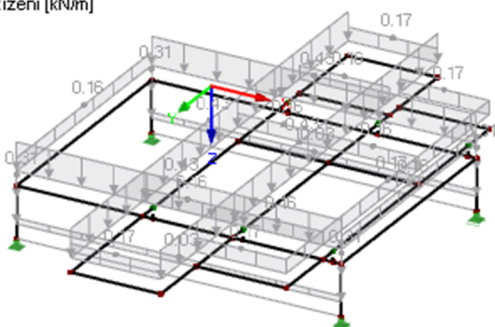
	ve směru x:
Šířka prvku ve směru větru:	$d = 2,700$ m
Výška prvku ve směru větru:	$b = 2,000$ m
Poměr:	$d/b = 1,4$ -
Součinitel síly:	$c_f = c_{f,0} = 1,90$ -
Síla působící na prvek:	$w_k = q_p(z_e) \cdot c_f \cdot b = 2,87$ kN/m

	ve směru y:
$d = 7,400$ m	
$b = 2,000$ m	
$d/b = 3,7$ -	
$c_f = c_{f,0} = 1,40$ -	
$w_k = q_p(z_e) \cdot c_f \cdot b = 2,11$ kN/m	

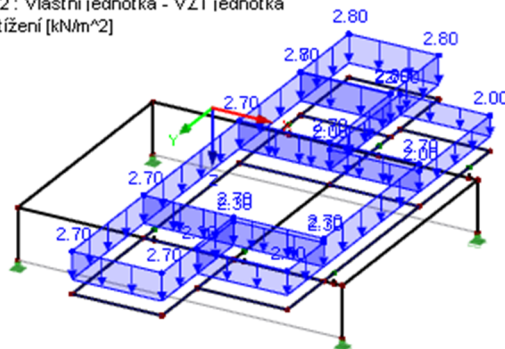


ZATĚŽOVACÍ STAVY:

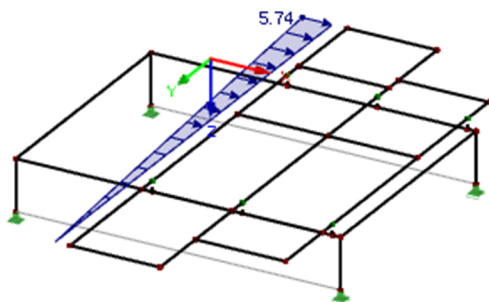
ZS1 : Vlastní tíha - OK
Zatížení [kN/m]



ZS2 : Vlastní jednotka - VZT jednotka
Zatížení [kN/m²]



ZS3 : Větr (x)
Zatížení [kN/m]



Zanedbáno svislé přetížení větrem
Zohledněno šikmé zatížení větrem.

KOMBINACE ZATÍŽENÍ:**MSÚ (STR) dle ČSN EN 1990:**

$$6.10a \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$6.10b \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\xi = 0,85 \quad - \quad \gamma_Q = 1,50 \quad -$$

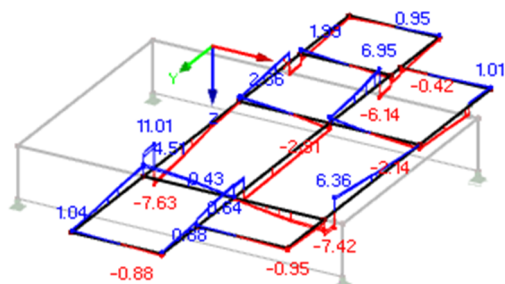
$$\gamma_G = 1,35 \quad -$$

VNITŘNÍ SÍLY, DEFORMACE, PODPOROVÉ SÍLY:**HORNÍ VODOROVNÝ RÁM:**

Režim viditelnosti

Vnitřní síly V-z [kN]

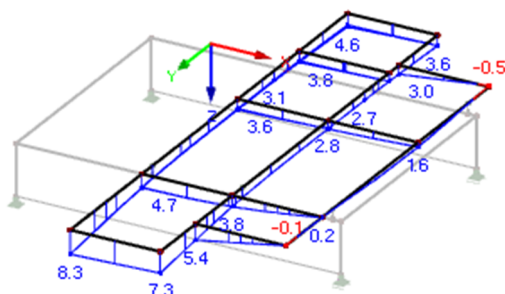
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Lokální deformace u-z [mm]

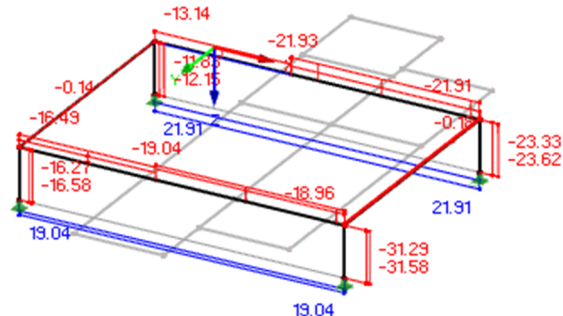
KV2 : MSP - charakteristická

**SPODNÍ RÁM:**

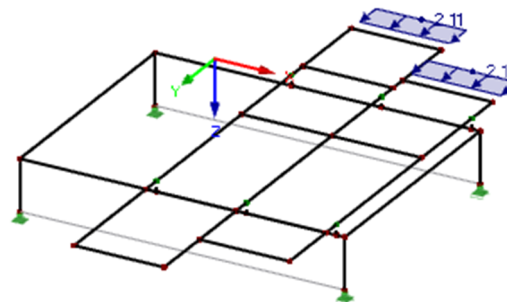
Režim viditelnosti

Vnitřní síly N [kN]

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



ZS4 : Větr (y)
Zatížení [kN/m]



Zanedbáno svislé přetížení větrem

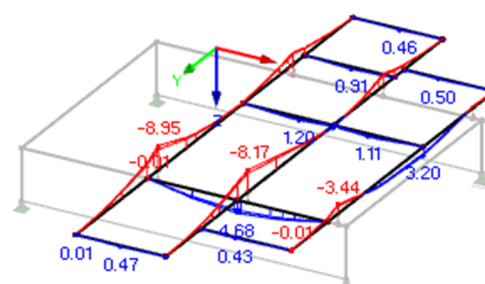
MSP dle ČSN EN 1990:

$$6.14b - \text{charakteristická} \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Režim viditelnosti

Vnitřní síly M-y [kNm]

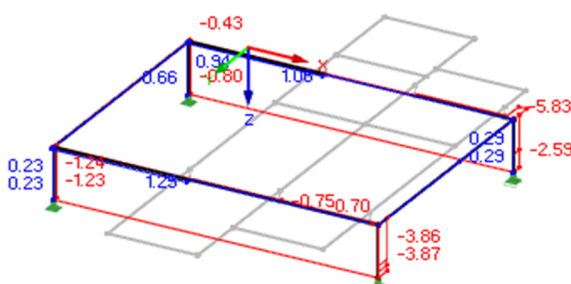
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Vnitřní síly V-y [kN]

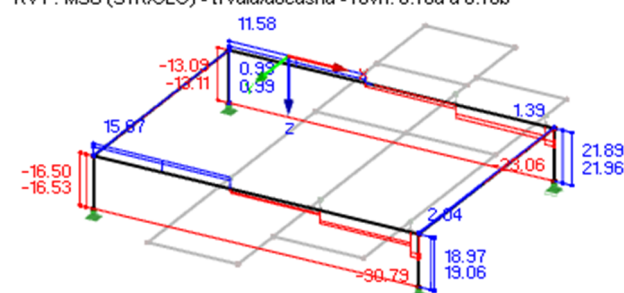
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Vnitřní síly V-z [kN]

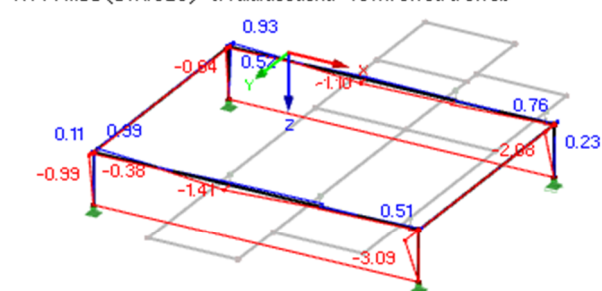
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Vnitřní síly M-z [kNm]

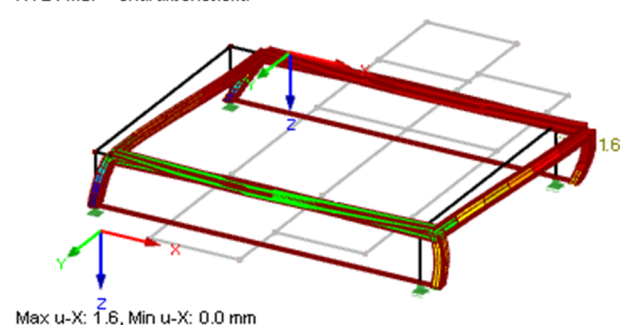
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Globální deformace u-X [mm]

KV2 : MSP - charakteristická

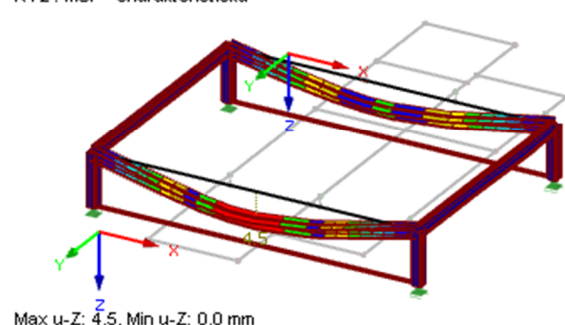


Max u-X: 1.6, Min u-X: 0.0 mm

Režim viditelnosti

Globální deformace u-Z [mm]

KV2 : MSP - charakteristická

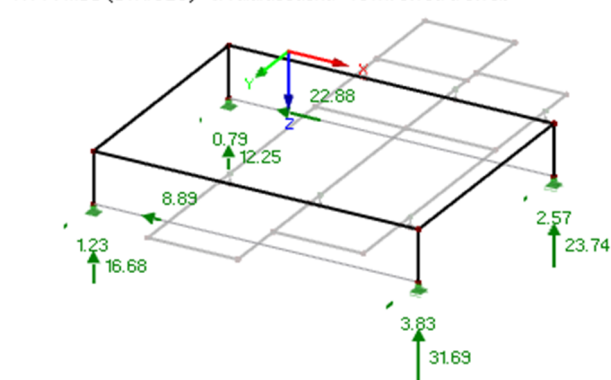


Max u-Z: 4.5, Min u-Z: 0.0 mm

Režim viditelnosti

Podporové reakce [kN]

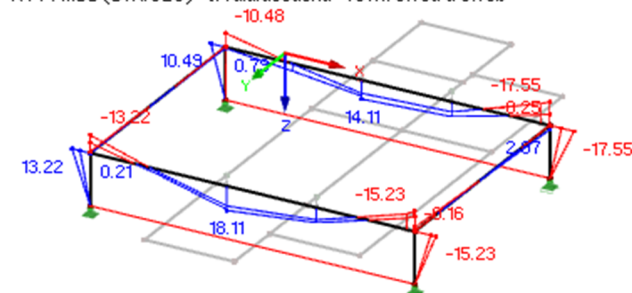
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Vnitřní síly M-y [kNm]

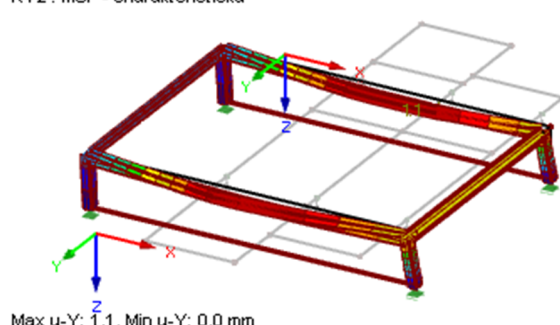
KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b



Režim viditelnosti

Globální deformace u-Y [mm]

KV2 : MSP - charakteristická

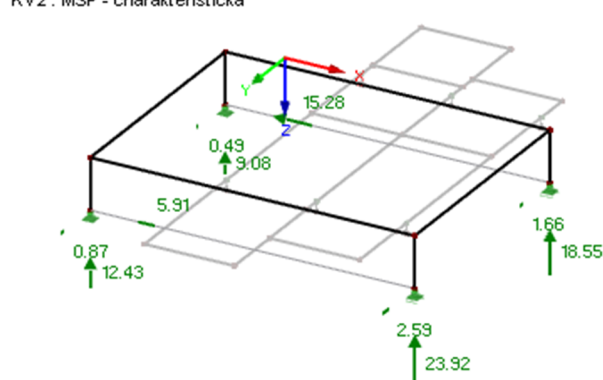


Max u-Y: 1.1, Min u-Y: 0.0 mm

Režim viditelnosti

Podporové reakce [kN]

KV2 : MSP - charakteristická



5.1 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PRVKŮ NA MSÚ

HORNÍ VODOROVNÝ RÁM:

P12	PODÉLNÍK	Navržený průřez: HEB 160		Třída oceli: S235
Materiál. charakteristiky:		Klasifikační třída průřezu: 1	Průřezové charakteristiky: (Plastické)	
$f_y = 235$ MPa	<i>Stojina:</i> Ohýbaná část	<i>Pásnice:</i> Tlačená část	$A_{v,z} = 1764$ mm ²	
$\gamma_{M0} = 1,00$ -	$c = 104$ mm	$c = 61$ mm	$W_y = 3,5E+05$ mm ³	
$\epsilon = 1,00$ -	$t = 8$ mm	$t = 13$ mm		
	$c/t = 13,0 \rightarrow$ Třída: 1	$c/t = 4,7 \rightarrow$ Třída: 1		

MSÚ: Ohybový moment dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.5

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$M_{y,Ed} = 8,95$ kNm	$M_{c,y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 83,19$ kNm	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,11 < 1,0
		VYHOVUJE

MSÚ: Smyk dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.6

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$V_{z,Ed} = 11,01$ kN	$V_{c,z,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 239,33$ kN	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,05 < 1,0
		VYHOVUJE

využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu

P2	PODÉLNÍK	Navržený průřez: UPE 160		Třída oceli: S235
Materiál. charakteristiky:		Klasifikační třída průřezu: 1	Průřezové charakteristiky: (Plastické)	
$f_y = 235$ MPa	<i>Pásnice:</i> Tlačená část		$A_{v,z} = 1006$ mm ²	
$\gamma_{M0} = 1,00$ -	$c = 52,5$ mm		$W_y = 1,3E+05$ mm ³	
$\epsilon = 1,00$ -	$t = 9,5$ mm			
	$c/t = 5,5 \rightarrow$ Třída: 1			

MSÚ: Ohybový moment dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.5

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$M_{y,Ed} = 3,44$ kNm	$M_{c,y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 30,97$ kNm	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,11 < 1,0
		VYHOVUJE

MSÚ: Smyk dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.6

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$V_{z,Ed} = 7,42$ kN	$V_{c,z,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 136,49$ kN	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,05 < 1,0
		VYHOVUJE

využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu

P12	PŘÍČNÍK	Navržený průřez: IPE 160		Třída oceli: S235
Materiál. charakteristiky:		Klasifikační třída průřezu: 1	Průřezové charakteristiky: (Plastické)	
$f_y = 235$ MPa	<i>Stojina:</i> Ohýbaná část	<i>Pásnice:</i> Tlačená část	$A_{v,z} = 966,6$ mm ²	
$\gamma_{M0} = 1,00$ -	$c = 127,2$ mm	$c = 29,5$ mm	$W_y = 1,2E+05$ mm ³	
$\epsilon = 1,00$ -	$t = 5$ mm	$t = 7,4$ mm		
	$c/t = 25,4 \rightarrow$ Třída: 1	$c/t = 4,0 \rightarrow$ Třída: 1		

MSÚ: Ohybový moment dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.5

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$M_{y,Ed} = 4,68$ kNm	$M_{c,y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 29,09$ kNm	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,16 < 1,0
		VYHOVUJE

MSÚ: Smyk dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.6

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$V_{z,Ed} = 5,55$ kN	$V_{c,z,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 131,15$ kN	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,04 < 1,0
		VYHOVUJE

využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu

SPODNÍ RÁM:

P20		PŘÍČEL		Navržený průřez: HEB 160				Třída oceli: S235	
Materiál. charakteristiky:			Klasifikační třída průřezu:		1	Průřezové charakteristiky: (Plastické)		Vzpěrné délky:	
f _y = 235 MPa			Stojina: Ohýbaná část			A = 5430 mm ²		L _{cr,y} = 4800 mm	
γ _{M0} = 1,00 -			c = 104 mm			A _{v,y} = 4344 mm ²		L _{cr,z} = 4800 mm	
γ _{M1} = 1,00 -			t = 8 mm			W _y = 3,5E+05 mm ³		W _z = 1,7E+05 mm ³	
ε = 1,00 -			c/t = 13,0 → Třída: 1			i _y = 67,8 mm		i _z = 40,5 mm	
λ ₁ = 93,9 -			Pásnice: Tlačená část			křivka vzpěru k y: b		křivka vzpěru k z: c	
			c = 61 mm			α _y = 0,34 -		α _z = 0,49 -	
			t = 13 mm			křivka klopení: b		α _{LT} = 0,34 -	
			c/t = 4,7 → Třída: 1					Délka klopení: L = 4800 mm	

MSÚ: Tlak dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.4

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$N_{c,Ed} =$ 21,93 kN	$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} =$ 1276,05 kN	$\frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$ 0,02 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Ohybový moment dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.5

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$M_{y,Ed} =$ 18,11 kNm	$M_{c,y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} =$ 83,19 kNm	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,22 < 1,0 VYHOVUJE
$M_{z,Ed} =$ 1,41 kNm	$M_{c,z,Rd} = \frac{W_z \cdot f_y}{\gamma_{M0}} =$ 39,94 kNm	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,04 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Smyk dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.6

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:
$V_{z,Ed} =$ 30,79 kN	$V_{c,z,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} =$ 146,68 kN	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,21 < 1,0 VYHOVUJE
$V_{y,Ed} =$ 5,83 kN	$V_{c,y,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,y} \cdot (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} =$ 589,38 kN	$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,01 < 1,0 VYHOVUJE
využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu		
využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu		

MSÚ: Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2 dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.9.1

Návrhové vnitřní síly:	Průřezové charakteristiky:	Podmínky zanedbání účinku osově síly na plastický moment únosnosti:
$N_{c,Ed} =$ 21,93 kN	$b =$ 160 mm	<i>při ohybu okolo osy y-y:</i> $N_{Ed} \leq 0,25 N_{pl,Rd}$ SPLNĚNO
$M_{y,Ed} =$ 18,11 kNm	$t_f =$ 13 mm	$N_{Ed} \leq 0,5 h_w t_w f_y / \gamma_{M0}$ SPLNĚNO
$M_{z,Ed} =$ 0,00 kNm	$h_w =$ 104 mm	<i>při ohybu okolo osy z-z:</i> $N_{Ed} \leq h_w t_w f_y / \gamma_{M0}$ SPLNĚNO
	$t_w =$ 8 mm	$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$ 0,02 -
		$a = (A - 2bt_f) / A =$ 0,23 -
Únosnost:	Posouzení:	
$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{1-n}{1-0,5a} =$ 83,19 kN	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \leq 1,0$ 0,22 < 1,0 VYHOVUJE	
$n < a \rightarrow M_{N,z,Rd} =$ 39,94 kN	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1,0$ 0,00 < 1,0 VYHOVUJE	
$\alpha =$ 2,0 -	$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right)^\beta \leq 1,0$ 0,05 < 1,0 VYHOVUJE	
$\beta =$ 1,0 -		

MSÚ: Vzpěrná únosnost prutů stálého průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.3.1

Návrhové vnitřní síly:		Součinitel vzpěru: Štíhlost pro rovinný vzpěr dle kap. 6.3.1.3:	
$N_{c,Ed} =$	21,93 kN	<u><i>k ose y:</i></u>	$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} =$ 0,75 -
		<u><i>k ose z:</i></u>	$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} =$ 1,26 -
			$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] =$ 0,88 -
			$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] =$ 1,56 -
			$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} =$ 0,75 -
			$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} =$ 0,41 -
Únosnost:			
		$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} =$	960,09 kN
		$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} =$	517,02 kN
Posouzení:			
		$\frac{N_{c,Ed}}{\min\{N_{b,y,Rd}; N_{b,z,Rd}\}} \leq 1,0$	0,04 < 1,0
		VYHOVUJE	

MSÚ: Ohyb prutů stálého průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.3.2

Návrhové vnitřní síly:	Součinitel klopení:	<i>Křivka klopení válcovaných nebo ekvivalentních svařovaných průřezů dle 6.3.2.3:</i>	
$M_{y,Ed} = 18,11 \text{ kNm}$	$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,61$	$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,67$	
	(viz. LTBeamN) $M_{cr} = 225,00 \text{ kNm}$	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1,0 \\ 1/\lambda_{LT}^2 \end{cases} = 0,91$	
	$\lambda_{LT,0} = 0,4$	$\beta = 0,75$	
	Únosnost:	Posouzení:	
	$M_{b,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 75,99 \text{ kNm}$	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0$	0,24 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.3.3

Návrhové vnitřní síly:	Součinitele vzpěru:	Součinitele ekvivalentního konstantního momentu:	
$N_{c,Ed} = 21,93 \text{ kN}$	$\chi_y = 0,75$	$C_{my} = 0,83$	$C_{mz} = 0,83$
$M_{y,Ed} = 18,11 \text{ kNm}$	$\chi_z = 0,41$	Součinitele interakce (alternativní metoda 2) dle přílohy B:	
$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$	Součinitel klopení:	<i>Pruty náhylné ke zkroucení</i>	<i>Pro: Plasticitní návrh</i>
	$\chi_{LT} = 0,91$	$k_{yy} = 0,837$	$k_{zy} = 0,993$
		$k_{yz} = 0,528$	$k_{zz} = 0,879$
	Posouzení:		
		$\frac{N_{c,Ed}}{(\chi_y N_{Rk})/\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk})/\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1,0$	0,22 < 1,0 VYHOVUJE
		$\frac{N_{c,Ed}}{(\chi_z N_{Rk})/\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk})/\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1,0$	0,28 < 1,0 VYHOVUJE

P23	SLOUPEK	Navržený průřez: JÄKL 140x8		Třída oceli: S235	
Materiál. charakteristiky:	Klasifikační třída průřezu:	1	Průřezové charakteristiky:	(Plastické)	Vzpěrné délky:
$f_y = 235 \text{ MPa}$	<i>Stojina:</i> Ohýbaná část		$A = 4000 \text{ mm}^2$		$L_{cr,y} = 800 \text{ mm}$
$\gamma_{M0} = 1,00$	$c = 100 \text{ mm}$		$A_{v,y} = 2000 \text{ mm}^2$	$A_{v,z} = 2000 \text{ mm}^2$	$L_{cr,z} = 800 \text{ mm}$
$\gamma_{M1} = 1,00$	$t = 8 \text{ mm}$		$W_y = 1,9E+05 \text{ mm}^3$	$W_z = 1,9E+05 \text{ mm}^3$	
$\epsilon = 1,00$	$c/t = 12,5 \rightarrow$ Třída: 1		$i_y = 53,0 \text{ mm}$	$i_z = 53,0 \text{ mm}$	
$\lambda_1 = 93,9$	<i>Pásnice:</i> Tlačená část		křivka vzpěru k y: c	křivka vzpěru k z: c	
	$c = 100 \text{ mm}$		$\alpha_y = 0,49$	$\alpha_z = 0,49$	
	$t = 8 \text{ mm}$		křivka klopení: a	$\alpha_{LT} = 0,21$	
	$c/t = 12,5 \rightarrow$ Třída: 1				

MSÚ: Tah neoslabeného průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.3

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:	
$N_{t,Ed} = 0,00 \text{ kN}$	$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 940,00 \text{ kN}$	$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$	0,00 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Tlak dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.4

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:	
$N_{c,Ed} = 31,58 \text{ kN}$	$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 940,00 \text{ kN}$	$\frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$	0,03 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Ohybový moment dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.5

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:	
$M_{y,Ed} = 17,55 \text{ kNm}$	$M_{c,y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 45,59 \text{ kNm}$	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} \leq 1,0$	0,38 < 1,0 VYHOVUJE
$M_{z,Ed} = 3,09 \text{ kNm}$	$M_{c,z,Rd} = \frac{W_z \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 45,59 \text{ kNm}$	$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,z,Rd}} \leq 1,0$	0,07 < 1,0 VYHOVUJE

MSÚ: Smyk dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.6

Návrhové vnitřní síly:	Únosnost:	Posouzení:	
$V_{z,Ed} = 21,96 \text{ kN}$	$V_{c,z,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 271,35 \text{ kN}$	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} \leq 1,0$	0,08 < 1,0 VYHOVUJE
$V_{y,Ed} = 3,86 \text{ kN}$			
	využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu		
	$V_{c,y,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,y} \cdot (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 271,35 \text{ kN}$	$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} \leq 1,0$	0,01 < 1,0 VYHOVUJE
	využitelnost únosnosti ve smyku do 50% - bez uvažování vlivu smyku na únosnost v ohybu		

MSÚ: Ohyb a osová síla pro průřezy třídy 1 a 2 dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.9.1**Návrhové vnitřní síly:**

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &= 31,58 \text{ kN} \\ M_{y,Ed} &= 17,55 \text{ kNm} \\ M_{z,Ed} &= 3,09 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Průřezové charakteristiky:

$$\begin{aligned} b &= 140 \text{ mm} & h_w &= 140 \text{ mm} \\ t_f &= 8 \text{ mm} & t_w &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0,03 - \\ a_w &= (A - 2bt_f)/A = 0,44 - \\ a_f &= (A - 2ht_w)/A = 0,44 - \end{aligned}$$

Únosnost:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{1 - \eta}{1 - 0,5a_w} = 45,59 \text{ kN}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \cdot \frac{1 - \eta}{1 - 0,5a_f} = 45,59 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= 1,7 - \\ \beta &= 1,7 - \left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^\beta \leq 1,0 \end{aligned}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \leq 1,0 \quad 0,38 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1,0 \quad 0,07 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,22 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

MSÚ: Vzpěrná únosnost prutů stálého průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.3.1**Návrhové vnitřní síly:**

$$N_{c,Ed} = 31,58 \text{ kN}$$

Součinitel vzpěru: Štíhlost pro rovinný vzpěr dle kap. 6.3.1.3:

$$k_{ose\ y}: \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{t_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = 0,16 -$$

$$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,50 -$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = 1,00 -$$

Únosnost:

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 940,00 \text{ kN}$$

$$k_{ose\ z}: \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{t_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = 0,16 -$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,50 -$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = 1,00 -$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 940,00 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{c,Ed}}{\min\{N_{b,y,Rd}; N_{b,z,Rd}\}} \leq 1,0 \quad 0,03 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

MSÚ: Ohyb a osový tlak prutů stálého průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.3.3**Návrhové vnitřní síly:**

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &= 31,58 \text{ kN} \\ M_{y,Ed} &= 17,55 \text{ kNm} \\ M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Součinitele vzpěru:

$$\begin{aligned} \chi_y &= 1,00 - \\ \chi_z &= 1,00 - \end{aligned}$$

Součinitel klopení:

$$\chi_{LT} = 1,00 -$$

Součinitele ekvivalentního konstantního momentu:

$$C_{my} = 0,60 - \quad C_{mz} = 0,60 - \quad C_{mLT} = 0,60 -$$

Součinitele interakce (alternativní metoda 2) dle přílohy B:**Pruty nenáchylné ke zkroucení**

$$\begin{aligned} k_{yy} &= 0,599 - & k_{zy} &= 0,360 - \\ k_{yz} &= 0,357 - & k_{zz} &= 0,594 - \end{aligned}$$

Pro: Plasticitní návrh**Posouzení:**

$$\frac{N_{c,Ed}}{(\chi_y N_{Rk})/\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk})/\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad 0,26 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{c,Ed}}{(\chi_z N_{Rk})/\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk})/\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad 0,17 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

P52	TÁHLA V PATĚ RÁMU	Navržený průřez: PÁSOVÁ OCEL 40x10 mm	Třída oceli: S235
Materiál. charakteristiky:		Průřezové charakteristiky:	
$f_y =$	235 MPa	$A =$	400 mm ²
$\gamma_{M0} =$	1,00 -		

MSÚ: Tah neoslabeného průřezu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.3**Návrhové vnitřní síly:**

$$N_{t,Ed} = 21,91 \text{ kN}$$

Únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 94,00 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad 0,23 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

5.2 POSOUZENÍ VYBRANÝCH SVAŘOVANÝCH SPOJŮ

R1 SVAROVÝ SPOJ - PŘÍČEL HEB 160 a SLOUPEK JÄKL 140x8				Nejnižší třída spojované oceli: S235
Materiálové charakteristiky:		Geometrie posuzovaných svarů:		
$f_u = 360$ MPa		Moment setrvačnosti s.o.	$I_w = 5,7E+06$ mm ⁴	
$\gamma_{M2} = 1,25$	-	Modul průřezu (pásnice)	$W_{w,f} = 8,2E+04$ mm ³	
$\beta_w = 0,80$	-	Modul průřezu (stojina)	$W_{w,w} = 1,1E+05$ mm ³	
Zatížení svarů:		Plocha s.o. rovnoběžná ze silou:	$A_{w,w} = 1000$ mm	
$V_{Ed} = 21,91$ kN				
$M_{Ed} = 17,55$ kNm				

STOJINA - Posouzení koutových svarů dle ČSN EN 1993-1-8, kap. 4.5.3.2 - Metoda uvažující směr namáhání

Napětí ve svarech stojiny:

Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru:

$$\tau_{\parallel} = V_{Ed} / A_{w,w} = 21,91 \text{ MPa}$$

Smykové napětí kolmé na osu svaru:

$$\tau_{\perp} = M_{Ed} / (\sqrt{2} \cdot W_{w,w}) = 108,19 \text{ MPa}$$

Normálové napětí kolmé na účinný rozměr svaru:

$$\sigma_{\perp} = M_{Ed} / (\sqrt{2} \cdot W_{w,w}) = 108,19 \text{ MPa}$$

Posouzení 1:	$[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} =$	219,67 MPa	<	$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) =$	360,0 MPa	→	VYHOVUJE
Posouzení 2:	$\sigma_{\perp} =$	108,19 MPa	<	$0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2} =$	259,2 MPa	→	VYHOVUJE

PÁSNICE - Posouzení koutových svarů dle ČSN EN 1993-1-8, kap. 4.5.3.2 - Metoda uvažující směr namáhání

Napětí ve svarech stojiny:

Smykové napětí kolmé na osu svaru:

$$\tau_{\perp} = M_{Ed} / (\sqrt{2} \cdot W_{w,f}) = 151,46 \text{ MPa}$$

Normálové napětí kolmé na účinný rozměr svaru:

$$\sigma_{\perp} = M_{Ed} / (\sqrt{2} \cdot W_{w,f}) = 151,46 \text{ MPa}$$

Posouzení 1:	$[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} =$	302,92 MPa	<	$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) =$	360,0 MPa	→	VYHOVUJE
Posouzení 2:	$\sigma_{\perp} =$	151,46 MPa	<	$0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2} =$	259,2 MPa	→	VYHOVUJE

K1 SVAROVÝ SPOJ TÁHLŮ - PATNÍ PLECH				Nejnižší třída spojované oceli: S235
Materiálové charakteristiky:		Geometrie posuzovaných svarů:		
$f_u = 360$ MPa		Délka svaru	$L = 50,0$ mm	
$\gamma_{M2} = 1,25$	-	Účinná tloušťka	$a = 5,0$ mm	
$\beta_w = 0,80$	-	Účinná délka svaru	$l_{eff} = L - 2a = 40,0$ mm	
Zatížení svarů:		Účinná plocha svaru	$A_w = 200$ mm ²	
$F_{Ed} = 21,91$ kN				

Posouzení koutových svarů dle ČSN EN 1993-1-8, kap. 4.5.3.2 - Metoda uvažující směr namáhání

Napětí ve svaru:

Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru:

$$\tau_{\parallel} = F_{Ed} / (n \cdot A_w) = 54,78 \text{ MPa}$$

Posouzení 1:	$[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} =$	94,87 MPa	<	$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) =$	360,0 MPa	→	VYHOVUJE
---------------------	--	-----------	---	---------------------------------------	-----------	---	-----------------

5.3 POSOUZENÍ MEZNÍHO STAVU POUŽITELNOSTI

SVISLÝ PRŮHYB PŘÍČLE SPODNÍHO RÁMU:

MSP: Posouzení svislého průhybu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 7.2.1

Rozpětí:	$L = 4800$ mm	$u_z = 4,5$ mm	<	$u_{z,max} = L/1000 =$	4,8 mm	VYHOVUJE
----------	---------------	----------------	---	------------------------	---------------	-----------------

VODOROVNÝ PRŮHYB SLOUPKU SPODNÍHO RÁMU:

MSP: Posouzení vodorovného průhybu dle ČSN EN 1993-1-1, kap. 7.2.2:

Výška:	$H = 800$ mm	$u_v = 1,6$ mm	<	$u_{v,max} = L/300 =$	2,7 mm	VYHOVUJE
--------	--------------	----------------	---	-----------------------	---------------	-----------------

6. ZÁVĚR

Přetížení stávající železobetonové konstrukce je navrženo formou kotvení ocelových sloupků v těžištích stávajících nosných železobetonových sloupů. Železobetonové sloupy běžně vykazují v oblasti tlakového namáhání značnou rezervu únosnosti. Z tohoto důvodu není nutné přetížení stávajících sloupů posuzovat.

Statickým posouzením byla prokázána statická odolnost, použitelnost a stabilita ocelové konstrukce pro VZT dle aktuálně platných norem ČSN EN v rozsahu stupně dokumentace pro stavební povolení a provedení stavby, dle vyhlášky 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb v aktuálním znění. Projektant si vyhrazuje právo na případné změny oproti této dokumentaci, které mohou vyplynout na základě skutečností, které nebyly projektantovi v době zpracování projektu známy. Jakékoliv změny nosných konstrukcí oproti návrhu nelze provádět bez písemného souhlasu projektanta.

V Jeseníku 08.02.2021

Ing. Bronislav Mlynář