

## Projekt

Akce : RD Měcholupy  
 Část : 1.NP  
 Vypracoval : Ing. Miroslav Barák  
 Datum : 20.01.2010

## Norma

Norma **EN 1993-1-1, EN 1993-1-4/Česko.**

Součinitele pro ocelové konstrukce

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,000$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,000$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

Součinitele pro korozivzdornou ocel

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,100$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,100$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

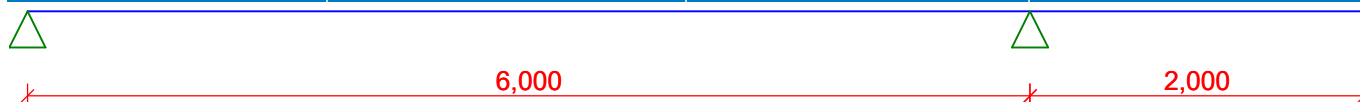
## 1 Nosník 1

### 1.1 Vstupní data

Délka dílce: 8,000 m

#### 1.1.1 Geometrie

x [m]	Typ uzlu	A/L [m]	I/L [m <sup>3</sup> ]
0,000	kloub	-	-
6,000	kloub	-	-
8,000	volná	-	-



#### Průřez

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Průřez	Natočení [°]
1	0,000	8,000	HE 140 B	0,0

#### Materiál

Název: EN 10210-1 : S 235

### 1.1.2 Zatížení

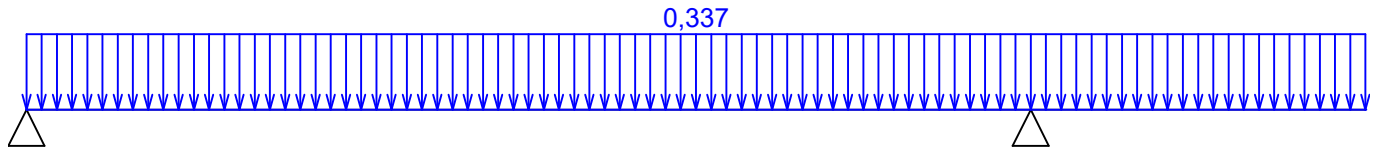
#### Zatěžovací stavy

č.	Název	Kód	Typ	$\gamma_f (\gamma_{f,inf})^*$	Součinitele pro kombinace				
					$\xi$	Kateg.**	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	G2 silové-stálé	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
3	Q3 silové-proměnné (1)	Silové	Proměnné	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
4	Q4 silové-proměnné (2)	Silové	Proměnné	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
5	Q5 silové-proměnné (3)	Silové	Proměnné	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30

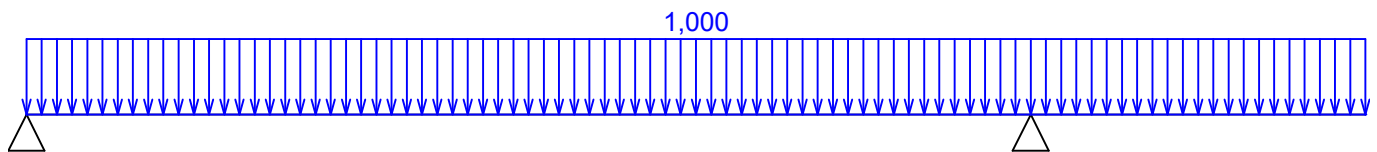
\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

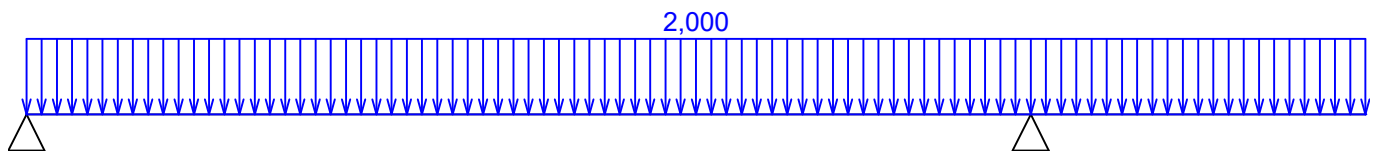
G1 vlastní tíha-stálé - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	8,000	0,337kN/m	-



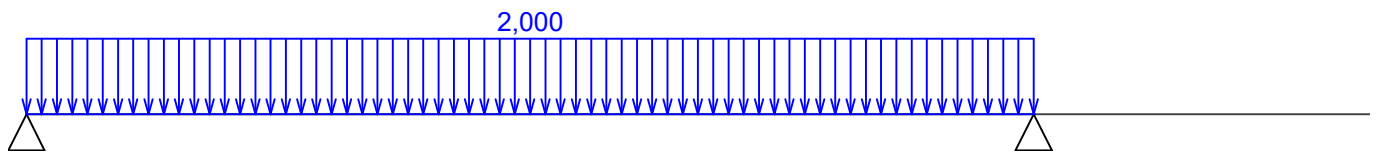
G2 silové-stálé - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	8,000	1,000kN/m	-



Q3 silové-proměnné (1) - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	8,000	2,000kN/m	-



Q4 silové-proměnné (2) - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	6,000	2,000kN/m	-



Q5 silové-proměnné (3) - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	6,000	2,000	2,000kN/m	-



### 1.1.3 Kombinace

#### Kombinace

### 1.1.4 Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

#### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1+G2; základní kombinace $\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2$
2	Q5:G1+G2; základní kombinace $\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2 + \gamma_{f,sup,5} * Q5$
3	Q4:G1+G2; základní kombinace $\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2 + \gamma_{f,sup,4} * Q4$
4	Q3:G1+G2; základní kombinace $\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2 + \gamma_{f,sup,3} * Q3$

#### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1+G2; charakteristická kombinace G1 + G2
2	Q5:G1+G2; charakteristická kombinace G1 + G2 + Q5
3	Q4:G1+G2; charakteristická kombinace G1 + G2 + Q4
4	Q3:G1+G2; charakteristická kombinace G1 + G2 + Q3

#### Vnitřní síly

#### Celkový počet zatěžovacích případů: 8

##### G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	4,457	4,745	7,132	-
Min. hodnota	-3,566	-2,674	3,566	-

##### Q5:G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	5,124	3,137	11,799	-
Min. hodnota	-6,674	-6,674	2,899	-

##### Q4:G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	10,457	13,680	13,132	-
Min. hodnota	-9,566	-2,674	9,566	-

##### Q3:G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	11,124	11,842	17,799	-
Min. hodnota	-8,899	-6,674	8,899	-

##### G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	6,018	6,406	9,628	-

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Min. hodnota	-4,814	-3,611	4,814	-

**Q5:G1+G2:**

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	7,018	4,021	16,628	-
Min. hodnota	-9,611	-9,611	3,814	-

**Q4:G1+G2:**

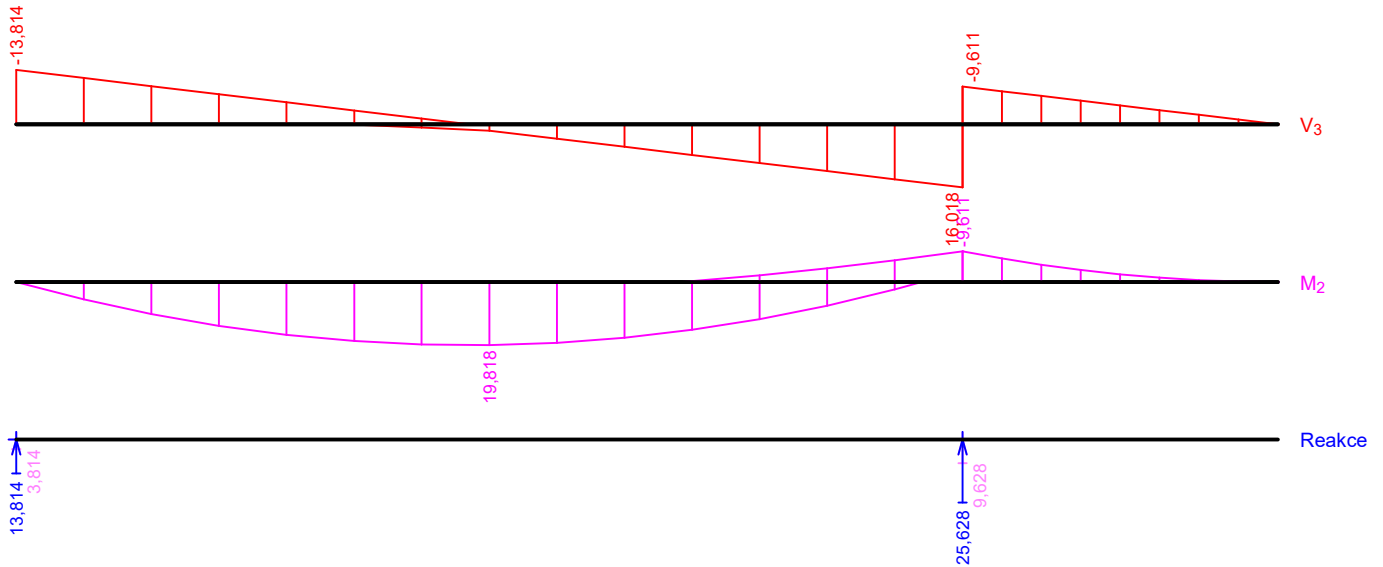
	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	15,018	19,818	18,628	-
Min. hodnota	-13,814	-3,611	13,814	-

**Q3:G1+G2:**

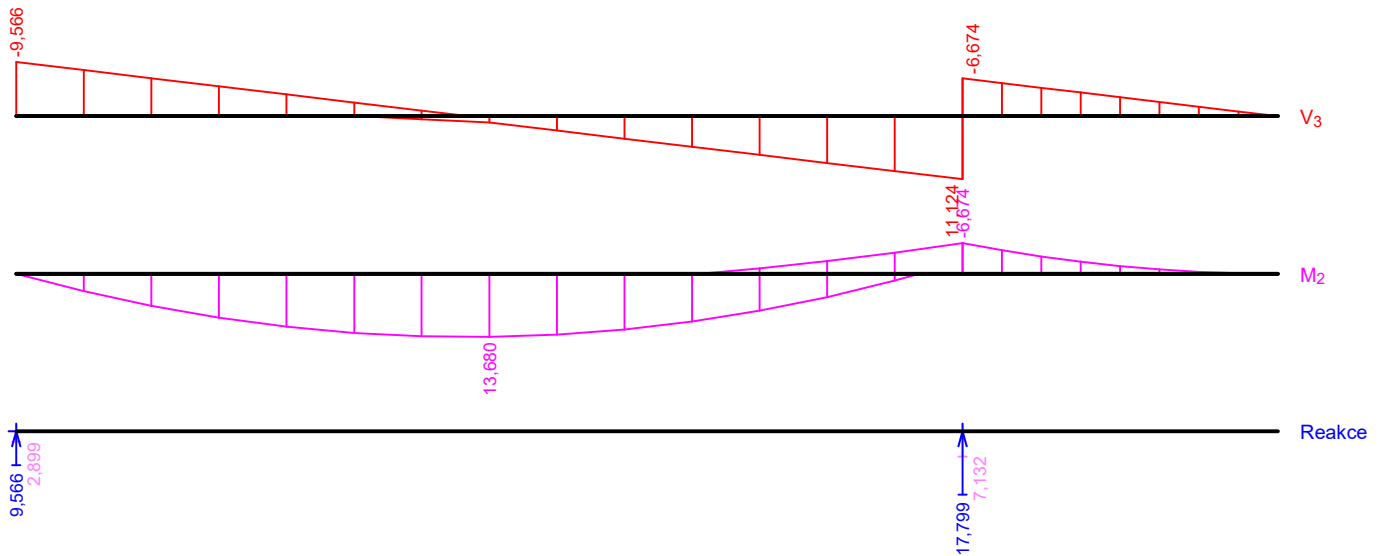
	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	16,018	17,051	25,628	-
Min. hodnota	-12,814	-9,611	12,814	-

**Obálky**

Obálka základní návrhová (MSÚ)								
x [m]	Max $M_2$ [kNm]	Min $M_2$ [kNm]	Max $V_3$ [kN]	Min $V_3$ [kN]	Max $R_z$ [kN]	Min $R_z$ [kN]	Max $RO_x$ [kNm]	Min $RO_x$ [kNm]
0,000	0,000	0,000	-3,814	-13,814	13,814	3,814	-	-
0,429	5,472	1,466	-3,040	-11,753	-	-	-	-
0,857	10,054	2,598	-2,267	-9,696	-	-	-	-
1,286	13,768	3,403	-1,492	-7,634	-	-	-	-
1,714	16,595	3,877	-0,720	-5,578	-	-	-	-
2,143	18,550	4,021	0,055	-3,516	-	-	-	-
2,571	19,622	3,835	0,827	-1,460	-	-	-	-
3,000	19,818	3,318	1,602	0,602	-	-	-	-
3,429	19,106	2,461	3,663	1,376	-	-	-	-
3,857	17,519	1,275	5,720	2,149	-	-	-	-
4,286	15,048	-0,243	7,781	2,923	-	-	-	-
4,714	11,705	-2,088	9,838	3,696	-	-	-	-
5,143	7,475	-4,267	11,899	4,470	-	-	-	-
5,571	2,378	-6,771	13,956	5,243	-	-	-	-
6,000	-3,611L	-9,611L	16,018L	6,018L	25,628	9,628	-	-
6,000	-3,611P	-9,611P	-3,611P	-9,611P	-	-	-	-
6,250	-2,765	-7,360	-3,159	-8,409	-	-	-	-
6,500	-2,032	-5,409	-2,708	-7,208	-	-	-	-
6,750	-1,411	-3,756	-2,257	-6,007	-	-	-	-
7,000	-0,903	-2,403	-1,805	-4,805	-	-	-	-
7,250	-0,508	-1,353	-1,354	-3,604	-	-	-	-
7,500	-0,227	-0,603	-0,903	-2,403	-	-	-	-
7,750	-0,057	-0,152	-0,451	-1,201	-	-	-	-
8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-



Obálka charakteristická (MSP)								
x [m]	Max M <sub>2</sub> [kNm]	Min M <sub>2</sub> [kNm]	Max V <sub>3</sub> [kN]	Min V <sub>3</sub> [kN]	Max R <sub>z</sub> [kN]	Min R <sub>z</sub> [kN]	Max RO <sub>x</sub> [kNm]	Min RO <sub>x</sub> [kNm]
0,000	0,000	0,000	-2,899	-9,566	9,566	2,899	-	-
0,429	3,788	1,117	-2,326	-8,134	-	-	-	-
0,857	6,959	1,988	-1,753	-6,706	-	-	-	-
1,286	9,526	2,616	-1,180	-5,274	-	-	-	-
1,714	11,478	2,999	-0,607	-3,846	-	-	-	-
2,143	12,823	3,137	-0,034	-2,414	-	-	-	-
2,571	13,556	3,031	0,539	-0,986	-	-	-	-
3,000	13,680	2,680	1,112	0,446	-	-	-	-
3,429	13,174	2,077	2,544	1,019	-	-	-	-
3,857	12,059	1,230	3,972	1,592	-	-	-	-
4,286	10,331	0,137	5,404	2,165	-	-	-	-
4,714	7,998	-1,197	6,832	2,738	-	-	-	-
5,143	5,048	-2,780	8,264	3,311	-	-	-	-
5,571	1,496	-4,603	9,692	3,884	-	-	-	-
6,000	-2,674L	-6,674L	11,124L	4,457L	17,799	7,132	-	-
6,000	-2,674P	-6,674P	-2,674P	-6,674P	-	-	-	-
6,250	-2,048	-5,112	-2,340	-5,840	-	-	-	-
6,500	-1,505	-3,756	-2,006	-5,006	-	-	-	-
6,750	-1,045	-2,609	-1,672	-4,172	-	-	-	-
7,000	-0,669	-1,669	-1,337	-3,337	-	-	-	-
7,250	-0,377	-0,940	-1,003	-2,503	-	-	-	-
7,500	-0,168	-0,419	-0,669	-1,669	-	-	-	-
7,750	-0,042	-0,106	-0,334	-0,834	-	-	-	-
8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-



### Extrémny reakci

Extrémny reakci základní návrhová (MSÚ)	
x [m]	Reakce
0,000	Max $R_z = 13,814\text{kN}$ - Q4:G1+G2
0,000	Min $R_z = 3,814\text{kN}$ - Q5:G1+G2
6,000	Max $R_z = 25,628\text{kN}$ - Q3:G1+G2
6,000	Min $R_z = 9,628\text{kN}$ - G1+G2

Extrémny reakci charakteristická (MSP)	
x [m]	Reakce
0,000	Max $R_z = 9,566\text{kN}$ - Q4:G1+G2
0,000	Min $R_z = 2,899\text{kN}$ - Q5:G1+G2
6,000	Max $R_z = 17,799\text{kN}$ - Q3:G1+G2
6,000	Min $R_z = 7,132\text{kN}$ - G1+G2

### Klopení

#### Klopení od momentu $M_y$ :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	$l_{z1}$ [m]	Tvar momentové plochy	Poloha zatížení
1	0,000	8,000	8,000	Prostý nosník, spojitě zatížení	1,000

#### Klopení od momentu $M_z$ :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	$l_{y1}$ [m]	Tvar momentové plochy	Poloha zatížení
1	0,000	8,000	Nezadáno	Nezadáno	-

## 1.2 Výsledky

### Mezivýsledky

#### Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$$

#### Zatřídění stojiny:

$$c = 92,0 \text{ mm}$$

$$t = 7,0 \text{ mm}$$

$c/t = 13,1; 13,1 \leq 33,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

**Průřez spadá do třídy 1**

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha  $A_{v,z} = 1,308E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

$d/t_w = 13,1 < 69,0$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha  $A_{v,y} = 2,988E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 405,404 \text{ kN}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_y$

$V_z \leq 0,5 \cdot 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 \cdot 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení  $L_{z1} = 8,000 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu  $z_p = 140,0 \text{ mm}$

Součinitele vzpěrné délky:  $k = 1,000; k_w = 1,000$

$z_g = 70,0 \text{ mm}$

$z_j = 0,0 \text{ mm}$

Bezrozměrný parametr kroucení:  $\kappa_{wt} = 0,212$

Bezrozměrný parametr působivosti zatížení vzhledem ke středu smyku:  $\zeta_g = 0,232$

Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:  $\zeta_j = 0,000$

Parametr nesymetrie průřezu:  $\psi_f = 0,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C_1 = 1,130; C_2 = 0,460; C_3 = 0,530$

Bezrozměrný kritický moment:  $\mu_{cr} = 1,041$

Pružný kritický moment  $M_{cr} = 55,980 \text{ kNm}$

Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,LT} = 1,015$

Určení součinitele klopení  $\chi_{LT,y}$  z křivky klopení a:

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$

$$\varphi = 1,101$$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,655$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 37,781$  kNm

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_z$

$V_z \leq 0,5 * 177,466$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 405,404$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 1,198E05$  mm<sup>3</sup>

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 28,153$  kNm

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 28,153$  kNm

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,602 kN	177,466 kN	0,3 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,167 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

#### Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 92,0 \text{ mm}$$

$$t = 7,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 13,1; \quad 13,1 \leq 33,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

### Průřez spadá do třídy 1

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha  $A_{v,z} = 1,308E03$  mm<sup>2</sup>

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,z} = 177,466$  kN

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 13,1 < 69,0$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 177,466$  kN

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 177,466$  kN

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha  $A_{v,y} = 2,988E03$  mm<sup>2</sup>

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 405,404$  kN

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_y$



$V_z \leq 0.5 * 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 * 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení  $L_{z1} = 8,000 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu  $z_p = 140,0 \text{ mm}$

Součinitele vzpěrné délky:  $k = 1,000$ ;  $k_w = 1,000$

$z_g = 70,0 \text{ mm}$

$z_j = 0,0 \text{ mm}$

Bezrozměrný parametr kroucení:  $\kappa_{wt} = 0,212$

Bezrozměrný parametr působivosti zatížení vzhledem ke středu smyku:  $\zeta_g = 0,232$

Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:  $\zeta_j = 0,000$

Parametr nesymetrie průřezu:  $\psi_f = 0,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C_1 = 1,130$ ;  $C_2 = 0,460$ ;  $C_3 = 0,530$

Bezrozměrný kritický moment:  $\mu_{cr} = 1,041$

Pružný kritický moment  $M_{cr} = 55,980 \text{ kNm}$

Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,LT} = 1,015$

Určení součinitele klopení  $\chi_{LT,y}$  z křivky klopení a:

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$

$\varphi = 1,101$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,655$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 37,781 \text{ kNm}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_z$

$V_z \leq 0.5 * 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 * 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 1,198E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 28,153 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 28,153 \text{ kNm}$

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	1,602 kN	177,466 kN	0,9 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,088 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

#### Zatřídění průřezu:

$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$

Zatřídění stojiny:

$c = 92,0 \text{ mm}$

$t = 7,0 \text{ mm}$

$c/t = 13,1$ ;  $13,1 \leq 33,0$ ; Třída 1

Zatřídění levé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5$ ;  $4,5 \leq 9,0$ ; Třída 1

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5$ ;  $4,5 \leq 9,0$ ; Třída 1

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = 12,0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

**Průřez spadá do třídy 1**

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha  $A_{v,z} = 1,308E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 13,1 < 69,0$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha  $A_{v,y} = 2,988E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 405,404 \text{ kN}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_y$

$V_z \leq 0,5 * 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení  $L_{z1} = 8,000 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu  $z_p = 140,0 \text{ mm}$

Součinitele vzpěrné délky:  $k = 1,000; k_w = 1,000$

$$z_g = 70,0 \text{ mm}$$

$$z_j = 0,0 \text{ mm}$$

Bezrozměrný parametr kroucení:  $\kappa_{wt} = 0,212$

Bezrozměrný parametr působivosti zatížení vzhledem ke středu smyku:  $\zeta_g = 0,232$

Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:  $\zeta_j = 0,000$

Parametr nesymetrie průřezu:  $\psi_f = 0,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$$C_1 = 1,130; C_2 = 0,460; C_3 = 0,530$$

Bezrozměrný kritický moment:  $\mu_{cr} = 1,041$

Pružný kritický moment  $M_{cr} = 55,980 \text{ kNm}$

Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,LT} = 1,015$

Určení součinitele klopení  $\chi_{LT,y}$  z křivky klopení a:

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$

$$\varphi = 1,101$$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,655$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 37,781 \text{ kNm}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_z$

$V_z \leq 0,5 * 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 1,198E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{C,Rd,z} = 28,153 \text{ kNm}$   
Výpočtový moment únosnosti  $M_{C,Rd,z} = 28,153 \text{ kNm}$

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,602 kN	177,466 kN	0,3 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,525 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

#### Zatřídění průřezu:

$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$

Zatřídění stojiny:

$c = 92,0 \text{ mm}$

$t = 7,0 \text{ mm}$

$c/t = 13,1; 13,1 \leq 33,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$c = 54,5 \text{ mm}$

$t = 12,0 \text{ mm}$

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 9,0; \text{ Třída 1}$

### Průřez spadá do třídy 1

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha  $A_{v,z} = 1,308E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

$d/t_w = 13,1 < 69,0$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 177,466 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha  $A_{v,y} = 2,988E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 405,404 \text{ kN}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_y$

$V_z \leq 0,5 * 177,466 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 405,404 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{C,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{C,Rd,y} = 57,669 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení  $L_{z1} = 8,000 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu  $z_p = 140,0 \text{ mm}$

Součinitele vzpěrné délky:  $k = 1,000$ ;  $k_w = 1,000$

$z_g = 70,0$  mm

$z_j = 0,0$  mm

Bezrozměrný parametr kroucení:  $\kappa_{wt} = 0,212$

Bezrozměrný parametr působivosti zatížení vzhledem ke středu smyku:  $\zeta_g = 0,232$

Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:  $\zeta_j = 0,000$

Parametr nesymetrie průřezu:  $\psi_f = 0,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C_1 = 1,130$ ;  $C_2 = 0,460$ ;  $C_3 = 0,530$

Bezrozměrný kritický moment:  $\mu_{cr} = 1,041$

Pružný kritický moment  $M_{cr} = 55,980$  kNm

Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,LT} = 1,015$

Určení součinitele klopení  $\chi_{LT,y}$  z křivky klopení a:

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$

$\varphi = 1,101$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,655$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 37,781$  kNm

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_z$

$V_z \leq 0.5 * 177,466$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 * 405,404$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 1,198E05$  mm<sup>3</sup>

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 28,153$  kNm

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 28,153$  kNm

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	1,602 kN	177,466 kN	0,9 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,445 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

### Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Q4:G1+G2; Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

0,602 kN < 177,466 kN **Vyhovuje**

Ohybový moment:  $M_y = 19,818$  kNm

Posudek ohybu:

Únosnost:  $M_{y,R} = 37,781$  kNm

$|0,525| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**

### Průhyb

Charakteristické zatěžovací případy

Maximální deformace dílce je 14,7mm v bodě  $x = 8,000$ m

Maximální povolená deformace dílce je  $4,000$ m /  $250,0 = 16,0$ mm

14,7mm < 16,0mm  $\square$  **Vyhovuje**

**Průhyb dílce VYHOVUJE**

