

## Projekt

Akce : BD U lesa  
 Část : Objekt D  
 Vypracoval : Ing. Miroslav Barák  
 Datum : 08.04.2010

## Norma

Norma **EN 1993-1-2/Česko.**

Spolehlivost oceli při požáru :  $\gamma_{M,fi} = 1,000$

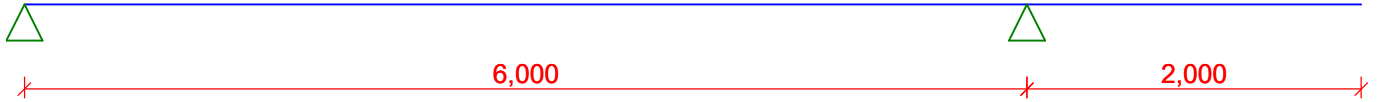
## 1 Nosník 1

### 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

#### Požární detail

Nechráněný průřez, exponovaný ze tří stran

#### Teplotní křivka

Normová teplotní křivka

### 1.1.2 Zatížení

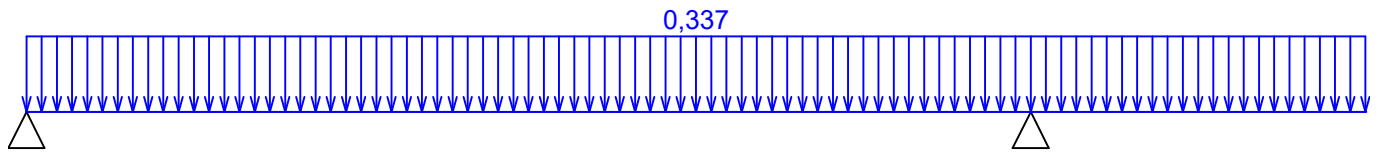
#### Zatěžovací stavy

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

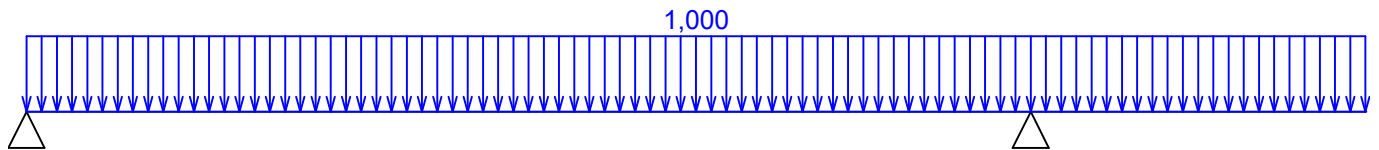
\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

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

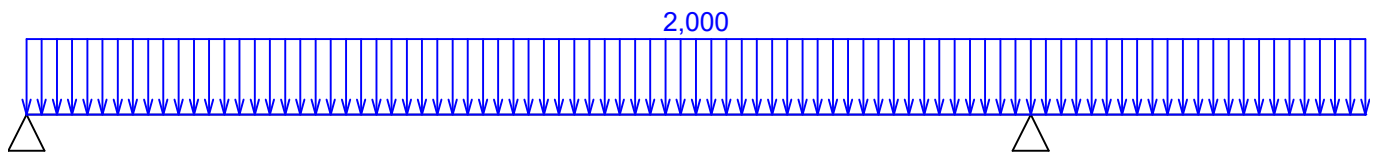
G1 vlastní tíha-stálé - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	8,000	0,337kN/m	-



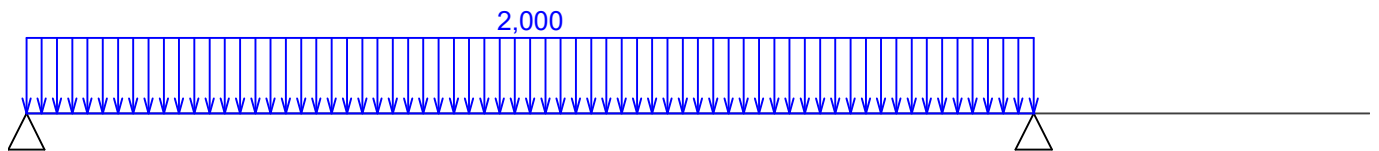
G2 silové-stálé - zatížení				
Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
pásové	0,000	8,000	1,000kN/m	-



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; mimořádná kombinace G1 + G2
2	Q5:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,5}^*Q5$
3	Q4:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,4}^*Q4$
4	Q3:G1+G2; mimořádná kombinace G1 + G2 + $\psi_{1,3}^*Q3$

#### Vnitřní síly

##### Celkový počet zatěžovacích případů: 4

##### 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	4,791	3,888	9,465	-
Min. hodnota	-4,674	-4,674	3,233	-

##### Q4:G1+G2:

	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	7,457	9,180	10,132	-
Min. hodnota	-6,566	-2,674	6,566	-

##### Q3:G1+G2:

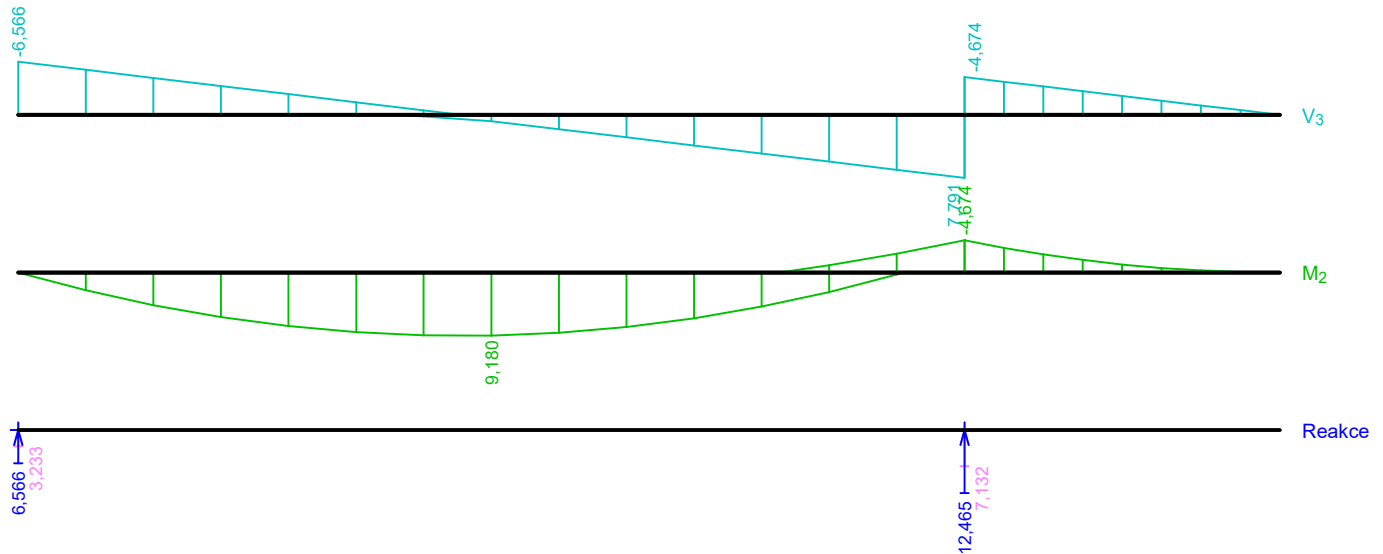
	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$R_z$ [kN]	$RO_x$ [kNm]
Max. hodnota	7,791	8,294	12,465	-
Min. hodnota	-6,233	-4,674	6,233	-

#### Obálky

Obálka mimořádná 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	-3,233	-6,566	6,566	3,233	-	-
0,429	2,596	1,260	-2,659	-5,563	-	-	-	-
0,857	4,759	2,274	-2,087	-4,563	-	-	-	-
1,286	6,500	3,045	-1,513	-3,560	-	-	-	-
1,714	7,809	3,570	-0,941	-2,560	-	-	-	-
2,143	8,695	3,851	-0,367	-1,557	-	-	-	-
2,571	9,151	3,888	0,205	-0,557	-	-	-	-
3,000	9,180	3,680	0,779	0,446	-	-	-	-
3,429	8,768	3,220	1,782	1,019	-	-	-	-
3,857	7,931	2,516	2,782	1,592	-	-	-	-

**Obálka mimořádná návrhová (MSÚ)**

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]
4,286	6,663	1,566	3,785	2,165	-	-	-	-
4,714	4,972	0,374	4,785	2,738	-	-	-	-
5,143	2,849	-1,065	5,788	3,311	-	-	-	-
5,571	0,304	-2,746	6,788	3,884	-	-	-	-
6,000	-2,674L	-4,674L	7,791L	4,457L	12,465	7,132	-	-
6,000	-2,674P	-4,674P	-2,674P	-4,674P	-	-	-	-
6,250	-2,048	-3,580	-2,340	-4,090	-	-	-	-
6,500	-1,505	-2,631	-2,006	-3,506	-	-	-	-
6,750	-1,045	-1,827	-1,672	-2,922	-	-	-	-
7,000	-0,669	-1,169	-1,337	-2,337	-	-	-	-
7,250	-0,377	-0,658	-1,003	-1,753	-	-	-	-
7,500	-0,168	-0,293	-0,669	-1,169	-	-	-	-
7,750	-0,042	-0,074	-0,334	-0,584	-	-	-	-
8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-


**Extrémny reakci**

Extrémny reakci mimořádná návrhová (MSÚ)	
x [m]	Reakce
0,000	Max R <sub>z</sub> = 6,566kN - Q4:G1+G2
0,000	Min R <sub>z</sub> = 3,233kN - Q5:G1+G2
6,000	Max R <sub>z</sub> = 12,465kN - Q3:G1+G2
6,000	Min R <sub>z</sub> = 7,132kN - G1+G2

**Klopení**
**Klopení od momentu M<sub>y</sub>:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l <sub>z1</sub> [m]	Tvar momentové plochy	Poloha zatížení
1	0,000	8,000	8,000	Prostý nosník, spojitě zatížení	1,000

**Klopení od momentu M<sub>z</sub>:**

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

## 1.2 Výsledky

### Mezivýsledky

#### G1+G2:

##### Posouzení požární situace:

Součinitele podmínek působení při požární situaci:

$$\kappa_1 = 0,700 \quad \kappa_2 = 1,000$$

Kritická teplota: 759,3°C

Vývoj teploty prvku:

Objemová hmotnost oceli  $\rho = 7,850E+03 \text{ kg/m}^3$

Polohový faktor  $\varphi = 1,000$

Povrchová emisivita  $\varepsilon_m = 0,700$

Emisivita požáru  $\varepsilon_f = 1,000$

Součinitel průřezu  $A/V = 154,888 \text{ m}^{-1}$

Součinitel přestupu tepla prouděním  $\alpha_c = 25,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Měrné teplo oceli se mění

od 439,8 J/kg/K při 20,0°C

do 1196,7 J/kg/K při 759,3°C

Doba požární odolnosti: 25,1 min > 15,0 min

**Požární odolnost vyhovuje**

##### Posouzení průřezu při teplotě oceli 651,2°C

Redukční součinitele vlastností materiálu:

$$k_y = 0,347$$

$$k_E = 0,218$$

##### Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / f_y)} = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 0,850$$

Zatřídění stojiny:

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

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

$$c/t = 13,1; \quad 13,1 \leq 28,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

**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  $V_{pl,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

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

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 61,605$  kN

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 61,605$  kN

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

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

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 140,730$  kN

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

$V_z \leq 0,5 * 61,605$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 140,730$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05$  mm<sup>3</sup>

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 28,599$  kNm

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 28,599$  kNm

Výpočet vlivu klopení:

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

Poloha zatížení na průřezu  $z_p = 140,0$  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  $\lambda_{bar,LT} = 1,281$

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,650$

$\varphi = 1,737$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,344$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 9,827$  kNm

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

$V_z \leq 0,5 * 61,605$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 140,730$  kN  $\Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

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

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 13,961$  kNm

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 13,961$  kNm

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,446 kN	61,605 kN	0,7 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,476 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

### Q5:G1+G2:

### Posouzení požární situace:

Součinitele podmínek působení při požární situaci:

$$\kappa_1 = 0,700 \quad \kappa_2 = 1,000$$

Kritická teplota: 799,0°C

Vývoj teploty prvku:

Objemová hmotnost oceli  $\rho = 7,850E+03 \text{ kg/m}^3$

Polohový faktor  $\varphi = 1,000$

Povrchová emisivita  $\varepsilon_m = 0,700$

Emisivita požáru  $\varepsilon_f = 1,000$

Součinitel průřezu  $A/V = 154,888 \text{ m}^{-1}$

Součinitel přestupu tepla prouděním  $\alpha_c = 25,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Měrné teplo oceli se mění

od 439,8 J/kg/K při 20,0°C

do 809,6 J/kg/K při 799,3°C

Doba požární odolnosti: 28,2 min > 15,0 min

**Požární odolnost vyhovuje**

### Posouzení průřezu při teplotě oceli 651,2°C

Redukční součinitele vlastností materiálu:

$$k_y = 0,347$$

$$k_E = 0,218$$

**Zatřídění průřezu:**

$$\varepsilon = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / f_y)} = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 0,850$$

Zatřídění stojiny:

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

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

$$c/t = 13,1; \quad 13,1 \leq 28,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

**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  $V_{pl,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

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

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

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

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 140,730 \text{ kN}$

**Výpočet únosnosti v ohybu od momentu  $M_y$**  $V_z \leq 0.5 * 61,605 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z $V_y \leq 0.5 * 140,730 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy yPlastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 2,454E05 \text{ mm}^3$ Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$ Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$ 

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  $\lambda_{bar,LT} = 1,281$ Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,650$  $\varphi = 1,737$ Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{LT,y} = 0,344$ Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{b,Rd,y} = 9,827 \text{ kNm}$ **Výpočet únosnosti v ohybu od momentu  $M_z$**  $V_z \leq 0.5 * 61,605 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z $V_y \leq 0.5 * 140,730 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy yPlastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 1,198E05 \text{ mm}^3$ Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 13,961 \text{ kNm}$ Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 13,961 \text{ kNm}$ **Posouzení smykové únosnosti**

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,779 kN	61,605 kN	1,3 %	Vyhovuje

**Posouzení ohybu** $0,375 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje**Q4:G1+G2:****Posouzení požární situace:**

Součinitele podmínek působení při požární situaci:

 $\kappa_1 = 0,700$   $\kappa_2 = 1,000$ Kritická teplota:  $659,7^\circ\text{C}$ 

Vývoj teploty prvku:

Objemová hmotnost oceli  $\rho = 7,850E+03 \text{ kg/m}^3$ Polohový faktor  $\varphi = 1,000$ Povrchová emisivita  $\varepsilon_m = 0,700$ Emisivita požáru  $\varepsilon_f = 1,000$ Součinitel průřezu  $A/V = 154,888 \text{ m}^{-1}$ Součinitel přestupu tepla prouděním  $\alpha_c = 25,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$



Měrné teplo oceli se mění

od 439,8 J/kg/K při 20,0°C

do 829,1 J/kg/K při 660,0°C

Doba požární odolnosti: 15,4 min > 15,0 min

**Požární odolnost vyhovuje**

### Posouzení průřezu při teplotě oceli 651,2°C

Redukční součinitele vlastností materiálu:

$k_y = 0,347$

$k_E = 0,218$

#### Zatřídění průřezu:

$\varepsilon = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / f_y)} = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 0,850$

Zatřídění stojiny:

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

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

$c/t = 13,1; 13,1 \leq 28,0; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části horní pásnice:

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

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

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 7,6; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

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

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

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 7,6; \text{ Třída 1}$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

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

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

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 7,6; \text{ Třída 1}$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

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

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

$c/t = 4,5; 4,5 \leq 7,6; \text{ Třída 1}$

**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  $V_{pl,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

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

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

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

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 140,730 \text{ kN}$

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

$V_z \leq 0,5 * 61,605 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 * 140,730 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

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

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$

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:  $k = 1,000; k_w = 1,000$

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

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

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

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

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

$$\text{Parametr nesymetrie průřezu: } \psi_f = 0,000$$

Součinitele zatížení a uložení konců:

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

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

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

$$\text{Poměrná štíhlost } \lambda_{bar,LT} = 1,281$$

$$\text{Součinitel imperfekce } \alpha = 0,650$$

$$\varphi = 1,737$$

$$\text{Součinitel příčné a torzní stability } \chi_{LT,y} = 0,344$$

$$\text{Moment únosnosti s vlivem klopení } M_{b,Rd,y} = 9,827 \text{ kNm}$$

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

$$V_z \leq 0,5 * 61,605 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$$V_y \leq 0,5 * 140,730 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$$

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

$$\text{Moment únosnosti průřezu } M_{c,Rd,z} = 13,961 \text{ kNm}$$

$$\text{Výpočtový moment únosnosti } M_{c,Rd,z} = 13,961 \text{ kNm}$$

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,446 kN	61,605 kN	0,7 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$$0,934 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Q3:G1+G2:

#### Posouzení požární situace:

Součinitele podmínek působení při požární situaci:

$$\kappa_1 = 0,700 \quad \kappa_2 = 1,000$$

$$\text{Kritická teplota: } 672,7^\circ\text{C}$$

Vývoj teploty prvku:

$$\text{Objemová hmotnost oceli } \rho = 7,850E+03 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Polohový faktor } \varphi = 1,000$$

$$\text{Povrchová emisivita } \varepsilon_m = 0,700$$

$$\text{Emisivita požáru } \varepsilon_f = 1,000$$

$$\text{Součinitel průřezu } A/V = 154,888 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{Součinitel přestupu tepla prouděním } \alpha_c = 25,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Měrné teplo oceli se mění

$$\text{od } 439,8 \text{ J/kg/K při } 20,0^\circ\text{C}$$

$$\text{do } 861,5 \text{ J/kg/K při } 673,1^\circ\text{C}$$

$$\text{Doba požární odolnosti: } 16,1 \text{ min} > 15,0 \text{ min}$$

**Požární odolnost vyhovuje**

### Posouzení průřezu při teplotě oceli $651,2^\circ\text{C}$

Redukční součinitele vlastností materiálu:

$$k_y = 0,347$$

$$k_E = 0,218$$

**Zatřídění průřezu:**

$$\varepsilon = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / f_y)} = 0,850 \times \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 0,850$$

Zatřídění stojiny:

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

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

$$c/t = 13,1; \quad 13,1 \leq 28,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

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

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

$$c/t = 4,5; \quad 4,5 \leq 7,6; \quad \text{Třída 1}$$

**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  $V_{pl,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

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

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 61,605 \text{ kN}$

#### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

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

Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 140,730 \text{ kN}$

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

$V_z \leq 0,5 \cdot 61,605 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0,5 \cdot 140,730 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

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

Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 28,599 \text{ kNm}$

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:

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

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

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

Poměrná štíhlost  $\lambda_{\text{bar,LT}} = 1,281$

Součinitel imperfekce  $\alpha = 0,650$

$\varphi = 1,737$

Součinitel příčné a torzní stability  $\chi_{\text{LT,y}} = 0,344$

Moment únosnosti s vlivem klopení  $M_{\text{b,Rd,y}} = 9,827 \text{ kNm}$

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

$V_z \leq 0.5 * 61,605 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 * 140,730 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul  $W_{\text{pl,z}} = 1,198\text{E}05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu  $M_{\text{c,Rd,z}} = 13,961 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti  $M_{\text{c,Rd,z}} = 13,961 \text{ kNm}$

### Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$V_z$	0,779 kN	61,605 kN	1,3 %	Vyhovuje

### Posouzení ohybu

$0,832 < 1 \Rightarrow$  Vyhovuje

### Celkové posouzení

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

Kritická teplota: 659,7°C Doba požární odolnosti: 15,4 min  $\geq$  15,0 min **Vyhovuje**

Posouzení v čase  $t = 15,0 \text{ min}$ :

Teplota plynů: 738,6°C Teplota oceli: 651,2°C

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

$0,446 \text{ kN} < 61,605 \text{ kN}$  **Vyhovuje**

Ohybový moment:  $M_y = 9,180 \text{ kNm}$

Posudek ohybu:

Únosnost:  $M_{\text{y,R}} = 9,827 \text{ kNm}$

$|0,934| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**