

**A Vstupní údaje**

plech se zvlněním	68 x 13 mm
tloušťka plechu	$t = 2,00$ mm
tloušťka plechu na konci životnosti kce	$t_{100} = 2,00$ mm
účinné rozpětí	$D_h = 1,455$ m
účinná výška	$D_v = 0,985$ m
svetlé rozpětí konstrukce	$L_s = L_d = 1,440$ m
polomer krivosti steny k neutrálné ose	$R = 0,144$ m
polomer ve vrcholu konstrukce	$r_1 = 0,700$ m
modul pružnosti oceli konstrukce	$E_a = 2,1E+05$ MPa

	hodnoty pro	$t = 2,00$ mm	$t_{100} = 2,00$ mm
plocha ocelového profilu	$A_a =$	$0,002160$ m <sup>2</sup> /m	$A_{a,100} = 0,002160$ m <sup>2</sup> /m
moment setrvačnosti steny ocel. profilu	$I_a =$	$4,1E-08$ m <sup>4</sup> /m	$I_{a,100} = 4,1E-08$ m <sup>4</sup> /m
polomer setrvačnosti	$i_a =$	$0,004351$ m	$i_{a,100} = 0,004351$ m
mez kluzu steny ocel. profilu	$f_y =$	$355$ MPa	
secnový modul pretvárnosti zásypu	$E_s =$	$24,00$ MPa	
výška nadzásypu	$h_z =$	$0,232$ m	
výška nivelety koleje nad vrcholem kce	$h_p =$	$0,782$ m	
objemová tíha zásypu	$\gamma_z =$	$20,0$ kNm <sup>-3</sup>	
součinitel zatížení pro zásyp	$\gamma_1 =$	$1,2$	
součinitel zatížení pro zatížení dopravou	$\gamma_2 =$	$1,4$	

**B Zatížení****B.1 Zatížení stálé a nahodilé dlouhodobé****Vlastní hmotnost**

Ize zanedbat

**Zatížení od kolejí a šterkového lože** $b = 3,00$  m roznášecí šířka

Popis zatížení				normové		souc.zatíž	výpočtové
Kolejové lože	$20,0$ kNm <sup>-3</sup>	$550$ mm		$11,00$ kNm <sup>-2</sup>		$1,40$	$15,40$ kNm <sup>-2</sup>
Kolejnice s upevňovacími	$1,80$ kNm <sup>-2</sup>			$0,60$ kNm <sup>-2</sup>		$1,20$	$0,72$ kNm <sup>-2</sup>
Zvýšení na betonové pražce	$3,00$ kNm <sup>-2</sup>			$1,00$ kNm <sup>-2</sup>		$1,20$	$1,20$ kNm <sup>-2</sup>
CELKEM		$g_s$		$12,60$ kNm <sup>-2</sup>			$17,3$ kNm <sup>-2</sup>

Zatížení zeminou

$$g_z = h_z \cdot \gamma_z \cdot \gamma_1 = 0,232 \cdot 20,0 \cdot 1,2 = 5,6 \text{ kNm}^{-2}$$

Výpočtová hodnota celkového zatížení stálého a nahodilého dlouhodobého

$$W_{gq,d} = (g_s + g_z) \cdot L_s = (17,3 + 5,6) \cdot 1,440 = 32,96 \text{ kNm}^{-1}$$

**B.2 Zatížení nahodilé krátkodobé**Zatížení dopravou

náhradní plošné zatížení  $p_{k,n} = 51,0 \text{ kNm}^{-2}$  dle CD MVL 991 tab. 2

$$\delta = \frac{2,16}{L_d^{0,5} \cdot 0,2} \cdot 0,73 \cdot 0,1 \cdot (h_p \cdot 0,5) = 2,86 > 2,0$$

$$\delta = 2,00$$

soucinitel kategorie trate dle CSN 73 6203 - **Težký zatežovací vlak CSD T**  $\gamma = 1,25$

Výpočtová hodnota celkového zatížení nahodilého krátkodobého

$$W_{k,d} = p_{k,n} \cdot \gamma_2 \cdot d \cdot \gamma = 51,0 \cdot 1,4 \cdot 2,00 \cdot 1,25 = 178,50 \text{ kNm}^{-1}$$

**C Posouzení****C.1 Normálová síla v oceli od zatížení stálého a nahodilého dlouhodobého**

$$\text{koeficient relativní tuhosti konstrukce vzhledem k zásypu} \quad C_s = \frac{E_s \cdot D_v}{E_a \cdot A_a} = 0,052$$

soucinitel klenbového působení  $A_f = 1,5$  dle CD MVL 991 obr. 2

$$\text{normálová výpočtová síla} \quad N_{gq,d} = 0,5 \cdot (1,0 - 0,1 \cdot C_s) \cdot A_f \cdot W_{gq,d} = 24,59 \text{ kNm}^{-1}$$

**C.2 Normálová síla v oceli od zatížení nahodilého krátkodobého**

$$\text{normálová výpočtová síla} \quad N_{k,d} = 0,5 \cdot D_h \cdot W_{k,d} = 129,86 \text{ kNm}^{-1}$$

**C.3 Výpočtové napětí v oceli od součtu všech zatížení**

$$N_{sd} = N_{gq,d} + d \cdot N_{k,d} = 24,59 + 2,00 \cdot 129,86 = 284,31 \text{ kN}$$

$$\text{normálové napětí ve stěně ocelového pruhu} \quad s_{a,sd} = \frac{N_{sd}}{A_a} = 131624 \text{ kPa} = 131,62 \text{ MPa}$$

**C.4 Posouzení únosnosti tlacené stěny ocelového profilu v mezním stavu**

$$\text{modifikovaný modul pretvárnosti zásypu} \quad E_m = E_s \cdot \frac{1}{\gamma_1} \cdot \frac{r_1}{r_1 + h_p} \cdot \frac{\gamma_2}{\gamma_3} = 18,65 \text{ MPa}$$

$$\text{štíhlostní součinitel} \quad \gamma = 1,22 \cdot \frac{1}{1,0} \cdot 1,6 \cdot \frac{E_a \cdot I_a}{E_m \cdot r_1^3} = 1,22 \text{ platí pro horní dílce všech konstrukcí, kromě tlamových profilů s poměrem } D/D_h \text{ do } 0,4$$

součinitel zohledňující relativní tuhost steny ocelového profilu vzhledem k okolní zemi

$$K = \sqrt[3]{\frac{E_a}{E_m} \frac{I_a}{R^3}} = 0,765$$

redukční součinitel zohledňující boulení steny ocelového profilu

$$\eta = \sqrt[3]{\frac{h_p}{r_1}} = 1,06 = 1,0 \quad \eta = 1,06$$

ekvivalentní polomer krivosti

$$R_e = \frac{i_a}{K} \sqrt[3]{\frac{6E_a}{f_y}} = 0,349 \text{ m}$$

redukční souc. upravující únosnost steny ocelového profilu pro paralelně vedle sebe uložené kce

pro samostatné kce  $F_m = 1,0$

dílčí součinitel spolehlivosti materiálu pro tlakovou únosnost steny s ohledem na boulení

$$F = 0,8$$

$$R = R_e \quad f_{b,d} \leq F_m \eta f_y \sqrt[3]{\frac{f_y K R^2}{12 E_a i_a^2}}$$

$$R > R_e \quad f_{b,d} \leq \frac{3 F_m E_a}{\sqrt[3]{\frac{K R^2}{i_a^2}}}$$

$$R = 0,144 \text{ m} \quad R_e = 0,349 \text{ m}$$

únosnost steny ocelového profilu s ohledem na stabilitu  $f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$

V mezním stavu nesmí výpočtová hodnota normálového napětí v oceli přesáhnout výpočtovou tlakovou únosnost steny ocelového profilu.

$$s_{a,sd} = f_{b,d} \quad s_{a,sd} = 131,62 \text{ MPa} = f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$$

vyhovuje

## D Zatížitelnost

únosnost steny ocelového profilu

$$f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$$

napětí od zat.stálého a nahodilého dlouhodobého

$$s_{gq,d} = \frac{N_{gq,d}}{A_a} = 11384,4 \text{ kPa} = 11,38 \text{ MPa}$$

napětí od zatížení zatežovacím schématem UIC-71

$$s_{k,d} = \frac{N_{k,d}}{A_a} = 60120 \text{ kPa} = 60,12 \text{ MPa}$$

$$\text{zatížitelnost} \quad Z_{UIC} = \frac{f_{b,d} \eta \eta_{g,d}}{\eta_{k,d}} = 4,13 \quad \text{UIC-71}$$

**E Posouzení konstrukce na konci životnosti konstrukce****E.1 Normálová síla v oceli od zatížení stálého a nahodilého dlouhodobého**

koeficient relativní tuhosti konstrukce vzhledem k zásypu  $C_s = \frac{E_s \cdot D_v}{E_a \cdot A_{a,100}} = 0,052$

součinitel klenbového působení  $A_f = 1,5$  dle CD MVL 991 obr. 2

normálová výpočtová síla  $N_{gq,d} = 0,5 \cdot (1,0 + 0,1 \cdot C_s) \cdot A_f \cdot W_{gq,d} = 24,59 \text{ kNm}^{-1}$

**E.2 Normálová síla v oceli od zatížení nahodilého krátkodobého**

normálová výpočtová síla  $N_{k,d} = 0,5 \cdot D_h \cdot p_{k,d} = 64,93 \text{ kNm}^{-1}$

**E.3 Výpočtové napětí v oceli od součtu všech zatížení**

$N_{sd} = N_{gq,d} + d \cdot N_{k,d} = 24,59 + 2,00 \cdot 64,93 = 154,45 \text{ kN}$

normálové napětí ve stěně ocelového průřezu  $\sigma_{a,sd} = \frac{N_{sd}}{A_{a,100}} = 71504 \text{ kPa} = 71,50 \text{ MPa}$

**E.4 Posouzení únosnosti tlacené stěny ocelového profilu v mezním stavu**

modifikovaný modul přetvárnosti zásypu  $E_m = E_s \cdot \frac{r_1^2}{r_1 \cdot h_p} = 18,65 \text{ MPa}$

štíhlostní součinitel  $\gamma = 1,22 \cdot \frac{E_a \cdot I_a}{E_m \cdot r_1^3} = 1,22$  platí pro horní dílce všech konstrukcí, kromě tlamových profilů s poměrem  $D/D_h$  do 0,4

součinitel zohledňující relativní tuhost stěny ocelového profilu vzhledem k okolní zemi

$K = \frac{E_a \cdot I_a}{E_m \cdot R^3} = 0,765$

redukční součinitel zohledňující boulení stěny ocelového profilu

$\gamma = \frac{h_p}{r_1} = 1,06 = 1,0$   $\gamma = 1,06$

ekvivalentní poloměr krivosti

$R_e = \frac{i_a \cdot \sqrt{6 E_a}}{K \cdot f_y} = 0,349 \text{ m}$

redukční souč. upravující únosnost stěny ocelového profilu pro paralelně vedle sebe uložené kce

pro samostatné kce  $F_m = 1,0$

dílčí součinitel spolehlivosti materiálu pro tlakovou únosnost stěny s ohledem na boulení

$F = 0,8$

$$R = R_e \quad f_{b,d} = \frac{f_y}{\gamma_{M_1}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M_1}} \cdot \frac{K R^2}{12 E_a i_a^2}$$

$$R > R_e \quad f_{b,d} = \frac{3 f_y F_m E_a}{K R^2 i_a^2}$$

$$R = 0,144 \text{ m} \quad R_e = 0,349 \text{ m}$$

únosnost steny ocelového profilu s ohledem na stabilitu  $f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$

V mezním stavu nesmí výpočtová hodnota normálového napětí v oceli přesáhnout výpočtovou tlakovou únosnost steny ocelového profilu.

$$s_{a,sd} = f_{b,d} \quad s_{a,sd} = 71,50 \text{ MPa} = f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$$

vyhovuje

### F Zatížitelnost na konci životnosti konstrukce

únosnost steny ocelového profilu  $f_{b,d} = 259,77 \text{ MPa}$

napětí od zat.stálého a nahodilého dlouhodobého  $s_{gq,d} = \frac{N_{gq,d}}{A_a} = 11384 \text{ kPa} = 11,38 \text{ MPa}$

napětí od zatížení zatežovacím schématem UIC-71  $s_{k,d} = \frac{N_{k,d}}{A_a} = 60120 \text{ kPa} = 60,12 \text{ MPa}$

$$\text{zatížitelnost} \quad Z_{UIC} = \frac{f_{b,d}}{s_{k,d}} = \frac{259,77}{60,12} = 4,13 \quad \text{UIC-71}$$