
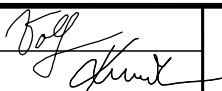



Vedoucí projektant : Ing. Pavel Kurečka 	Projektant Ing. Marek Volf		 Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o. Starobělská 3151/83, Ostrava 700 30 mobil 603 266 474 kurecka@mostykurecka.cz
Kontroloval Ing. Pavel Kurečka			
Objednatel: Město Bohumín			
Stavba (místo) : LÁVKA ev.č. 06-06-02L PŘES BOHUMÍNSKOU STRUŽKU (ul. Větrná)			
Část / objekt:			Datum 04/2020 Formát Měřítko Účel TP Č.zakázky 2019-56
Název : Statický výpočet zatížitelnosti			Č.soupravy Č. výkresu 14

STATICKÝ VÝPOČET

na akci

Lávka ev.č. 06-06-02L přes Bohumínskou stružku

Identifikační údaje

Stavba	:	Lávka přes Bohumínskou stružku v obci Bohumín-Šunychl
Stavební objekt	:	-
Stupeň dokumentace	:	Stavební údržba
Investor, správce	:	Město Bohumín
Projektant	:	Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o. Starobělská 3151/83, 700 30 Ostrava - Zábřeh
Zodpovědný projektant	:	Ing. Pavel Kurečka
Vypracoval	:	Ing. Marek Volf
Zakázkové číslo	:	2019-56
Datum	:	duben 2020

1. Všeobecně

Předmětem statického výpočtu je posouzení nosné konstrukce a spodní stavby lávky přes vodní tok Bohumínská stružka, k.ú. Nový Bohumín. Stávající nosná konstrukce lávky je v nevyhovujícím technickém stavu. Stávající nosná konstrukce bude vyměněna. Stávající spodní stavba bude zachována a zesílena. Lávka slouží jen pro provoz pěších.

Lávka je kolmá o třech polích. Délka přemostění 14,91 m a volné šířka 1,27 m. Nosnou konstrukci tvoří 2 hlavní ocelové nosníky (UPN 240) s příčníky (UPN 140/ IPN 140). Mostovka je otevřená z kompozitních roštů tl. 50 mm. Lávka je navržena na zatížení dle ČSN EN 1991-2.

2. Podklady

PD TP „Zjednodušená PD stavební údržby lávky ev.č. 06-06-02L přes Bohumínskou stružku“ (Ing. Pavel Kurečka Mosty s.r.o., Ostrava, 2020).

3. Obsah statického výpočtu

- Nosná konstrukce
- Založení – založení opěr

4. Použitá literatura a výpočtové programy

- 1) ČSN EN 1990 – Zásady navrhování
- 2) ČSN EN 1991-1-1 – Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení

- 3) ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou
- 4) ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 5) ČSN EN 1992-2 – Navrhování ocelových konstrukcí – Ocelové mosty

5. Popis konstrukce

Spodní stavba

Stávající betonové opěry jsou v nevyhovujícím stavebně technickém stavu pro uložení nosné konstrukce. Budou zhotoveny opěry nové železobetonové z betonu C30/37–XF2. Nové opěry budou umístěny za stávajícími opěrami. Rub opěr je nepřístupný a proto není známa jejich tloušťka. Rub stávajících opěr a závěrné zídky budou odstraněny v rozsahu nutném pro vybudování nových opěr. Založení nových opěr bude plošné.

Stávající pilíře budou zesíleny. Pilíře tvoří obdélníkový betonový základ, do kterého jsou kotveny dvě ocelové trouby průměru 220 mm. Trouby jsou vyplněny betonem. Stativo je ocelové z profilu I 200. Ocelový nosník je vyvařen do ocelové trouby a spodní pásnice je zabetonována.

Založení pilířů zůstane beze změny. Dříky budou obetonovány betonem (C30/37–XF2). Na návodní straně pilíře bude vytvořen břit z ocelového L profilu. Nová nosná konstrukce bude uložena výše. Na stávající stativo bude uloženo nové stativo z ocelového válcovaného nosníku IPE550.

Nosná konstrukce

Lávka je třípolová, kolmá, o délce přemostění 14,91 m a volné šířce 1,27 m. Nosná konstrukce lávky bude ocelová trémová, tvořená 2 hlavními nosníky UPN 240. Koncové a mezilehlé příčníky nad pilíři budou z IPN 140 mezilehlé příčníky budou z UPN 140 á 1,30 m a budou lícovat s horním povrchem hlavních nosníků.

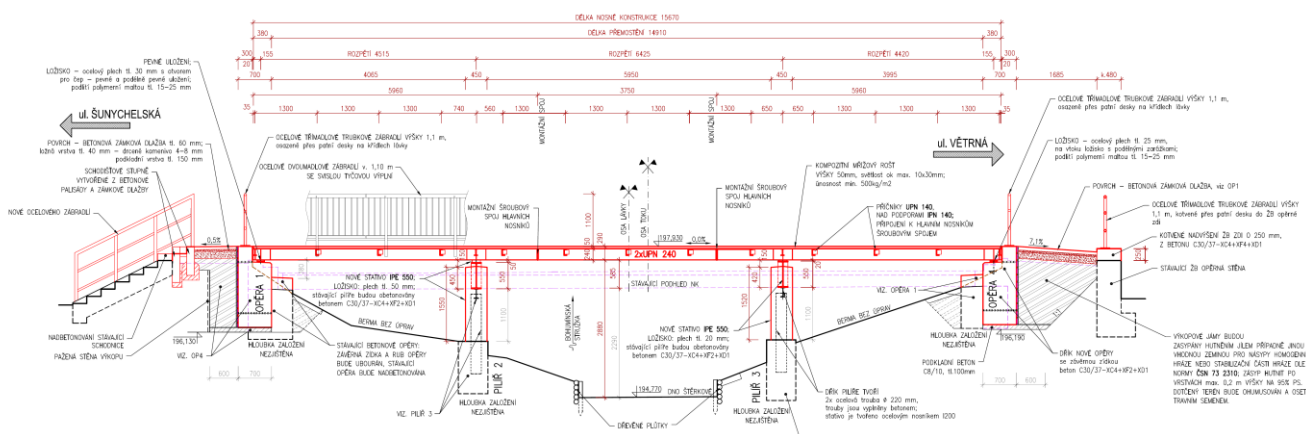
Mostovka bude otevřená z kompozitních mřížových roštů tl.50mm a o světlosti ok maximálně 10x30 mm, o únosnosti min. 500kg/m2 pro rozpětí 1,3 m.

Ložiska

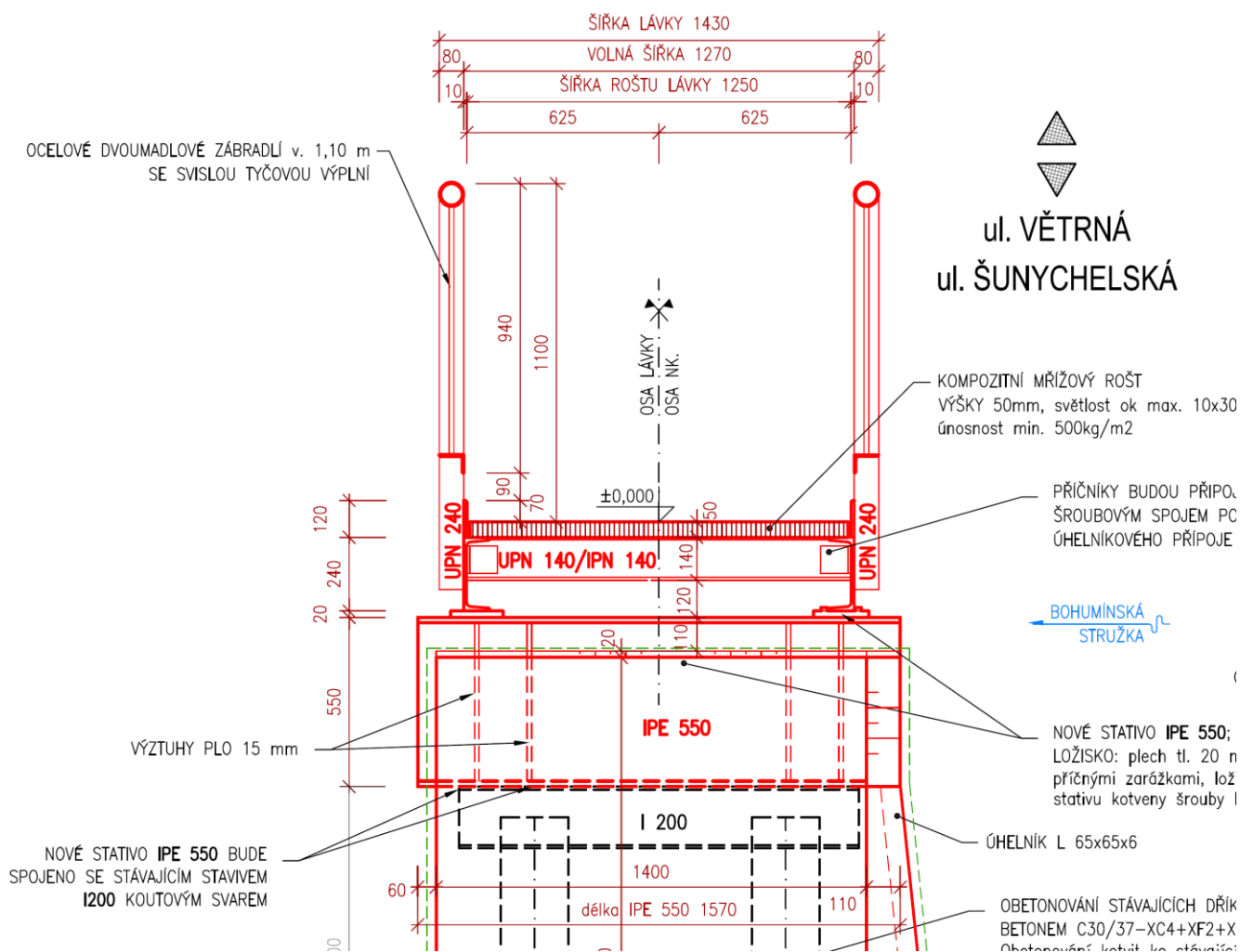
Ložiska budou tvořena ocelovými plechy. Na opěrách budou ocelové plechy podlity polymermaltou. K ocelovému stativu budou přivařeny, koutovými svary.

6. Přehledné výkresy lávky

Podélný řez



Příčný řez



NOSNÁ KONSTRUKCE

7. Výpočtový model

Statický model pro výpočet vnitřních sil odpovídá tvaru a dimenzím reálné konstrukce. Lávka je dimenzována na zatížení stálé a nahodilé dle ČSN EN 1991-2. Kombinace zatížení a jejich součinitele byly aplikovány dle zásad v ČSN EN 1990.

Zatížení stálé bylo stanoveno dle skutečných rozměrů a na základě objemových tíh materiálů uvedených v ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení nahodilé je uvažováno

- rovnoměrné ($5,0 \text{ kN/m}^2$)
- soustředěné (osamělá síla 2 kN).
- zatížení obslužným vozidlem nebylo uplatněno, jelikož na vjezdech na lávku není možný vzhledem k poloze lávky

Rozpětí polí $L_1 = 4,52 \text{ m}$

$L_2 = 6,43 \text{ m}$

$L_3 = 4,42 \text{ m}$

Dynamický součinitel se při výpočtu neuplatní, jelikož platí:

Tíha na 1 nosník lávky (střední pole):

$$G = G_{o,k} + G_{1,k} = 6,43 \cdot 0,33 + 0,625 \cdot 5 \cdot 0,16 + 0,625 \cdot 6,43 \cdot 0,6 = 5,03 \text{ kN}$$

Příčinková pořadnice průhybu v místě největšího průhybu: $\eta = 0,184 \text{ mm/kN}$

Perioda vlastního kmitání: $T = 0,045 \cdot (G \cdot \eta)^{1/2} = 0,045 \cdot (5,033 \cdot 0,184)^{1/2} = 0,043 \text{ s}$

Vlastní frekvence lávky: $f = 1/T = 1/0,043 = 23,25 \text{ Hz} \rightarrow (\text{mimo } 1\div 5 \text{ Hz})$

8. Materiálové charakteristiky

Nosná konstrukce

$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

$E = 210 \text{ GPa}$

$\gamma_{M0} = 1,0$

$\gamma_{M1} = 1,1$

9. Zatížení a vnitřní síly

Přehled zatěžovacích stavů

ZS1	-	vlastní tíha
ZS2	-	ostatní stálé zatížení
ZS3	-	rovnoměrné zatížení – chodci na lávce
ZS4	-	soustředěné zatížení

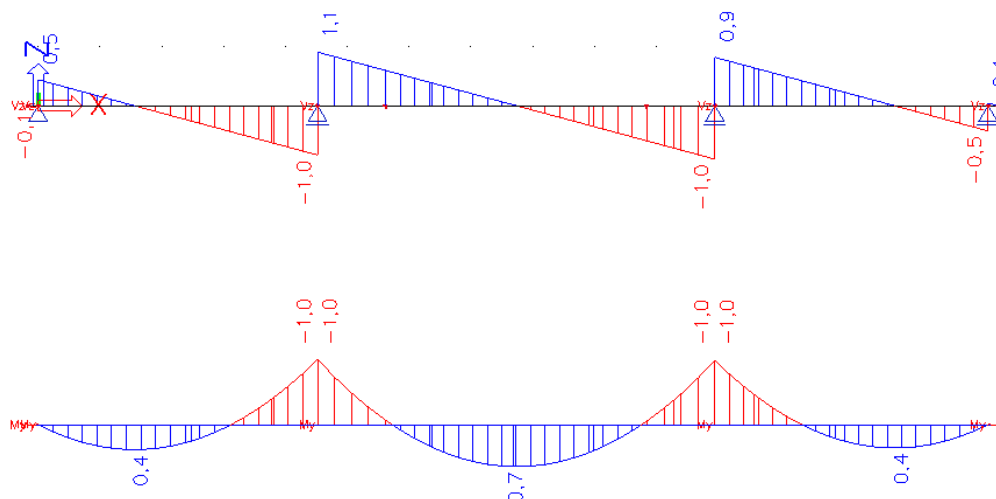
Zatěžovací stavy

Zatížení je vztaženo vždy na 1 nosník.

ZS1) Vlastní tíha

Hlavní nosníky UPN 240 : 33,2 kg/m²





Obr. Průběh vnitřních sil od vlastní tíhy – podporové reakce (kN), posouvající síly (kN), ohybový moment (kNm)

Tíha hlavního nosníku bude generována programem. Zatížení od příčníků bude nahrazeno osamělým břemenem.

$$g_{0,p-UPN} = m_{IPN} * b = 0,143 * 0,63 = 0,09 \text{ kN/m}$$

$$g_{0,p-IPN} = m_{UPN} * b = 0,16 * 0,63 = 0,10 \text{ kN/m}$$

ZS2) Ostatní stálé zatížení

Příčníky IPN 140 (4 ks)	:	14,3 kg/m
Příčníky UPN 140 (11 ks)	:	16 kg/m
Kompozitní mřížový rošt	:	~ 30 kg/m ²
Zábradlí	:	~ 50 kg/m

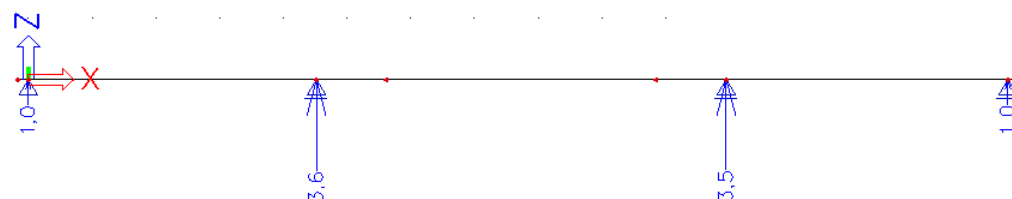
Zatížení od příčníků bude nahrazeno osamělým břemenem.

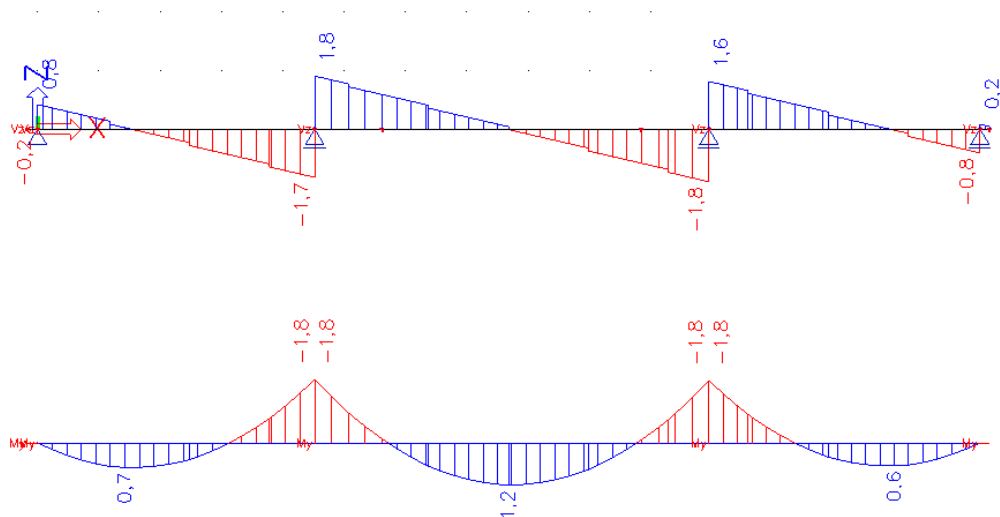
$$g_{0,p-UPN} = m_{IPN} * b = 0,143 * 0,63 = 0,09 \text{ kN/m}$$

$$g_{0,p-IPN} = m_{UPN} * b = 0,16 * 0,63 = 0,10 \text{ kN/m}$$

Zábradlí a kompozitní rošt bude nahrazeno spojitým rovnoměrným zatížením.

$$g_{1,k} = 2,0 * 0,50 / 2 + 0,30 * 0,63 = 0,69 \text{ kN/m}$$



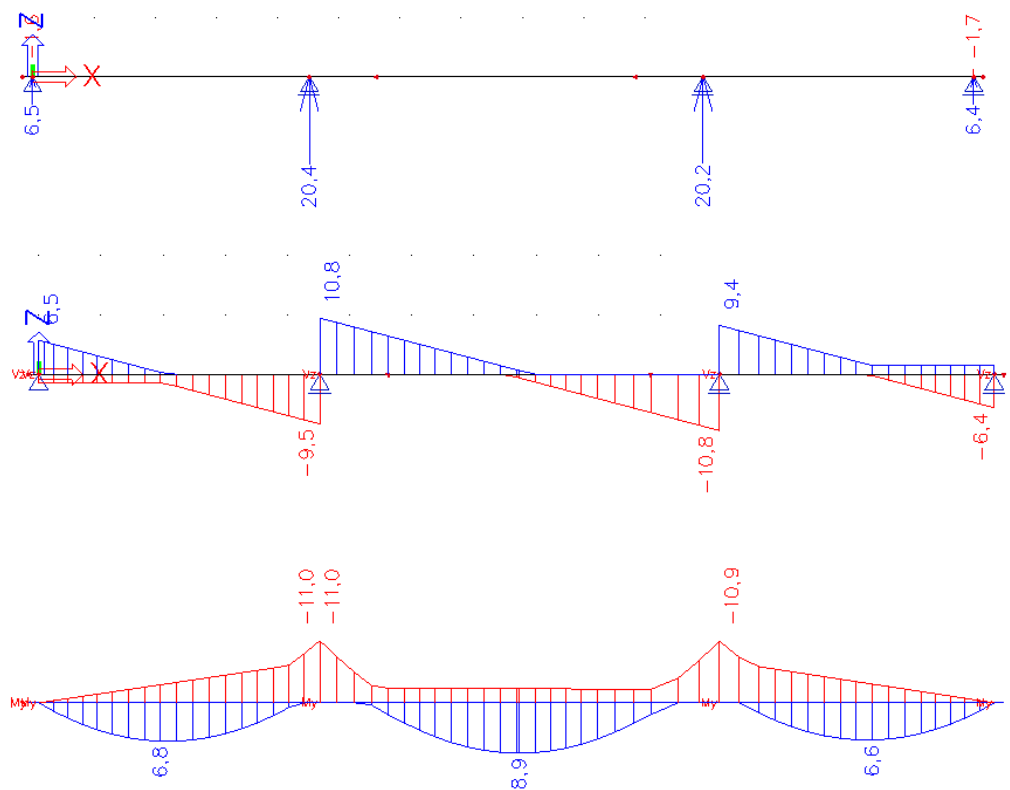


Obr. Průběh vnitřních sil od ostatního stálého zatížení – posouvající síly (kN), ohybový moment (kNm)

ZS3) Rovnoměrné zatížení - chodci

Plošné zatížení $5,0 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 5,0 \cdot 0,63 = 3,15 \text{ kN/m}$$



Obr. Průběh vnitřních sil od proměnného zatížení – zatížení chodci – posouvající síly (kN), ohybový moment (kNm)

ZS4) Soustředěné zatížení

Osamělá síla $Q_{fwk} = 2 \text{ kN}$ na roznášecí ploše $0,1 \times 0,1 \text{ m}$.

Při posouzení hlavních prvků nosné konstrukce se neuplatní, jelikož účinek \ll ZS3. Účinek je třeba posoudit při návrhu kompozitního pochozího roštu.

10. Vnitřní síly - kombinace

Součinitele zatížení

$\gamma_g = 1,35$ - pro stálé zatížení
 $\gamma_q = 1,35$ - pro nahodilé zatížení

Vnitřní síly v hlavním nosníku - kombinace

$$M_{sd} = \gamma_g \cdot (M_{g0} + M_{g1}) + \gamma_q \cdot M_q = 1,35 \cdot (1,0 + 1,8) + 1,35 \cdot 11,0 = 18,63 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = \gamma_g \cdot (V_{g0} + V_{g1}) + \gamma_q \cdot V_q = 1,35 \cdot (1,1 + 1,8) + 1,35 \cdot 10,9 = 18,63 \text{ kN}$$

Reakce na ložiska - opěry

$$R_{\max,d} = \gamma_g \cdot (R_{g0} + R_{g1}) + \gamma_q \cdot R_q = 1,35 \cdot (0,6 + 1,0) + 1,35 \cdot 6,5 = 10,93 \text{ kN}$$

$$R_{\min,d} = \gamma_g \cdot (R_{g0} + R_{g1}) + \gamma_q \cdot R_q = 0,9 \cdot (0,6 + 1,0) + 1,35 \cdot (-1,7) = -0,86 \text{ kN}$$

Aby nedocházelo k nadzvedávání nosné konstrukce, je nutné nosnou konstrukci kotvit k opěře.

11. Hlavní nosník – mezní stav únosnosti – posouzení

$M_{b,Rd}$ – ohybový moment na mezi únosnosti, s vlivem klopení

Zatřídění průřezu UPN 240:

Stojina: $c/t = 240/9,5 = 25,26 < 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/235)} = 72,0 \rightarrow$ třída 1

Pásnice: $c/t = 85/13 = 6,5 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot \sqrt{(235/235)} = 9,0 \rightarrow$ třída 1

Postup výpočtu M_{Rd} :

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L_z^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{L_z}{L_\omega} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z}} + (C_2 e_z)^2 + C_2 e_z \right] \quad - \text{kritický moment}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad - \text{poměrná štíhlost}$$

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

- součinitel vzpěrnosti při klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

- momentová únosnost při klopení

	UPN 240	
E	210000	MPa
G	81000	MPa
f _y	235	MPa
γ _M	1,1	-
I _z	2,48E+08	mm ⁴
I _t	1,97E+05	mm ⁴
I _w	2,21E+10	mm ⁶
W _{pl,y}	3,00E+05	mm ³
C ₁	2,61	-
C ₂	1,56	-
e _z	-120	mm
L _z	6430	mm
L _w	6430	mm
α _{LT}	0,76	-
M _{cr}	117819210	Nmm
λ _{LT}	0,77354664	-
φ	1,01713493	-
χ _{LT}	0,59609639	-
M _{b,Rd}	38,20	kNm

$$M_{Rd} = 38,2 \text{ kNm} > M_{sd} = 18,63 \text{ kNm} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

V_{Rd} – posouvající síla na mezi únosnosti

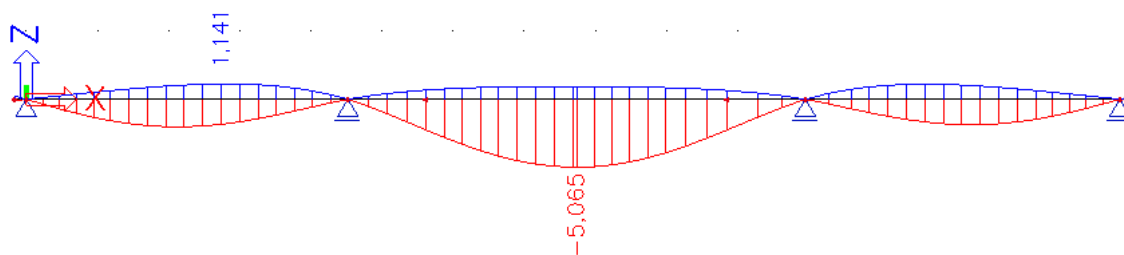
$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mo}) = 240 \cdot 9,5 \cdot 235 / (\sqrt{3} \cdot 1,0) = 309,34 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} = 309,34 \text{ kN} > V_{sd} = 18,63 \text{ kN} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Pozn.: Při tzv. malém smyku ($V_{pl,Rd} > 2 \cdot V_{Ed}$) není třeba snižovat ohybovou únosnost $M_{pl,Rd}$.

12. Nosná konstrukce – mezní stav použitelnosti - průhyb

Průhyb je vyjádřen pro součinitel zatížení $\gamma_g = \gamma_q = 1,0$



$$\delta = 5,1 \text{ mm} < L / 250 = 6430 / 250 = 25,72 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

13. Dilatace

Výpočet **teplotní délkové roztažnosti NK:**

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

$T_0 = 10^\circ\text{C}$ (výchozí teplota)

Oblast: Bohumín

Teploty vzduchu ve stínu: $T_{\min} = -36,0^\circ\text{C}$

$T_{\max} = +38,0^\circ\text{C}$

Typ konstrukce: 1

Teploty konstrukce

$$T_{e,\min} = T_{\min} - 3 = -36 - 3 = -39^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 16 = 38 + 16 = +54^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 10 - (-39) = (-) \quad 49^\circ\text{C} \quad (\text{ochlazení} \rightarrow \text{zkrácení})$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 54 - 10 = (+) \quad 44^\circ\text{C} \quad (\text{oteplení} \rightarrow \text{prodloužení})$$

$L = 15,36 \text{ m}$ (součet rozpětí)

$$\Delta L^- = \alpha \cdot L \cdot \Delta T_{N,\text{con}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \cdot 15.360 \cdot (-49) = -7,5 \text{ mm}$$

$$\Delta L^+ = \alpha \cdot L \cdot \Delta T_{N,\text{exp}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \cdot 15.360 \cdot 44 = +6,7 \text{ mm}$$

Dilatace mezi NK a závěrnou zídou na opěře 2 bude 20 mm. Na opěře 1 bude nosná konstrukce pevně uložena.

14. Závěr

Lávka je navržena na zatížení dle ČSN EN 1991-2. Nosná konstrukce bezpečně přenesne zatížení, které na ni bude působit.

Ostrava, duben 2020

Vypracoval: Ing. Marek Volf