


C SO 201

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM : S-JTSK
VÝŠKOVÝ SYSTÉM : Bpv

VEDOUČÍ PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA		 PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r.o. OSO VÁ 20, 625 00 BRNO		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Magda ZDRAŽILOVÁ				
VYPRACOVAL	Ing. Magda ZDRAŽILOVÁ				
KONTROLOVAL	Ing. Jiří ŠRUBAŘ				
KRAJ	JIHOČESKÝ	INVESTOR	Městský úřad Dačice	DATUM	04/2016
NÁZEV AKCE <div>Rekonstrukce lávky pro pěší ve Velkém Pěčíně</div>				FORMÁT	A4
				MĚŘÍTKO	
				ÚČEL	DSP+ZDS
				ČÍS. ZAKÁZKY	16007
				ARCHIVNÍ ČÍS.	C201_08_SV.zip
NÁZEV PŘÍLOHY <div>STATICKÝ VÝPOČET</div>				ČÍS. SOUPRAVY	PŘÍLOHA 9

STATICKÝ VÝPOČET

Rekonstrukce lávky pro pěší ve Velkém Pěčíně DSP, ZDS

OBSAH:

1 Úvod	str.	1
2 Přehledné výkresy	str.	3
3 Zatížení	str.	6
4 Statická analýza	str.	13
5 Křídla	str.	16
6 Posouzení	str.	17
7 Mikropiloty	str.	22
8 Schéma výztuže	str.	23
9 Závěr	str.	24

1 Úvod

1.1. PŘEDPISY A LITERATURA

ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení větrem
ČSN EN 1991-1-5	Zatížení teplotou
ČSN EN 1991-2	Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-2	Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty

1.2. POPIS KONSTRUKCE LÁVKY

Základní údaje o lávce

Charakteristika lávky	Lávka převádí stezku pro pěší přes řeku Moravská Dyje v obci Velký Pěčín. Konstrukci lávky tvoří ocelová svařovaná konstrukce z válcovaných nosníků.
Délka přemostění	13,60 m
Délka lávky	15,40 m
Délka nosné konstrukce	15,00 m
Rozpětí	14,50 m
Šikmost lávky	kolmá, 99,2 ^o
Volná šířka	1,50 m
Šířka průchozího prostoru	1,50 m
Šířka lávky	1,73 m
Výška lávky	3,20 m
Stavební výška	0,40 m
Plocha nosné konstrukce	25,95 m ²

Založení

Není znám způsob založení.

Spodní stavba

Spodní stavba je tvořena dvěma opěrami pravděpodobně z prostého betonu s křídly navazujícími na dřívky.

Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci lávky tvoří ocelová konstrukce o jednom poli, tvořena dvěma hlavními nosníky profilu UPE 400. Mostovka je mezilehlá, zapuštěná mezi hlavní nosníky, tvořena ocelovým plechem tloušťky 15 mm. Příčnický jsou profilu IPE 220 s osovou vzdáleností 1,45 m. Světlost mostu je 13,60 m, teoretické rozpětí 14,5 m. Volná šířka lávky je 1,5 m.

2 Přehledné výkresy

Akce: I/14 most ev. č. 14-062 Javorník
Objekt: SO 201
Příloha: Statický výpočet

Zakázka:
14154
DSP+IČ, VD-ZDS+AD

2.1. PŮDORYS

2.2. PODÉLNÝ ŘEZ

Akce: **I/14 most ev. č. 14-062 Javorník**
Objekt: SO 201
Příloha: Statický výpočet

Zakázka:
14154
DSP+IČ, VD-ZDS+AD

2.3. PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE MOSTU

3 Zatížení

3.1. POUŽITÁ GEOMETRIE

Délka hlavních nosníků

L = 15.00 m

Délka příčníků (vzd. mezi hl. n.)

b = 1.50 m

Osová vzdálenost příčníků

a = 0.725 m

3.2. STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1. VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

Objemová tíha oceli

$$\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

Hlavní nosníky UPE 400

Průřezová plocha

$$A_s = 9190 \text{ mm}^2$$

Délka

$$L = 15.00 \text{ m}$$

Počet

$$2 \text{ ks}$$

Svislé zatížení na délku

$$g_{1,1,k} = 1.44 \text{ kN/m}$$

Příčníky IPE 140

Průřezová plocha

$$A_s = 1640 \text{ mm}^2$$

Vzdálenost mezi příčníky

$$a = 0.73 \text{ m}$$

Délka

$$b = 1.50 \text{ m}$$

Svislé zatížení na délku

$$g_{1,2,k} = 0.27 \text{ kN/m}$$

Zavětrování IPE 140 - 3 krajní pole

6 polí

Průřezová plocha

$$A_s = 1640 \text{ mm}^2$$

Vzdálenost mezi příčníky

$$a = 0.725 \text{ m}$$

Délka

$$b = 0.95 \text{ m}$$

Kusů

$$2$$

Svislé zatížení na délku

$$g_{1,2,k} = 0.34 \text{ kN/m}$$

Výztuhy u60 - vnitřní pole kromě 3 krajních

14 polí

Průřezová plocha

$$A_s = 646 \text{ mm}^2$$

Vzdálenost mezi příčníky

$$a = 0.725 \text{ m}$$

Délka

$$b = 0.725 \text{ m}$$

Kusů

$$2$$

Svislé zatížení na délku

$$g_{1,2,k} = 0.10 \text{ kN/m}$$

Zavětrování a výztuhy - vážený průměr

$$0.17 \text{ kN/m}$$

20 polí

Plech mostovky P6

Tloušťka

$$t = 0.006 \text{ m}$$

Šířka

$$b = 1.50 \text{ m}$$

Svislé zatížení na délku

$$g_{1,3,k} = 0.71 \text{ kN/m}$$

Zatížení jednoho hlavního nosníku - vlastní tíha

$$g_{1,k} = 1.29 \text{ kN/m}$$

Zatížení jednoho příčníku - vlastní tíha

$$g_{1,k} = 0.47 \text{ kN/m}$$

3.2.2. ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

Pochozí stěrka

Objemová tíha materiálu

$$\gamma_z = 24.0 \text{ kN/m}^3$$

Tloušťka vrstvy	$h = 0.002 \text{ m}$
Šířka	$b = 1.70 \text{ m}$
Svislé zatížení na délku	$g_{2,1,k} = 0.08 \text{ kN/m}$
Zábradlí	
Zatížení	$g_z = 0.5 \text{ kN/m}$
Počet	2 ks
Svislé zatížení na délku	$g_{2,2,k} = 1.00 \text{ kN/m}$
Zatížení jednoho hlavního nosníku - ostatní stálé	$g_{2,k} = 0.54 \text{ kN/m}$
Zatížení jednoho příčnicku - ostatní stálé	$g_{2,k} = 0.03 \text{ kN/m}$

3.3. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ - SVISLÁ

3.3.1. CHODCI

Zatěžovací délka	$L = 15.00 \text{ m}$
Zatěžovací šířka	$b = 1.50 \text{ m}$
Zatěžovací šířka příčníků	$a = 0.725 \text{ m}$
Svislé zatížení na plochu	$q_{f,k} = 4.67 \text{ kN/m}^2$
Svislé zatížení na délku	$q_{f,k} = 7.00 \text{ kN/m}$
Zatížení jednoho hlavního nosníku - chodci	$q_{f,k} = 3.50 \text{ kN/m}$
Zatížení jednoho příčnicku - chodci	$q_{f,k} = 3.38 \text{ kN/m}$

3.3.2. SÍLY NA ZÁBRADLÍ

Svisle	$q_{z,k} = 1.00 \text{ kN/m}$
Zatížení jednoho hlavního nosníku - zábradlí	$q_{z,k} = 1.00 \text{ kN/m}$

3.4. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ - VODOROVNÁ

3.4.1. SÍLY NA ZÁBRADLÍ

Vodorovně	$q_{z,k} = 1.00 \text{ kN/m}$
-----------	-------------------------------

3.4.2. VÍTR

Základní rychlost větru (oblast III)	$v_{b,0} = 27.5 \text{ m/s}$
Součinitel expozice	$C_e = 1.25$
Součinitel síly bez vlivu proudění	$C_{f,x} = 2.20$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$
Referenční plocha na metr délky (vč. plochy zábradlí)	$A_{ref} = 1.40 \text{ m}^2$
Vodorovné zatížení na délku	$q_{w,k} = 1.82 \text{ kN/m}$

3.4. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ - OSOVÁ

3.4.1. TEPLOTA

Typ konstrukce: 1	
Součinitel tepelné roztažnosti oceli	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

3.4.1.1. Rovnoměrná složka teploty

Maximální teplota vzduchu ve stínu $T_{\max} = 38.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Minimální teplota vzduchu ve stínu $T_{\min} = -30.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Maximální teplota mostu ve stínu $T_{e,\max} = T_{\max} + 16 = 54.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Minimální teplota mostu ve stínu $T_{e,\min} = T_{\min} - 3 = -33.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Výchozí teplota mostu $T_0 = 10.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Charakteristické hodnoty:

- prodloužení $\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} + T_0 = 44.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- zkrácení $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 + T_{e,\min} = -43.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Konstrukce uložena jako plovoucí na 2 kluzné plechy pro každou opěru s čepem pro zajištění proti posunu.

Čep umožní dilatační pohyb $\pm 8 \text{ mm}$

3.2.2.2. Nerovnoměrná složka teploty

Vzhledem k charakteru konstrukce neuvažována

4 Statická analýza

4.1. HLAVNÍ NOSNÍK

4.1.1. VNITŘNÍ SÍLY

Použité parametry pro výpočet

Rozpětí hlavních nosníků $L = 14.50 \text{ m}$

Délka hlavních nosníků
 Modul pružnosti oceli
 Průřezová plocha UPE 400

$L_n = 15.00$ m
 $E = 210$ GPa
 $A_s = 9190$ mm²

Popis statického schématu

Hlavní nosná konstrukce uvažována jako prostý nosník na neposuvných podporách. Zatížena svislými složkami od vl. tíhy, ostatního stálého, chodců a sil na zábradlí kolmo na osu y tj. $M_y = 1/8 \cdot q \cdot L^2$ a $V_y = 1/2 \cdot q \cdot L$. Vodorovnými složkami od sil na zábradlí a větru, kdy polovina větru zjednodušeně zatěžuje jen jeden hl. nosník se zanedbáním prostorového působení příčníků a mostovky, kolmo na osu z tj. $M_z = 1/8 \cdot q \cdot L^2$ a $V_z = 1/2 \cdot q \cdot L$. A normálovými složkami od teploty tj. $N = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot A$.

	stálé		proměnné - svislé				proměnné - vodorovné				proměnné - osově			
	vl. tíha	ostatní stálé	chodci		zábradlí - svislé		zábradlí - vodorov.		vitr		teplota - prodlouž.		teplota - zkrác.	
			charakt.	vč. ψ_0	charakt.	vč. ψ_0	charakt.	vč. ψ_0	charakt.	vč. ψ_0	charakt.	vč. ψ_0	charakt.	vč. ψ_0
$M_{y,Ek}$ [kNm]	34.0	14.2	92.0	36.8	26.3	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
$M_{z,Ek}$ [kNm]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	10.5	23.9	14.3	0	0	0	0
$V_{y,Ek}$ [kN]	9.4	3.9	25.4	10.2	7.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
$V_{z,Ek}$ [kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	2.9	6.6	4.0	0	0	0	0
N_{Ek} [kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0

Do kombinací uvažována tlaková normálová síla od prodloužení - nepříznivější působení.

4.1.2. KOMBINACE MSÚ

4.1.2.1. Rovnice 6.10a

Kombinační hodnoty vnitřních sil pro různé hlavní proměnné zatížení.

$$Y_{G,sup} = 1.35$$

$$Y_Q = 1.35$$

	hlavní proměnné zatížení			
	chodci	zábradlí	vitr	teplota
$M_{y,Ed}$ [kNm]	129.0	129.0	129.0	129.0
$M_{z,Ed}$ [kNm]	33.6	33.6	33.6	33.6
$V_{y,Ed}$ [kN]	35.6	35.6	35.6	35.6
$V_{z,Ed}$ [kN]	9.3	9.3	9.3	9.3
N_{Ed} [kN]	0	0	0	0

4.1.2.2. Rovnice 6.10b

Kombinační hodnoty vnitřních sil pro různé hlavní proměnné zatížení.

$$\xi = 0.85$$

$$Y_{G,sup} = 1.35$$

$$Y_Q = 1.35$$

	hlavní proměnné zatížení			
	chodci	zábradlí	vítr	teplota
$M_{y,Ed}$ [kNm]	193.7	140.5	119.2	119.2
$M_{z,Ed}$ [kNm]	33.6	54.8	46.5	33.6
$V_{y,Ed}$ [kN]	53.4	38.8	32.9	32.9
$V_{z,Ed}$ [kN]	9.3	15.1	12.8	9.3
N_{Ed} [kN]	0	0	0	0

Do posudků bude uvažována kombinace 6.10b.

4.2. PŘÍČNÍK

4.2.1. VNITŘNÍ SÍLY

Použité parametry pro výpočet

Délka příčníků

$b = 1.50$ m

Popis statického schématu

Vnitřní síly budou nutné pro návrh připoje, vlastní profil příčnicku posuzován nebude. Příčnicku uvažovány jako oboustranně vetknuté, tedy $V_y = 1/2 \cdot q \cdot b$ a moment na stranu bezpečnou $M_y = 1/8 \cdot q \cdot b^2$.

	stálé		proměnné	
	vl. tíha	ostatní stálé	chodci	
			charakt.	vč. ψ_0
$M_{y,Ek}$ [kNm]	0.13	0.01	0.95	0.38
$V_{y,Ek}$ [kN]	0.35	0.03	2.54	1.02

4.2.2. KOMBINACE MSÚ

$\xi = 0.85$

$\gamma_{G,sup} = 1.35$

$\gamma_Q = 1.35$

	6.10a	6.10b
$M_{y,Ek}$ [kNm]	0.71	1.45
$V_{y,Ek}$ [kN]	1.88	3.86

5 Posouzení MSÚ

5.1. HLAVNÍ NOSNÍK

Posouzení bude provedeno nad podporou na V_y a V_z a v poli na kombinaci $M_y + M_z + N$. Posouzení stability bude zavedeno součinitelem χ_y , kdy může dojít k vzpěrnému vybočení profilů UPE kolmo na rovinu mostovky (osa y). V rovině mostovky je předpokládáno dostatečně tuhé spojení příčnicku IPE a plechem mostovky, takže ztráta stability (vzpěr kolmo k ose z, klopení) zde uvažována nebude.

Parametry průřezu

válcovaný profil UPE 400

Mez kluzu oceli S235	$f_y =$	235 MPa	
Výška	$h =$	400 mm	
Šířka	$b =$	115 mm	
Tloušťka stojiny	$t_w =$	13.5 mm	
Tloušťka pásnice	$t_f =$	18 mm	
Třída průřezu			
stojina	$d/t =$	$29.6 \leq 33$	→ třída 1
pásnice	$c/t =$	$6.4 \leq 10$	→ třída 1
→ třída 1 - lze uvažovat plastickou únosnost			
Plocha průřezu	$A =$	$9.19 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Vzdálenost mezi podélníky	$s =$	1.50 m	
Moment setrvačnosti k y	$I_y =$	$21.00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$	
Moment setrvačnosti k z	$I_z =$	$12.42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$	(5% odhad vliv členěného)
Plastický průřezový modul k y	$W_{y,pl} =$	$12.60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$	
Plastický průřezový modul k z	$W_{z,pl} =$	$16.56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$	(5% odhad vliv členěného)

5.1.1. NAD PODPOROU

5.1.1.1. Svislý směr

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed} =$	53.4 kN	
Plocha vzdorující smyku	$A_v =$	$4.91 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Návrhová únosnost	$V_{y,Rd} =$	666.718 kN	
Využití průřezu		8.0 %	OK

5.1.1.2. Vodorovný směr

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed} =$	12.8 kN	
Plocha vzdorující smyku	$A_v =$	$3.65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Návrhová únosnost	$V_{y,Rd} =$	495.765 kN	
Využití průřezu		2.6 %	OK

5.1.2. V POLI

5.1.2.1. Ohyb kolmo na rovinu mostovky

Bez ztráty stability - klopení je zabráněno plechem mostovky a příčníky

Návrhová únosnost	$M_{y,Rd} =$	296.1 kNm	
-------------------	--------------	-----------	--

5.1.2.2. Ohyb v rovině mostovky

Bez ztráty stability - ohyb na "měkkou" osu

Návrhová únosnost	$M_{z,Rd} =$	389.1 kNm	
-------------------	--------------	-----------	--

5.1.2.3. Vzpěrný tlak

Se ztrátou stability kolmo na rovinu mostovky (bez rotace)

Vzpěrná délka	$L_{cr} =$	14.5 m	
Modul pružnosti oceli	$E =$	210 GPa	
Kritická síla	$N_{cr} =$	2070.15 kN	
	$\lambda' =$	1.02139	
Součinitel dekomprese	$\alpha =$	0.49	vzpěrná křivka "c"
	$\Phi =$	1.22286	
Součinitel vzpěrnosti k y	$\chi_y =$	0.52763	
Návrhová únosnost	$N_{Rd} =$	1139.49 kN	

5.1.2.4 Posouzení kombinace 6.10b

využití v %	hlavní proměnné zatížení			
	chodci	zábradlí	vitr	teplota
M_y	65.4	47.4	40.3	40.3
M_z	8.6	14.1	11.9	8.6
N	0.0	0.0	0.0	0.0
INTERAKCE	74.0	61.5	52.2	48.9
	OK	OK	OK	OK

6 Posouzení MSP

6.1. PRŮHYB HLAVNÍHO NOSNÍKU

Charakteristická hodnota stálého zatížení	$g_k =$	1.83 kN/m	
Rozpětí	$L =$	14.5 m	
Průhyb v polovině rozpětí	$w_g =$	23.9 mm	
Limitní průhyb pro lávky L/250	$w_{g,lim} =$	58.0 mm	
Využití	41.3 %	OK	

6.2. PRŮHYB VÝZTUH MOSTOVKY

Charakteristická hodnota stálého zatížení	$g_k =$	0.32 kN/m	
Rozpětí	$L =$	0.725 m	
Parametry průřezu	válcovaný profil U60		
Moment setrvačnosti k y	$I_y =$	$0.002 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$	
Průhyb v polovině rozpětí	$w_g =$	0.249 mm	
Limitní průhyb pro lávky L/250	$w_{g,lim} =$	2.9 mm	
Využití	8.6 %	OK	

8 Závěr

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce mostu jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných norem pro navrhování uvedených v kapitole 1. Konstrukce byla posouzena dle metodiky Eurokódů. Takto bylo prokázáno, že konstrukce vyhovuje jak požadavkům na únosnost, tak požadavkům na omezení průhybu.

V Brně, duben 2016

Ing. Magda Zdražilová
Bc. Rostislav Krč