

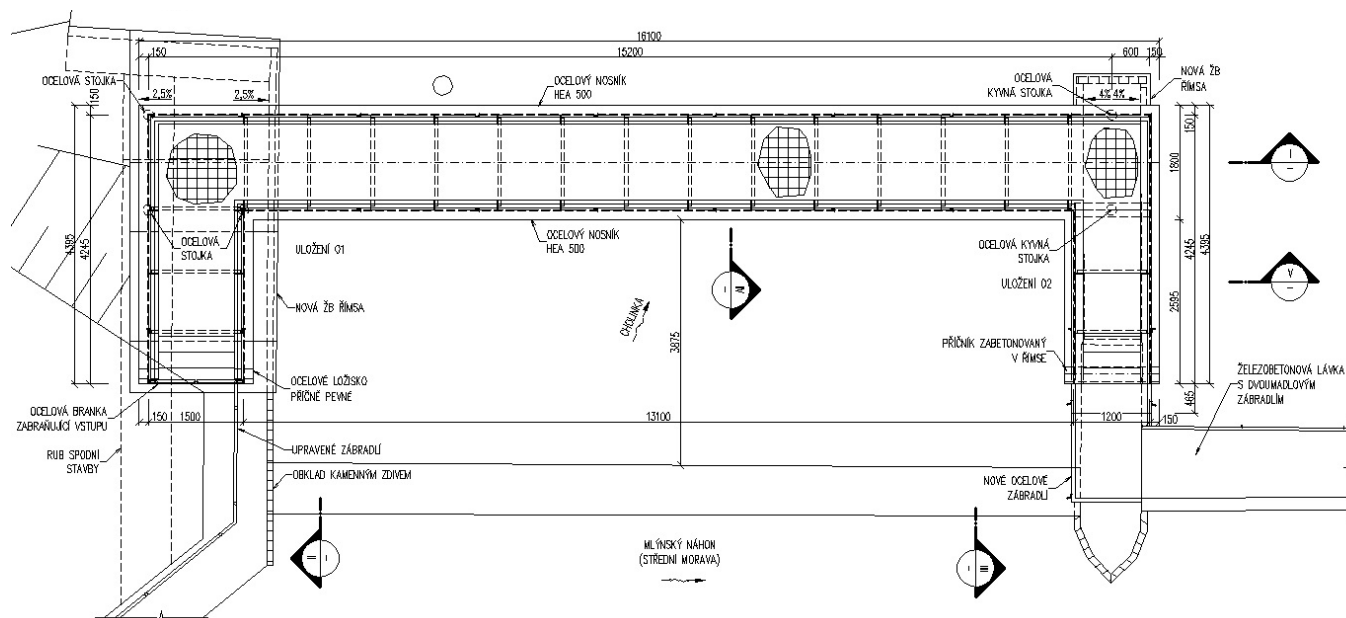
SO 01 – NOVÁ PŘÍSTUPOVÁ LÁVKA

D1.7 STATICKÝ VÝPOČET

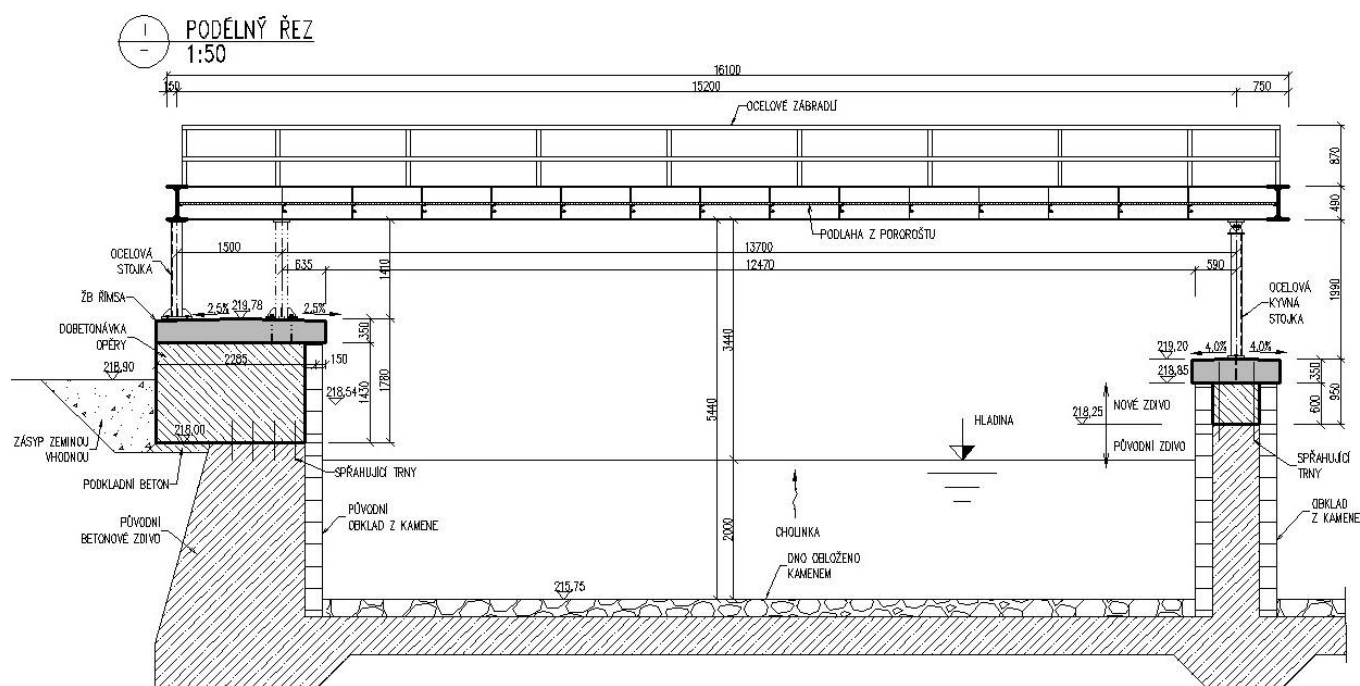
OBSAH

1.	Průvodní zpráva ke statickému výpočtu	2
1.1.	Úvod	2
1.2.	Popis lávky.....	2
1.3.	Rozsah výpočtu	2
1.4.	Přehledné výkresy	2
1.5.	Posuzované průřezy.....	4
1.6.	Materiál	4
2.	Použité podklady, normy a literatura	4
3.	Průzkumy	5
3.1.	Geotechnické archivní vrty.....	5
3.2.	Výsledky zkoušek betonu	6
4.	Zatížení.....	6
4.1.	Stálé	6
4.2.	Nahodilé zatížení užitné	6
4.3.	Nahodilé zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4.....	7
4.4.	Nahodilé zatížení teplotou ČSN EN 1991-1-5	7
5.	Průřezové charakteristiky	8
6.	Mezní stav únosnosti	9
6.1.	Posouzení hlavního nosníku.....	9
6.2.	Posouzení příčnicku	11
6.3.	Posouzení sloupu	11
7.	Mezní stav použitelnosti	12
7.1.	Průhyb lávky	12
7.2.	Posouzení vlastních tvarů	12
8.	Závěr	12

Půdorys



Podélný řez



1.5. Posuzované průřezy

Posuzují:

- a) vlastní tvary nosné konstrukce,
- b) hlavní nosníky,
- c) příčníky,
- d) ocelové podpěry,

1.6. Materiál

ocel nové konstrukce S235J2+N

$f_y = 235$ MPa pro plechy
 $\gamma_M = 1,00$ pro základní kombinace zatížení
 $\gamma_M = 1,00$ pro mimořádné kombinace zatížení
 $E = 210\,000$ MPa
 $f_{y,d} = f_y / \gamma_M$

výztuž R (10505)

$f_{s,k} = 490$ MPa
 $\gamma_M = 1,10$ pro základní kombinace zatížení
 $\gamma_M = 1,00$ pro mimořádné kombinace zatížení

výztuž E (10216)

$f_{s,k} = 206$ MPa
 $\gamma_M = 1,10$ pro základní kombinace zatížení
 $\gamma_M = 1,00$ pro mimořádné kombinace zatížení

beton C30/37, pro římsu

$f_{c,k} = 30$ MPa
 $\gamma_M = 1,50$ pro základní kombinace zatížení
 $\lambda = 0,85$
 $f_{c,d} = \lambda * f_{c,k} / \gamma_M$
 $E_{c,s} = 33\,500$ MPa,

2. Použité podklady, normy a literatura

- 1) Geodetické zaměření (04/2016, Ing. Radim Danek)
- 2) Archivní vrt č. 427060 (Česká geologická služba)
- 3) Poznatky projektanta z místa budoucí stavby
- 4) ČSN 73 0037/1990 Zemní tlak na stavební konstrukce
- 5) ČSN 73 1001/1987 Základová půda pod plošnými základy
- 6) ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – základní požadavky, 2010
- 7) ČSN 74 3305 Ochranná zábradlí, 2008,
- 8) ČSN 73 6200/1975 Mostní názvosloví, vč.změn a/1977, b/1983
- 9) ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů
- 10) ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí
- 11) ČSN EN 206-1 Beton–Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (2001)
- 12) ČSN 73 6200/2011 Mosty – Terminologie a třídění
- 13) ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů
- 14) ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, vč. změny A1

- 15) ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 16) ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- 17) ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 18) ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- 19) ČSN EN 206-1 Beton-Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (2001)
- 20) ČSN EN 1993-1-1 ed. 2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 21) ČSN EN 1993-1-5 ed. 2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- 22) ČSN EN 1993-1-8 ed. 2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- 23) ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty

3. Průzkumy

3.1. Geotechnické archivní vrtý

V oblasti lužních lesů (cca 200 m) od jezu byl zajištěn archivní vrt s následujícími parametry:

VRT - ZÁKLADNÍ INFORMACE			
Stát	Česká republika	Nadmořská výška - souřadnice Z	220.40
Jazyk	česky	Inklinometrie (Y/N)	N
Název databáze	GDO	Účel	hydrogeologický
ID	427060	Hydrogeologické údaje (Y/N)	N
Původní název	HV-15	Hloubka hladiny podzemní vody [m]	3
Zkrácený název	HV-15	Druh hladiny podzemní vody	naražená
Rok vzniku objektu	1988	Karotáž (Y/N)	N
Poskytovatel dat	Česká geologická služba - Geofond	Provedené zkoušky	
Hloubka vrtu (m)	8.20	Hmotná dokumentace (Y/N)	N
Primární dokumentace	GF P059693	Druh objektu	vrt svislý
Souřadnice X - JTSK [m]	1113812.60	Geologický profil (Y/N)	Y
Souřadnice Y - JTSK [m]	550623	Organizace provádějící	Geotest n.p. Brno
Způsob zaměření X,Y	zaměřeno	Organizace blokující	
Výškový systém	Balt po vyrovnání	Blokováno do	

ZÁKLADNÍ LITOLOGICKÁ DATA		
Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0 - 2	Kvartér	hlína jílovitý rozpadavý světlá hnědá rezavá
2 - 3	Kvartér	hlína jílovitý měkký silně slídnatý vlhký tmavá šedá
3 - 5.60	Kvartér	štěrk písčité max.velikost částic 2 cm šedá hnědá
5.60 - 8.20	Neogén	jíl prachový tuhý šedá zelená

V úrovni základové spáry jezu se nachází vrstva kvartéru (štěrk písčité) až neogén (jíl tuhý).

Vzhledem k tomu, že v rámci stavby nebude odkryta základová spára a k charakteru stavby okolních konstrukcí jezu, není třeba rozšířený geotechnický průzkum.

3.2. Výsledky zkoušek betonu

Pro volbu konstrukce bylo rozhodující zejména lokalizace betonových částí jezu a toho vyplývající uložení na středním pilíři jezu. V rámci průzkumných prací byla zjištěna kvalita betonu nábrežní zdi a pilíře. Pevnost betonu v tlaku se pohybuje v rozmezí 10 – 25 MPa, což je pro přenos požadovaného zatížení dostačující. Trvanlivost betonových konstrukcí bude zajištěna obkladem z kamene v místech uložení nových ocelových stojek.

4. Zatížení

4.1. Stálé

Vlastní tíha:	gk [kN/m]	γ_F	gd [kN/m]
Hlavní nosník HEA 500:	1,55	1,35	2,09
Příčník U100:	0,17	1,35	0,23
Zábradlí:	0,22	1,35	0,30
Porošty: 0,2*1,4	0,28	1,35	0,38
Celkem stálé:	2,17	1,35	3,00

4.2. Nahodilé zatížení užité

	gk [kN/ m ²]	γ_F	gd [kN/ m ²]
Svislé zatížení pochozí plochy dle ČSN EN 1991-2:	5	1,5	7,5

Vodorovné zatížení pochozí plochy ve směru osy lávky:

0,1*5 = 0,5	1,5	0,75
-------------	-----	------

4.3. Nahodilé zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4

místo stavby: Olomouc

větrová

oblast:

viz mapa větrových oblastí

$V_{b,0} = 22,5 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$

výchozí základní rychlost větru

$C_{dir} = 1,0$

součinitel směru větru (doporučená hodnota)

$C_{season} = 1,0$

součinitel ročního období (doporučená hodnota), jinak lze stanovit v NP

$V_b = 22,5 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$

základní rychlost větru

$z = 5 \text{ [m]}$

výška konstrukce nad terénem

kategorie terénu:

Kategorie terénu		$z_0 \text{ [m]}$	$z_{min} \text{ [m]}$	k_r
III	Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5	0,22

$C_r(z) = 0,60$

součinitel drsnosti terénu

$C_o(z) = 1,0$

součinitel orografie

$V_m(z) = 13,6 \text{ [m.s}^{-1}\text{]}$

střední rychlost větru

$q_b(z) = 316,4 \text{ N/m}^2$

základní dynamický tlak větru

$I_v(z) = 0,36$

turbulence větru

$k_t = 1,0$

součinitel turbulence

$q_p(z) = 403,8 \text{ N/m}^2$

maximální dynamický tlak větru

$q_p(z) = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Výška nosníku včetně zábradlí: $0,5 + 0,075 \cdot 2 = 0,65 \text{ m}$.

4.4. Nahodilé zatížení teplotou ČSN EN 1991-1-5

Pro ocelové konstrukce jsou krajní teploty vzduchu T_{max} , T_{min} a mezní teploty nosné konstrukce $T_{e,max}$ a $T_{e,min}$.

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

$T_{min} = -30^\circ\text{C} \rightarrow T_{e,min} = -32^\circ\text{C}$

souč. teplotní roztažnosti 0,000012

Referenční teplota pro osazení nosné konstrukce je 11°C . Při této teplotě musí být kyvná stojka svisle!

5. Průřezové charakteristiky

Hlavní nosník HEA 500:

plocha profilu	A=	1,97500E+04	mm ²
momenty setrvačnosti	I _y =	8,69700E+08	mm ⁴
	I _z =	1,03700E+08	mm ⁴
průřezové moduly	W _{y,el} =	3,55000E+06	mm ³
	W _{z,el} =	6,91100E+05	mm ³
	W _{y,pl} =	3,94900E+06	mm ³
	W _{z,pl} =	1,05900E+06	mm ³
	I _w =	5,64E+12	mm ⁶
	S _w =	6,34E+07	mm ⁴
	W _w =	3,76E+10	mm ⁴
	I _t =	3,09E+06	mm ⁴
	L=	14850,00	mm

Zatřídění průřezu:

t _f =	23	mm
c=	150	mm
t _w =	12	mm
d=	390	mm

tlačená pásnice:

třída 1	c/t _f ≤ 9ε =	9,0	
	d/t _f =	6,5	≤ 9,0 pásnice je třídy 1

ohýbaná stojina:

třída 1	d/t _w ≤ 33ε =	33,0	
	d/t _w =	32,5	≤ 33,0 stojina je třídy 1

Příčník U100:

plocha profilu	A=	1,35000E+03	mm ²
momenty setrvačnosti	I _y =	2,06000E+06	mm ⁴
	I _z =	2,93000E+05	mm ⁴
průřezové moduly	W _{y,el} =	4,12000E+04	mm ³
	W _{z,el} =	8,49000E+03	mm ³
	W _{y,pl} =	4,90000E+04	mm ³
	W _{z,pl} =	1,62000E+04	mm ³
	I _w =	4,17E+08	mm ⁶
	I _t =	2,79E+04	mm ⁴
	L=	1400,00	mm

Sloup TR 159/5,6:

plocha profilu	A=	2,69900E+03	mm ²
momenty setrvačnosti	I _y =	7,95000E+06	mm ⁴
	I _z =	7,95000E+06	mm ⁴
průřezové moduly	W _{y,el} =	1,00000E+05	mm ³
	W _{z,el} =	1,00000E+05	mm ³
	W _{y,pl} =	1,31800E+05	mm ³
	W _{z,pl} =	1,31800E+05	mm ³
	I _w =	3,21E+09	mm ⁶
	I _t =	7,75E+06	mm ⁴
	L=	2000,00	mm

6. Mezní stav únosnosti

6.1. Posouzení hlavního nosníku

Návrhové vnitřní síly:

N _{Ed} =	-9,6	kN
V _{y,Ed} =	0,0	kN
V _{z,Ed} =	54,6	kN
M _{x,Ed} =	1,0	kNm
M _{y,Ed} =	200,7	kNm
M _{z,Ed} =	0,0	kNm

Posouzení průřezu:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^{-2}}}$$

KLOPENÍ

$$\chi_{LT} = 0,44 < 1,0$$

$$\phi_{LT} = 1,40$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{viz ČSN EN 1993-1-1 TAB. 6.3}$$

$$\alpha_{LT}^I = 1,07$$

$$M_{cr} = \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$$

$$M_{cr} = 735,26 \text{ kNm}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{cr} = 1,49$$

$$C_1 = 1,13$$

$$C_2 = 0,46$$

$$C_3 = 0,98$$

$$k_z = 0,7$$

$$k_y = 0,7$$

$$k_w = 1$$

$$4,61E-$$

$$k_{wt} = 01$$

$$\zeta_g = 0,42$$

$$\zeta_j = 0,00$$

$$z_s = 0 \text{ m} \quad \text{souřadnice středu smyku vzhledem k těžišti průřezu}$$

$$z_a = 0,15 \text{ m} \quad \text{souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu}$$

$$z_g = 0,15 \text{ m} \quad \text{souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_j = 0,00 \text{ m}$$

$$M_{y,Ed} = -200,7 \text{ kNm}$$

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

$$M_{b,Rd} = 362,95 \text{ kNm}$$

>

$$M_{y,Ed} = 200,7 \text{ kNm}$$

vyhovuje -

využití 0,55 %

6.2. Posouzení příčníku

Návrhové vnitřní síly:

$N_{Ed} =$	-9,0	kN
$V_{y,Ed} =$	6,1	kN
$V_{z,Ed} =$	0,0	kN
$M_{x,Ed} =$	0,0	kNm
$M_{y,Ed} =$	2,0	kNm
$M_{z,Ed} =$	0,2	kNm

Posouzení průřezu:

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

$M_{b,Rd} =$	7,27	kNm	>	$M_{y,Ed} =$	2,0
			vyhovuje - využití	0,27	%

6.3. Posouzení sloupu

Návrhové vnitřní síly:

$N_{Ed} =$	-81,4	kN
$V_{y,Ed} =$	5,0	kN
$V_{z,Ed} =$	2,0	kN

Posouzení průřezu:

VZPĚR

štíhlostní poměry

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

$\lambda_1 =$	93,9	=	93,9	
$L_{cr,y} =$	2000	mm		$L_{cr} = 1 \times L$
$L_{cr,z} =$	2000	mm		$L_{cr} = 1 \times L$
$i_y =$	54,3	mm		
$i_z =$	54,3	mm		
$\lambda_y =$	0,39		> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat	
$\lambda_z =$	0,39		> 0,2 - účinky vzpěru není možné zanedbat	

součinitel vzpěrnosti

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \chi \leq 1,0$$

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

křivka vzpěrné pevnosti

y-y	c	$\alpha =$	0,49	$\phi =$	0,62	$\chi_y =$	0,90
z-z	c	$\alpha =$	0,49	$\phi =$	0,62	$\chi_z =$	0,90

$$\chi_{\min} = 0,90$$

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

vzpěrná únosnost

$$N_{c,Rd} = 571,67 \text{ kN}$$

$$\gamma = N_{Ed} = 81,4 \text{ kN} \quad \text{VYHOVÍ}$$

vyhovuje -
využití 0,14 %

7. Mezní stav použitelnosti

7.1. Průhyb lávky

Mezní průhyb lávky: $z_{\lim} = 1/250 \text{ l} = 13450/250 = 53,8 \text{ mm}$ - průhyb od kvazistálého zatížení

Vypočítaný průhyb lávky: $z_{kvaz} = 7,7 \text{ mm} < 53,8 \text{ mm} = z_{\lim}$

7.2. Posouzení vlastních tvarů

Vlastní tvary kmitání byly zjištěny na prostém poli o rozpětí 13,45 m.

Frekvence prvního svislého vlastního tvaru je 5,2Hz > 5,0 Hz - vyhovuje a je rozhodující pro návrh nosné konstrukce.

8. Závěr

Konstrukce vyhoví na všechna požadovaná zatížení. Tento statický výpočet je zpracován jako podklad pro DSP.