



		HG partner s.r.o. Smetanova 200, 250 82 Úvaly www.hgpartner.cz	Tel/fax: 246 082 015 777/161 198 email: vrzak@hgpartner.cz	Paré č.:	
Investor: Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, 430 03 Chomutov				Počet A4:	10
Odpovědný projektant:	Ing. Jaroslav Vrzák		Datum:	10/2017	
Vypracoval:	Ing. Oldřich Stiller		Změna:	-	
Akce: Rekonstrukce a oprava zdiva na Mandavě ve Varnsdorfu, ul. Moravská – PD DSJ			Stupeň:	DSJ	
			Č. zakázky:	H-17/005	
Název části: DOKUMENTACE OBJEKTŮ			Část:	D	
Příloha: HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY			Měřítko: -	Č. přílohy: D.15	

D.15 Hydrotechnické výpočty

Obsah:

D.7.1	Použité podklady	2
D.7.2	Provedené výpočty a postup výpočetních prací	3
D.7.3	Teoretický základ provedených výpočtů.....	3
D.7.4	Dosažené výsledky a jejich závěry	5

D.15.1 Použité podklady

a) **Geodetické podklady**

Pro výpočet byl k dispozici polohopis a výškopis dotčené lokality určený pro projektové práce. Polohopis byl v souřadnicovém systému S-JTSK, výškopis byl ve výškovém systému Bpv.

b) **Vlastní průzkum**

V dané lokalitě byly provedeny prohlídky projektanta s provozovatelem toku za účelem zjištění terénních podmínek pro volbu typu a umístění opevnění. Během pochůzky byla pořízena fotodokumentace a uceleny představy obecně o úseku toku a o drsnostních charakteristikách.

Drsnosti byly uvažovány dle Manninga:

dno s kamenným záhozem	$n = 0,035$
zdivo opěrných zdí, dlažba	$n = 0,035$
břehy s porostem	$n = 0,035\text{--}0,060$

c) **Hydrologické podklady**

Součástí zpracovaných podkladů byla aktuální řada N-letých a M-denních průtoků průtoků.

d) **Literární podklady**

Gary W. Brunner, 2010: *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. Davis, CA, 411s.

Gabriela Zelíková, 2012: *Posouzení stavu vodního toku v povodí řeky Moravy*. Brno, 75 s.

Václav Tlapák, 2001: *Úprava vodních toků*. Brno, 146 s.

Pavel Kovář, 2011: *Malé vodní toky (soubor prezentací)*. Praha 6.

Ivana Marešová, Vladimír Havlík, 2001: *Hydraulika 10, Příklady*. Praha 6, 243 s.

Ivana Marešová, Petr Sklenář: *Výpočet stability koryta*. Praha 6, 10 s. (online - <http://hydraulika.fsv.cvut.cz>)

D.15.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací

V rámci návrhu řešení opevnění toku bylo zpracováno posouzení stability koryta metodou tečných napětí a porovnání původního a nového stavu pro 100letý průtok.

Pro potřeby provedení výpočtů – napětí a stavu hladin - byl sestaven 1dimenzinální hydrodynamický model nerovnoměrného proudění, simulující 100letý průtok pro původní stav a nový návrh.

D.15.3 Teoretický základ provedených výpočtů

a) Simulace proudění

Proudění bylo simulováno v programu HEC-RAS 5.0.3, v němž byl sestaven jednodimenzionální hydrodynamický model nerovnoměrného ustáleného proudění. Geometrický model toku byl sestaven z příčných profilů s rozestupy cca 10 m. Příčné řezy byly pro stabilizaci modelu a minimalizaci vlivu změn průtočných ploch v jednotlivých příčných profilech a okrajových podmínek doplněny řezy interpolovanými po 2,00 m.

Principem výpočtu výše uvedené aplikace je jednokrokové iterativní řešení energetické rovnice, nabývající tvar:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} + h_e,$$

kde	$Z_1, Z_2 \dots$	nadmořská výška kóty dna příčného profilu
	$Y_1, Y_2 \dots$	hloubka vody v příčném profilu
	$V_1, V_2 \dots$	průměrná rychlost proudění v příčném profilu
	$a_1, a_2 \dots$	koeficienty upravující rychlost
	$g \dots$	gravitační zrychlení
	$h_e \dots$	energetická ztráta mezi profily.

Pro potřeby porovnání původní a návrhového stavu v otázce hydrotechnických parametrů a kapacity koryta byla pro všechny konstrukce použita drsnost 0,035, čímž je ve výpočtu přikročeno na stranu bezpečnosti, protože lze předpokládat, že rekonstrukcí zdí, zejména pak u konstrukcí z pohledového betonu, bude drsnost oproti stávajícímu stavu snížena.

b) Posouzení odolnosti a stability konstrukcí

Na základě simulovaných charakteristik proudění bylo provedeno posouzení odolnosti navržených konstrukcí. Odolnost byla posouzena metodou tečných napětí, kdy bylo vypočtené tečné napětí porovnáno s tabulkovými hodnotami tečných napětí pro jednotlivé typy konstrukcí a dimenze zrn.

Posouzení odolnosti opevnění metodou tečných napětí

Metodou tečných napětí dochází k porovnání kritického tečného napětí navržené konstrukce s tečným napětím vypočteným. Dno lze považovat za stabilní v případě, je-li vypočtené tečné napětí T_o menší než kritické tečné napětí T_{kr} .

Hodnoty tečných napětí byly vypočteny dle aproximativních vztahů dle Marešové a Havlíka:

$$\tau_o = \rho \cdot g \cdot y \cdot i \quad \text{pro } B/y \Rightarrow 15,$$

$$\tau_o = \rho \cdot g \cdot R_d \cdot i \quad \text{pro } B/y < 15,$$

kde	$T_o \dots$	tečné napětí ve dně
	$\rho \dots$	objemová hmotnost vody
	$g \dots$	gravitační zrychlení
	$y \dots$	hloubka vody
	$i \dots$	sklon nivelety dna
	$B \dots$	šířka koryta v hladině
	$R_d \dots$	hydraulický poloměr pro úzké toky, kde

$$R_d = \frac{S_D}{b},$$

kde	$S_D \dots$	průtočná plocha ~ f(sklon břehů)
	$b \dots$	šířka koryta ve dně.

Kritické tečné napětí pak bylo vypočteno dle Kreye:

$$\tau_{kr} = 0,7143 \cdot \rho \cdot D_{ef}$$

a dle Marešové a Havlíka podle vztahu:

$$\tau_{kr} = 760 \cdot D_{ef},$$

kde	$T_{kr} \dots$	kritické tečné napětí.
-----	----------------	------------------------

Dále byly uvažovány tabulkové hodnoty kritických tečných napětí převzatých z odborné literatury.

D.15.4 Dosažené výsledky a jejich závěry

Výstupem hydrotechnického posouzení jsou charakteristiky proudění pro Q100 a posouzení stability dna.

a) Charakteristiky proudění a tečná napětí

Výsledné základní charakteristiky proudění, které jsou výstupem 1dimenzionálního hydrodynamického modelu pro 100letý průtok a které byly vstupními daty pro následné posouzení tečných napětí, předkládá následující tabulka.

Charakteristiky proudění a tečné napětí pro Q₁₀₀

Staničení	Nadmořská výška nivelety dna	Objemový průtok	Výška hladiny	Rychlost proudění	Tečné napětí
[km]	[m n. m.]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[Pa]
0.285	327.13	95.10	2.88	1.96	35.64
0.275	327.00	95.10	2.94	1.92	34.04
0.265	326.94	95.10	2.91	1.97	36.26
0.255	326.83	95.10	2.94	1.98	36.52
0.245	326.70	95.10	2.97	2.31	50.04
0.235	326.63	95.10	3.06	2.05	38.46
0.225	326.57	95.10	3.12	1.93	34.16
0.215	326.55	95.10	3.12	1.97	35.75
0.205	326.65	95.10	2.99	2.00	36.93
0.195	326.63	95.10	2.99	2.00	36.79
0.185	326.55	95.10	3.06	2.00	36.77
0.175	326.53	95.10	2.98	2.31	50.04
0.169	326.63	95.10	2.82	2.31	50.40
0.160	326.63	95.10	2.81	2.26	48.19
0.150	326.55	95.10	2.78	2.42	55.27
0.140	326.46	95.10	2.86	2.34	51.74
0.130	326.44	95.10	2.87	2.26	48.07
0.120	326.43	95.10	2.85	2.29	49.43
0.109	326.40	95.10	2.78	2.54	61.39
0.102	326.38	95.10	2.78	2.52	60.46
0.095	326.37	95.10	2.76	2.55	62.08
0.085	326.38	95.10	2.70	2.63	66.09
0.075	326.35	95.10	2.70	2.61	65.31
0.065	326.25	95.10	2.77	2.56	63.05
0.055	326.11	95.10	2.89	2.54	61.61
0.045	326.32	95.10	2.61	2.64	67.25

0.035	326.29	95.10	2.57	2.74	72.86
0.025	326.34	95.10	2.39	3.01	90.20
0.015	326.17	95.10	2.47	3.00	88.89

Horní hodnota tečných napětí je uvažováno cca 100 Pa. Projektová dokumentace navrhuje kamenný zához ve dně ds 0,50 m, hmotnost zrna cca 200 kg. Z výše uvedeného při porovnání hodnot tečných napětí vypočtených a tečných napětí z přílohy vyplývá, že lomový kámen ds 0,50 m, hmotnost zrna cca 200 kg, je vyhovující.

Při porovnání kritické hodnoty tečného napětí pro kamennou dlažbu z přílohy (cca 140 Pa) s vypočteným tečným napětím (cca 100 Pa), lze označit dlažbu za vyhovující.

b) Porovnání původního stavu a nového návrhu

Byly zjištěny charakteristiky proudění pro 100letý průtok pro původní stav a návrhový stav. Výsledné dosažené hodnoty jsou předmětem přílohy č. 2. Na základě uvedených výpočtů bylo investorem konstatováno, že s návrhem je možné z hydrotechnického pohledu souhlasit.

c) Dosažená přesnost

Charakteristiky drsnosti byly pouze odhadnuty na základě fotodokumentace, mapových podkladů a osobní pochůzky projektanta. Geometrická charakteristika toku byla provedena prostřednictvím příčných profilů. Zdrojem nepřesností jsou mnohá fyzikální zjednodušení a matematické aproximace skutečných dějů jak v samotné simulaci proudění v aplikaci HEC-RAS, tak v následně užitých vzorcích. Při simulacích proudění nelze predikovat stochastické procesy vznikající zvláště při extrémních povodňových stavech, ani změny geometrii a drsnostních charakteristikách průtočného profilu zapříčiněné erozivním smyvem, naplaveným materiálem nebo dokonce vznikem překážek, například v důsledku pádu stromu.

