



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:	5
Odpovědný projektant:	Ing. Jaroslav Vrzák		Datum:	09/2016
Vypracoval:	Ing. Oldřich Stiller		Změna:	-
Akce: Oprava a rekonstrukce opevnění na Kamenici v České Kamenici u sportovní haly v ř.km 22,890-23,278			Stupeň:	DSJ
			Č. zakázky:	H-16/029
Název části: DOKUMENTACE OBJEKTŮ			Část:	D
Příloha: HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY			Měřítko:	Č. přílohy: D.7
			-	

D.7 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.7.1 Použité podklady

a) **Geodetické podklady**

Pro výpočet byl k dispozici polohopis a výškopis dotčené lokality z roku 2016 určený pro projekční 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 přírodní, dno s kamenným záhozem, kamenná rovinanina	$n = 0,035$
zdivo opěrných zdí, dlažba	$n = 0,025-0,30$

c) **Hydrologické podklady**

V rámci projektové dokumentace a hydrotechnických výpočtů byly využita hydrologická data od ČHMU ze Studie záplavových území poskytnuté investorem. Pro předmětný úsek toku Kamenice byla využita data z profilu s hydrologickým číslem povodí 1-14-05-009 nad soutokem Kamenice s Bílým potokem.

N-letost	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
Objemový průtok [m ³ /s]	7,30	10,70	17,00	22,20	25,00	36,50	44,50

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.

Jan Zuna, 2008: *Hrazení bystřín*. Praha 6, 180 s.

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.7.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací

Předmětem provedených hydrotechnických výpočtů bylo ověření stability navržených konstrukcí a frakcí použitého kamene. Současně byly zjištěny také základní charakteristiky proudění N-letých průtoků a kapacita koryta. Veškeré výstupy a charakteristiky platí pro nově navržený stav koryta.

Stability opevnění byla zjištěna na základě porovnání výstupů simulace z hydrodynamického modelu proudění a tabulkových hodnot kritických tečných napětí.

Charakteristiky proudění jsou přímým výstupem ze simulace proudění 1D hydrodynamického modelu sestaveného v programu HEC-RAS.

D.7.3 Teoretický základ provedených výpočtů

a) Simulace proudění

Proudění bylo simulováno v programu HEC-RAS 5.0.1, v němž byl sestaven jednodimenzionální hydrodynamický model nerovnoměrného ustáleného proudění. Geometrický model toku byl sestaven z příčných profilů s rozestupy 20 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.

b) Posouzení odolnosti a stability konstrukcí

Odolnost byla posouzena metodou tečných napětí. Vypočtené tečné napětí dle simulovaného proudění v programu HEC-RAS bylo porovnáno s tabulkovými hodnotami kritického tečného napětí pro jednotlivé konstrukce a kritického tečného napětí jednotlivé frakce zrna dle Marešové a Havlíka a dle Kreye. Navržené opevnění lze přitom považovat za stabilní v případě, je-li vypočtené tečné napětí T_o menší než kritické tečné napětí T_{kr} .

Kritické tečné napětí dle Kreye:

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

kde	$T_{kr} \dots$	kritické tečné napětí.
	$\rho \dots$	objemová hmotnost vody
	$d_{ef} \dots$	efektivní velikost zrna ve dně

Kritické tečné napětí Marešové a Havlíka:

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

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

D.7.4 Dosažené výsledky a jejich závěry

a) Charakteristiky proudění a kapacita koryta

Výsledné základní charakteristiky proudění, které jsou výstupem 1dimenzionálního hydrodynamického modelu pro všechny N-leté průtoky, jsou předmětem přílohy 1.

Lze uvést, že kapacita koryta odpovídá přibližně průtoku Q100, lokálně dochází při průtoku Q100 k mírnému překročení kapacity, u průtoku Q50 již nedochází k vybřežení. Nejméně kapacitním je profil v ř. km 22,917, u něhož dochází při Q50 k na naplnění přibližně na hranici opevnění kamennou rovinou, při Q100 pak dochází k vybřežení k mírnému vybřežení nad hranici opevnění u profilu 22,917, a dále pak k dosažení až překročení výšky koruny zdi u profilů v úseku mezi ř. km 24,197 a 24,257.

b) Stabilita opevnění

Výsledné nejvyšší hodnoty tečného napětí dosahují hodnot v intervalu 200-250 N/m², v ojedinělém případě (km 0,280) pak hodnoty v intervalu 250-300 N/m². Vypočtená tečná napětí jsou výstupem modelu proudění z programu HEC-RAS a pro objemové průtoky Q5, Q20 a Q100 jsou předmětem přílohy 2. Pro uvedené tečné napětí je dle tabulky hodnot Krey, Marešová a Havlík stabilní zrno v intervalu hmotnosti 100-150 kg, který odpovídá průměru zrna 0,40 m. Projektová dokumentace navrhuje mj. s ohledem na provádění stavby, zkušenosti a příklon na stranu bezpečnosti použití zrna d_s 0,50 m (hmotnost zrna 210-290 kg), pro které je hodnota kritického tečného napětí 357 N/m². Hodnoty kritických tečných napětí pro porovnání jsou předmětem přílohy 3.

Při porovnání kritického tečného napětí použitého zrna d_s 0,50 m (357 N/m²) a hodnoty tečného napětí dosaženého při Q100 (280 N/m²) lze uvést, že navržené opevnění je stabilní. Skutečnost, že opevnění je stabilní dále dokládá také porovnání s tabulkovou hodnotou kritického tečného napětí pro kamennou rovinu v příloze 3 (300-600 N/m²) a ilustrativně i s kamenným záhozem d_s 0,45 m (260-280 N/m²).

c) Dosažená přesnost

Charakteristiky drsnosti byly odhadnuty na základě fotodokumentace, mapových podkladů a osobní pochůzky projektanta. Geometrická charakteristika toku byla provedena prostřednictvím příčných profilů s rozstupem 10 metrů, v důsledku čehož dochází k posouzení pouze v určitých místech. 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.