



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:	6
Odpovědný projektant:	Ing. Jaroslav Vrzák	Datum:	09/2018
Vypracoval:	Ing. Oldřich Stiller	Změna:	-
Akce: Oprava a rekonstrukce Ještědského potoka v Křižanech naproti e. č. 11		Účel:	DSJ
		Č. zakázky	H 18/012
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 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 inundačního území.

Drsnosti byly uvažovány dle Manninga:

dno s kamenným záhozem	$n = 0,035$
zdivo opěrných zdí, dlažba	$n = 0,025$
břehy s porostem	$n = 0,035\text{--}0,060$

c) **Hydrologické podklady**

Součástí zpracovaných podkladů byla řada N-letých průtoků a průměrný průtok.

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.7.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací

V rámci návrhu řešení opevnění toku bylo zpracováno posouzení stability koryta a opevnění metodou tečných napětí. Pro potřeby provedení výpočtů – tečného napětí a hydraulických parametrů - byl sestaven 1dimenzinální hydrodynamický model nerovnoměrného proudění, simulující n-leté průtoky pro návrhový stav koryta.

Výpočty si nekladou za cíl stanovení záplavových čar nebo změny rozsahu rozlivu při zvýšených průtocích – stanovení těchto hodnot je předmětem jiné úlohy, pro kterou by bylo nutné zajistit data v odlišném rozsahu a provedení.

D.7.3 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 10 m. Geometrický model byl pro stabilizaci a zpřesnění okrajových příčných profilů doplněno sousedními příčnými profily ze SZÚ ve vzdálenosti cca 20 a 70 m od okraje aktuálního modelu terénu. Stanovení okrajových podmínek bylo provedeno pomocí „normal depth“, kde byly vstupními hodnotami použity sklony vypočtených hladin z poskytnuté SZU.

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

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.7.4 Dosažené výsledky a jejich závěry

a) Charakteristiky proudění

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

Staničení	Objemový průtok	Nadm. výška hladiny	Rychlost proudění	Tečné napětí
[km]	[m ³ /s]	[m n. m.]	[m/s]	[Pa]
0.065	19.80	391.64	2.25	58.94
0.050	19.80	391.47	2.74	79.52
0.040	19.80	391.08	3.56	141.19
0.030	19.80	390.72	4.11	199.85
0.020	19.80	390.82	3.23	115.68
0.010	19.80	390.65	3.42	129.93
0.000	19.80	390.44	3.63	149.02
-0.076	19.80	389.65	3.26	134.89

b) Posouzení stability koryta

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že horní hodnota tečných napětí dosahuje cca 200 Pa. Projektová dokumentace navrhuje ve dně provedení kamenného záhozu ds 0,50 m, hmotnost zrna cca 200 kg. Při porovnání kritických hodnot tečných napětí pro navrženou frakci v příloze 1 (260-380 Pa) a vypočtených horních hodnot tečných (200 Pa) vyplývá, že není dosaženo kritické hodnoty tečného napětí a **konstrukce kamenného záhozu ve dně a v březích** je proto stabilní a tedy **je vyhovující**.

V případě konstrukce zdi z lomového kamene na cementovou maltu se kritické tečné napětí pohybuje v intervalu 300-600 Pa. Při porovnání s vypočteným tečným napětí cca 200 Pa lze proto uvést, že **konstrukce zdi z lomového kamene na MC je vyhovující** a stabilní.

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 s rozestupem v desítkách 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.

- Přílohy:**
- 1) Tabulka tečných napětí
 - 2) Příčné řezy
 - 3) Podélný profil