



HG partner s.r.o.

Smetanova 200, 250 82 Úvaly
www.hgpartner.cz

Telefon: 246 082 015
e-mail: hgp@hgpartner.cz

Paré č.:

Investor: Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, 430 03 Chomutov			Datum:	12/2022
Odpovědný projektant:	Ing. Jaroslav Vrzák		Č. zakázky:	H22-015
Vypracoval:	Ing. Oldřich Stiller		Změna:	-
Akce: Opevnění Bobřího potoka Verneřice u hasičárny, ř. km 23,480 - 23,746			Stupeň: DSP	
Název části: DOKUMENTACE OBJEKTŮ			Část:	D
Příloha: HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY			Měřítko: -	Č. přílohy: D.15

D.11 Hydrotechnické výpočty

Obsah:

D.11.1 Použité podklady	2
D.11.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací	2
D.11.3 Teoretický základ provedených výpočtů	3
D.11.4 Dosažené výsledky a jejich závěry	5

D.11.1 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 $n = 0,035-0,040$

zdivo opěrných zdí, dlažba $n = 0,022-0,025$

břehy s porostem $n = 0,042-0,060$

c) Hydrologické podklady

Součástí zpracovaných podkladů byla řada N-letých 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.11.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací

Pro potřeby provedení výpočtů byl sestaven 1dimenzinální hydrodynamický model nerovnoměrného proudění, simulující N-leté průtoky pro návrhový stav.

Na základě modelu proudění pro Q100 bylo zpracováno posouzení stability koryta a opevnění metodou tečných napětí. Pro proudění Q100 byly dále zjištěny základní charakteristiky proudění a došlo k celkovému zhodnocení kapacity úseku.

D.11.3 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 7-10 m v modelu terénu sestaveném na základě aktuálního geodetického zaměření s přesahem cca 10 m za předmětný návrh stavby. Zaměření bylo pro stabilizaci a zpřesnění okrajových příčných profilů doplněno sousedními příčnými profily ze SZÚ ve vzdálenosti cca 60-70 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 τ_{kr} ... kritické tečné napětí.

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

D.11.4 Dosažené výsledky a jejich závěry

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

a) Charakteristiky proudění pro Q100

Charakteristiky proudění byly pomocí hydrodynamického modelu stanoveny následující:

Staničení	Objemový průtok	Nadm. výška hladiny	Rychlost proudění	Tečné napětí
[km]	[m ³ /s]	[m n. m.]	[m/s]	[Pa]
0.28033	21.00	490.46	1.68	30.28
0.26840	21.00	490.35	2.11	46.03
0.26011	21.00	489.99	3.28	114.73
0.25227	21.00	489.86	3.47	127.14
0.24000	21.00	489.79	3.27	110.54
0.23000	21.00	489.74	3.16	102.15
0.22588	21.00	489.76	2.81	80.34
0.22000	21.00	489.24	4.21	198.15
0.21000	21.00	488.85	4.42	238.05
0.20269	21.00	489.41	2.58	68.09
0.18593	21.00	488.61	4.20	210.03
0.18000	21.00	488.42	4.36	233.69
0.17000	21.00	488.74	2.89	91.45
0.15804	21.00	488.71	2.60	72.92
0.15350	21.00	488.69	2.53	68.86
0.15000	21.00	488.67	2.53	68.91
0.14000	21.00	488.55	2.77	82.92
0.12491	21.00	488.49	2.66	74.96
0.12322	21.00	488.45	2.78	81.18
0.12000	21.00	488.35	3.03	97.85
0.11194	21.00	488.07	3.72	153.14
0.10096	21.00	487.88	3.63	147.61
0.09000	21.00	487.72	3.41	133.37
0.08516	21.00	487.79	2.94	91.13
0.08000	21.00	487.78	2.92	87.72
0.07733	21.00	487.60	3.41	123.94
0.07490	21.00	487.20	4.36	217.65
0.07000	21.00	487.10	4.25	207.06
0.06000	21.00	486.83	4.26	216.49
0.05000	21.00	486.86	3.47	138.93
0.04000	21.00	486.45	4.20	212.99
0.03000	21.00	486.41	3.74	165.00
0.02000	21.00	486.07	4.23	233.19
0.01500	21.00	485.89	4.07	223.69
0.01000	21.00	485.71	3.96	227.92
0.00500	21.00	486.05	2.14	52.83
0.00173	21.00	485.72	3.19	120.53

b) Stabilita dna

Stabilita dna byla posouzena metodou tečných napětí.

Tečné napětí vypočtené:

Horní hodnota tečných napětí vypočtených: 200-240 Pa

Kritické tečné napětí navržených konstrukcí:

Kamenný zához ve dně ds 500 mm (200 kg): 350-380 Pa

Kamenná rovnanina: 300-600 Pa

Zdi s kamenným obkladem: 600 Pa

Z výše uvedeného při porovnání hodnot vypočtených a kritických (viz příloha) vyplývá, že navržené konstrukce jsou **vyhovující**.

c) Kapacita koryta

Předmětný úsek toku je kapacitní v celé délce na Q50. Na Q100 je kapacitní většina úseku, k vybřežení při Q100 dochází pouze lokálně, a to v řezech 8, 14, 14a, 25 a 29.

d) 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 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.

Přílohy: 1) Tabulka tečných napětí