



HG partner s.r.o.

Smetanova 200, 250 82 Úvaly
www.hgpartner.cz

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

Paré č.:	
Datum:	01/2024
Č. zakázky:	H23-029
Změna:	-
Stupeň:	DSP/DPS
Část:	D
Měřítko:	-
Č. přílohy:	D.15

Investor: Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, 430 03 Chomutov	
Odpovědný projektant:	Ing. Jaroslav Vrzák
Vypracoval:	Ing. Štěpán Krátký
Akce: OPŠ 07/2021 - Jílovský potok Děčín – Jílové – uvolnění průtočného profilu, ř. km 3,300-4,650 – 4. etapa	
Název části: DOKUMENTACE OBJEKTŮ	
Příloha: HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	

Hydrotechnické výpočty

Obsah:

D.1.	Použité podklady	2
D.2.	Provedené výpočty a postup výpočetních prací	2
D.3.	Teoretický základ provedených výpočtů	2
D.4.	Dosažené výsledky a jejich závěry	6

D.1. Použité podklady

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.

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:

přírodní dno	$n = 0,035$
přírodní břehy, kámen, plevel	$n = 0,035$

Hydrologické podklady

Hodnoty průtoků byly převzány ze zpracované SZÚ z 11/2009 společností DHI a.s. Vzhledem k délce celého území byly hodnoty zaokrouhleny na celou střední hodnotu.

N-letost	1	2	5	10	20	50	100
Průtok [m ³ /s]	~8	~15	~29	~43	~64	~86	~110

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.2. Provedené výpočty a postup výpočetních prací

V bodu **a)** byl proveden výpočet hydraulických parametrů koryta v místě navrhované kamenné rovnániny s ohledem na namáhání břehů. Výpočet byl proveden metodou tečných napětí pro maximální kapacitu koryta.

V bodu **b)** byl ověřen návrh balvanitého skluzu oproti současnému stavu.

V bodu **c)** byl prověřen návrh vzdálenosti příčných prahů pro 2 lokality.

D.3. Teoretický základ provedených výpočtů

Simulace proudění HEC-RAS

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.. 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.

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.
-----	----------------	------------------------

Kritické tečné napětí v bodě x ve svahu:

$$\tau_x = \tau_z \sqrt{\frac{T - t}{T}}$$

kde	$T_z \dots$	tečné napětí v patě svahu
	$T \dots$	délka omočeného svahu
	$t \dots$	vzdálenost bodu x od paty svahu

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

Výpočet vzdálenosti příčných prahů

Výpočet vzdálenosti příčných prahů dle Kováře

Vztah pro výpočet vzdálenosti mezi příčnými stabilizačními prahy nabývá tvaru:

$$d_p = \frac{K}{i_o},$$

kde $d_p \dots$ vzdálenost mezi prahy
 $i_o \dots$ sklon dna a

$$K = f\left(\frac{\tau_{kr}}{\tau_o}\right),$$

přičemž funkční závislost nabývá tvaru polynomu prvního stupně, kdy platí:

$$\frac{\tau_{kr}}{\tau_o (1.00)} = K_{(0.30)} \text{ a } \frac{\tau_{kr}}{\tau_o (1.50)} = K_{(0.10)}.$$

Tečné napětí bylo vypočteno v programu Hec-Ras, kritické tečné napětí dle Kreye:

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

kde $\tau_{kr} \dots$ kritické tečné napětí
 $\rho \dots$ objemová hmotnost vody
 $g \dots$ gravitační zrychlení
 $D_{ef} \dots$ efektivní velikost zrna.

Výpočet vzdálenosti příčných prahů dle Macury

Optimální vzdálenost příčných prahů je vypočtena dle vztahu:

$$d_p = \frac{K}{i_o},$$

kde $d_p \dots$ vzdálenost mezi prahy
 $v \dots$ střední profilová rychlost
 $i_o \dots$ sklon dna
 $K \dots$ koeficient, vypočtený ze vztahu:

$$K = f\left(\frac{v}{v_v}\right),$$

přičemž funkční závislost nabývá tvaru polynomu prvního stupně, kdy platí

$$\frac{v}{v_v (1.00)} = K_{(0.30)} \text{ a } \frac{v}{v_v (1.50)} = K_{(0.10)},$$

kde $v \dots$ střední profilová rychlost a
 $v_v \dots$ nevymílací rychlost, vypočtená dle vztahu:

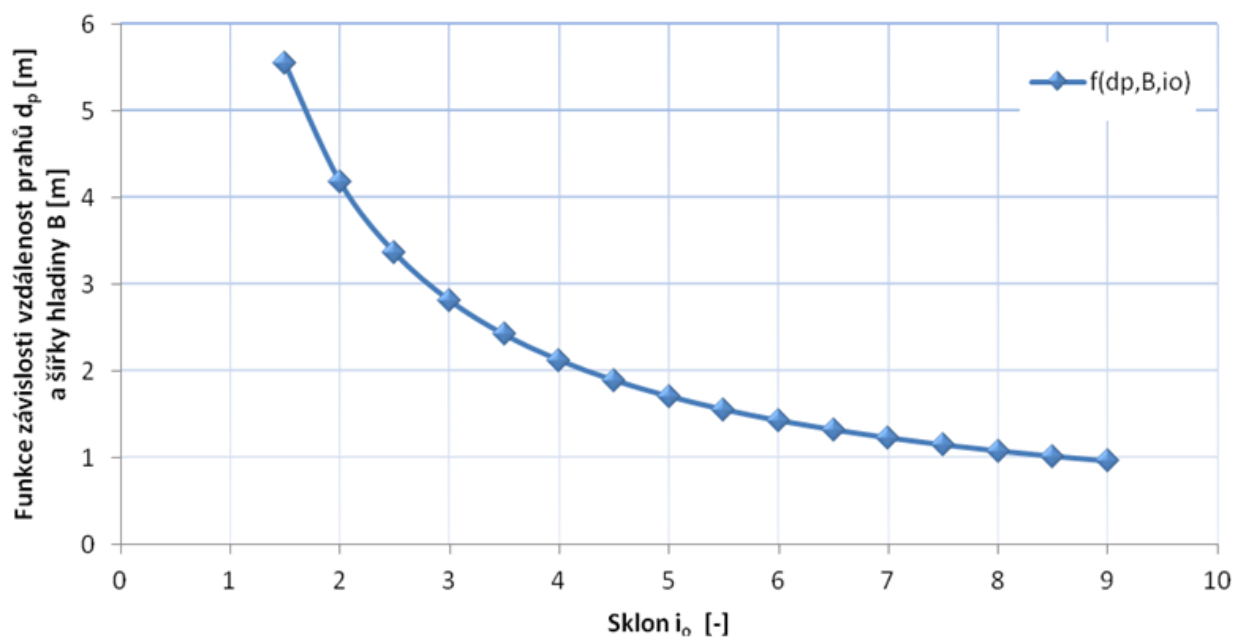
$$v_v = 5.5 \cdot (d_{ef})^{1/3} \cdot y^{1/6},$$

kde $d_{ef} \dots$ efektivní velikost zrna ve dně
 $y \dots$ hloubky vody.

Výpočet vzdálenosti prahů dle Rosgena

V rámci řešení dle Rosgena dochází k návrhu vzdálenosti příčných prahů na základě spojnice trendu přibližně ve tvaru polynomu 2. stupně reflektující skutečné případy pozorování dnových výmolů. Ke stanovení vzdálenosti prahů dochází na základě šířky hladiny a funkce sklonu nabývající tvaru na následujícím grafu.

Průběh funkce pro výpočet vzdálenosti příčných prahů



Funkce je popsána vztahem:

$$d_p = \left(8.2513 \cdot i_o^{-0.9799} \right) \cdot B,$$

kde i_o ... sklon nivelety dna
 B ... šířka hladiny.

D.4. Dosažené výsledky a jejich závěry

a) *Posouzení namáhání svahu koryta*

Hloubka koryta 2 m, následně dochází k rozlivu.

h	Q	v	Tečné napětí v bodě svahu
[m]	[m ³ /s]	[m/s]	[Pa]
0.00	0.00	0.000	0.00
0.20	1.41	0.835	207.10
0.40	5.03	1.428	195.26
0.60	10.56	1.921	182.65
0.80	17.88	2.350	169.10
1.00	26.95	2.732	154.37
1.20	37.75	3.078	138.07
1.40	50.28	3.397	119.57
1.60	64.55	3.692	97.63
1.80	80.59	3.969	69.03
2.00	98.41	4.230	0.00

Odolnost opevnění:

Kosený travní porost... 80-90 Pa

Kamenná rovinanina ds 500 mm... 260-380 Pa

Zdroje:

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

Jaroslav Zuna, 2008: Hrazení bystřin. ČVUT, Praha 6, 180 s.

U.S. Department of Transportation, 2005: Design of Roadside Channels with Flexible Linings. Arlington, 154 s.

b) *Posouzení balvanitého skluzu*

Stávající maximální kapacita koryta = 67 m³/s

Úsek skluzu	Efektivní velikost zrna	Podélný sklon	Hloubka vody STAV	Hloubka vody NAVRH
[-]	[m]	[-]	[m n.m.]	[m n.m.]
Konec úseku	0.7	0.015	171.40	171.45
Přechodový úsek	0.7	0.000	171.45	171.52
Pata skluzu	0.7	0.055	171.52	171.43
Střední část skluzu	0.7	0.055	172.24	172.23
Horní část skluzu	0.7	0.055	172.71	172.65

V dolní části skluzu dochází ke zvýšení hladiny o 5-7 cm vlivem zpomalení průtoku účinky tůň a drsnosti konstrukce. Úsek navazuje na přírodní části úseku, kde dochází k rozlivu mimo zastavěné území. Zvýšení hladiny proto nemá při průchodu povodně výrazný vliv.

c) Návrh rozestupu příčných prahů

SO 17 (u ul. Široká) – ř. km 4,45 – 4,48

- Vzdálenost prahů dle Macury – 6,48 m
- Vzdálenost prahů dle Rosgena – 41,84 m
- Vzdálenost prahů dle Kováře – 28,20 m

Výsledná navržená rozteč prahů je 7 m.

SO 20 (nad mostem ul. Bynovská) – ř. km 4,60 – 4,64

- Vzdálenost prahů dle Macury – 7,32 m
- Vzdálenost prahů dle Rosgena – 46,40 m
- Vzdálenost prahů dle Kováře – 18,74 m

Výsledná navržená rozteč prahů je 8 m.