



**HG partner s.r.o.**

Smetanova 200, 250 82 Úvaly  
[www.hgpartner.cz](http://www.hgpartner.cz)

Telefon: 246 082 015  
e-mail: [hgp@hgpartner.cz](mailto:hgp@hgpartner.cz)

Paré č.:	
Datum:	06/2023
Č. zakázky:	H22-036
Změna:	-
Stupeň:	DSP
Část:	D
Měřítko:	Č. přílohy:
-	D.17

Investor: Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, 430 03 Chomutov

Odpovědný projektant: Ing. Jaroslav Vrzák

Vypracoval: Ing. Oldřich Stiller

Akce:  
OPŠ 07/2021 Ostružník – Děčín – Přípeř

Název části:  
DOKUMENTACE OBJEKTŮ

Příloha:  
HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

## D.11 Hydrotechnické výpočty

### Obsah:

D.11.1 Použité podklady .....	2
D.11.2 Provedené výpočty a postup výpočetních prací .....	3
D.11.3 Teoretický základ provedených výpočtů.....	3
D.11.4 Dosažené výsledky a jejich závěry .....	4

### **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:*

Beton	$n = 0,015$
Zdivo opěrných zdí, dlažba	$n = 0,025$
Břehy s porostem	$n = 0,042-0,060$

#### **c) Hydrologické podklady**

Součástí zpracovaných podkladů byla aktuální řada N-letých průtoků. Hydrologická data jsou předmětem přílohy č. 1.

#### **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

Hydrotechnickými výpočty byly stanoveny základní charakteristiky proudění pro Q20, Q50 a Q100. Na základě zjištěných tečných napětí byla vyhodnocena stabilita navrženého opevnění.

Parametry proudění byly zjištěny na základě sestaveného 1dimenzinální hydrodynamického modelu nerovnoměrného proudění.

### D.11.3 Teoretický základ provedených výpočtů

#### a) *Simulace proudění*

Proudění bylo simulováno v programu HEC-RAS 6.3.1, 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.

Stanovení okrajových podmínek bylo provedeno pomocí „normal depth“, kde byly vstupními hodnotami použity sklony hladin.

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  $S_D$  ... průtočná plocha ~ f(sklon břehů)  
 $b$  ... 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  $T_{kr}$  ... kritické tečné napětí.

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

#### D.11.4 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 vzdálenosti příčných prahů, předkládá pro jednotlivé úseky následující tabulka.

Staničení	Objemový průtok	Nadm. výška hladiny	Rychlost proudění	Tečné napětí
[km]	[m³/s]	[m n. m.]	[m/s]	[Pa]
0.20356 (řez 39)	14.30	159.19	3.25	52.08
0.20267 (řez 38)	14.30	159.03	3.70	61.13
0.20200 (řez 37b)	14.30	158.16	5.24	129.47
0.20017 (řez 37)	14.30	158.80	2.98	37.36
0.19800 (řez 36b)	14.30	159.03	1.36	7.17
0.19567 (řez 36)	14.30	158.87	2.24	20.34
0.19067 (řez 35)	14.30	158.83	2.36	22.79
0.18667 (řez 34)	14.30	158.94	1.30	6.73
0.18567	14.30	158.14	3.95	80.54
0.15626	14.30	156.33	3.52	63.80
0.15567 (řez 28)	14.30	156.76	0.62	1.49
0.15017 (řez 27)	14.30	156.76	0.72	1.73
0.14617 (řez 25)	14.30	156.76	0.62	1.43
0.13713	14.30	154.20	6.77	258.48
0.13425 (řez 24)	14.30	152.31	8.71	389.91
0.13067 (řez 23)	14.30	151.14	9.47	466.25
0.12567 (řez 22)	14.30	150.23	9.79	497.92
0.12067 (řez 21)	14.30	152.43	0.86	2.84
0.11467 (řez 20)	14.30	152.44	0.72	1.89
0.09817 (řez 18)	14.30	149.02	7.32	272.89
0.09417 (řez 17)	14.30	148.36	7.93	318.10
0.08767 (řez 16)	14.30	147.88	8.02	324.82
0.08267 (řez 15)	14.30	147.51	7.94	320.40

0.07517 (řez 14)	14.30	146.80	8.24	348.87
0.06517 (řez 13)	14.30	145.90	8.41	365.80
0.06026 (řez 12)	14.30	147.14	1.15	5.16
0.04717 (řez 10)	14.30	144.74	6.60	214.79
0.04017 (řez 9)	14.30	143.91	7.16	255.57
0.03617 (řez 8)	14.30	143.38	7.51	284.76
0.03167 (řez 7)	14.30	144.74	1.14	4.93
0.02567 (řez 6)	14.30	144.76	0.81	2.41
0.02217 (řez 5)	14.30	142.96	5.69	159.10
0.01517 (řez 4)	14.30	142.40	6.30	193.81
0.01017 (řez 3)	14.30	142.16	6.41	200.67
0.00517 (řez 2)	14.30	141.66	6.73	219.99
0.00000	14.30	141.24	6.99	239.47

### b) Kapacita koryta

Stavbou dochází ke zvýšení kapacity koryta. Sjednocením šířky dochází k eliminaci úseků se sníženou průtočnou plochou a tedy nízkou kapacitou.

V úsecích mezi řezy 0,146-0,156 (řezy 26-28) dochází k vybřežení již při Q5-Q10. Kapacity Q20 nedosahuje celý horní úsek 0,114-0,203 (řezy 20-39). Na průtoky Q50 a vyšší je nekapacitní celý úsek toku.

Nové mostky u čp. 17, 22 a 39 jsou kapacitní do úrovně Q20. Stávající krytý profil v úseku mezi řezy 28-34 a mostek s překlady u čp. 36 je kapacitní do úrovně Q2.

### c) Stabilita opevnění

Prouděním dochází k dosažení tečných napětí následujících intervalů:

Q20	150-280 Pa
Q50	180-300 Pa
Q100	200-350 Pa

Výjimku tvoří úseky 0,065-0,083 (řezy 13-15), kde v důsledku vysokého podélného sklonu (8,40 %) při Q100 dosahuje tečné napětí hodnot 320-370 Pa a dále úsek 0,125-0,134 v místě stávajícího stupně a navržené kaskády, kde dosahuje tečné napětí 390-500 Pa.

Při porovnání s kritickými tečnými napětími vybraných konstrukcí:

Kamenná dlažba na sucho	140-160 Pa
Kamenná dlažba do betonu	100-300 Pa
Kamenný zához	260-280 Pa
Zdivo na MC	300-600 Pa,

vyplývá, že opevnění záhozem nebo dlažbou na sucho není dostatečně stabilní, a tím pádem je nutné volit opevnění zděné na MC/kamennou dlažbu do betonu. V nejnámáhanějších úsecích, tzn. v řezech 8, 13-18 a 22-24 je nutné souvislé opevnění dna z lom. kamene zděné na MC.

V úsecích, kde je jednom z břehů zachována původní zeď a neprobíhá obnova dna na celou šířku (není vhodný výkop hluboko pod úroveň zachovávané zdi), je navržen kamenná dlažba.

Při porovnání kritických tečných napětí použitých konstrukcí (kamenná dlažba do betonu 100-300 Pa a Zdivo na MC 300-600 Pa) s dosaženými hodnotami tečného napětí z hydrotechnických výpočtů pro Q100 (~200-350 Pa), lze uvést, že **navržená konstrukce je stabilní**.

**Přílohy:** 1) Hydrologická data  
2) Tabulky tečných napětí