

Vymezení záplavového území toku

Bystřice

(ř.km 46,761 – 51,705)



Zpracovatel: Povodí Labe, státní podnik Hradec Králové

Odbor péče o vodní zdroje, referát hydrotechniky



Duben 2019

výškový systém **Bpv**

1 Technická zpráva

1.1 Úvod

Studie vymezení záplavového území vodního toku Bystřice bylo zpracováno v úseku intravilánu obce Rohoznice u Hořic. Cílem studie byla aktualizace záplavového území Bystřice na podkladu digitálního modelu terénu a to v úseku ř.km 46,761 až 51,705.

1.2 Podklady

- hydrologické údaje (řada N-letých průtoků) (2019)
- geodetické zaměření příčných profilů (2004)
- situace 1 : 10 000
- letecké snímky
- DMR 5G (2010)
- fotodokumentace

1.3 Popis zájmového území

Úsek řeky Bystřice, kterým se zabývá tato studie, začíná v místě, kde vtéká do obce Miletín - Rohoznice (ř.km 51,705 – silniční most) a silničním mostem v ř. km 46,761. Z uvedeného staničení vyplývá, že délka úseku je cca 5,0 km.

Od místa silničního mostu v ř.km 51,705 je Bystřice v úseku intravilánu obcí Miletín-Rohoznice různou měrou upravena. Trasu koryta zde křížuje celá řada místních komunikací, proto se zde setkáváme celkem s 18 mostními objekty (od silničních mostů až po drobné lávky pro pěší). Spádové poměry jsou upraveny 2 pevnými jezy. V profilu ř.km 50,34 provozuje ČHMÚ limnigrafickou stanici. Souvislá zástavba končí v podstatě až nad silničním mostem v ř.km 48,42. Dále řeka opět protéká velmi širokou inundací (až 500 m), zástavba se v okolí koryta nachází jen velmi výjimečně. Okolní pozemky jsou využívány k zemědělským účelům.

Rozsahem záplavového území dojde k dotčení obcí Rohoznice a Miletín a katastrálních území Rohoznice u Hořic a Miletín.

2 Sestavení matematického modelu

Pro výpočet byl využit SW prostředek HEC-RAS River Analysis System Version 5.0.5 vytvořený US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

2.1 Geodetické podklady

Základním podkladem pro sestavení modelu proudění jsou údolní profily Bystřice. Inundace byla vytvořena pomocí digitálního modelu terénu. Příčné profily jsou zadávány souřadnicemi x (m) a y (m n.m.). Samostatně jsou označeny body tvořící břehy koryta. Samostatně, pro takto rozdělený profil, jsou zadány drsnosti dle Manninga (tj. pro levou inundaci, koryto a pravou inundaci). V případě proměnlivého charakteru je možné zadávat drsnosti přímo k jednotlivým zaměřeným bodům profilu. Poloha profilu v modelu je charakterizována zadanou vzdáleností od předchozího. Zakřivení trasy toku je reprezentováno samostatným zadáním vzdálenosti pro levou inundaci, koryto a pravou inundaci. V případě, že břehy koryta jsou nasedlané a je předpoklad, že prostor inundace do výšky břehů se bude pouze plnit, je možné tyto části údolních profilů označit jako neaktivní. Systém umožňuje interpolaci mezilehlých profilů ze sousedních. Umístění profilů je zřejmé z příložené Situace.

2.2 Stanovení okrajových podmínek

2.2.1 Dolní okrajová podmínka

Jako dolní okrajová podmínka byl převzat průměrný sklon koryta ze studie odtokových poměrů „Bystřice, Chlumeck nad Cidlinou – Miletín“ $i = 0,00413$.

2.2.2 Horní okrajová podmínka

Jako horní okrajová podmínka byla zadána škála N-letých průtoků Bystřice v profilu ř.km 52,613.

N	1	2	5	10	20	50	100	500
Q [m³.s⁻¹]	5.3	7.77	11.6	15	18.7	24	28.5	40.4

2.2.3 Kalibrace modelu

Vzhledem k povodním, které na vodním toku Bystřice v minulosti proběhly (2006, 2013) a znalosti hladin a jednotlivých průtoků, bylo možné výpočetní model zpřesnit. Byly vybrány povodňové značky v ř.km, kde byly známy výšky při povodňových průtocích, např.

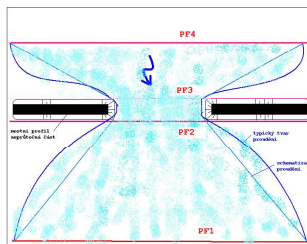
staničení ř.km	hladina [m n.m.]	povodňová značka [m n.m.]	rozdíl [m]
51.164	324.10	324.10	0.00
50.339	318.80	318.86	0.06
48.689	312.83	312.70	0.13

48.421	312.13	312.12	0.01
46.761	305.82	305.69	0.13

2.3 Objekty na toku

2.3.1 Mosty

Simulace proudění v mostu je provedena pomocí čtyř profilů, jak je zřejmé z následujícího schématu. Most je zadán souřadnicemi profilů nad a pod mostem. Následně jsou zadány souřadnice násypu komunikace a vlastní nosné konstrukce mostu (případně pilířů). Při výpočtu je uvažováno s rovnicí energetickou (tj. proudění je charakterizováno průtočnými profily) a momentovou. Po vyčíslení je vybráno největší vzdutí. Postupně je vypočtena rovnováha momentů pro jednotlivé profily:



mezi profily 2 a BD

$$A_{BD} \cdot Y_{BD} + \frac{Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} = A_2 \cdot Y_2 - A_{PB} \cdot Y_{PB} + \frac{Q_2^2}{g \cdot A_2} + F_f - W_x$$

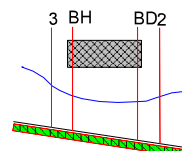
mezi profily BD a BH

$$A_{BH} \cdot Y_{BH} + \frac{Q_{BH}^2}{g \cdot A_{BH}} = A_{BD} \cdot Y_{BD} + \frac{Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} + F_f - W_x$$

mezi profily BH a 3

$$A_3 \cdot Y_3 + \frac{Q_3^2}{g \cdot A_3} = A_{BH} \cdot Y_{BH} + \frac{Q_{BH}^2}{g \cdot A_{BH}} + A_{PB} \cdot Y_{PB} + \frac{1}{2} C_D \cdot \frac{A_{PB}^2 \cdot Q_3^2}{g \cdot A_3} + F_f - W_x$$

$A_2, A_{BD}, \dots$ aktivní průtočná plocha v daných profilech
 $A_{PB}, \dots$ zastavěná plocha pilířem v dolním profilu
 $Y_2, Y_{BD}, \dots$ vzdálenost mezi hladinou a těžištěm aktivní průtočné plochy v daných profilech
 $Y_{PB}, \dots$ vzdálenost mezi hladinou a těžištěm zastavěné plochy pilířem v dolním profilu
 $\delta_b, \delta_{BD}, \dots$ rychlostní koeficient
 $Q_2, Q_{BD}, \dots$ průtok



F_t	třecí síla	
W_n	složka gravitační síly ve směru proudění	
C_D	ztrátový součinitel vyjadřující tvar pilíře :	1,20 kruhový
		2,00 kolmý
		1,39 trojúhelníkový 90°
		0,29 eliptický 8:1

2.3.2 Propustky

při výpočtu byl použit vztah pro nezatopený vtok:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_e}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

pro zatopený vtok:

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

kde :

HW_i energetická výška na vtoku

Dvnitřní průměr

H_cspecifická hloubka v místě kritické hloubky ($d_c + V_c^2/2g$)

Qprůtok propustkem

Aprůtočná plocha

Ssklon

K, M, c, Ykonstanta závisící na tvaru propustku a vstupních podmínkách

Energetická výška na výtoku – Bernoulliho rovnice

$$Z_3 + Y_3 + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + H_L$$

kde :

$Z_{3,2}$ kóta dna propustku na vstupu/výstupu

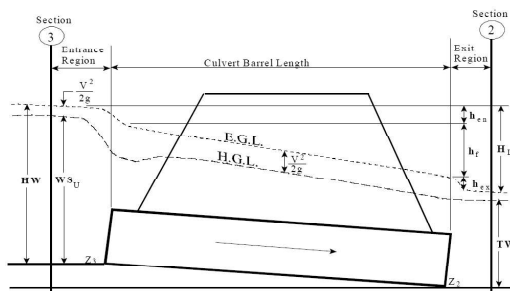
$Y_{3,2}$hloubka vody nad dnem na vstupu/výstupu

$\alpha_{3,2}$rychlostní koeficient

ggravitační zrychlení

$V_{3,2}$průměrná rychlost na vstupu/výstupu

H_Lcelková ztráta



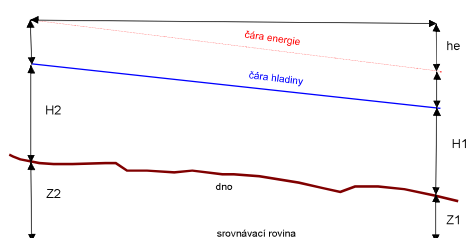
2.4 Výpočet průběhu hladin

Výpočet byl proveden dle metodiky výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění pro zaměřené údolní profily Bystřice.

Průtočný profil je rozdělen na tři samostatné části (inundace + vlastní tok), které jsou charakterizovány stupněm drsnosti. Program počítá pro zadaný průtok odpovídající přírůstek kóty hladiny dle vztahu pro výpočet ustáleného nerovnoměrného průtoku v přirozeném korytě.

Výpočet je proveden na základě následujících předpokladů:

- hladina je v celém profilu vodorovná
- hladina je v celém profilu spojitá
- křivka zatopených ploch je spojitá a neklesající



$$H_2 + Z_2 + \frac{Qv_1^2}{2g} = H_1 + Z_1 + \frac{Qv_2^2}{2g} + h_e$$

kde:

- $H_{1,2}$hloubka (m)
 $Z_{1,2}$výška dna nad srovnávací rovinou (m n.m.)
 ξrychlostní koeficient
 gtíhové zrychlení ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)
 v_1, v_2střední profilová rychlost dolního a horního profilu (m/s)
 h_erozdíl čáry energie (m)

3 Psaný podélný profil Bystřice

staničení	úroveň hladiny vody při Q _s			
	H (Q _s)	H (Q ₁₀₀)	H (Q ₁₀₀)	H (Q ₅₀₀)
[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
46.761	305.35	305.81	305.78	305.85
46.779	305.39	305.9	306.02	306.33
47.035	305.58	305.95	306.35	306.62
47.338	307.48	307.77	307.98	308.05
47.629	308.57	309	309.35	309.68
47.804	310.21	310.52	310.77	311
47.812	310.52	310.7	310.75	311.32
47.819	SILNIČNÍ MOST POD ROHOZNICÍ			
47.820	310.6	311.07	311.53	311.62
47.835	310.7	311.22	311.61	311.75
48.141	311.1	311.43	311.77	311.97
48.400	311.56	311.85	312.13	312.37
48.413	311.54	311.81	312.02	312.08
48.420	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST ROHOZNICE			
48.421	311.57	311.85	312.1	312.52
48.432	311.61	311.95	312.35	312.99
48.680	312.13	312.46	312.76	313.11
48.685	312.16	312.46	312.72	313.06
48.688	DŘEVĚNÁ LÁVKA ROHOZNICE			
48.689	312.17	312.48	312.77	313.06
48.695	312.2	312.56	312.9	313.19
48.856	312.46	312.78	313.06	313.29
48.860	DŘEVĚNÁ LÁVKA ROHOZNICE			
48.861	312.49	312.81	313.1	313.53

48.961	312.98	313.34	313.72	314.07
48.965	BETONOVÁ LÁVKA ROHOZNICE			
48.966	313.02	313.36	313.72	314.12
49.218	313.83	314.2	314.55	314.72
49.223	313.82	314.15	314.41	314.4
49.230	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST ROHOZNICE			
49.231	313.86	314.2	314.51	314.97
49.236	313.88	314.26	314.63	315.31
49.485	314.64	315.1	315.48	315.68
49.489	DŘEVĚNÁ LÁVKA ROHOZNICE			
49.490	314.65	315.11	315.52	315.69
49.561	314.85	315.29	315.67	315.89
49.563	314.83	315.25	315.6	315.79
49.567	BETONOVÁ LÁVKA ROHOZNICE			
49.568	314.86	315.54	315.59	215.7
49.575	314.89	315.59	315.73	316.01
49.741	315.26	315.76	316	316.26
49.747	315.25	315.74	315.98	316.25
49.751	BETONOVÁ LÁVKA ROHOZNICE			
49.752	315.26	315.73	316	315.15
49.760	315.28	315.74	316.01	316.15
49.894	315.39	315.74	315.96	316.29
49.899	315.4	315.73	316.23	316.55
49.903	BETONOVÁ LÁVKA ROHOZNICE			
49.904	315.63	316.01	316.53	317.11
49.908	315.79	316.29	316.83	317.44
49.940	315.98	316.46	317	317.56
49.948	317.08	317.25	317.41	317.54
49.955	317.15	317.25	317.46	317.63
50.095	317.54	317.78	317.93	318.13
50.204	317.72	317.97	318.26	318.52
50.205	317.71	317.97	318.27	318.65
50.207	DŘEVĚNÁ LÁVKA ROHOZNICE			
50.208	317.79	318.07	318.41	319.09
50.221	317.86	318.26	318.72	319.18
50.339	318.54	318.78	318.99	319.25
50.372	318.68	318.98	319.3	319.63
50.381	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST MILETÍN			
50.382	318.69	319.13	319.4	319.9
50.394	318.69	319.12	319.4	319.93
50.557	319.03	319.36	319.75	320.23
50.572	319.44	319.79	320.21	321.23
50.576	BETONOVÁ LÁVKA MILETÍN			
50.577	319.59	319.98	320.45	321.31
50.600	320.18	320.38	320.94	321.65

50.821	321.53	321.78	321.98	322.18
50.839	322.05	322.26	322.48	322.65
50.848	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST MILETÍN			
50.849	322.15	322.38	322.62	322.84
50.868	322.17	322.34	322.73	322.93
50.872	DŘEVĚNÁ LÁVKA MILETÍN			
50.873	322.41	322.76	322.88	323.02
50.979	322.47	322.7	323.07	323.32
51.065	322.52	322.94	323.26	323.58
51.068	322.87	323.15	323.46	323.77
51.069	322.88	323.16	323.46	323.88
51.070	STAVIDLOVÝ UZÁVĚR - LÁVKA			
51.071	322.93	323.63	324.1	324.29
51.072	323.13	323.67	324.14	324.35
51.159	323.14	323.65	324.08	324.2
51.163	BETONOVÁ LÁVKA MILETÍN			
51.164	323.24	323.66	324.11	324.73
51.304	323.94	324.23	324.58	324.91
51.308	BETONOVÁ LÁVKA MILETÍN			
51.309	324.46	324.48	324.93	325.11
51.417	324.65	324.91	325.24	325.55
51.421	BETONOVÁ LÁVKA MILETÍN			
51.422	325.02	325.35	325.65	325.97
51.528	325.34	325.59	325.86	326.13
51.530	326.76	326.96	327.19	327.45
51.531	PROPUSTEK			
51.532	326.95	327.13	327.43	327.75
51.538	327.08	327.32	327.63	327.95
51.672	327.27	327.6	327.96	328.31
51.695	330.09	330.45	330.87	331.25
51.696	330.11	330.47	330.89	331.29
51.696	330.12	330.49	330.92	331.32
51.705	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST SADOVÁ			

4 Závěr

Pro výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit programový software HEC-RAS River Analysis Version 5.0.5 vytvořený US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

Hydrologické údaje byly zpracovány Českým hydrometeorologickým ústavem. Pro takto získané podklady byl proveden výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění metodou po úsecích pro průtoky $Q_{1\%}$. Pro průtoky $Q_{1\%}=5,20,100,500$ byl vymezen rozsah záplavového území v situaci 1:10000 a dále byl vymezen rozsah aktivní zóny záplavového území.