

Studie záplavového území toku **DUNAJKA**

Petrovice – Žd'ár nad Metují – Bukovice (ř.km 0,0 – 5,0)



REVITAL

Inženýrská a projektová kancelář

Srnčí 9 / 920
158 00 Praha 5 - Jinonice

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBSAH

1. Úvod.....	3
1.1. Podklady.....	3
1.2. Popis zájmového území.....	3
2. Sestavení matematického modelu.....	4
2.1. Geodetické podklady.....	4
2.2. Stanovení okrajových podmínek.....	4
2.2.1. Dolní okrajová podmínka.....	4
2.2.2. Horní okrajová podmínka.....	4
2.3. Stanovení drsnosti.....	5
2.4. Objekty na toku.....	5
2.4.1. Mosty.....	5
2.4.2. Propustky.....	6
2.5. Výpočet průběhu hladin.....	7
3. Psaný podélný profil N-letých průtoků Luční potok.....	9
4. Závěr.....	122

1. Úvod

Studie vymezení záplavového území toku Dunajka v úseku Petrovice – Žďár nad Metují - Bukovice byla zpracována na základě smlouvy o dílo uzavřené se státním podnikem Povodím Labe. Jejím cílem bylo sestavit matematický model proudění toku Dunajka v úseku ř.km 0 – 5, provést výpočet hladin povodňových průtoků a vymežit rozsah záplavového území pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a rozsah aktivní zóny záplavového území. Vzhledem k charakteru koryta toku Dunajka a inundačního území byla pro výpočet užitá metoda výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění po úsecích.

1.1. Podklady

- geodetické zaměření údolních profilů (2017)
- hydrologické údaje (ČHMÚ)
- letecké snímky
- fotodokumentace objektů na toku
- digitální model terénu
- situace 1 : 10000

1.2. Popis zájmového území

Horní část řešeného úseku toku Dunajka (intravilán obce Bukovice) je situována v rovinatém území. Ve střední a spodní části počítaného úseku tvoří koryto včetně inundací souvislé údolí a přes obec Žďár nad Metují vtéká do toku Metuje. Na toku je množství mostních objektů a propustků, které významně ovlivňují odtokové poměry a které jsou zdokumentovány v příloze „*Fotodokumentace*“.

2. Sestavení matematického modelu

Pro výpočet byl použit programový prostředek HEC-RAS River Analysis System Version 5.0.3 vytvořený US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

2.1. Geodetické podklady

Základním podkladem pro sestavení modelu proudění jsou údolní profily toku Dunajka. Příčné profily jsou zadávány souřadnicemi $x(m)$ a $y(m \text{ n.m.})$. Samostatně jsou označeny body tvořící břehy koryta. Samostatně, pro takto rozdělený profil, jsou zadány drsnosti (dle Manninga) (t.j. 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. Neprůtočné překážky byly zadány jako neprůtočné části příčného profilu.

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 přílohy „*Situace*“.

2.2. Stanovení okrajových podmínek

2.2.1. Dolní okrajová podmínka

Jako dolní okrajová podmínka byl pro jednotlivé N-leté průtoky zvolen sklon $i = 0,007$.

2.2.2. Horní okrajová podmínka

Jako horní okrajová podmínka byla zadána škála průtoků toku Dunajka zpracovaná Českým hydrometeorologickým ústavem v následujícím profilu:

Dunajka

Hydrologické číslo povodí : 1-01-03-016

Plocha povodí : 14,82 km²

Profil : pod soutokem s Hlavňovským potokem

Třída : III.

N	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>100</i>
Q_N (m³/s)	3,12	5,12	8,97	12,9	17,8	25,9	33,5

Do hydrotechnického výpočtu bylo použito následující rozdělení průtoků:

ř.km	Q ₁ [m ³ /s]	Q ₂ [m ³ /s]	Q ₅ [m ³ /s]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]
4.919	3.12	5.12	8.97	12.90	17.80	25.90	33.50
4.791	3.12	5.12	5.80	5.85	5.90	5.95	6.00
4.570	3.12	5.12	6.50	6.70	7.10	7.50	8.00
3.736	3.26	5.35	6.91	7.29	7.92	8.69	9.54
2.108	4.63	7.60	10.85	12.95	15.72	20.05	24.23

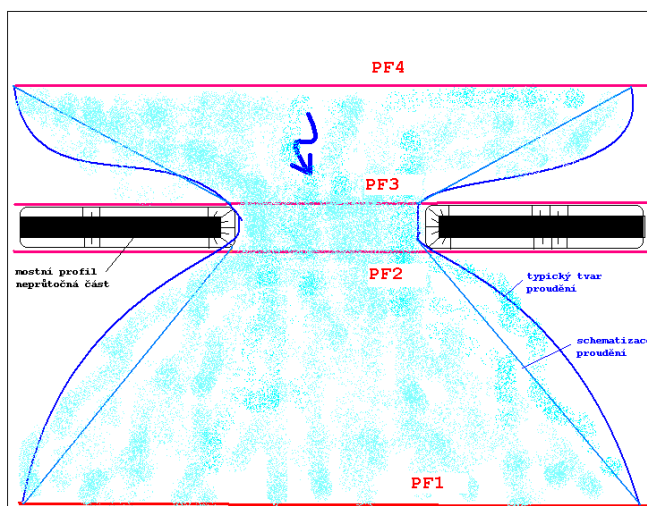
2.3. Stanovení drsnosti

Na základě terénní prohlídky a fotodokumentace byla zadána konstantní Manningova drsnost pro koryto v rozmezí 0,04 – 0,045. V inundaci byla zadána drsnost 0,07.

2.4. Objekty na toku

2.4.1. 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 (t.j. proudění je charakterizováno průřezovými profily) a momentovou. Po vyčíslení je vybráno největší vzduť. Postupně je vypočtena rovnováha momentů pro jednotlivé profily:

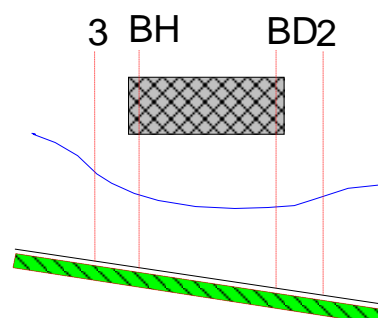
mezi profily 2 a BD

$$A_{BD} \cdot Y_{BD} + \frac{\delta_{BD} \cdot Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} = A_2 \cdot Y_2 - A_{PBD} \cdot Y_{PBD} + \frac{\delta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot A_2} + F_f - W_x$$

mezi profily BD a BH

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

mezi profily BH a 3



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

A_2, A_{BD}aktivní průtočná plocha v daných profilech

A_{PBD}zastavěná plocha pilířem v dolním profilu

Y_2, Y_{BD} vzdálenost mezi hladinou a těžištěm aktivní průtočné plocha v daných profilech

Y_{PBD} vzdálenost mezi hladinou a těžištěm zastavěné plochy pilířem v dolním profilu

δ_B, δ_{BD} rychlostní koeficient

Q_2, Q_{BD} ...průtok

F_ftřecí síla

W_xsložka gravitační síly ve směru proudění

C_Dztrátový součinitel vyjadřující tvar pilíře :

1,20	kruhový
2,00	kolmý
1,39	trojúhelníkový 90°
0,29	eliptický 8:1

2.4.2. Propustky

při výpočtu byl použit vztah pro nezatopený vtok:

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

pro zatopený vtok:

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

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 závisující 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

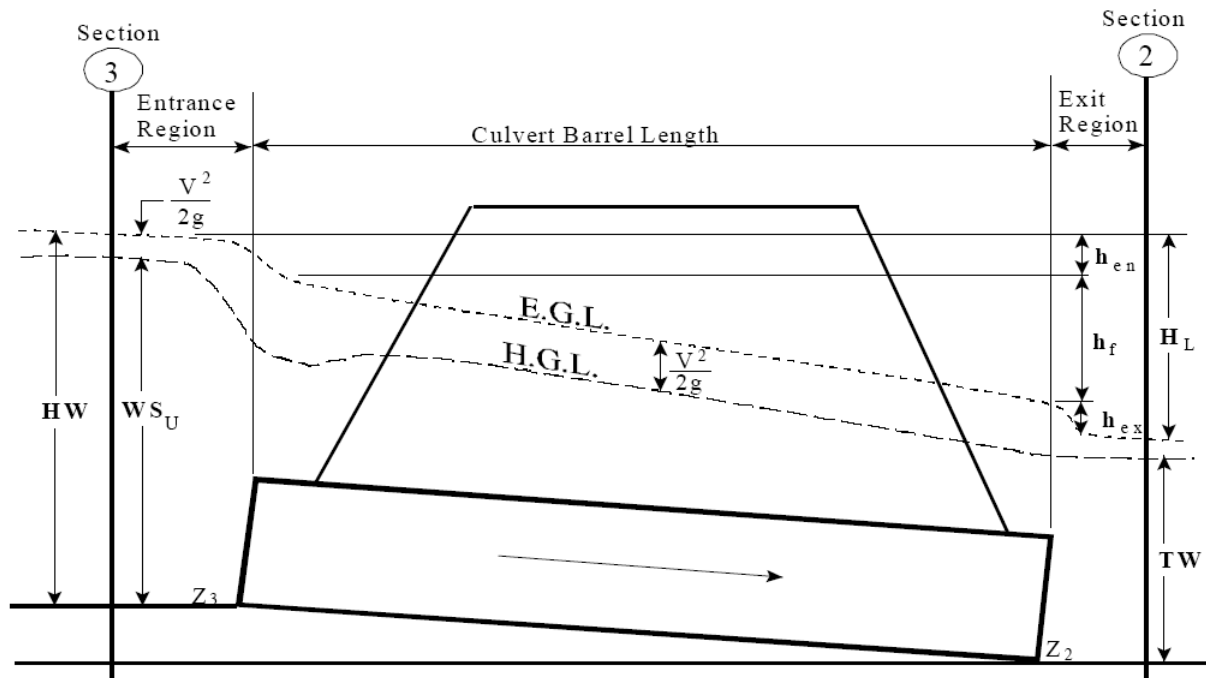
$Y_{3,2}$hloubka vody nad dnem na vstupu/výstupu

$\alpha_{3,2}$rychlostní koeficient

ggravitační zrychlení

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

H_Lcelková ztráta



2.5. Výpočet průběhu hladin

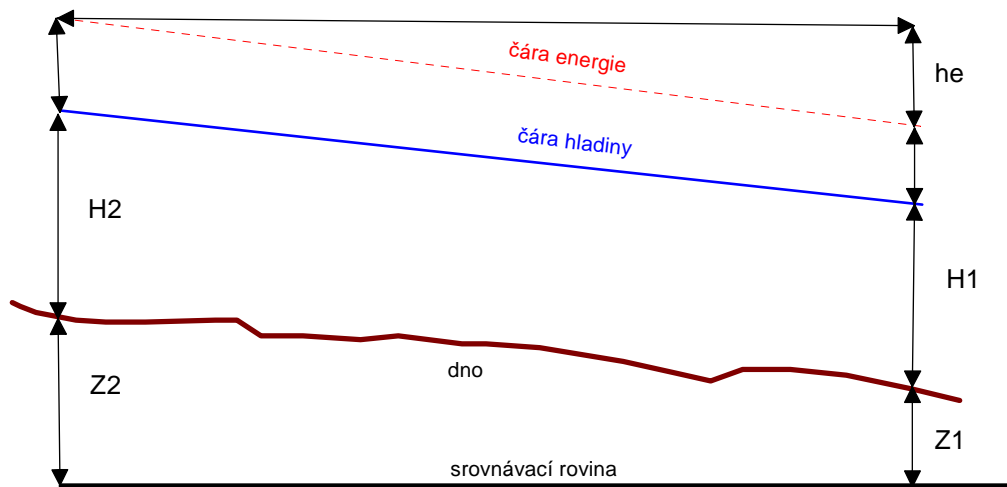
Výpočet byl proveden dle metodiky výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění pro zaměřené údolní profily toku Dunajka.

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



$$H_2 + Z_2 + \frac{\varrho \cdot v_2^2}{2 \cdot g} = H_1 + Z_1 + \frac{\varrho \cdot v_1^2}{2 \cdot g} + h_e$$

kde :

$H_{1,2}$hloubka (m),

$Z_{1,2}$výška dna nad srovnávací rovinou (m n.m.),

ϱrychlostní 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 N-letých průtoků – Dunajka

STANIČENÍ	H(Q1)	H(Q2)	H(Q5)	H(Q10)	H(Q20)	H(Q50)	H(Q100)
ř.km	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
0.125	404.56	404.87	405.11	405.21	405.32	405.46	405.56
0.230	405.56	405.84	406.04	406.13	406.23	406.35	406.45
0.347	406.98	407.17	407.32	407.39	407.46	407.56	407.65
0.360	407.13	407.33	407.47	407.53	407.61	407.71	407.80
0.366	DŘEVĚNÁ LÁVKA (F2)						
0.366	407.13	407.33	407.48	407.54	407.62	407.72	407.81
0.401	407.30	407.48	407.61	407.65	407.72	407.91	408.11
0.452	407.69	407.93	408.11	408.20	408.32	408.45	408.54
0.554	408.74	408.76	408.90	409.01	409.20	409.35	409.43
0.562	DŘEVĚNÁ LÁVKA (F3)						
0.562	408.75	409.03	409.24	409.31	409.49	409.58	409.67
0.580	KAMENNÝ ŽELEZNIČNÍ MOST (F4)						
0.582	409.13	409.41	409.59	409.69	409.80	409.80	409.96
0.597	409.19	409.50	409.76	409.90	410.08	410.26	410.53
0.668	409.76	409.92	410.07	410.17	410.31	410.49	410.71
0.741	410.21	410.42	410.59	410.67	410.75	410.86	410.92
0.909	411.73	411.90	412.07	412.18	412.31	412.46	412.61
0.925	KAMENNÝ ŽELEZNIČNÍ MOST (F6)						
0.928	412.17	412.40	412.60	412.70	412.81	412.95	413.14
0.945	412.27	412.54	412.85	413.00	413.17	413.41	413.65
1.045	413.65	413.76	413.75	413.80	413.86	413.94	413.98
1.142	414.28	414.47	414.65	414.70	414.76	414.83	414.91
1.212	414.84	415.09	415.12	415.19	415.29	415.42	415.51
1.228	KAMENNÝ ŽELEZNIČNÍ MOST (F7)						
1.231	415.13	415.39	415.55	415.64	415.73	415.86	416.05
1.249	415.21	415.49	415.72	415.85	416.01	416.25	416.50
1.387	415.99	416.16	416.33	416.41	416.51	416.68	416.84
1.493	417.20	417.39	417.54	417.62	417.71	417.79	417.81
1.597	418.20	418.40	418.58	418.72	418.87	418.99	419.08
1.628	KAMENNÝ ŽELEZNIČNÍ MOST (F8,F9)						
1.632	418.81	419.08	419.31	419.44	419.55	419.71	419.84
1.660	419.15	419.34	419.51	419.66	419.82	420.08	420.31
1.802	420.91	421.13	421.28	421.34	421.39	421.38	421.46
1.971	422.28	422.39	422.48	422.54	422.61	422.75	422.82
2.046	423.75	424.07	424.29	424.40	424.56	424.76	424.95
2.108	424.81	425.02	425.21	425.32	425.47	425.69	425.91
2.273	426.19	426.32	426.39	426.42	426.46	426.52	426.57
2.386	427.91	428.17	428.33	428.35	428.39	428.43	428.47

2.517	430.41	430.63	430.71	430.73	430.75	430.77	430.80
2.605	431.96	432.12	432.22	432.32	432.34	432.36	432.38
2.746	433.07	433.37	433.50	433.44	433.47	433.52	433.56
2.835	434.62	434.95	435.04	435.06	435.09	435.12	435.16
2.934	435.81	435.99	436.12	436.15	436.19	436.24	436.29
2.993	436.19	436.45	436.61	436.64	436.69	436.75	436.81
3.059	437.11	437.31	437.44	437.47	437.52	437.57	437.63
3.076	BETONOVÝ SILNIČNÍ MOST V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F10)						
3.082	437.80	438.00	438.13	438.16	438.20	438.26	438.31
3.095	437.83	438.03	438.15	438.18	438.22	438.28	438.33
3.103	DŘEVĚNÁ LÁVKA V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F11)						
3.103	437.97	438.18	438.31	438.34	438.38	438.44	438.50
3.150	438.05	438.31	438.47	438.51	438.57	438.64	438.72
3.199	438.14	438.43	438.62	438.66	438.73	438.81	438.90
3.209	ŽELEZOBETONOVÁ LÁVKA V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F12)						
3.210	438.17	438.48	438.69	438.74	438.81	438.89	438.98
3.222	438.20	438.51	438.73	438.78	438.85	438.94	439.02
3.262	438.28	438.61	438.83	438.88	438.95	439.04	439.12
3.265	ŽELEZOBETONOVÁ LÁVKA V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F13)						
3.265	438.37	438.61	438.85	438.91	439.00	439.08	439.15
3.272	438.40	438.65	438.90	438.96	439.05	439.13	439.19
3.330	438.56	438.83	439.04	439.09	439.16	439.23	439.30
3.338	ŽELEZOBETONOVÝ MOSTEK V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F14)						
3.340	438.64	438.91	439.11	439.16	439.25	439.35	439.46
3.343	ŽELEZOBETONOVÝ MOSTEK V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F15)						
3.344	438.70	438.93	439.12	439.20	439.31	439.45	439.52
3.352	438.73	438.97	439.17	439.23	439.33	439.45	439.50
3.386	438.91	439.19	439.38	439.44	439.53	439.64	439.70
3.393	ŽELEZOBETONOVÝ MOSTEK V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F16)						
3.394	439.06	439.28	439.61	439.69	439.76	439.72	439.75
3.398	ŽELEZOBETONOVÝ MOSTEK V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F17)						
3.400	439.14	439.42	439.78	439.85	439.92	439.93	439.99
3.404	439.12	439.38	439.74	439.81	439.88	439.89	439.95
3.447	439.36	439.69	439.96	440.00	440.06	440.09	440.14
3.449	ŽELEZOBETONOVÁ LÁVKA V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F18)						
3.450	439.42	439.68	439.98	440.03	440.08	440.12	440.17
3.453	439.43	439.69	439.96	440.01	440.06	440.10	440.15
3.519	439.96	440.26	440.31	440.31	440.32	440.34	440.35
3.528	ŽELEZOBETONOVÝ SILNIČNÍ MOST V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F19)						
3.529	440.10	440.45	440.65	440.70	440.78	440.89	441.00
3.539	440.08	440.42	440.65	440.70	440.80	440.91	441.01
3.564	440.49	440.74	440.85	440.87	440.92	440.99	441.07
3.573	ŽELEZOBETONOVÝ SILNIČNÍ MOST V OBCI ŽĎÁR NAD METUJÍ (F20)						
3.578	440.65	440.93	441.07	441.10	441.16	441.22	441.29
3.582	440.64	440.82	440.97	441.00	441.06	441.13	441.22

3.614	441.20	441.43	441.54	441.57	441.61	441.65	441.69
3.629	441.33	441.56	441.67	441.70	441.74	441.78	441.83
3.736	443.06	443.24	443.36	443.38	443.43	443.47	443.52
3.845	444.40	444.58	444.68	444.70	444.73	444.76	444.80
3.965	445.96	446.11	446.19	446.19	446.21	446.22	446.24
3.974	446.72	446.93	447.05	447.07	447.10	447.13	447.17
3.975	446.93	447.21	447.40	447.42	447.48	447.55	447.63
3.983	447.00	447.26	447.44	447.47	447.51	447.56	447.61
4.077	448.06	448.32	448.45	448.46	448.50	448.53	448.57
4.190	449.00	449.25	449.38	449.39	449.42	449.44	449.48
4.253	450.27	450.41	450.50	450.52	450.54	450.56	450.59
4.273	450.52	450.73	450.85	450.87	450.90	450.94	450.98
4.274	ŽELEZOBETONOVODŘEVĚNÁ LÁVKA V OBCI BUKOVICE (F28, F29)						
4.275	450.56	450.78	450.91	450.92	450.96	450.99	451.03
4.296	450.82	451.05	451.18	451.20	451.24	451.27	451.32
4.321	451.15	451.40	451.55	451.57	451.61	451.65	451.70
4.332	ŽELEZOBETONOVÝ MOSTEK V OBCI BUKOVICE (F30)						
4.335	451.60	451.85	452.02	452.04	452.09	452.15	452.22
4.350	451.78	452.13	452.36	452.39	452.45	452.52	452.60
4.361	452.04	452.32	452.55	452.58	452.60	452.63	452.65
4.369	452.45	452.56	452.61	452.76	452.82	452.87	452.93
4.485	453.32	453.69	453.71	453.76	453.81	453.83	453.86
4.570	454.46	454.55	454.61	454.63	454.64	454.66	454.69
4.581	454.50	454.63	454.76	454.78	454.79	454.80	454.81
4.642	455.26	455.56	455.59	455.60	455.61	455.62	455.63
4.686	455.77	455.98	456.05	456.06	456.07	456.08	456.09
4.694	ŽELEZOBETONOVÝ SILNIČNÍ MOSTEK V OBCI BUKOVICE (F36)						
4.696	455.99	456.22	456.43	456.43	456.44	456.45	456.46
4.704	456.04	456.27	456.46	456.47	456.48	456.49	456.50
4.745	456.41	456.72	456.80	456.80	456.80	456.81	456.81
4.791	456.59	456.90	456.97	456.98	456.98	456.99	456.99
4.896	456.82	457.09	457.20	457.26	457.33	457.42	457.50
4.910	ŽELEZOBETONOVÝ SILNIČNÍ MOSTEK SE STAVIDLY V OBCI BUKOVICE (F3)						
4.912	456.87	457.16	457.35	457.42	457.50	457.63	457.73
4.919	456.88	457.16	457.35	457.41	457.49	457.62	457.72

Levá inundace

STANIČENÍ	H(Q1)	H(Q2)	H(Q5)	H(Q10)	H(Q20)	H(Q50)	H(Q100)
ř.km	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
4.581	-	-	455.03	455.04	455.05	455.07	455.12
4.642	-	-	455.04	455.06	455.07	455.13	455.19
4.686	-	-	455.04	455.06	455.07	455.13	455.19
4.696	-	-	455.04	455.06	455.07	455.13	455.19
4.704	-	-	455.04	455.06	455.07	455.13	455.19
4.745	-	-	455.04	455.07	455.1	455.17	455.24
4.791	-	-	455.06	455.14	455.24	455.4	455.53
4.896	-	-	456.55	457	457.11	457.26	457.36
4.910	ŽELEZOBETONOVÝ SILNIČNÍ MOSTEK SE STAVIDLY V OBCI BUKOVICE (F3)						
4.912	-	-	457.35	457.42	457.5	457.64	457.74
4.919	-	-	457.35	457.41	457.5	457.63	457.73

4. Závěr

Pro výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit programový software HEC-RAS River Analysis System Version 5.0.3 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_N . Pro průtoky $Q_{N=5,20,100}$ byl vymezen rozsah záplavového území v situaci v měřítku 1:5000. Současně byla zpracována a vymezena aktivní zóna záplavového území.