

ZLATÝ POTOK
(ř. km 0,000 – 12,267)
stanovení záplavového území



Technická zpráva



Povodí Labe, státní podnik Hradec Králové

srpen 2016

výškový systém **Bpv**

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. Stupně a jezy	7
2.4.3. Stavidla	7
2.5. Výpočet průběhu hladin	8
3. Psaný podélný profil N-letých průtoků Zlatého potoka	9
4. Závěr	13

1. Úvod

Vzhledem k provázanosti záplavového území vodních toků Dědina a Zlatý potok Vám zasíláme návrh na stanovení obou toků současně Dědina ř.km 10,965 – 26,140 a Zlatý potok ř.km 0,000 – 5,516 a samostatně Zlatého potoka v úseku ř.km 5,516 – 12,267.

Záplavové území vodního toku Zlatý potok bylo nutné pro potřeby stanovení záplavového území, vzhledem k rozsahu (souběh , rozdělit na záplavové území soutoku Dědiny (ř.km 10,965 – 26,140) a Zlatého potoka (ř.km 0,000 – 5,516) a záplavové území vodního toku Zlatý potok v úseku ř.km 5,516 – 12,267.

Studie vymezení záplavového území toku Zlatý potok byla zpracována v úseku ústí do vodního toku Dědina (ř.km 0,000) po betonový most v obci Podchlumí nad Ještětickým potokem (ř.km 12,267). Zpracování studie mělo za cíl na základě zpřesnění geodetických údajů v území a znalosti digitálního modelu reliéfu (DMR 5G) sestavit matematický model proudění toku Zlatý potok v úseku ř.km 0,000 – 12,267, provést výpočet nových hladin povodňových průtoků a vymežit nový rozsah záplavového území pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a aktivní zóny záplavového území. Vzhledem k charakteru toku Zlatý potok a inundačnímu území byla pro výpočet použita metoda výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění po úsecích.

1.1. Podklady

- geodetické zaměření údolních profilů (GEOŠRAFO s.r.o. 2000, 2012)
- hydrologické údaje (ČHMÚ, Manipulační řády)
- letecké snímky
- fotodokumentace objektů na toku
- digitální model terénu (DMR 5G)
- studie ZÚ toku Dědina

1.2. Popis zájmového území

Řešený úsek toku Zlatý potok začíná na okraji města České Meziříčí ústím do vodního toku Dědina a končí u betonového mostu v obci Podchlumí nad Ještětickým potokem, celkově se jedná o úsek délky 12,267 km.

V horní části toku se jedná o neupravené koryto přibližně lichoběžníkového tvaru, které je na obou březích lemováno příbřežními stromy a křovinami, inundace je tvořena rozlehlými poli a Semechnickým rybníkem. V intravilánu obce Semechnice je koryto kapacitnější obdélníkového tvaru a přes koryto jsou umístěny silniční betonové mosty. Z obce Semechnice tok plynule navazuje na intravilán města Opočno pod rybníkem Broumar. Koryto pod zámkem v Opočně vede přes Horní a Dolní zámecký rybník a lemuje zámecký park, stále jde o koryto neupravené, avšak vyšší kapacity než v horní části. Po rozdělovací objekt, kterým je převáděn část průtoku ze Zlatého potoka do Jalového se nachází velké množství silničních mostů a lávek. Od rozdělovacího objektu pokračuje neupravené koryto lichoběžníkového tvaru pod několika železničními mosty a v přilehlé inundaci jsou rozlehlá pole. Dolní úsek Zlatého potoka se pak vyznačuje opět lemuujícími stromy a křovinami, v okolí toku jsou zemědělsky obdělávané pozemky až po ústí to Dědiny na okraji města České Meziříčí.

Rozsahem záplavového území dojde k dotčení obcí České Meziříčí, Čánka, Opočno pod Orlickými horami, Pohoří u Dobrušky a Semechnice.

2. Sestavení matematického modelu

Pro výpočet byl použit programový prostředek HEC-RAS River Analysis System Version 5.0.0 vytvořený US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

2.1. Geodetické podklady

Základním podkladem pro sestavení modelu proudění jsou údolní profily toku Zlatý potok. 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.

System umožňuje interpolaci mezilehlých profilů ze sousedních. Umístění profilů je zřejmé z přílohy *Situace 1:5 000*.

2.2. Stanovení okrajových podmínek

2.2.1. Dolní okrajová podmínka

Jako dolní okrajová podmínka byly pro řešený úsek použity vypočtené hodnoty hladin na soutoku Dědina Zlatý potok, které byly převzaty ze studie odtokových poměrů „Dědina v úseku Třebechovice pod Orebem – Dobruška“.

2.2.2. Horní okrajová podmínka

Jako horní okrajová podmínka byla zadána škála průtoků na toku Zlatý potok zpracovaná Českým hydrometeorologickým ústavem v následujících profilech:

Zlatý potok

Hydrologické číslo povodí : 1-02-03-0304

Plocha povodí : 46,82 km²

Profil : pod Houdkovickým potokem – cca ř.km 9,42

Třída : III

N	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$	4,58	7,49	12,9	18,3	24,9	35,6	45,3

Zlatý potok

Hydrologické číslo povodí : 1-02-03-0320
 Plocha povodí : 55,11 km²
 Profil : pod Neplatilem (odtokem z Broumaru) – cca ř.km 7,10
 Třída : III

N	1	2	5	10	20	50	100
Q _N [m ³ .s ⁻¹]	4,94	8,05	13,8	19,6	26,6	38,0	48,3

Zlatý potok

Hydrologické číslo povodí : 1-02-03-0330
 Plocha povodí : 61,36 km²
 Profil : pod Prkennou – cca ř.km 2,56
 Třída : III

N	1	2	5	10	20	50	100
Q _N [m ³ .s ⁻¹]	5,18	8,43	14,5	20,5	27,7	39,5	50,3

Do hydrotechnického výpočtu bylo použito následující rozdělení průtoků:

ř.km	Q ₁ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₂ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₅ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₁₀ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₂₀ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₅₀ [m ³ .s ⁻¹]	Q ₁₀₀ [m ³ .s ⁻¹]
11,474	4.38	7.45	12.2	17	21.1	27.9	34
9,319	4.58	7.49	12.9	18.3	24.9	35.6	45.3
7,111	4.94	8.05	13.8	19.6	26.6	38	48.3
4,385	5.02	8.28	13.9	20	27.1	38.9	49.2
3,961	1.64	2.93	5.04	7.06	8.37	18.62	28.5
2,588	5.18	8.43	14.5	20.5	27.7	39.5	50.3

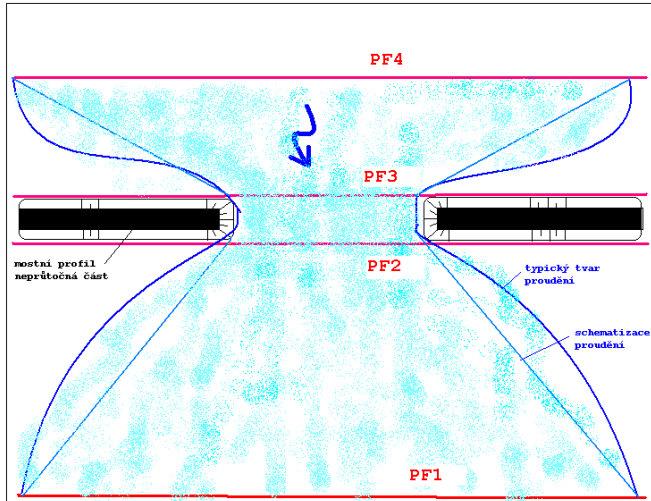
2.3. Stanovení drsnosti

Pro sestavený matematický model nebyla v řešeném úseku k dispozici kalibrační data. Na základě terénní prohlídky a fotodokumentace byla zadána Manningova drsnost pro koryto 0,04 a 0,06 pro inundaci.

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 průtočnými profily) a momentovou. Po vyčíslení je vybráno největší vzduť. Postupně je vypočtena rovnováha momentů pro jednotlivé profily:

mezi profily 2 a BD

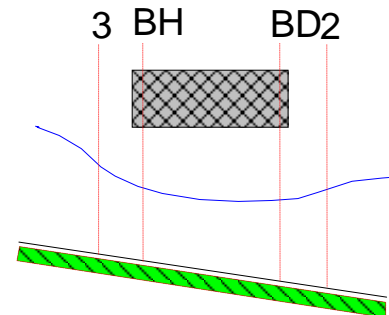
$$A_{BD} \cdot Y_{BD} + \frac{\delta_{BD} \cdot Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} = A_2 \cdot Y_2 - A_{PBD} \cdot Y_{PBD} + \frac{\delta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot A_2} + F_f - W_x$$

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

$$A_3 \cdot Y_3 + \frac{\delta_3 \cdot Q_3^2}{g \cdot A_3} = A_{BH} \cdot Y_{BH} + \frac{\delta_{BH} \cdot Q_{BH}^2}{g \cdot A_{BH}} + A_{PBH} \cdot Y_{PBH} + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{PBH} \cdot Q_3^2}{g \cdot A_3} + F_f - W_x$$



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_2, 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. Stupně a jezy

při výpočtu byl použit vztah

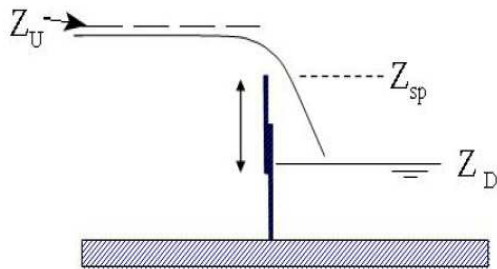
$$Q = C.L.H^{\frac{3}{2}}$$

kde :

C..... průtokový součinitel (2,6 - 4,0)

L.....délka přelivné hrany

H.....rozdíl mezi kótou čáry energie a přepadovou hranou



2.4.3. Stavidla

při výpočtu byl použit vztah pro nezatopený výtok:

$$Q = C W B \sqrt{2gH}$$

kde :

C..... výtokový součinitel (0,5 – 0,7)

W.....šířka přelivné hrany

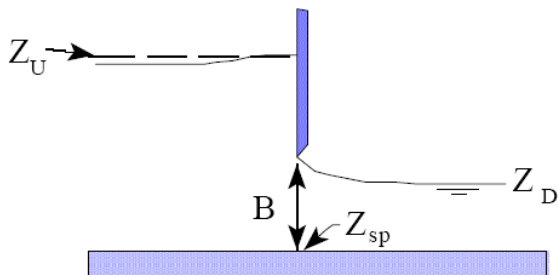
H.....rozdíl mezi kótou čáry energie a hranou dna ($Z_u - Z_{sp}$)

pro zatopený výtok se při výpočtu změní vztah na:

$$Q = C W B \sqrt{2g3H}$$

kde :

H..... rozdíl mezi kótou čáry energie a výtokovou hranou ($Z_u - Z_d$)



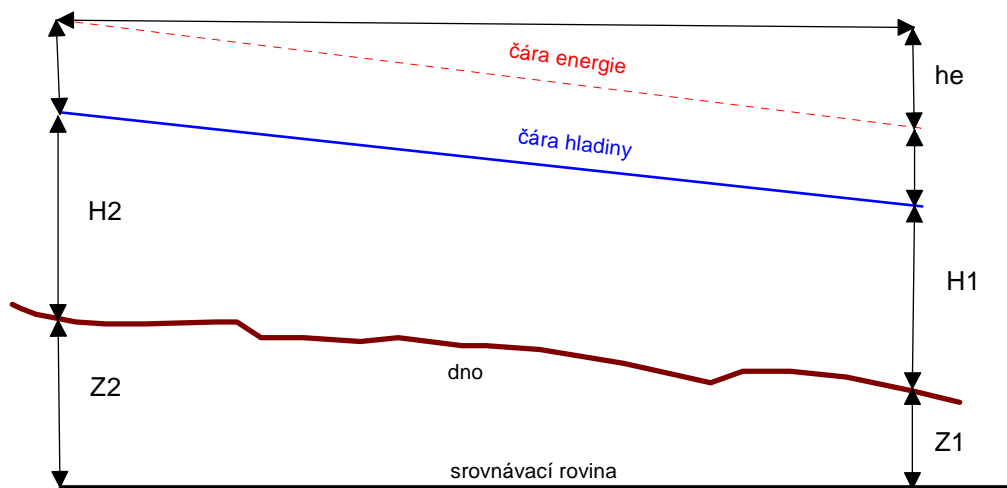
2.5. Výpočet průběhu hladin

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

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



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

kde :

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

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

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 N-letých průtoků Zlatého potoka

ř.km	H (Q ₁)	H (Q ₂)	H (Q ₅)	H (Q ₁₀)	H (Q ₂₀)	H (Q ₅₀)	H (Q ₁₀₀)
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
0.009	254.07	254.32	254.69	254.97	255.25	255.61	255.85
0.040	255.42	255.58	255.9	255.97	256.02	256.09	256.14
0.041	STAVIDLO Č. MEZIŘÍČÍ						
0.042	255.53	255.87	255.96	256.03	256.09	256.17	256.24
0.135	255.93	256.11	256.3	256.44	256.57	256.75	256.88
0.138	TRUBNÍ MOST S LÁVKOU						
0.140	255.94	256.12	256.33	256.48	256.63	256.89	257.19
0.370	256.25	256.54	256.94	257.23	257.51	257.81	257.99
0.378	256.21	256.49	256.87	257.14	257.37	257.79	258
0.382	MOST STAVIDLO Č. MEZIŘÍČÍ						
0.385	256.3	256.56	256.94	257.22	257.66	257.9	258.03
0.691	256.89	257.22	257.41	257.6	257.85	258.02	258.12
1.000	257.33	257.59	257.64	257.67	257.86	258.01	258.09
1.033	257.45	257.64	257.74	257.82	257.92	257.97	258.11
1.042	MOST ŠIKMÝ						
1.046	257.47	257.66	257.79	257.92	258.08	258.55	259.13
1.518	258.28	258.08	258.55	258.69	258.84	258.84	259.17
1.879	259.33	259.02	259.35	259.56	259.56	259.56	259.56
2.288	260.36	260.53	260.7	260.52	260.68	260.86	260.99
2.312	260.41	260.52	260.6	260.52	260.75	261.08	261.35
2.316	MOST DŘEVĚNÝ						
2.319	260.42	260.55	260.68	260.83	261.09	261.48	262
2.322	260.43	260.55	260.69	260.85	261.15	261.66	262.24
2.326	MOST ŽELEZNIČNÍ OPOČNO + PROPUSTKY						
2.329	262.3	262.37	262.42	262.43	262.41	262.33	262.24
2.588	262.31	262.38	262.45	262.48	262.5	262.55	262.6
2.921	262.31	262.38	262.45	262.49	262.51	262.56	262.61
3.317	262.31	262.38	262.45	262.49	262.51	262.56	262.62
3.327	262.3	262.38	262.44	262.47	262.49	262.46	262.26
3.331	MOST ŽELEZNIČNÍ OPOČNO II.						
3.334	262.31	262.39	262.48	262.54	262.59	263.06	263.9
3.384	262.31	262.4	262.49	262.57	262.62	263.09	263.9
3.388	MOST ŠIKMÝ - VLEČKA DO TOVÁRNY						
3.391	262.31	262.4	262.51	262.61	262.69	263.55	263.9
3.402	262.31	262.39	262.49	262.58	262.64	263.38	263.58
3.409	MOST SILNIČNÍ OPOČNO						

3.415	262.36	262.55	262.96	263.5	263.92	264.1	264.1
3.543	262.48	262.75	263.14	263.61	263.99	264.07	264.02
3.547	MOST - VJEZD DO OBJEKTU						
3.550	262.54	262.8	263.2	263.64	264.01	264.12	264.16
3.961	262.53	262.8	263.19	263.64	264.01	264.12	264.16
4.385	262.75	263.06	263.43	263.62	264	264.12	264.15
4.688	263.18	263.52	263.85	264.03	264.19	264.36	264.48
4.694	263.18	263.51	263.83	263.99	264.11	264.19	264.11
4.696	LÁVKA PRO PĚŠÍ OPOČNO						
4.697	263.19	263.53	263.86	264.03	264.19	264.66	265.04
4.982	263.69	264.01	264.46	264.78	265.09	265.3	265.4
5.172	264.26	264.51	264.89	265.19	265.47	265.66	265.75
5.185	265.49	265.64	265.87	266.16	266.33	266.52	266.59
5.190	VYPOUŠTĚCÍ OBJEKT RYBNÍKA						
5.190	265.68	265.86	266.16	266.39	266.53	266.68	266.81
5.516	266.99	267.22	267.55	267.75	267.94	268.23	268.39
5.518	267	267.23	267.55	267.74	267.91	268.16	268.26
5.524	MOST SILNIČNÍ OPOČNO						
5.530	267.09	267.31	267.63	267.84	268.05	268.35	268.55
5.569	267.21	267.45	267.77	268	268.24	268.6	268.85
5.585	267.28	267.45	267.74	267.98	268.23	268.57	268.81
5.589	MOSTEK V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
5.590	267.45	267.65	267.95	268.2	268.48	268.93	269.29
5.813	268.96	269.2	269.59	269.94	270.22	270.52	270.76
5.818	LÁVKA V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
5.818	268.99	269.24	269.62	270.08	270.36	270.58	270.8
5.943	269.88	270.06	270.32	270.59	270.73	270.92	271.07
6.008	272.39	272.51	272.58	272.66	272.75	272.87	272.96
6.013	MOSTEK V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
6.013	272.55	272.64	272.77	272.86	272.96	273.1	273.23
6.189	272.78	272.96	273.23	273.43	273.64	273.92	274.16
6.194	KLENBOVÝ MOSTEK V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
6.194	272.78	272.97	273.24	273.46	273.68	274.02	274.36
6.267	273.08	273.22	273.41	273.57	273.78	274.16	274.51
6.280	275.24	275.41	275.66	275.88	276.12	276.54	276.53
6.282	DŘEVĚNÝ MOSTEK V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
6.282	275.36	275.55	275.83	276.07	276.82	276.55	276.82
6.388	275.52	275.78	276.17	276.52	276.83	276.63	276.88
6.391	275.51	275.77	276.16	276.5	276.81	276.57	276.8
6.396	DVOJITÝ KLENBOVÝ MOSTEK V ZÁMECKÉ ZAHRADĚ OPOČNO						
6.396	275.51	275.77	276.17	276.51	276.84	276.64	276.92
6.410	275.49	275.78	276.19	276.54	276.88	276.74	277.05
6.415	STAVIDLOVÁ LÁVKA						

6.415	275.54	275.81	276.2	276.56	276.89	276.77	277.06
6.439	275.61	275.86	276.22	276.56	276.89	276.76	277.06
6.443	LÁVKA						
6.443	275.61	275.86	276.22	276.57	276.9	276.82	277.11
6.546	275.66	275.93	276.32	276.67	276.99	277.02	277.27
6.641	275.79	276.01	276.39	276.68	276.96	276.95	277.19
6.647	KAMENNÝ MOST OPOČNO						
6.647	276.01	276.16	276.47	276.74	277.03	277.25	277.55
6.912	276.62	276.9	277.21	277.45	277.68	277.99	278.26
7.111	276.92	277.23	277.49	277.69	277.9	278.19	278.45
7.471	278.35	278.5	278.5	278.67	278.86	279.12	279.32
7.485	278.42	278.6	278.8	278.98	279.13	279.28	279.34
7.496	MOST KAMENNÝ OPOČNO						
7.496	278.43	278.62	278.84	279.06	279.27	279.6	280.02
7.526	278.45	278.66	278.95	279.24	279.54	280	280.47
7.528	BETONOVÁ LÁVKA OPOČNO						
7.528	278.46	278.67	279	279.37	279.83	280.5	280.71
7.553	278.49	278.72	279.11	279.52	280.01	280.69	280.95
7.721	278.73	279.05	279.47	279.82	280.21	280.75	281
7.732	BETONOVÝ MOSTEK U BROUMARU						
7.732	280.54	280.54	280.54	280.54	280.54	280.77	281.03
8.332	280.54	280.54	280.54	280.54	280.54	280.77	281.02
8.341	280.54	280.54	280.52	280.5	280.45	280.61	280.79
8.343	SEMECHNICE STAVIDLA						
8.343	280.54	280.54	280.52	280.5	280.46	280.62	281.17
8.653	280.55	280.55	280.57	280.6	280.65	280.94	281.21
8.898	280.55	280.56	280.58	280.61	280.67	280.95	281.23
8.906	280.54	280.54	280.55	280.54	280.54	280.71	280.89
8.913	BETONOVÝ MOST						
8.913	280.55	280.55	280.57	280.6	280.65	281.01	281.46
9.101	280.58	280.63	280.77	280.92	281.11	281.51	281.92
9.124	280.58	280.64	280.78	280.92	281.1	281.51	281.92
9.126	STAVIDLA SEMECHNICE						
9.126	280.58	280.64	280.78	280.93	281.11	281.52	281.92
9.310	280.63	280.74	281	281.22	281.45	281.78	282.09
9.316	MOST KAMENNÝ SEMECHNICE						
9.319	280.63	280.75	281.01	281.24	281.49	281.88	282.47
9.530	280.74	280.95	281.31	281.6	281.89	282.28	282.54
9.563	280.78	281	281.34	281.6	281.84	282.3	282.55
9.565	MOST BETONOVÝ SEMECHNICE						
9.570	280.81	281.03	281.38	281.76	282.12	282.33	282.57
10.042	283.06	283.38	283.8	284.14	284.34	284	284.2
10.049	284.29	284.6	284.81	284.97	285.09	285.34	285.5

10.053	MOST DŘEVĚNÝ SEMEČNICE						
10.053	284.53	284.8	285.08	285.42	285.59	285.69	285.76
10.382	285.64	285.88	286.22	285.59	285.72	285.9	286.05
10.603	285.31	285.92	286.22	286	286.16	286.39	286.57
10.916	285.5	285.75	286.22	286.07	286.16	286.39	286.57
10.923	MOST KAMENNÝ						
10.923	285.66	285.91	286.61	286.73	286.81	286.9	286.93
11.474	286.18	286.36	286.73	286.88	286.99	287.15	287.26
11.948	287.31	287.53	286.73	286.89	287	287.15	287.26
12.229	288.57	288.57	288.57	288.57	288.57	288.57	288.57
12.262	289.48	289.48	289.48	289.48	289.48	289.48	289.48
12.267	MOST BETONOVÝ PODCHLUMÍ						

4. Závěr

Pro výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit programový software HEC-RAS River Analysis System Version 5.0 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 1:5 000. Dále byl vymezen rozsah aktivní zóny záplavového území.