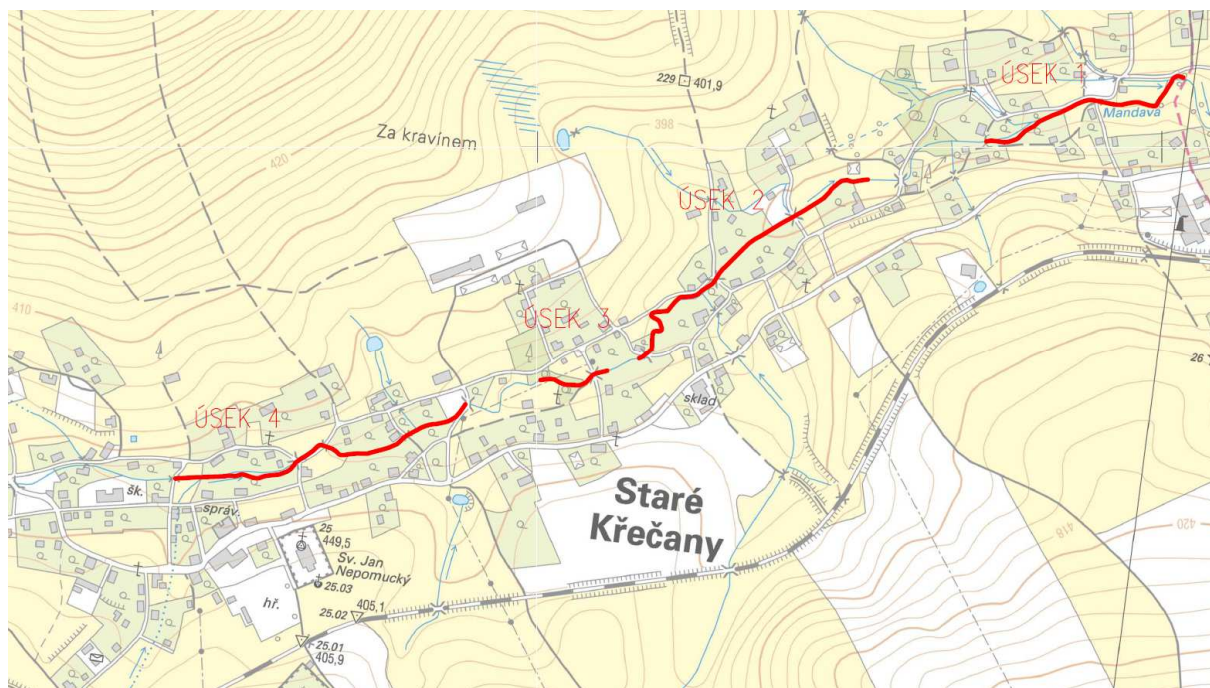


# REKONSTRUKCE A OPRAVA MANDAVY VE STARÝCH KŘEČANECH



## I. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

KVĚTEN 2021



Vodohospodářský rozvoj a výstavba  
akciová společnost  
Nábřeží 4, Praha 5, 150 56

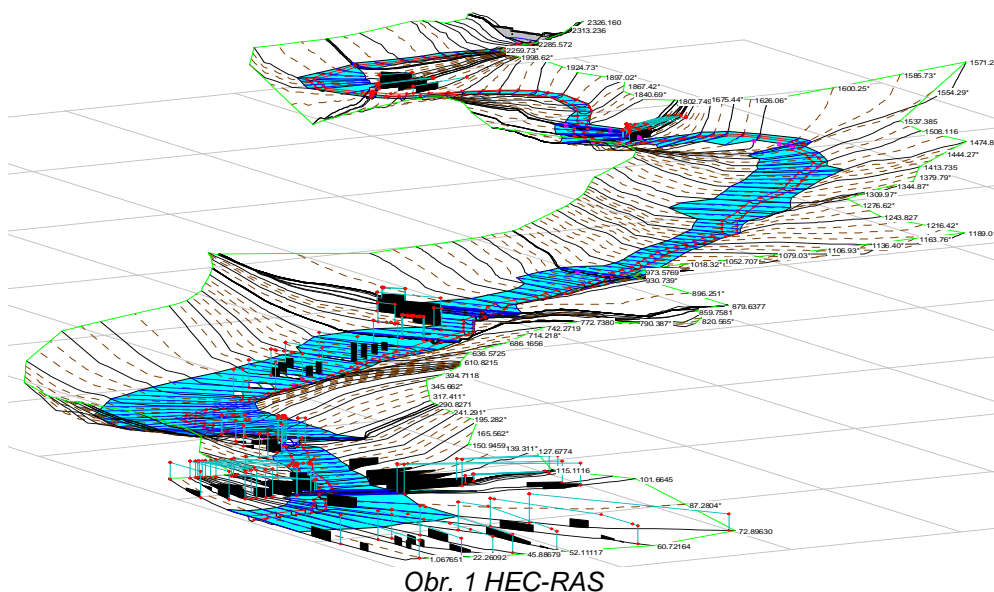


## A Metodika zpracování

Metodika zpracování využívá moderní softwarové aplikace, které umožňují kvalitní, přehledné a srozumitelné zpracování řešené problematiky. Pro posouzení kapacity toku Mandavy v daném úseku je využit jednorozměrný hydraulický model HEC – Ras 5.0.5, který je schopen počítat ustálené a neustálené nerovnoměrné proudění v otevřených korytech.

### A.1 Matematický model HEC-RAS

HEC-RAS je matematický program vyvinutý americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center - HEC), který spadá pod tým inženýrů institutu vodních zdrojů (Institute for Water Resources - IWR) americké armády. Slouží k jednorozměrnému matematickému modelování říčních systémů (River Analysis Systém- RAS).



Obr. 1 HEC-RAS

#### Předpoklady výpočtu

- Průtok vody v řece je buď nerovnoměrný ustálený anebo nerovnoměrný neustálený.
- Proudění je pozvolna měnící se. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky
- Sklon toku je menší než  $i = 0,1$
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil.

Základní rovnice pro výpočet nerovnoměrného neustáleného proudění jsou rovnice kontinuity a rovnice pohybová.

#### Rovnice kontinuity:

Rovnice kontinuity popisuje zákon zachování hmoty v jednorozměrném výpočetním systému.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0$$

kde:	x	vzdálenost podél koryta
	t	čas
	A	průtočná plocha
	Q	průtok
	S	změna objemu v jednotlivých příčných profilech

$q_1$  jednotkový boční přítok (odtok)

### Rovnice hybnosti:

Zachování hybnosti je vyjádřeno druhým Newtonovým zákonem zapsaným následnou rovnicí:

$$\sum F_x = \frac{d\bar{M}}{dt}$$

Zachování hybnosti pro elementární objem je vyjádřen poměrem setrvačné energie k součtu všech vnějších sil působících na daný element.

Rovnici hybnosti lze psát ve tvaru:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

kde:  $g$  gravitační zrychlení  
 $S_f$  sklon čáry energie  
 $V$  rychlost

## B Hydrotechnické výpočty

### B.1 Použité podklady

#### Geodetické podklady:

Pro výpočet byl k dispozici polohopis i výškopis dané lokality určený pro projektové práce. Polohopis je v JTSK, výškopis v Bpv.

#### Vlastní průzkumy:

V dané lokalitě byla provedena prohlídka projektanta s se správcem toku za účelem zjištění terénních podmínek, z důvodu stanovení míry ohrožení okolních pozemků a s cílem stanovení drsnostních charakteristik koryta a inundačního území.

*Drsnosti byly uvažovány dle Manninga:*

přírozané dno	$n = 0,035 - 0,050$
poškozené zdivo opěrných zdí	$n = 0,035$
zdivo opěrných zdí, dlažba	$n = 0,030$
inundace	$n = 0,04 - 0,060$

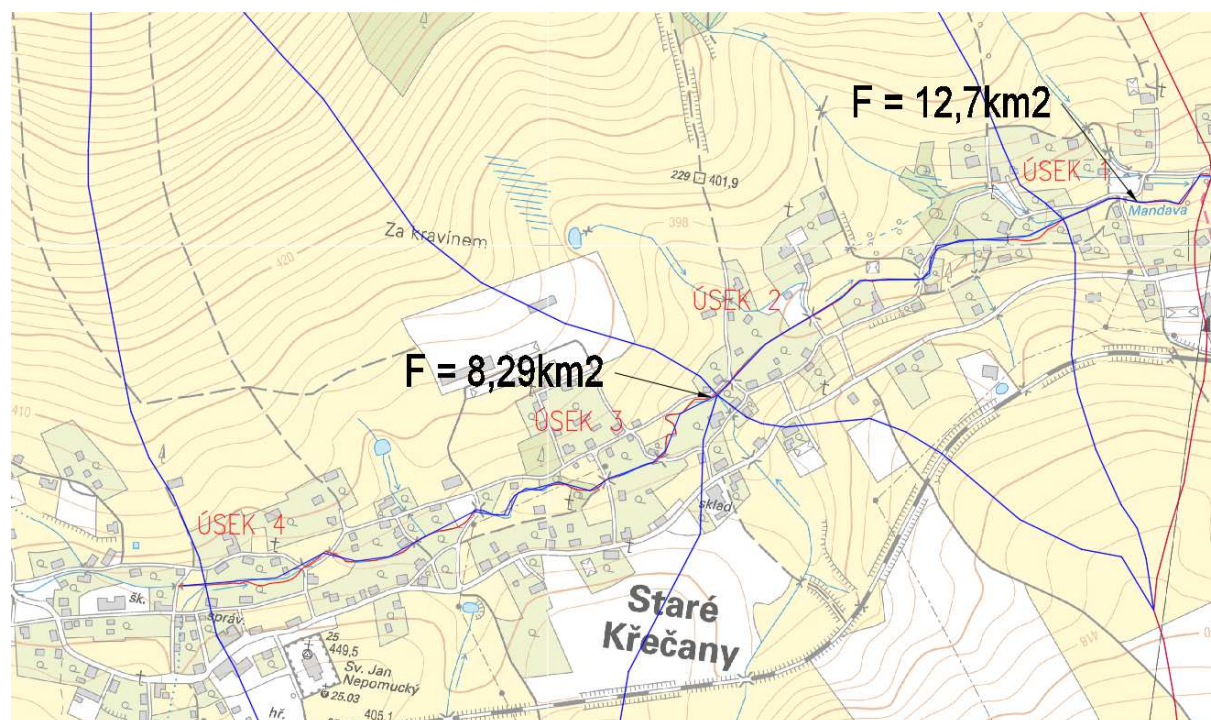
#### Hydrologické podklady:

Podkladem pro hydrotechnické výpočty byla hydrologická data poskytnutá ČHMÚ, pobočka Ústí nad Labem, říjen 2020

Vodní tok			Mandava				
Číslo hydrologického pořadí			2-04-08-0010-0-00				
Profil			Silniční mostek u č.p. 311, kú. Staré Křečany				
Souřadnice v S-JTSK			x=-723105 m, y= -947927 m				
Plocha povodí			12,7 km <sup>2</sup>				
N-leté průtoky Q <sub>N</sub> (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )							
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	3,98	5,60	8,91	11,4	15,2	20,3	24,9

S ohledem na skutečnost, že v km 0,920 je zaústěn poměrně výrazný přítok, nad nímž klesá plocha povodí přibližně o 1/3 na 8,29 km<sup>2</sup>, tak byla v tomto místě zvolena redukce Nletých hodnot průtoků.

N	1	2	5	10	20	50	100
Q	2.60	3.66	5.82	7.44	9.92	13.25	16.25



Obr. 2 Zjednodušená schematizace povodí s vyznačenou plochou nad přítokem v km 0,920 (dle PD)

## B.2 Sestavený hydraulický model

Hydraulický model popisuje řešené území pomocí jednorozměrné schematizace v podobě příčných profilů. Pro posouzení kapacity stávajícího i navrženého koryta byly sestaveny příčné profily toku z geodetického zaměření dané lokality (stav) a z navržených konstrukcí (návrh). Celkové délka posuzovaného úseku je 1950 m, průměrný sklon je 0,53 ‰.

Pro projektovou dokumentaci bylo provedeno posouzení průtočné kapacity koryta stávajícího a následně posouzení kapacity koryta po navržené úpravě.

## C Výpočty a jejich závěry

### C.1 Posouzení kapacity koryta po navržených úpravách

Byly provedeny výpočty za účelem posouzení kapacity koryta po provedení navržených úprav. Vzhledem k charakteru opatření a dále zejména vzhledem k charakteru okolí toku výpočty uvažovaly stávající hodnoty průtoku: Q2, Q5, a Q10 m<sup>3</sup>/s. Vyšší hodnoty průtoků by nebyly vzhledem k šířce posuzovaných profilů objektivní.

Dle provedených výpočtů lze konstatovat, že po dokončení úprav lze předpokládat pokles hladin při průtocích Q2- Q10 v průměru o 10-15 cm. Větší pokles je zaznamenán v místě odstranění překážek v profilu – typicky u rekonstrukce mostku u č. ev. 54 (km dle PD cca 1,100).

Další výraznější změnou je úsek 1 SO1.10 - pružné opevnění – provedením patek a svahováním je výrazněji zvětšen průtočný profil, navíc zde výrazněji klesne hydraulická drsnost koryta.

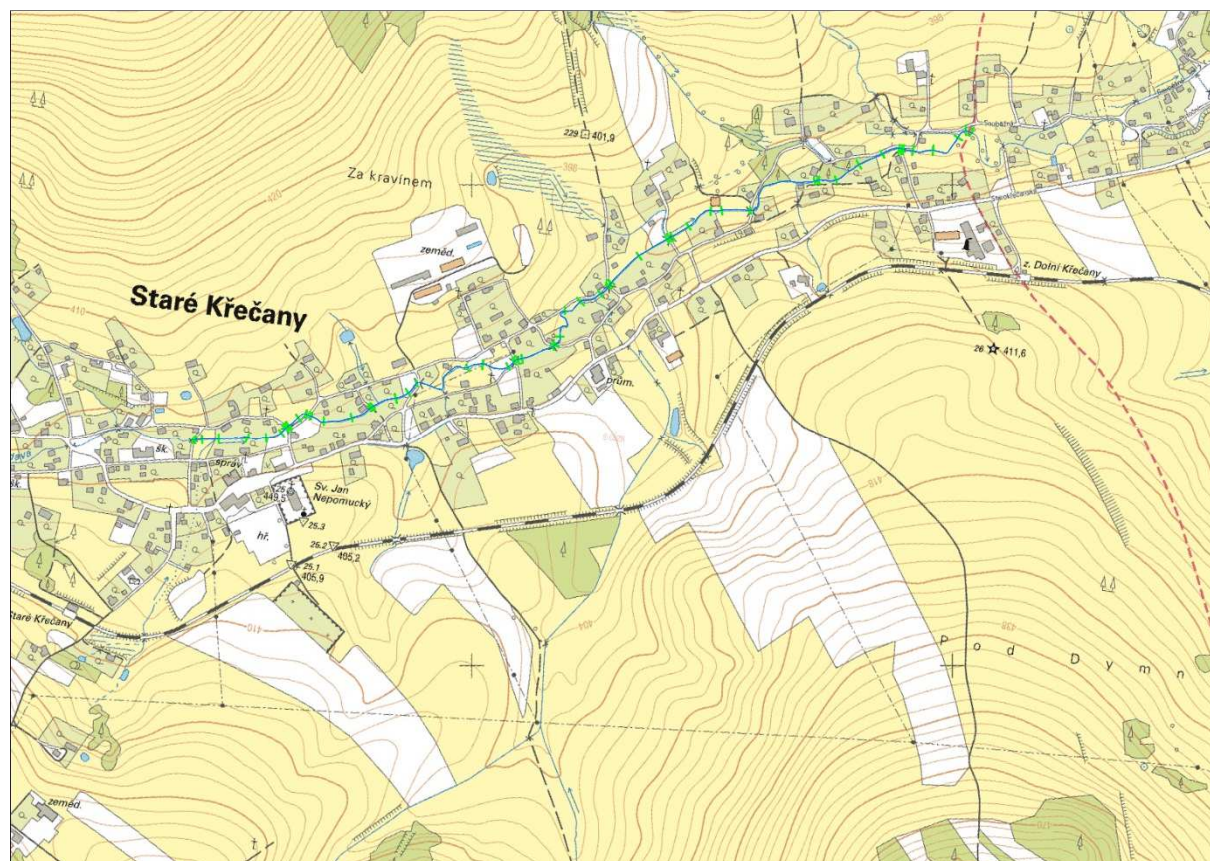
*Psaný podélný profil - Posouzení parametrů stávající a návrhového koryta při průtocích Q<sub>2</sub>, Q<sub>5</sub> a Q<sub>10</sub>*

Staničení (m)	STAV úrovně hladin (m n.m.)			NÁVRH úrovně hladin (m n.m.)			ROZDÍL (m) - pokles + nárůst		
	Q2	Q5	Q10	Q2	Q5	Q10	Q2	Q5	Q10
1937.6	395.91	396.15	396.29	395.73	395.94	396.07	-0.18	-0.21	-0.22
1902.6	395.65	395.87	396.01	395.53	395.73	395.87	-0.12	-0.14	-0.14
1842.0	395.3	395.58	395.76	395.17	395.42	395.6	-0.13	-0.16	-0.16
1802.7	395.17	395.48	395.71	394.99	395.3	395.5	-0.18	-0.18	-0.21
1768.5	395.02	395.35	395.62	394.81	395.15	395.37	-0.21	-0.2	-0.25
1755.6	394.92	395.23	395.59	394.67	395	395.2	-0.25	-0.23	-0.39
1750.8	394.92	395.21	395.41	394.66	394.97	395.14	-0.26	-0.24	-0.27
1745.9	394.89	395.22	395.47	394.67	395.01	395.21	-0.22	-0.21	-0.26
1721.2	394.83	395.2	395.46	394.61	394.99	395.21	-0.22	-0.21	-0.25
1702.2	394.66	395.17	395.45	394.43	394.74	395.15	-0.23	-0.43	-0.3
1702.0							0	0	0
1698.1	394.49	394.85	395.09	394.3	394.54	394.7	-0.19	-0.31	-0.39
1691.7	394.34	394.58	394.65	394.24	394.47	394.61	-0.1	-0.11	-0.04
1661.2	394.17	394.49	394.56	393.88	394.26	394.41	-0.29	-0.23	-0.15
1601.7	393.96	394.34	394.51	393.77	394.18	394.41	-0.19	-0.16	-0.1
1557.8	393.78	394.2	394.48	393.66	394.08	394.37	-0.12	-0.12	-0.11
1553.8	393.72	394.09	394.48	393.56	393.94	394.37	-0.16	-0.15	-0.11
1553.0							0	0	0
1551.2	393.69	394.07	394.31	393.53	393.91	394.15	-0.16	-0.16	-0.16
1499.7	393.56	394.06	394.29	393.44	393.91	394.15	-0.12	-0.15	-0.14
1471.0	393.49	393.98	394.21	393.4	393.89	394.14	-0.09	-0.09	-0.07
1443.6	393.42	393.91	394.14	393.33	393.8	394.04	-0.09	-0.11	-0.1
1443.0							0	0	0
1438.6	393.4	393.87	394.05	393.31	393.78	393.97	-0.09	-0.09	-0.08
1302.9	392.5	392.77	392.89	392.41	392.65	392.81	-0.09	-0.12	-0.08
1269.7	392.37	392.66	392.8	392.25	392.53	392.7	-0.12	-0.13	-0.1



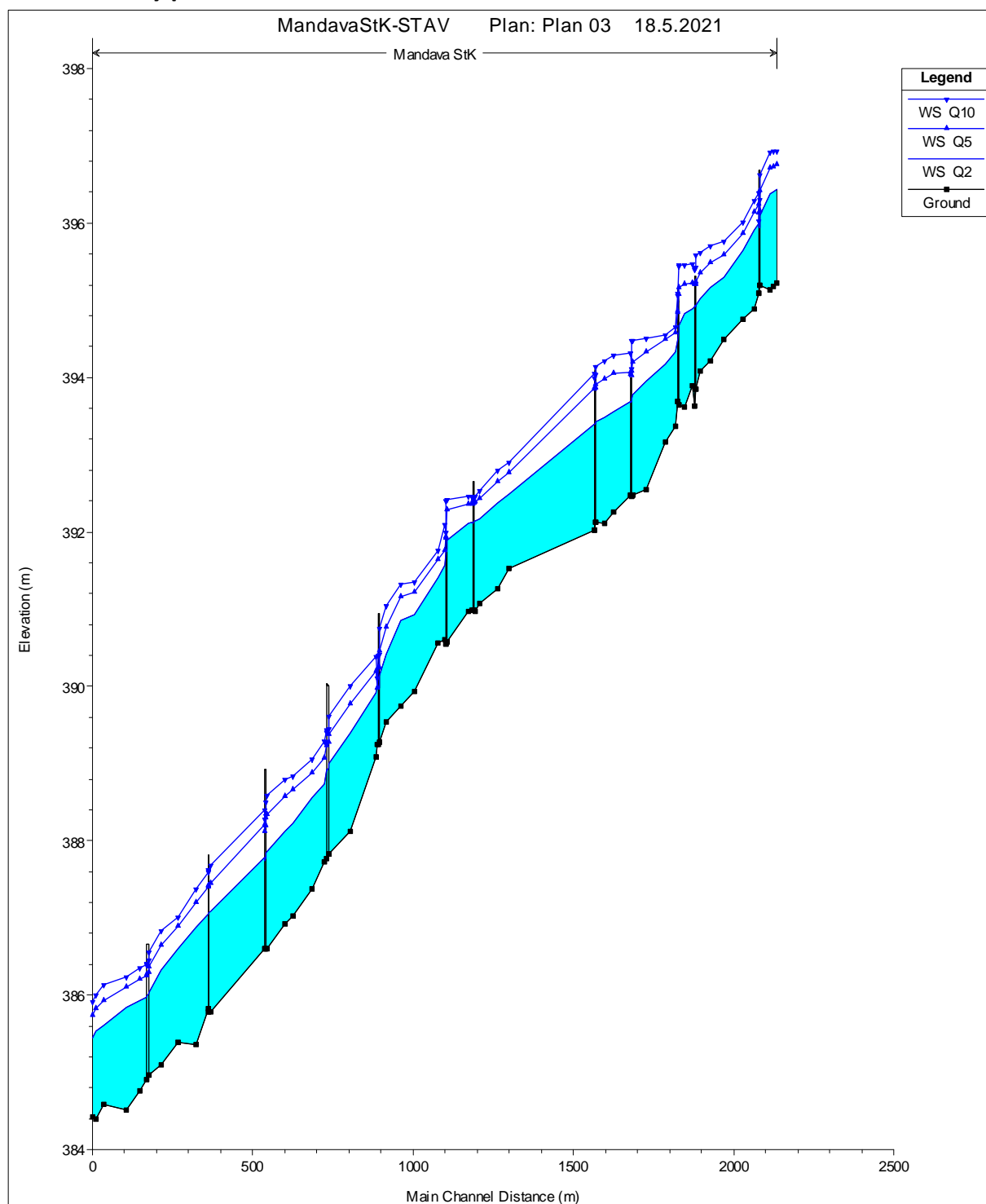
Staničení (m)	STAV úrovň hladin (m n.m.)	NÁVRH úrovň hladin (m n.m.)	ROZDÍL (m) - pokles + nárůst	Staničení (m)	STAV úrovň hladin (m n.m.)	NÁVRH úrovň hladin (m n.m.)	ROZDÍL (m) - pokles + nárůst	Staničení (m)	STAV úrovň hladin (m n.m.)
	Q2	Q5	Q10	Q2	Q5	Q10	Q2	Q5	Q10
1213.7	392.18	392.43	392.53	391.93	392.23	392.38	-0.25	-0.2	-0.15
1197.3	392.14	392.38	392.46	391.89	392.18	392.32	-0.25	-0.2	-0.14
1194.9	392.14	392.38	392.46	391.88	392.17	392.31	-0.26	-0.21	-0.15
1194.0							0	0	0
1188.6	392.12	392.37	392.47	391.86	392.15	392.3	-0.26	-0.22	-0.17
1178.6	392.11	392.36	392.47	391.83	392.12	392.28	-0.28	-0.24	-0.19
1111.7	391.89	392.29	392.42	391.62	391.85	391.99	-0.27	-0.44	-0.43
1106.0							0	0	0
1105.6	391.72	391.93	392	391.59	391.82	391.94	-0.13	-0.11	-0.06
1083.4	391.41	391.65	391.76	391.38	391.59	391.7	-0.03	-0.06	-0.06
1005.5	390.93	391.21	391.36	390.77	391.05	391.26	-0.16	-0.16	-0.1
964.9	390.85	391.16	391.33	390.65	391	391.24	-0.2	-0.16	-0.09
918.8	390.42	390.77	391.04	390.38	390.74	390.98	-0.04	-0.03	-0.06
896.0	390.14	390.46	390.75	390.19	390.52	390.75	0.05	0.06	0
893.6							0	0	0
890.6	390.05	389.98	390.11	389.83	390	390.12	-0.22	0.02	0.01
805.1	389.4	389.77	390.01	389.28	389.62	389.84	-0.12	-0.15	-0.17
737.5	388.99	389.37	389.61	388.97	389.38	389.62	-0.02	0.01	0.01
732.5							0	0	0
732.4	388.92	389.26	389.44	388.88	389.22	389.4	-0.04	-0.04	-0.04
725.2	388.74	389.07	389.29	388.56	388.85	389.07	-0.18	-0.22	-0.22
685.2	388.56	388.89	389.06	388.42	388.7	388.9	-0.14	-0.19	-0.16
625.3	388.23	388.65	388.83	388.09	388.48	388.73	-0.14	-0.17	-0.1
602.4	388.12	388.57	388.79	388.02	388.45	388.71	-0.1	-0.12	-0.08
544.4	387.86	388.34	388.6	387.79	388.23	388.55	-0.07	-0.11	-0.05
542.1	387.84	388.29	388.5	387.77	388.2	388.46	-0.07	-0.09	-0.04
542.0							0	0	0
539.0	387.78	388.2	388.4	387.71	388.1	388.36	-0.07	-0.1	-0.04
365.0	387.06	387.42	387.63	386.78	387.08	387.26	-0.28	-0.34	-0.37
365.0							0	0	0
363.4	387.05	387.4	387.6	386.77	387.07	387.25	-0.28	-0.33	-0.35
326.7	386.88	387.2	387.37	386.64	386.91	387.09	-0.24	-0.29	-0.28
268.8	386.6	386.89	387	386.39	386.68	386.84	-0.21	-0.21	-0.16
215.3	386.33	386.65	386.84	386.12	386.42	386.6	-0.21	-0.23	-0.24
177.8	386.04	386.36	386.56	385.96	386.29	386.48	-0.08	-0.07	-0.08
172.0							0	0	0
169.0	385.97	386.25	386.39	385.89	386.18	386.31	-0.08	-0.07	-0.08
37.7	385.6	385.93	386.14	385.52	385.78	385.99	-0.08	-0.15	-0.15
14.1	385.53	385.83	386	385.43	385.69	385.86	-0.1	-0.14	-0.14
2.1	385.45	385.74	385.92	385.35	385.61	385.77	-0.1	-0.13	-0.15

## C.2 Zákres výpočtových profilů

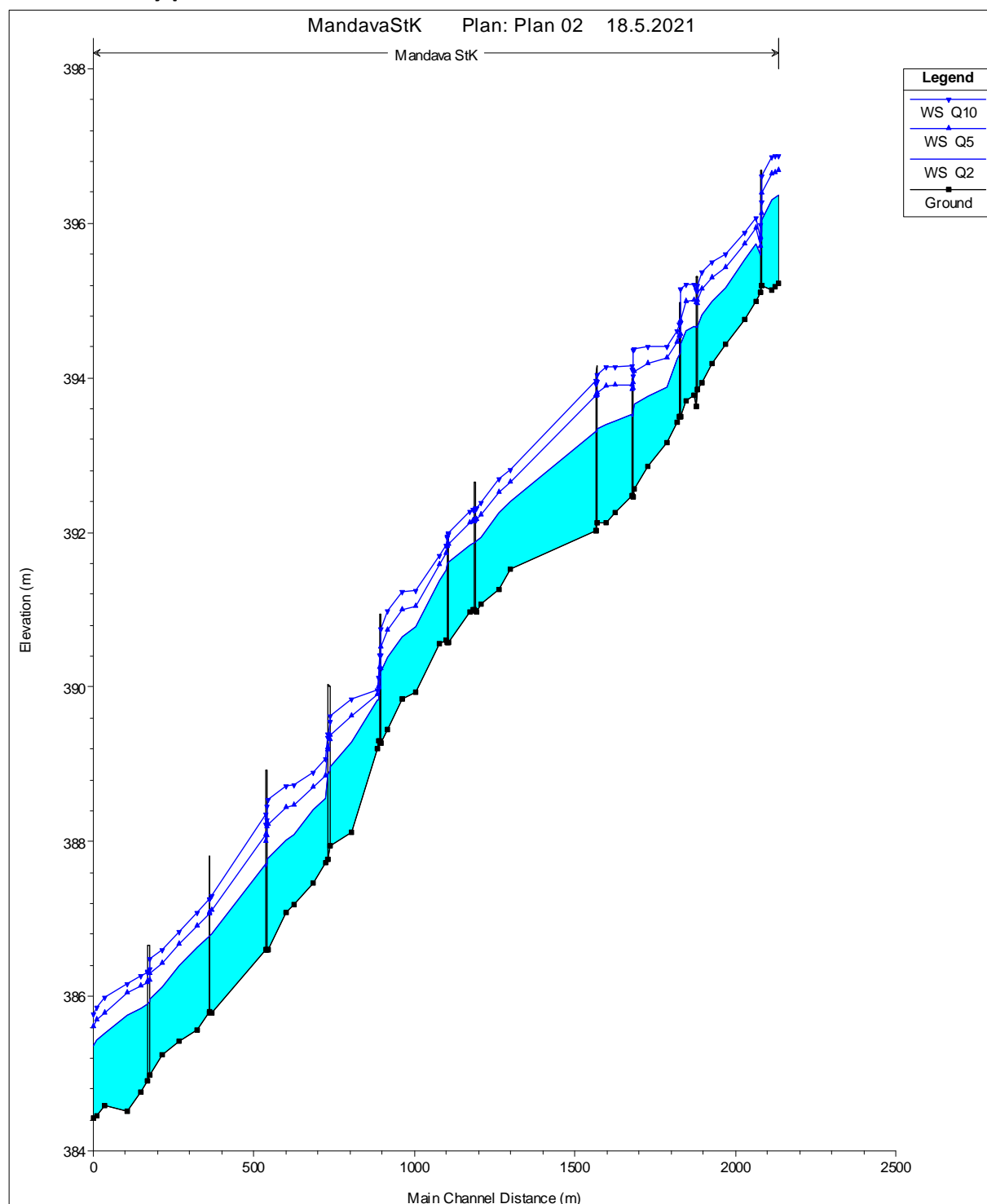




### C.3 Podélný profil hladin - stav



## C.4 Podélný profil hladin - návrh



## C.5 Posouzení nevymílacích rychlostí

Na základě vypočtených rychlostí a hloubek bylo provedeno posouzení odolnosti opevnění metodou nevymílacích rychlostí dle Meyer Petera.

Meyer - Peter:  $d_s > 20\text{mm}$

$$v_v = 5,8 y^{1/6} \cdot d_s^{1/3} ;$$

Kde

$v_v$  unášecí rychlost (m/s)

$y$  hloubka (y)

$d_s$  velikost efektivního zrna (m)

Staničení (m)	dno (m n.m.)	hladina (m n.m.)	hloubka (m)	Rychlost v korytě (m/s)	Unášecí rychlost dle Mayer-Petera	$d_s$
	NÁVRH	Q10	Q10	Q10	Q10	Q10
1937.6	394.88	396.07	1.19	1.65	4.00	0.30
1902.6	394.76	395.87	1.11	1.76	3.95	0.30
1842.0	394.49	395.6	1.11	1.21	3.95	0.30
1802.7	394.21	395.5	1.29	0.87	4.05	0.30
1768.5	394.09	395.37	1.28	1.13	4.05	0.30
1755.6	393.85	395.2	1.35	1.2	4.08	0.30
1750.8	393.63	395.14	1.51	1.64	4.16	0.30
1745.9	393.9	395.21	1.31	0.9	4.06	0.30
1721.2	393.61	395.21	1.6	0.65	4.20	0.30
1702.2	393.65	395.15	1.5	0.6	4.15	0.30
1702.0		0	0		0.00	0.30
1698.1	393.69	394.7	1.01	2.39	3.89	0.30
1691.7	393.37	394.61	1.24	3.28	4.02	0.30
1661.2	393.16	394.41	1.25	1.71	4.03	0.30
1601.7	392.55	394.41	1.86	0.8	4.31	0.30
1557.8	392.48	394.37	1.89	0.63	4.32	0.30
1553.8	392.46	394.37	1.91	0.6	4.32	0.30
1553.0		0	0		0.00	0.30
1551.2	392.47	394.15	1.68	0.87	4.23	0.30
1499.7	392.26	394.15	1.89	0.47	4.32	0.30
1471.0	392.11	394.14	2.03	1.18	4.37	0.30
1443.6	392.12	394.04	1.92	1.17	4.33	0.30
1443.0		0	0		0.00	0.30
1438.6	392.02	393.97	1.95	1.16	4.34	0.30
1302.9	391.52	392.81	1.29	1.64	4.05	0.30
1269.7	391.26	392.7	1.44	1.29	4.13	0.30
1213.7	391.08	392.38	1.3	1.6	4.06	0.30

1197.3	390.97	392.32	1.35	1.49	4.08	0.30
1194.9	390.99	392.31	1.32	1.46	4.07	0.30
1194.0		0	0		0.00	0.30
1188.6	390.98	392.3	1.32	1.09	4.07	0.30
1178.6	390.97	392.28	1.31	0.86	4.06	0.30
1111.7	390.58	391.99	1.41	0.62	4.11	0.30
1106.0		0	0		0.00	0.30
1105.6	390.54	391.94	1.4	2.72	4.11	0.30
1101.6	390.61	391.84	1.23	1.94	4.02	0.30
1083.4	390.56	391.7	1.14	1.66	3.97	0.30
1005.5	389.93	391.26	1.33	1.32	4.07	0.30
964.9	389.74	391.24	1.5	0.79	4.15	0.30
918.8	389.54	390.98	1.44	1.9	4.13	0.30
896.0	389.27	390.75	1.48	2.24	4.14	0.30
893.6		0	0		0.00	0.30
890.6	389.24	390.12	0.88	3.93	3.80	0.30
885.2	389.09	389.97	0.88	2.3	3.80	0.30
805.1	388.12	389.84	1.72	1.47	4.25	0.30
737.5	387.83	389.62	1.79	1.84	4.28	0.30
732.5		0	0		0.00	0.30
732.4	387.77	389.4	1.63	2.18	4.21	0.30
725.2	387.73	389.07	1.34	2.43	4.08	0.30
685.2	387.37	388.9	1.53	1.65	4.17	0.30
625.3	387.02	388.73	1.71	1.47	4.25	0.30
602.4	386.93	388.71	1.78	1.19	4.27	0.30
544.4	386.6	388.55	1.95	1.43	4.34	0.30
542.1	386.6	388.46	1.86	1.82	4.31	0.30
542.0		0	0		0.00	0.30
539.0	386.6	388.36	1.76	1.74	4.27	0.30
371.9	385.79	387.3	1.51	1.53	4.16	0.30
365.0	385.78	387.26	1.48	1.64	4.14	0.30
365.0		0	0		0.00	0.30
363.4	385.82	387.25	1.43	1.73	4.12	0.30
326.7	385.36	387.09	1.73	1.73	4.25	0.30
268.8	385.39	386.84	1.45	1.56	4.13	0.30
215.3	385.1	386.6	1.5	1.13	4.15	0.30
177.8	384.96	386.48	1.52	1.78	4.16	0.30
172.0		0	0		0.00	0.30
169.0	384.9	386.31	1.41	2.12	4.11	0.30
37.7	384.58	385.99	1.41	1	4.11	0.30
14.1	384.39	385.86	1.47	1.46	4.14	0.30
2.1	384.43	385.77	1.34	1.64	4.08	0.30

## C.6 Závěr

Dle provedených výpočtů lze konstatovat, že po dokončení úprav lze předpokládat pokles hladin při průtocích Q2- Q10 v průměru o 10-15 cm. Větší pokles je zaznamenán v místě odstranění překážek v profilu – typicky u rekonstrukce mostku u č. ev. 54 (km dle PD cca 1,100).

Další výraznější změnou je úsek 1 SO1.10 - pružné opevnění – provedením patek a svahováním je výrazněji zvětšen průtočný profil, navíc zde výrazněji klesne hydraulická drsnost koryta.

Na základě výsledku výpočtů lze konstatovat, že unášecí rychlosti pro velikost zrna 0,3 m jsou vyšší než rychlosti vypočtené v korytě – opevnění je tedy stabilní.