

KUNČINSKÝ POTOK, MORAVSKÁ TŘEBOVÁ – NÁNOSY, OPRAVA KORYTA



D.1.6. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

SRPEN 2021



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

VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost
150 56 Praha 5 – Smíchov, Nábřežní 4
DIVIZE 06
Tel: 257 110 226 fax: 257 319 398

Pracoviště Brno
Podsedy 751/3, Brno 625 00
e-mail: hubacek@vrv.cz

DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

Kunčinský potok, Moravská Třebová – nánosy, oprava koryta

D.1.6. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

Zpracovala: Ing. Denisa Komendová

Schválil: Ing. Ondřej Hubáček
divize 06

V Brně, dne 28. srpna 2021

Obsah:

1. ÚVOD	4
2. VSTUPNÍ PODKLADY	4
2.1 ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE	4
2.2 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU	5
2.3 METODIKA ZPRACOVÁNÍ	5
2.3.1 <i>Matematický model HEC-RAS</i>	<i>5</i>
3. SESTAVENÝ HYDRODYNAMICKÝ MODEL.....	8
3.1 PŘÍČNÉ PROFILY	8
3.2 SOUČINITEL DRSNOSTI	9
3.3 OBJEKTY	9
3.4 OKRAJOVÉ PODMÍNKY	9
3.5 NÁVRHOVÝ STAV	10
4. VÝSLEDKY POSOUZENÍ KAPACITY KORYTA.....	10
5. ZÁVĚR	19

1. Úvod

Hydrotechnické posouzení je zpracováno jako podklad pro vypracování projektové dokumentace opravy koryta Kunčického potoka v Moravské Třebové v rámci akce Kunčinský potok, Moravská Třebová – nánosy, oprava koryta.

Cílem posouzení je stanovení kapacity koryta ve stávajícím stavu a v návrhovém stavu po opravě opevnění a odtěžení nánosů.

2. Vstupní podklady

Byly použity následující vstupní podklady:

- Geodetické zaměření lokality, GEODÉZIE CINDR s.r.o., 06/2021
- Terénní šetření
- Základní hydrologické údaje ČHMÚ dle ČSN 75 1400 k 17.05.2021
- Hydraulika a hydrologie – skriptá, Jan Jandora, 2005
- Hydraulic Reference Manual of HEC–RAS
- User's Manual of HEC–RAS
- Zákon o vodách č. 254/2001 Sb.
- ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod

2.1 Základní hydrologické údaje

Základní hydrologická data byla zpracována ČHMÚ Ostrava, 05/2021. Data byla zpracována pro profil na Kunčinském potoce.

Vodní tok:	Kunčinský potok
Správce vodního toku:	Povodí Moravy, státní podnik
Hydrologické číslo pořadí:	4-10-02-0770-0-00
Profil:	ř.km 0,010 nad soutokem s Třebůvkou, k.ú. Moravská Třebová
Plocha povodí:	56,10 km ²

Tab. 1 N-leté průtoky – Kunčinský potok

N-leté průtoky Q_N			Třída III				
N	1	2	5	10	20	50	100
Q [m ³ .s-1]	3,68	6,66	11,6	16,0	21,0	28,5	35,0



Obr. 1 Profil hydrologických dat

2.2 Digitální model terénu

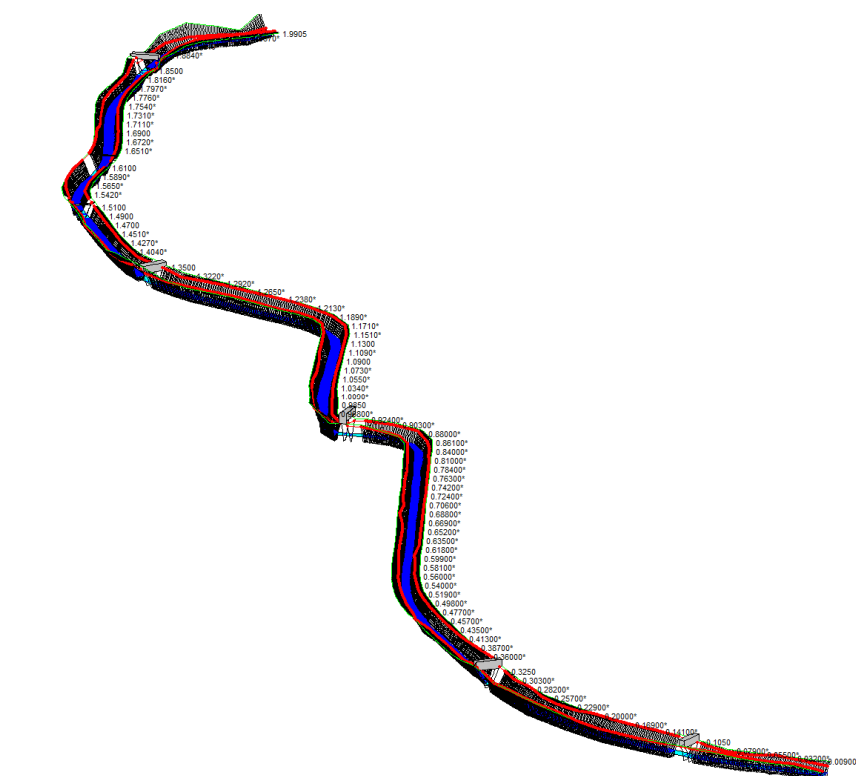
Digitální model terénu (DMT) byl zpracován v rozsahu zájmové lokality. Podkladem pro vyhotovení DMT stávajícího stavu bylo geodetické zaměření koryta a břehů ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv) a v souřadnicovém systému Jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK).

2.3 Metodika zpracování

Metodika zpracování využívá moderní softwarové aplikace, které umožňují kvalitní, přehledné a srozumitelné zpracování řešené problematiky. Pro posouzení kapacity Kunčinského potoka je využit jednorozměrný hydraulický model HEC – Ras 5.0, který je schopen počítat ustálené a neustálené nerovnoměrné proudění v otevřených korytech.

2.3.1 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 System- RAS).



Obr. 2 Model HEC-RAS

Předpoklady výpočtu metodu ustáleného nerovnoměrného proudění

Základní předpoklady modelování jsou popsány v podrobné dokumentaci, která je součástí programu (“Hydraulic Reference Manual”, “User’s Manual” popř. “Applications Guide”). Konkrétně se jedná o:

- Průtok vody je ustálený (průtok vody se nemění s časem, $dQ/dt = 0$). Energetická rovnice je odvozena za předpokladu zanedbání proměnných závislých na čase.
- Nerovnoměrné proudění je pozvolna proměnné. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu. Energetická rovnice je založena na předpokladu hydrostatického rozložení tlaku ve všech příčných řezech.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky (zde se pro výpočet v případě potřeby uplatní rovnice hybnosti)
- Sklon řeky je menší než $i = 0,1$. Energetická rovnice zanedbává kosinus úhlu, který svírá dno s vodorovnou (hodnota kosinu malých úhlů je cca rovna jedné). Při vyčíslení velikosti hydrostatických sil při použití momentové věty (viz níže) je použito stejné zjednodušení. Chyba výpočtů pro sklon 1:10 je 0,5 %. Pro vyšší sklon roste s hodnotou kosinu; např. pro sklon 30 % (3:10) je chyba 4,2 % atd.).
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil. Složky rychlosti nekolmé na příčný profil nejsou uvažovány.

Základní rovnice pro výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění jsou energetická rovnice a rovnice hybnosti.

Energetická rovnice

Matematický model počítá výšku vodní hladiny v jednotlivých profilech standardní metodou po úsecích. Iteračním způsobem počítá vždy z jednoho profilu na následující.

Základním vztahem toho postupu je Energetická rovnice ve tvaru:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e, \text{ kde}$$

Y_1, Y_2 hloubka vody v profilu [m]

Z_1, Z_2 výška dna v profilu od srovnávací hladiny [m]

v_1, v_2 průměrná (průřezová) rychlost v profilu (průtok/průtočná plocha) [m/s]

α_1, α_2 koeficient rozložení rychlosti v průřezu (Coriolisovo číslo) [-]

g gravitační konstanta (zrychlení) [m/s²]

h_e Energetická ztráta [m]

Energetická ztráta h_e mezi dvěma profily je složena ze dvou složek. Ze ztráty třením a ztráty vlivem změny tvaru průtočného profilu (zúžení a rozšíření proudu):

$$h_e = L \cdot i_e + h_{ce}, \text{ kde}$$

L vážená vzdálenost mezi 2 příčnými řezy (program rozlišuje vzdálenost v korytě levé, resp. pravé inundaci) 2 příčných řezů mezi prouděním v korytě a prouděním v levé, resp. pravé inundaci

i_e reprezentativní (průměrný) sklon čáry ztrát třením mezi 2 příčnými řezy

h_{ce} ztráta vlivem změny tvaru průtočného průřezu (počítaná jako rozdíl rychlostní výšky vynásobeného koeficientem rozšíření nebo zúžení)

Základní princip výpočtu:

Neznámá úroveň hladiny v příčném řezu je dopočítávána iteračním způsobem pomocí energetické rovnice a energetické ztráty:

1. Odhad hladiny v horním příčném řezu (popř. dolním řezu dle charakteru proudění)
2. Na základě této odhadnuté výšky hladiny vypočítá rychlostní výšku mezi profily
3. Vypočítá reprezentativní třecí ztrátu pomocí energetické ztráty. Pomocí hodnot z kroku 1) a 2) vyřeší energetickou rovnici pro hladinu v horním profilu.
4. Porovná spočítanou výšku hladiny s odhadnutou výškou z kroku 1) a případně opakuje celý výpočet znovu (dokud nedojde ke shodě v požadované odchylce).

Rovnice hybnosti:

V případech, kdy se mění režim proudění (vypočtená hladina vody prochází skrz kritickou hloubku), uvedená energetická rovnice není použitelná – nejedná se o pozvolná proměnné proudění. Tato situace nastává např. v případech, kdy se mění sklon dna, vyskytuje se náhlá změna průřezu, na toku se nachází objekt, popř. dochází k soutoku dvou vodních toků. V těchto případech, není možné aplikovat energetickou rovnici a program simuluje proudění pomocí rovnice hybnosti (popř. pomocí empirických vztahů např. při výpočtu jezů):

$$\sum F_x = ma,$$

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta v_x, \text{ kde}$$

P hydrostatická síla v profilech 1 a 2 [N]

W_x složka tíhy vody rovnoběžně se sklonem dna [N]

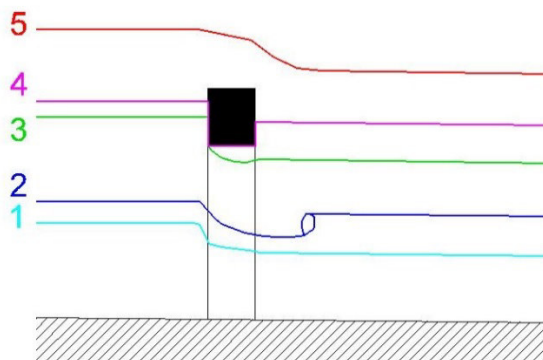
F_f třecí síla (rovnoběžně se sklonem dna) [N]

Q průtok [m³/s]

ρ hustota vody [kg/m³]

Δv_x změna rychlosti mezi profily 1 a 2 [m/s]

Výpočet mostních objektů



Obr. 3 – Výpočet proudění mostními objekty

Při výpočtu proudění mostními objekty může dojít v zásadě k několika situacím, jak ukazuje Obr. 3. Případ 1 je charakteristický pro nižší vodní stavy, most ovlivňuje proudění pouze mírně, za mostem pokračuje říční proudění. K variantě 2 může dojít v případě, že mostní profil tvoří výraznou překážku v proudění, nad mostem dochází ke vzduť a vlivem zúžení průtočného profilu dojde ke vzniku bystřinného proudění mezi pilíři, pod profilem mostu dojde opět ke změně režimu proudění na říční. Důsledkem toho je vznik vodního skoku v profilu mostu nebo pod ním. V případě, že most tvoří výraznou překážku, může dojít k zatopení vtoku u mostu, v závislosti na podmínkách proudění pod mostem se vyskytne buď varianta 3, kdy je zatopený vtok a volný výtok, případně varianta 4, kdy dochází k proudění mostem v tlakovém režimu. V případě že kapacita mostu nestačí provést průtok ani v tlakovém režimu, může dojít k přelévání mostovky, kdy část průtoku stále prochází pod mostovkou v tlakovém režimu, část však přetéká přes mostovku.

3. Sestavený hydrodynamický model

Hydrotechnické posouzení bylo provedeno metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v sestaveném jednorozměrném modelu sestaveném z příčných řezů.

Hydraulický model popisuje řešené území pomocí jednorozměrné schematizace v podobě příčných profilů. Byla zhotovena soustava příčných řezů (příčných profilů), které představují kostru výpočtu (1D – proudění).

Při modelování návrhového stavu byly příčné řezy upraveny dle návrhového stavu – po odtěžení sedimentu. Tvary příčného průřezu upraveného koryta a příslušné drsnosti (Manningovy) byly zapracovány do vytvořených příčných řezů.

Objekty (mosty, propustky) na vodním toku byly do modelového prostředí (HEC-RAS) zadány rovněž definováním jejich geometrických vlastností zjištěných geodetickým zaměřením.

Příčné řezy, pomocí kterých je realita pro potřeby modelu schematizovaná, byly pro všechny varianty v některých úsecích interpolovány. Tímto dojde k vyhlazení vypočtené hladiny modelu, popř. v případě rychlých změn příčného průřezu k omezení případných numerických nestabilit.

3.1 Příčné profily

Příčné profily jsou voleny tak, aby co nejlépe charakterizovaly terén. Každý příčný profil je zvolen takovým způsobem, aby předpokládané proudění bylo k němu kolmé. Vzdálenost mezi jednotlivými profily je závislá na proměnlivosti území.

Matematický model ke svému výpočtu potřebuje znát příčný profil terénu těsně před a za objektem, tam kde dochází ke změnám drsnosti, nebo v blízkosti křížení toků.

Vzdálenost příčných profilů

Výhodou zpracování digitálního modelu terénu je možnost následně volit příčné profily libovolně, jejich počet zvyšovat či snižovat s cílem co nejlépe charakterizovat daný tok a vlastnosti nerovnoměrného proudění. Nemusíme se proto omezovat pouze na klasické příčné profily určené v rámci geodetického zaměření, jejichž počet a směrové vedení nemusí být pro zadanou úlohu optimální.

Průměrná vzdálenost příčných profilů je 20 m.

3.2 Součinitel drsnosti

Důležitým ztrátovým součinitelem, který je zahrnut v rovnicích počítajících průtok vody, je Manningův drsnostní součinitel **n**. Závisí především na druhu koryta, je-li přirozené či uměle vytvořené a na velikosti a tvaru koryta v podélném i příčném směru. Vliv má geologie území, předpokládaná hloubka vody v poměru s velikostí frakce dnových sedimentů, technický stav koryta, je-li zanesené jemnými splaveninami, existence popadaných kmenů apod. V inundaci je rozhodující druh vegetace a roční období, do kterého datujeme výpočet. Jedná-li se o intravilán města, nebo o zemědělsky obhospodařované území, lesy nebo pastviny apod.

Nejpřesnější odhad Manningova **n** je ze zpětného výpočtu, kdy známe průtok i výšku hladiny v řece. Postupnou změnou **n** se na konec přiblížíme s vypočítanými hodnotami ke skutečně naměřené hodnotě.

Do matematického modelu byl drsnostní součinitel vložen zvlášť pro vlastní koryto toku a území nalevo a napravo od koryta.

Koryto:

0,035 – přirozené dno s valouny

Inundace:

0,06 – zpevněné plochy, trávníky, stromy, ploty

3.3 Objekty

V řešeném území se nachází 7 objektů přes koryta vodních toků. Jako objekty chápeme stupně, mosty, lávky a propustky. Objekty tvoří výraznou příčnou překážku v proudění vody při povodni. Vzdouvají vodní hladinu a často dochází k přelévání samotné mostovky.

Tab. 2 Seznam mostních objektů

Staničení (ř. km)	Název objektu
0,108 – 0,113	Most 1
0,336 – 0,341	Most 2
0,934 – 0,939	Most 3
1,352 – 1,359	Most 4
1,519 – 1,520	Lávka 1
1,627 – 1,628	Lávka 2
1,856 – 1,861	Most 5

3.4 Okrajové podmínky

Dolní okrajová podmínka definuje charakteristiky proudění v dolní části sestaveného modelu. Dolní okrajová podmínka byla zadána jako sklon čáry energie, tedy sklon dna, který činí pro řešený úsek 2 ‰.

Horní okrajová podmínka definuje charakteristiky proudění v horní části sestaveného modelu. V případě říčního proudění je postačující definice průtoku na dolním okraji úseku. V případě výskytu bystrinného proudění je k výpočtu nutné stanovit i hladinu v horním profilu. V řešeném modelu k bystrinnému proudění nedochází, tudíž horní okrajová podmínka stanovena nebyla.

3.5 Návrhový stav

Byla stanovena geometrie profilů pro návrhový stav, tedy po odtěžení sedimentu. Geometrické charakteristiky původního koryta byly zachovány. Navržený sklon dna 1–3 ‰. Šířka ve dně a sklon svahů dle příčných řezů.

4. Výsledky posouzení kapacity koryta

Na základě provedených výpočtů byla stanovena kapacita koryta pro stávající a návrhový stav. Výstupy jsou prezentovány tabelárně (výšky hladin a rychlosti N-letých průtoků) a graficky (podélné a příčné řezy se zakreslenými hladinami).

Tab. 3 Psaný podélný profil – stávající stav

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50				POSOUZENÍ
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)	
0.005	340.73	342.55	342.09	1.36	341.45	342.73	1.38	2.00	-0.64	NEKAPACITNÍ
0.025	340.81	342.62	342.72	1.81	341.55	342.82	1.34	2.01	-0.20	NEKAPACITNÍ
0.045	340.90	342.75	342.73	1.83	341.64	342.93	1.25	2.03	-0.20	NEKAPACITNÍ
0.065	340.78	342.72	342.91	1.94	341.70	342.98	1.25	2.20	-0.26	NEKAPACITNÍ
0.085	340.83	342.66	343.06	1.83	341.74	343.04	1.23	2.21	-0.38	NEKAPACITNÍ
0.105	340.95	343.14	343.27	2.19	341.79	343.10	1.20	2.15	0.04	KAPACITNÍ
0.125	341.02	343.24	343.15	2.13	341.81	343.16	1.27	2.14	-0.01	NEKAPACITNÍ
0.145	340.95	343.40	343.08	2.13	341.83	343.19	1.23	2.24	-0.11	NEKAPACITNÍ
0.165	340.89	343.41	343.08	2.19	341.84	343.22	1.24	2.33	-0.14	NEKAPACITNÍ
0.185	340.97	343.41	343.06	2.09	341.86	343.24	1.27	2.27	-0.18	NEKAPACITNÍ
0.205	341.09	343.44	343.26	2.17	341.88	343.27	1.32	2.18	-0.01	NEKAPACITNÍ
0.225	341.16	343.45	343.40	2.24	341.93	343.30	1.37	2.14	0.10	KAPACITNÍ
0.245	341.13	343.46	343.64	2.33	341.98	343.34	1.30	2.21	0.12	KAPACITNÍ
0.265	341.26	343.45	343.77	2.19	342.01	343.38	1.26	2.12	0.07	KAPACITNÍ
0.285	341.29	343.57	343.65	2.28	342.05	343.42	1.24	2.13	0.15	KAPACITNÍ
0.305	341.18	343.55	343.55	2.37	342.08	343.45	1.24	2.27	0.10	KAPACITNÍ
0.325	341.22	343.76	343.99	2.54	342.10	343.47	1.35	2.25	0.29	KAPACITNÍ
0.345	341.40	343.90	344.01	2.50	342.12	343.49	1.47	2.09	0.41	KAPACITNÍ
0.365	341.29	343.84	343.30	2.01	342.19	343.55	1.35	2.26	-0.25	NEKAPACITNÍ
0.385	341.23	343.79	343.25	2.02	342.22	343.57	1.49	2.34	-0.32	NEKAPACITNÍ
0.405	341.29	343.61	343.16	1.87	342.26	343.64	1.40	2.35	-0.48	NEKAPACITNÍ

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					POSOUZENÍ
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)		
0.425	341.35	343.55	343.17	1.82	342.30	343.68	1.37	2.33	-0.51	NEKAPACITNÍ	
0.445	341.51	343.55	343.12	1.61	342.33	343.72	1.37	2.21	-0.60	NEKAPACITNÍ	
0.465	341.20	343.69	343.57	2.37	342.38	343.77	1.35	2.57	-0.20	NEKAPACITNÍ	
0.485	341.33	343.89	343.27	1.94	342.39	343.79	1.57	2.46	-0.52	NEKAPACITNÍ	
0.505	341.83	344.04	343.43	1.60	342.63	343.80	1.95	1.97	-0.37	NEKAPACITNÍ	
0.525	341.89	343.98	343.49	1.60	342.79	343.92	1.76	2.03	-0.43	NEKAPACITNÍ	
0.545	341.93	343.43	343.52	1.50	342.90	344.04	1.57	2.11	-0.61	NEKAPACITNÍ	
0.565	341.91	344.04	343.72	1.81	342.97	344.10	1.69	2.19	-0.38	NEKAPACITNÍ	
0.585	341.93	344.18	343.83	1.90	343.04	344.17	1.61	2.24	-0.34	NEKAPACITNÍ	
0.605	341.99	344.40	343.93	1.94	343.08	344.23	1.68	2.24	-0.30	NEKAPACITNÍ	
0.625	342.02	344.59	344.05	2.03	343.12	344.31	1.57	2.29	-0.26	NEKAPACITNÍ	
0.645	342.09	344.91	344.01	1.92	343.17	344.37	1.56	2.28	-0.36	NEKAPACITNÍ	
0.665	342.26	345.24	344.10	1.84	343.22	344.42	1.77	2.16	-0.32	NEKAPACITNÍ	
0.685	342.28	345.43	344.28	2.00	343.30	344.51	1.68	2.23	-0.23	NEKAPACITNÍ	
0.705	342.36	345.63	344.41	2.05	343.35	344.58	1.68	2.22	-0.17	NEKAPACITNÍ	
0.725	342.39	345.87	344.34	1.95	343.42	344.65	1.62	2.26	-0.31	NEKAPACITNÍ	
0.745	342.42	346.07	344.63	2.21	343.48	344.70	1.67	2.28	-0.07	NEKAPACITNÍ	
0.765	342.42	346.02	344.74	2.32	343.54	344.76	1.66	2.34	-0.02	NEKAPACITNÍ	
0.785	342.47	346.06	344.63	2.16	343.59	344.82	1.62	2.35	-0.19	NEKAPACITNÍ	
0.805	342.62	345.95	344.79	2.17	343.64	344.88	1.71	2.26	-0.09	NEKAPACITNÍ	
0.825	342.74	345.36	344.93	2.19	343.73	344.97	1.60	2.23	-0.04	NEKAPACITNÍ	
0.845	342.68	345.23	345.00	2.32	343.78	345.04	1.54	2.36	-0.04	NEKAPACITNÍ	
0.865	342.69	345.09	344.83	2.14	343.82	345.08	1.59	2.39	-0.25	NEKAPACITNÍ	
0.885	342.85	345.27	345.03	2.18	343.88	345.15	1.65	2.30	-0.12	NEKAPACITNÍ	
0.905	342.91	345.25	345.00	2.09	343.94	345.22	1.50	2.31	-0.22	NEKAPACITNÍ	
0.925	342.97	345.36	345.36	2.39	344.02	345.27	1.48	2.30	0.09	KAPACITNÍ	
0.945	342.86	345.94	346.13	3.08	344.07	345.32	1.51	2.46	0.62	KAPACITNÍ	
0.965	343.13	345.42	346.28	2.29	344.12	345.36	1.85	2.23	0.06	KAPACITNÍ	
0.985	343.09	345.60	345.63	2.51	344.22	345.50	1.63	2.41	0.10	KAPACITNÍ	
1.005	343.01	345.61	346.04	2.60	344.26	345.56	1.55	2.55	0.05	KAPACITNÍ	
1.030	343.13	345.46	345.44	2.31	344.30	345.64	1.27	2.51	-0.20	NEKAPACITNÍ	
1.050	342.99	345.47	345.51	2.48	344.33	345.67	1.27	2.68	-0.20	NEKAPACITNÍ	
1.070	343.22	345.62	345.41	2.19	344.37	345.71	1.32	2.49	-0.30	NEKAPACITNÍ	
1.090	343.30	345.90	345.81	2.51	344.40	345.74	1.49	2.44	0.07	KAPACITNÍ	
1.111	343.46	346.10	345.76	2.30	344.46	345.79	1.45	2.33	-0.03	NEKAPACITNÍ	

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					POSOUZENÍ
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)		
1.130	343.46	346.07	346.04	2.58	344.50	345.83	1.49	2.37	0.21	KAPACITNÍ	
1.150	343.37	346.09	346.18	2.72	344.54	345.86	1.62	2.49	0.23	KAPACITNÍ	
1.170	343.55	346.06	346.40	2.51	344.59	345.93	1.59	2.38	0.13	KAPACITNÍ	
1.190	343.53	346.10	346.38	2.57	344.66	345.98	1.59	2.45	0.12	KAPACITNÍ	
1.210	343.74	346.14	346.17	2.40	344.71	346.04	1.57	2.30	0.10	KAPACITNÍ	
1.230	343.68	346.31	345.87	2.19	344.77	346.09	1.47	2.41	-0.22	NEKAPACITNÍ	
1.250	343.73	346.49	346.24	2.51	344.80	346.14	1.42	2.41	0.10	KAPACITNÍ	
1.270	343.82	346.46	346.41	2.59	344.84	346.17	1.58	2.35	0.24	KAPACITNÍ	
1.290	343.85	346.67	346.31	2.46	344.88	346.22	1.53	2.37	0.09	KAPACITNÍ	
1.310	343.83	346.71	346.32	2.49	344.92	346.27	1.40	2.44	0.05	KAPACITNÍ	
1.330	343.90	346.36	346.50	2.46	344.95	346.30	1.50	2.40	0.06	KAPACITNÍ	
1.350	344.03	346.61	347.14	2.58	345.00	346.36	1.42	2.33	0.25	KAPACITNÍ	
1.371	344.16	346.59	347.17	2.43	345.03	346.46	1.40	2.30	0.13	KAPACITNÍ	
1.374	344.15	346.44	347.16	2.29	345.04	346.47	1.34	2.32	-0.03	NEKAPACITNÍ	
1.390	344.09	346.35	346.86	2.26	345.06	346.50	1.28	2.41	-0.15	NEKAPACITNÍ	
1.410	344.11	346.21	345.80	1.69	345.08	346.53	1.17	2.42	-0.73	NEKAPACITNÍ	
1.430	343.91	346.23	346.18	2.27	345.10	346.57	1.18	2.66	-0.39	NEKAPACITNÍ	
1.450	344.02	346.21	346.51	2.19	345.12	346.59	1.25	2.57	-0.38	NEKAPACITNÍ	
1.470	344.09	346.34	346.42	2.25	345.16	346.63	1.16	2.54	-0.29	NEKAPACITNÍ	
1.490	344.02	346.51	346.44	2.42	345.19	346.64	1.44	2.62	-0.20	NEKAPACITNÍ	
1.510	344.18	346.58	347.18	2.40	345.23	346.67	1.47	2.49	-0.09	NEKAPACITNÍ	
1.530	344.23	346.64	347.24	2.41	345.29	346.77	1.41	2.54	-0.13	NEKAPACITNÍ	
1.550	344.24	346.64	347.20	2.40	345.34	346.81	1.42	2.57	-0.17	NEKAPACITNÍ	
1.570	344.37	346.74	347.01	2.37	345.40	346.87	1.29	2.50	-0.13	NEKAPACITNÍ	
1.590	344.29	346.70	347.21	2.41	345.46	346.91	1.19	2.62	-0.21	NEKAPACITNÍ	
1.610	344.40	346.67	347.32	2.27	345.50	346.92	1.40	2.52	-0.25	NEKAPACITNÍ	
1.630	344.51	346.77	347.45	2.26	345.55	346.97	1.34	2.46	-0.20	NEKAPACITNÍ	
1.650	344.55	346.68	347.32	2.13	345.60	347.00	1.38	2.45	-0.32	NEKAPACITNÍ	
1.670	344.50	346.73	347.26	2.23	345.65	347.04	1.35	2.54	-0.31	NEKAPACITNÍ	
1.690	344.54	346.90	347.30	2.36	345.70	347.08	1.32	2.54	-0.18	NEKAPACITNÍ	
1.710	344.76	346.93	347.22	2.17	345.75	347.11	1.39	2.35	-0.18	NEKAPACITNÍ	
1.730	344.66	346.95	347.33	2.29	345.80	347.16	1.29	2.50	-0.21	NEKAPACITNÍ	
1.750	344.74	346.89	346.98	2.15	345.83	347.20	1.37	2.46	-0.31	NEKAPACITNÍ	
1.770	344.72	346.93	347.24	2.21	345.88	347.24	1.31	2.52	-0.31	NEKAPACITNÍ	
1.790	344.86	347.05	347.01	2.15	345.98	347.33	1.23	2.47	-0.32	NEKAPACITNÍ	

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					POSOUZENÍ
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)		
1.810	344.90	347.20	346.85	1.95	346.02	347.36	1.34	2.46	-0.51	NEKAPACITNÍ	
1.830	344.92	347.37	346.93	2.01	346.13	347.43	1.26	2.51	-0.50	NEKAPACITNÍ	
1.850	345.15	346.54	347.91	1.39	346.19	347.47	1.28	2.32	-0.93	NEKAPACITNÍ	
1.870	345.14	347.38	347.04	1.90	346.23	347.51	1.15	2.37	-0.47	NEKAPACITNÍ	
1.890	345.27	346.84	346.97	1.57	346.27	347.53	1.20	2.26	-0.69	NEKAPACITNÍ	
1.910	345.23	346.81	347.39	1.58	346.36	347.56	1.33	2.33	-0.75	NEKAPACITNÍ	
1.930	345.39	346.82	348.44	1.43	346.44	347.58	1.45	2.19	-0.76	NEKAPACITNÍ	
1.950	345.42	346.85	347.09	1.43	346.49	347.66	1.24	2.24	-0.81	NEKAPACITNÍ	
1.970	345.45	347.16	346.91	1.46	346.57	347.69	1.30	2.24	-0.78	NEKAPACITNÍ	
1.991	345.61	346.71	347.51	1.10	346.64	347.78	1.16	2.17	-1.07	NEKAPACITNÍ	

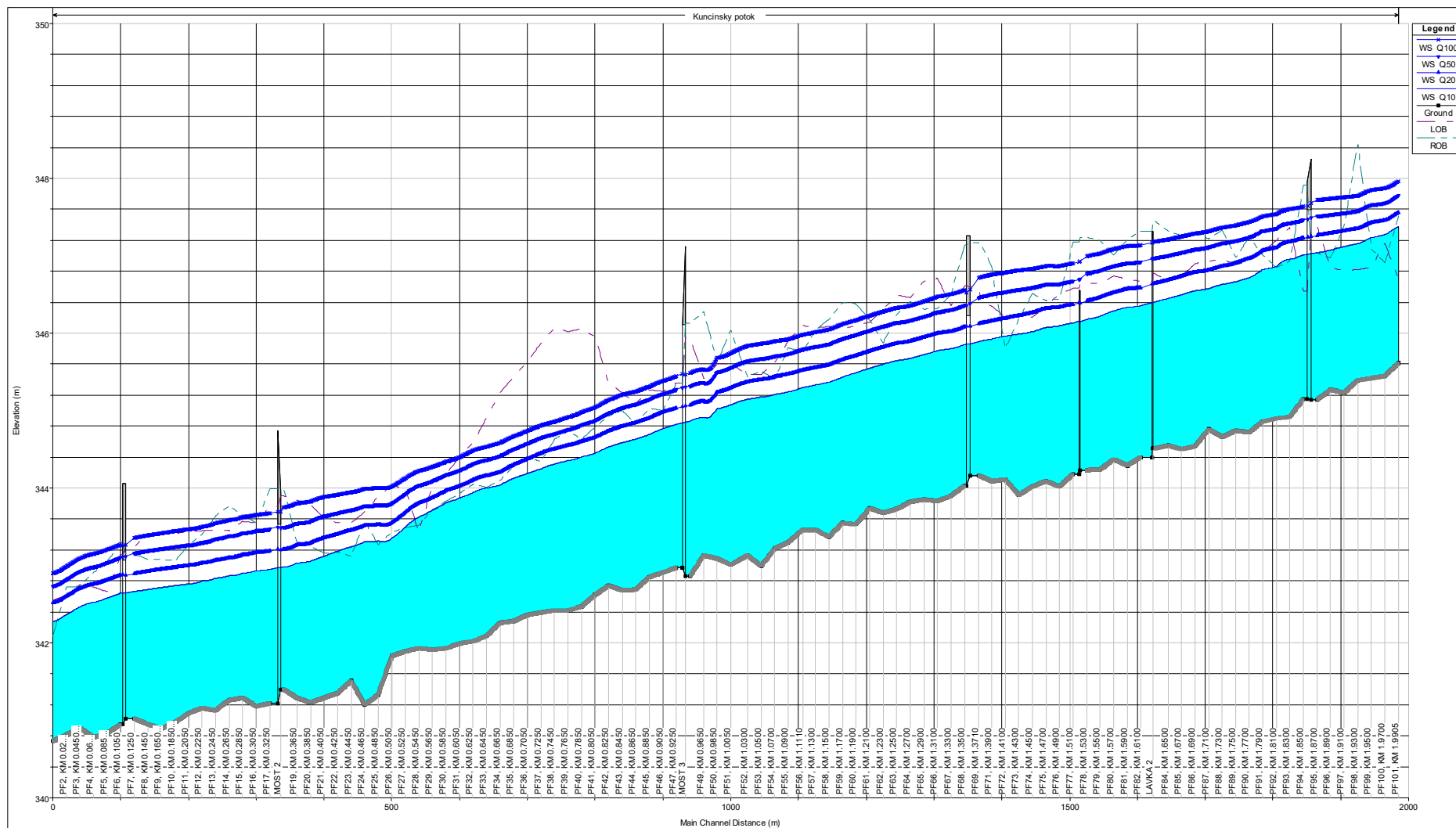
Tab. 4 Psaný podélný profil – návrhový stav

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					Změna hladiny proti stávající mu stavu
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)	POSOUZENÍ	
0.005	340.74	342.55	342.09	1.35	341.37	342.70	1.38	1.96	-0.61	NEKAPACITNÍ	-0.03
0.025	340.76	342.62	342.72	1.86	341.44	342.78	1.32	2.02	-0.16	NEKAPACITNÍ	-0.04
0.045	340.78	342.75	342.73	1.95	341.49	342.85	1.24	2.07	-0.12	NEKAPACITNÍ	-0.08
0.065	340.8	342.72	342.91	1.92	341.53	342.88	1.29	2.08	-0.16	NEKAPACITNÍ	-0.10
0.085	340.82	342.66	343.06	1.84	341.57	342.94	1.28	2.12	-0.28	NEKAPACITNÍ	-0.10
0.105	340.84	343.14	343.27	2.30	341.61	342.99	1.24	2.15	0.15	KAPACITNÍ	-0.11
0.125	340.86	343.24	343.15	2.29	341.63	343.02	1.33	2.16	0.13	KAPACITNÍ	-0.14
0.145	340.89	343.40	343.08	2.19	341.65	343.05	1.31	2.16	0.03	KAPACITNÍ	-0.14
0.165	340.91	343.41	343.08	2.17	341.67	343.08	1.31	2.17	0.00	KAPACITNÍ	-0.14
0.185	340.93	343.41	343.06	2.13	341.69	343.11	1.3	2.18	-0.05	NEKAPACITNÍ	-0.13
0.205	340.95	343.44	343.26	2.31	341.71	343.14	1.38	2.19	0.12	KAPACITNÍ	-0.13
0.225	340.97	343.45	343.40	2.43	341.74	343.17	1.37	2.20	0.23	KAPACITNÍ	-0.13
0.245	340.99	343.46	343.64	2.47	341.76	343.2	1.32	2.21	0.26	KAPACITNÍ	-0.14
0.265	341.01	343.45	343.77	2.44	341.78	343.24	1.25	2.23	0.21	KAPACITNÍ	-0.14
0.285	341.04	343.57	343.65	2.53	341.8	343.26	1.29	2.22	0.31	KAPACITNÍ	-0.16

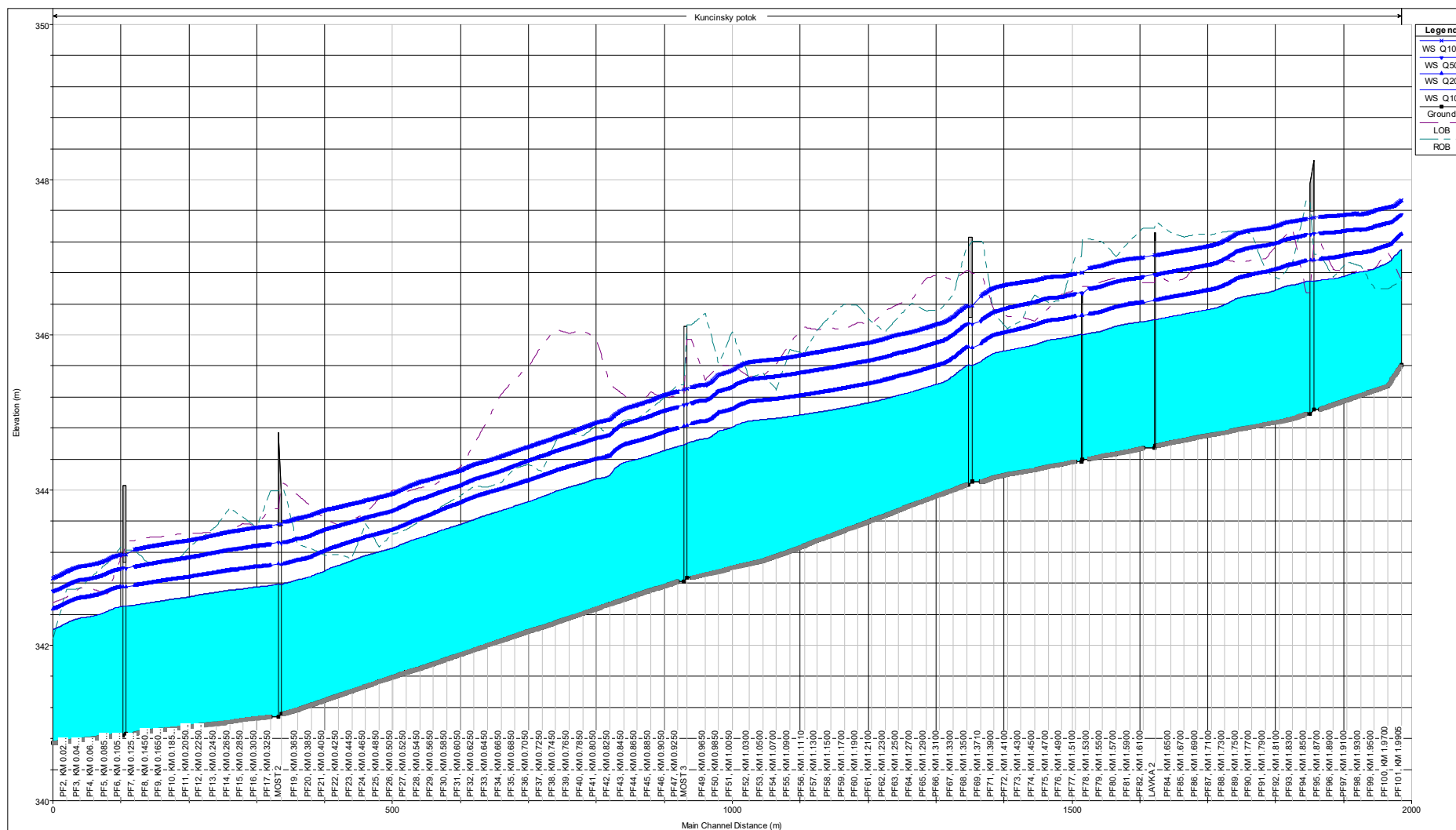
Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					Změna hladiny proti stávající mu stavu
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)	POSOUZENÍ	
0.305	341.06	343.55	343.55	2.49	341.82	343.29	1.29	2.23	0.26	KAPACITNÍ	-0.16
0.325	341.08	343.76	343.99	2.68	341.84	343.31	1.42	2.23	0.45	KAPACITNÍ	-0.16
0.345	341.12	343.90	344.01	2.78	341.86	343.33	1.56	2.21	0.57	KAPACITNÍ	-0.16
0.365	341.17	343.84	343.30	2.13	341.95	343.38	1.54	2.21	-0.08	NEKAPACITNÍ	-0.17
0.385	341.23	343.79	343.25	2.02	342.02	343.42	1.58	2.19	-0.17	NEKAPACITNÍ	-0.15
0.405	341.29	343.61	343.16	1.87	342.09	343.5	1.54	2.21	-0.34	NEKAPACITNÍ	-0.14
0.425	341.35	343.55	343.17	1.82	342.15	343.54	1.54	2.19	-0.37	NEKAPACITNÍ	-0.14
0.445	341.41	343.55	343.12	1.71	342.2	343.6	1.51	2.19	-0.48	NEKAPACITNÍ	-0.12
0.465	341.47	343.69	343.57	2.10	342.27	343.65	1.63	2.18	-0.08	NEKAPACITNÍ	-0.12
0.485	341.53	343.89	343.27	1.74	342.32	343.7	1.62	2.17	-0.43	NEKAPACITNÍ	-0.09
0.505	341.59	344.04	343.43	1.84	342.38	343.74	1.75	2.15	-0.31	NEKAPACITNÍ	-0.06
0.525	341.65	343.98	343.49	1.84	342.44	343.82	1.6	2.17	-0.33	NEKAPACITNÍ	-0.10
0.545	341.7	343.43	343.52	1.73	342.51	343.89	1.56	2.19	-0.46	NEKAPACITNÍ	-0.15
0.565	341.76	344.04	343.72	1.96	342.58	343.95	1.65	2.19	-0.23	NEKAPACITNÍ	-0.15
0.585	341.82	344.18	343.83	2.01	342.63	344.01	1.64	2.19	-0.18	NEKAPACITNÍ	-0.16
0.605	341.88	344.40	343.93	2.05	342.68	344.06	1.71	2.18	-0.13	NEKAPACITNÍ	-0.17
0.625	341.94	344.59	344.05	2.11	342.74	344.14	1.63	2.20	-0.09	NEKAPACITNÍ	-0.17
0.645	342	344.91	344.01	2.01	342.8	344.2	1.64	2.20	-0.19	NEKAPACITNÍ	-0.17
0.665	342.06	345.24	344.10	2.04	342.86	344.25	1.69	2.19	-0.15	NEKAPACITNÍ	-0.17
0.685	342.12	345.43	344.28	2.16	342.91	344.32	1.71	2.20	-0.04	NEKAPACITNÍ	-0.19
0.705	342.18	345.63	344.41	2.23	342.97	344.39	1.72	2.21	0.02	KAPACITNÍ	-0.19
0.725	342.23	345.87	344.34	2.11	343.05	344.45	1.68	2.22	-0.11	NEKAPACITNÍ	-0.20
0.745	342.29	346.07	344.63	2.34	343.12	344.51	1.69	2.22	0.12	KAPACITNÍ	-0.19
0.765	342.35	346.02	344.74	2.39	343.17	344.56	1.68	2.21	0.18	KAPACITNÍ	-0.20
0.785	342.41	346.06	344.63	2.22	343.22	344.62	1.7	2.21	0.01	KAPACITNÍ	-0.20
0.805	342.47	345.95	344.79	2.32	343.28	344.68	1.7	2.21	0.11	KAPACITNÍ	-0.20
0.825	342.53	345.36	344.93	2.40	343.35	344.72	2.01	2.19	0.21	KAPACITNÍ	-0.25
0.845	342.59	345.23	345.00	2.41	343.55	344.85	1.61	2.26	0.15	KAPACITNÍ	-0.19
0.865	342.65	345.09	344.83	2.18	343.58	344.91	1.63	2.26	-0.08	NEKAPACITNÍ	-0.17

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					Změna hladiny proti stávající mu stavu
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)	POSOUZENÍ	
										NÍ	
0.885	342.71	345.27	345.03	2.32	343.61	344.96	1.65	2.25	0.07	KAPACITNÍ	-0.19
0.905	342.76	345.25	345.00	2.24	343.65	345.03	1.53	2.27	-0.03	NEKAPACITNÍ	-0.19
0.925	342.82	345.36	345.36	2.54	343.69	345.08	1.54	2.26	0.28	KAPACITNÍ	-0.19
0.945	342.87	345.94	346.13	3.07	343.74	345.13	1.49	2.26	0.81	KAPACITNÍ	-0.19
0.965	342.91	345.42	346.28	2.51	343.78	345.16	1.98	2.25	0.26	KAPACITNÍ	-0.20
0.985	342.95	345.60	345.63	2.65	343.86	345.28	1.65	2.33	0.32	KAPACITNÍ	-0.22
1.005	343	345.61	346.04	2.61	343.91	345.33	1.62	2.33	0.28	KAPACITNÍ	-0.23
1.030	343.05	345.46	345.44	2.39	343.95	345.43	1.21	2.38	0.01	KAPACITNÍ	-0.21
1.050	343.09	345.47	345.51	2.38	343.97	345.46	1.23	2.37	0.01	KAPACITNÍ	-0.21
1.070	343.15	345.62	345.41	2.26	343.99	345.47	1.29	2.32	-0.06	NEKAPACITNÍ	-0.24
1.090	343.21	345.90	345.81	2.60	344.01	345.5	1.35	2.29	0.31	KAPACITNÍ	-0.24
1.111	343.28	346.10	345.76	2.48	344.03	345.53	1.36	2.25	0.23	KAPACITNÍ	-0.26
1.130	343.35	346.07	346.04	2.69	344.06	345.56	1.37	2.21	0.48	KAPACITNÍ	-0.27
1.150	343.41	346.09	346.18	2.68	344.1	345.58	1.41	2.17	0.51	KAPACITNÍ	-0.28
1.170	343.48	346.06	346.40	2.58	344.14	345.62	1.44	2.14	0.44	KAPACITNÍ	-0.31
1.190	343.54	346.10	346.38	2.56	344.19	345.65	1.47	2.11	0.45	KAPACITNÍ	-0.33
1.210	343.61	346.14	346.17	2.53	344.24	345.68	1.56	2.07	0.46	KAPACITNÍ	-0.36
1.230	343.67	346.31	345.87	2.20	344.29	345.72	1.59	2.05	0.15	KAPACITNÍ	-0.37
1.250	343.74	346.49	346.24	2.50	344.35	345.78	1.56	2.04	0.46	KAPACITNÍ	-0.36
1.270	343.81	346.46	346.41	2.60	344.41	345.81	1.66	2.00	0.60	KAPACITNÍ	-0.36
1.290	343.87	346.67	346.31	2.44	344.48	345.87	1.64	2.00	0.44	KAPACITNÍ	-0.35
1.310	343.94	346.71	346.32	2.38	344.54	345.92	1.62	1.98	0.40	KAPACITNÍ	-0.35
1.330	344	346.36	346.50	2.36	344.65	346.01	1.64	2.01	0.35	KAPACITNÍ	-0.29
1.350	344.07	346.61	347.14	2.54	344.77	346.14	1.53	2.07	0.47	KAPACITNÍ	-0.22
1.371	344.11	346.59	347.17	2.48	344.83	346.18	1.69	2.07	0.41	KAPACITNÍ	-0.28
1.374	344.11	346.44	347.16	2.33	344.85	346.22	1.59	2.11	0.22	KAPACITNÍ	-0.25
1.390	344.16	346.35	346.86	2.19	344.94	346.3	1.45	2.14	0.05	KAPACITNÍ	-0.20
1.410	344.2	346.21	345.80	1.60	344.96	346.35	1.34	2.15	-0.55	NEKAPACITNÍ	-0.18
1.430	344.23	346.23	346.18	1.95	344.99	346.39	1.35	2.16	-0.21	NEKAPACITNÍ	-0.18
1.450	344.26	346.21	346.51	1.95	345.02	346.43	1.37	2.17	-0.22	NEKAPACITNÍ	-0.16
1.470	344.3	346.34	346.42	2.04	345.05	346.48	1.23	2.18	-0.14	NEKAPACITNÍ	-0.15

Staničení (m)	Kóta dna (m n. m.)	Kóta LB (m n. m.)	Kóta PB (m n. m.)	Hloubka koryta (m)	Q20	Q50					Změna hladiny proti stávající mu stavu
					Kóta hladiny (m n. m.)	Kóta hladiny (m n. m.)	Rychlost v korytě (m/s)	Hloubka (m)	Převýšení břehu nad hladinou (m)	POSOUZENÍ	
1.490	344.33	346.51	346.44	2.11	345.08	346.49	1.46	2.16	-0.05	NEKAPACIT NÍ	-0.15
1.510	344.37	346.58	347.18	2.21	345.11	346.53	1.41	2.16	0.05	KAPACITNÍ	-0.14
1.530	344.4	346.64	347.24	2.24	345.14	346.6	1.43	2.20	0.04	KAPACITNÍ	-0.17
1.550	344.44	346.64	347.20	2.20	345.17	346.63	1.49	2.19	0.01	KAPACITNÍ	-0.18
1.570	344.47	346.74	347.01	2.27	345.22	346.69	1.33	2.22	0.05	KAPACITNÍ	-0.18
1.590	344.5	346.70	347.21	2.20	345.25	346.73	1.25	2.23	-0.03	NEKAPACIT NÍ	-0.18
1.610	344.54	346.67	347.32	2.13	345.28	346.75	1.36	2.21	-0.08	NEKAPACIT NÍ	-0.17
1.630	344.57	346.77	347.45	2.20	345.31	346.78	1.37	2.21	-0.01	NEKAPACIT NÍ	-0.19
1.650	344.61	346.68	347.32	2.07	345.34	346.82	1.33	2.21	-0.14	NEKAPACIT NÍ	-0.18
1.670	344.64	346.73	347.26	2.09	345.37	346.85	1.35	2.21	-0.12	NEKAPACIT NÍ	-0.19
1.690	344.68	346.90	347.30	2.22	345.41	346.88	1.38	2.20	0.02	KAPACITNÍ	-0.20
1.710	344.71	346.93	347.22	2.22	345.44	346.92	1.36	2.21	0.01	KAPACITNÍ	-0.19
1.730	344.74	346.95	347.33	2.21	345.5	346.98	1.32	2.24	-0.03	NEKAPACIT NÍ	-0.18
1.750	344.78	346.89	346.98	2.11	345.57	347.09	1.27	2.31	-0.20	NEKAPACIT NÍ	-0.11
1.770	344.81	346.93	347.24	2.12	345.6	347.13	1.21	2.32	-0.20	NEKAPACIT NÍ	-0.11
1.790	344.85	347.05	347.01	2.16	345.63	347.16	1.21	2.31	-0.15	NEKAPACIT NÍ	-0.17
1.810	344.88	347.20	346.85	1.97	345.67	347.2	1.23	2.32	-0.35	NEKAPACIT NÍ	-0.16
1.830	344.92	347.37	346.93	2.01	345.72	347.26	1.21	2.34	-0.33	NEKAPACIT NÍ	-0.17
1.850	344.98	346.54	347.91	1.56	345.74	347.3	1.14	2.32	-0.76	NEKAPACIT NÍ	-0.17
1.870	345.04	347.38	347.04	2.00	345.78	347.32	1.12	2.28	-0.28	NEKAPACIT NÍ	-0.19
1.890	345.1	346.84	346.97	1.74	345.8	347.33	1.19	2.23	-0.49	NEKAPACIT NÍ	-0.20
1.910	345.16	346.81	347.39	1.65	345.84	347.35	1.32	2.19	-0.54	NEKAPACIT NÍ	-0.21
1.930	345.22	346.82	348.44	1.60	345.9	347.36	1.46	2.14	-0.54	NEKAPACIT NÍ	-0.22
1.950	345.28	346.85	347.09	1.57	345.97	347.4	1.4	2.12	-0.55	NEKAPACIT NÍ	-0.26
1.970	345.34	347.16	346.91	1.57	346.07	347.45	1.42	2.11	-0.54	NEKAPACIT NÍ	-0.24
1.991	345.61	346.71	347.51	1.10	346.24	347.55	1.38	1.94	-0.84	NEKAPACIT NÍ	-0.23



Obr. 4 Podélný profil – stávající stav



Obr. 5 Podélný profil – návrhový stav

5. Závěr

Byly provedeny hydrotechnické výpočty za účelem posouzení kapacity koryta před a po navrženém odtěžení sedimentu.

Stávající koryto je v celém posuzovaném úseku kapacitní na průtok Q20 a vyšší ($Q_{20} = 21,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Při průtoku Q50 dochází k vybřežení přibližně na 3/4 délky z celkové délky řešeného úseku, celková délka úseků, ve kterých dochází k vybřežení je cca 1500 m.

V návrhovém stavu je koryto v celém řešeném úseku kapacitní na průtok Q20 a vyšší. Při průtoku Q50 $= 28,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dochází k vybřežení přibližně na 1/2 délky z celkové délky řešeného úseku, celková délka úseků, ve kterých dochází k vybřežení je cca 1000 m.

Návrhem došlo ve všech výpočtových příčných profilech ke zvýšení průtočné kapacity koryta, průměrné snížení hladiny Q50 oproti stávajícímu stavu je 0,2 m.