

Č. zak.: 20/201

Název akce: **Opevnění Bobřího potoka Verneřice u garáží, ř. km 24,143 – 24,529**

Stupeň: DUR/DSJ

Příloha H

## H. HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ A VÝPOČTY



AZ CONSULT, spol. s r.o.

Číslo zakázky.....**20/201**

Výrobek uvolněn k použití

Datum.....**II. 2021**

Ústí nad Labem  
Únor 2021

Vypracoval:  
Jindřich Charvát

## H.1 Úvodní informace

### H.1.1 Údaje o stavbě

#### název akce

Opevnění Bobřího potoka Verneřice u garáží, ř. km 24,143 – 24,529

#### místo stavby

Obec	Verneřice (562921)
Katastrální území	Verneřice (780146)
Okres	Děčín
Kraj	Ústecký

#### předmět dokumentace

Předmětem projektové dokumentace je rekonstrukce opevnění toku: Bobří potok (IDVT: 10100185). Rekonstrukce opevnění toku bude provedeno v úseku od silničního mostu ev. č.: 240-052, směrem proti proudu proudění, podél komunikace III. třídy č. 24092. Konec řešeného úseku se nachází pod přemostěním bez ev. čísla (poslední přemostění Bobřího potoka v intravilánu), u konce zastavěného území města Verneřice.

V rámci rekonstrukce opevnění toku bude na začátku řešeného úseku provedena přeložka toku v délce cca 79,5 m. Přeložení toku je navrženo tak, aby byly ochráněny stávající rodinné domy (č.p. 268 a č.p. 68) a garážové stání na pozemku p.č. 468 v k.ú. Verneřice (780146). Vychýlení nové osy od stávající osy toku je v maximální vzdálenosti 2,3 m. Zároveň, v tomto úseku, bude koryto rozšířeno z důvodu jeho zkapacitnění pro bezpečné převedení povodňových průtoků až do Q100 (18,0 m<sup>3</sup>/s).

V úseku podél komunikace III. třídy č. 24092 bude provedena rekonstrukce stávajícího pravého břehu. Stávající kamenné zídky a zatravněné břehové svahy budou nahrazeny kamennou rovinou s vyklínováním.

Na konci úseku bude pod přemostěním zarovnan stávající příčný stupeň. Zarovnání stupně bude provedeno kamennou rovinou v délce 18,0 m.

### H.1.2 Charakteristika toku

#### popis území

Jedná se o rekonstrukci stávajícího opevnění Bobřího potoka a zároveň o přeložení toku v délce cca 79,5 m. Řešený úsek se nachází v intravilánu města Verneřice.

Rekonstrukce opevnění, především opevnění pravého břehu, se nachází na pozemku č.p. 2211/4 v korytě toku a v jeho těsné blízkosti.

Úsek přeložení koryta se nachází v blízkosti rodinných domů č.p. 268 a č.p. 68 a garážového stání na pozemku p.č. st. 468 v k.ú. Verneřice. Přeložením toku dojde k přesunu pravobřežní zdi na pozemek p.č. 417/4, na kterém se nachází zahrada s ochranou ZPF.

#### popis toku

Pro potřeby návrhu a zejména pro hydrotechnické posouzení bylo stanoveno pomocné staničení na stávající ose koryta Bobřího potoka. Pomocné staničení zachycuje úsek dlouhý cca 500,0 m, jehož délka byla stanovena na základě potřeby hydrotechnického posouzení alespoň 50,0 m na každou stranu od začátku a konce zájmového úseku. Pevnými body tohoto staničení jsou silniční mosty.

Koryto Bobřího potoka v zájmovém úseku je na svém začátku (mezi rodinnými domy a zahradami) vedeno mezi kamennými zdmi výšky cca 1,1 až 2,0 m. V tomto úseku zdi vykazují známky poškození a v některé části zdi zcela chybí.

V úseku, kde je koryto toku vedeno mezi komunikací III/24092 a místní komunikací podél zástavby, je koryto na levé straně opevněno kamennou zdí. Pravý břeh v této části koryta je ve značné míře přírodního charakteru v podobě zatravněného břehu, ve kterém se nacházejí vzrostlé

stromy. V některých částech tohoto úseku se ale nadále nacházejí stávající pravobřežní nízké kamenné zídky, které budou při rekonstrukci odstraněny nebo staticky zajištěny kamennou rovinaninou.

### hydrologická data toku

Vodní tok:

Bobří potok

Číslo hydrologického pořadí: 1-14-03-0700-0-00

Vodní tok	Bobří potok		
Číslo hydrologického pořadí	1-14-03-0700-0-00		
Profil	Verneřice, ř. km cca 24,785		
Souřadnice v S JTSK	x = -743003 m	y = -978397 m	
Plocha povodí $A^b)$	10,06 km <sup>2</sup>		

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí $P_a$	731 mm	
Dlouhodobý průměrný průtok $Q_a$	66 l·s <sup>-1</sup>	Třída IV

$M$ -denní průtoky $Q_{Md}^b)$				l·s <sup>-1</sup>						Třída IV			
$M$	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q$	136	98	66	53	44	35	31	27	24	22	19	19	11

$N$ -leté průtoky $Q_N$			m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>					Třída IV		
$N$	1	2	5	10	20	50	100			
$Q$	2,16	4,14	6,48	8,64	11,2	14,8	18,0			

## H.2 Charakteristika navrhovaných úprav

### H.2.1 Popis hlavních úprav

V rámci rekonstrukce opevnění toku bude na začátku řešeného úseku provedena přeložka toku v délce cca 79,5 m. V současné době je tento úsek mezi stávajícími rodinnými domy (č.p. 268 a č.p. 68) a zahradami řešen opěrnými zdmi, které jsou v nevyhovujícím stavu. Stávající zdi jsou ve značné části bez spárování a v místě paty se nacházejí uvolněné kameny. Část levobřežní zdi zcela chybí a tím je ohrožena statika přilehlého domu č.p. 268. Z důvodu ochrany stávajících objektů (rodinné domy č.p. 268 a č.p. 68 a garážové stání p.č. st. 468) je navrženo přeložení toku s posunem nové osy od stávající o 2,3 m na pravou stranu. Zároveň, v tomto úseku, bude koryto rozšířeno z důvodu jeho zkapacitnění pro bezpečné převedení povodňových průtoků až do Q100 (18,0 m<sup>3</sup>/s). Přeložka toku je navržena i z důvodu provádění stavby, při snaze zachování stávající levé břehové linie by došlo vlivem provádění stavby k ovlivnění statiky domu č.p. 268.

Vlivem rozšíření a vychýlením od stávajícího koryta dojde k trvalému záboru části zahrady na pozemku p.č. 417/4, zároveň ale dojde k zvětšení nádvoří u rodinného domu č.p. 268.

V úseku přeložení a rozšíření koryta, dlouhém cca 79,5 m, budou zřízeny nové opěrné zdi.

Na pravém břehu bude vystavěna opěrná tížná zeď dlouhá cca 76,0 m, vysoká 2,4 m, která bude tvořena betonovým rubem a kamenným lícem. Nová zeď bude napojena na stávající opěrnou zeď u mostu č. ev.: 240-052 a bude ukončena za zahradou na pozemku č.p. 417/3 u zrekonstruovaného schodiště.

Na levém břehu, podél pozemku p.č. 105/2 s rodinným domem č.p. 268, bude zřízená kamenná zeď nahrazena novou opěrnou tížnou zdí s betonovým rubem a kamenným lícem. Tato levobřežní tížná zeď je navržena v délce 22,5 m, s maximální výškou 3,05 m. Tato zeď bude napojena na stávající opěrnou zeď u mostu č. ev.: 240-052 a bude ukončena u stávající opěrné zdi.

Dále se na levém břehu nachází stávající zeď, která se nachází v přímém kontaktu se základy rodinného domu č.p. 68 a s garážovým stání na pozemku p.č. st. 468. V této části bude zřízená nová železobetonová úhlová zeď s plošným základem předsazená před stávající zeď. Nová předsazená ŽB zeď je navržena v délce cca 39,7 m. Tato zeď je navržena od nádvoří pozemku p.č. 105/2 (dům č.p. 268) a je ukončena napojením na stávající opěrnou zeď podél komunikace tak, aby stavební zásah byl minimální. Stávající levobřežní zeď podél komunikace je v majetku SÚS a její případná rekonstrukce není součástí této PD.

V úseku přeložení toku je navrženo nové opevnění dna, které bude z kamenného pohozu tl. 600 mm z lomového kamene  $d_e=0,125$  až  $0,25$  m a s prosypem substrátem z původního dna.

V místě plošného základu předsazené zdi bude provedena kamenná dlažba do betonu. Z plošného základu budou vyvedeny ocelové trny tak, aby nevznikala smyková plocha mezi betonovým základem a dlažbou.

Tento úsek nového opevnění dna bude zaprahován kamenným příčným prahem o průřezu  $0,8 \times 1,0$  m z kamenů  $d_e=0,5$  m a pomocí dřevěné kulatiny pr. 250 mm společně s kamenným záhozem (kámen  $d_e = 0,5$  m).

V navazující části, kde koryto toku je vedeno podél komunikace ul. Příbramská (III/240902), bude v rámci rekonstrukce provedeno nové opevnění pravého břehu. Stavební zásah v této části vyžaduje odstranění stávajících zdí, které vykazují známky statického porušení. Stávající opěrné zdi a zatravněné břehy budou nahrazeny kamennou rovinou s vyklínováním ve sklonu 1:1 (2:1). Navržená kamenná rovnanina bude provedena včetně patky široké 1,5 m. Rekonstrukce opevnění pravého břehu bude provedeno v délce cca 294,0 m.

Na konci úseku bude zarovnán příčný stupeň ve dně. Zarovnání bude provedeno z kamenné rovininy tl. 600 mm (kámen  $d_e=0,5$  m) v délce 18,0 v podélném sklonu 3,0 %. Toto zarovnání bude ukončeno kamenným příčným prahem o průřezu  $0,8 \times 1,0$  m z kamenů  $d_e=0,5$  m. Na nově zarovnané dno bude navázáno nové opevnění levého i pravého břehu, které bude provedeno z kamenné rovininy tl. 300 mm ve sklonu 1:1.

### H.3 Výpočet proudění

Hydrotechnické posouzení úseku Bobřího potoka o délce cca 500,0 m ve městě Verneřice pro stávající a navrhovaný stav bylo provedeno programem HEC-RAS v 5.0.7 metodou nerovnoměrného ustáleného proudění. Výpočet, který je demonstrován v následující kapitole, byly posouzeny průběhy hladin při N-letých průtocích Q1 až Q100. Jedná se o 1D matematický model s možností vytvoření svislicového rozdělení rychlosti proudění.

Pro potřeby výpočtu byly použity hydrologické údaje:

N-leté a M-denní průtoky hodnoty získané od ČHMÚ

#### H.3.1 Metodika výpočtu

Výpočet proudění byl proveden pomocí modelu ustáleného proudění. Tato komponenta modelovacího systému řeší stacionární hladinový režim při nerovnoměrném proudění metodou po úsecích. Pomocí tohoto nástroje lze řešit říční, kritické i bystřinné proudění. Řešení je založeno na základní energetické metodě, kde celková energie je vyjádřena ve dvou příčných profilech, vymezujících elementární objem.

#### H.3.2 Výpočet v řešeném úseku toku

Posouzení stávajícího a navrhovaného stavu toku bylo provedeno za pomoci programu HEC-RAS v 5.0.7 metodou nerovnoměrného ustáleného proudění celkem v 73 profilech.

Do výpočtového úseku byly zahrnuty přemostění vodního toku.

**Manningův drsnostní součinitel:** stávající koryto toku – 0,03

navrhovaný úsek koryta 0,03

území mimo koryto – 0,05

#### Okrajové podmínky:

Pro horní i dolní okrajovou podmínku byla aplikována okrajová podmínka kritická hloubka (*critical depth*).

#### H.3.3 Vliv navrhovaných úprav v celém zájmovém úseku

Cílem PD je rekonstrukce koryta v úseku od silničního mostu č. ev.: 240-052 až po poslední přemostění v intravilánu bez ev. čísla (u Agrokomplexu). Délka zájmového úseku je 395,0 m.

Stavební úpravy v rámci rekonstrukce zájmového úseku:

- vymístění a zkapacitnění v úseku mezi rodinnými domy a zahradami – km 0,000 00 – 0,077 46

- SO 01 – Úprava dna
- SO 02.1 – Nová PB zeď
- SO 02.2 – Nová LB zeď
- SO 02.3 – Předsazená LB zeď

- odstranění stávajícího příčného stupně u posledního přemostění – km 0,373 30 – 0,391 30

- SO 03 – Odstranění stupně ve dně

- rekonstrukce PB – provedeno z kamenné rovinaniny 1:1 – km 0,079 46 – 0,373 30

- SO 04 - Kamenná rovinanina PB

**- vymístění a zkapacitnění v úseku mezi rodinnými domy a zahradami – km 0,000 00 – 0,077 46**

Hydrostatické posouzení je provedeno porovnáním stávajícího stavu s navrhovaným stavem při průtoku korytem Q100 (18,0 m³/s). Při stoletém průtoku, při zachování stávajícího stavu opevnění (stávající šířka koryta, stávající výšky břehů), dochází k vybřežení toku na levém i pravém břehu. K vybřežení toku dochází zejména v úseku mezi rodinnými domy a zahradami, kde stávající koryto je vedeno v nejužším profilu.

Průběh porovnávaných hladin pro stávající a navrhovaný stav je znázorněn v grafu **H.4.3 Průběh hladin v celém řešeném úseku – stávající stav / navrhovaný stav.**

Pokles hladiny při průtoku  $Q_{100}$ , v úseku vymístění koryta (km 0,000 00 – 0,077 46 - mezi profily HR 01 až HR 21) se pohybuje v hodnotách přibližně 30,0 cm. Zároveň je z podélných profilů patrné, že stávající lávka značně ovlivňovala průběh hladin při  $Q_{100}$ . Jejím přemístěním a umístěním výše nad dno koryta nedochází k ovlivňování tohoto průtoku.

Jako reprezentativní příčné profily v tomto úseku byly vybrány:

**příčný profil HR 12** – v místě kde navržena úprava koryta je nejužší – šířka 4,75 m

**příčný profil HR 19** – nejkritičtější příčný profil s předsazenou zdí – šířka koryta cca 5,8 m

Navržené zaprahování před úsekem vymístěného koryta (profil HR 21) bude provedeno z dřevěné kulatiny, která bude tvořit kruhovou přelivnou hranu 10 cm nade dnem.

Při dlouhodobém průměrném průtoku  $Q_a$ , který je dle ČHMÚ stanoven na hodnotu 66 l/s, bude výška přepadového paprsku nad přelivnou hranou cca 1,1 cm.

#### **- odstranění stávajícího příčného stupně u posledního přemostění – km 0,373 30 – 0,391 30**

Průběh hladiny při průtoku  $Q_{100}$ , v úseku navrženo odstranění příčného stupně (km 0,373 30 – 0,391 30 – mezi profily HR 62 až HR 67) je posuzován v příčném profilu HR 62. V tomto profilu, při hydrotechnickém posouzení stávajícího stavu, nedochází k ovlivnění hladin vlivem stávajícího příčného stupně.

Odstraněním tohoto příčného stupně, urovnáním dna do sklonu 3,0 % na vzdálenosti 18,0 m, dojde ke zvýšení rychlosti proudění a ke snížení hladiny při průtoku  $Q_{100}$  ve sledovaném profilu HR 62 o 53,0 cm.

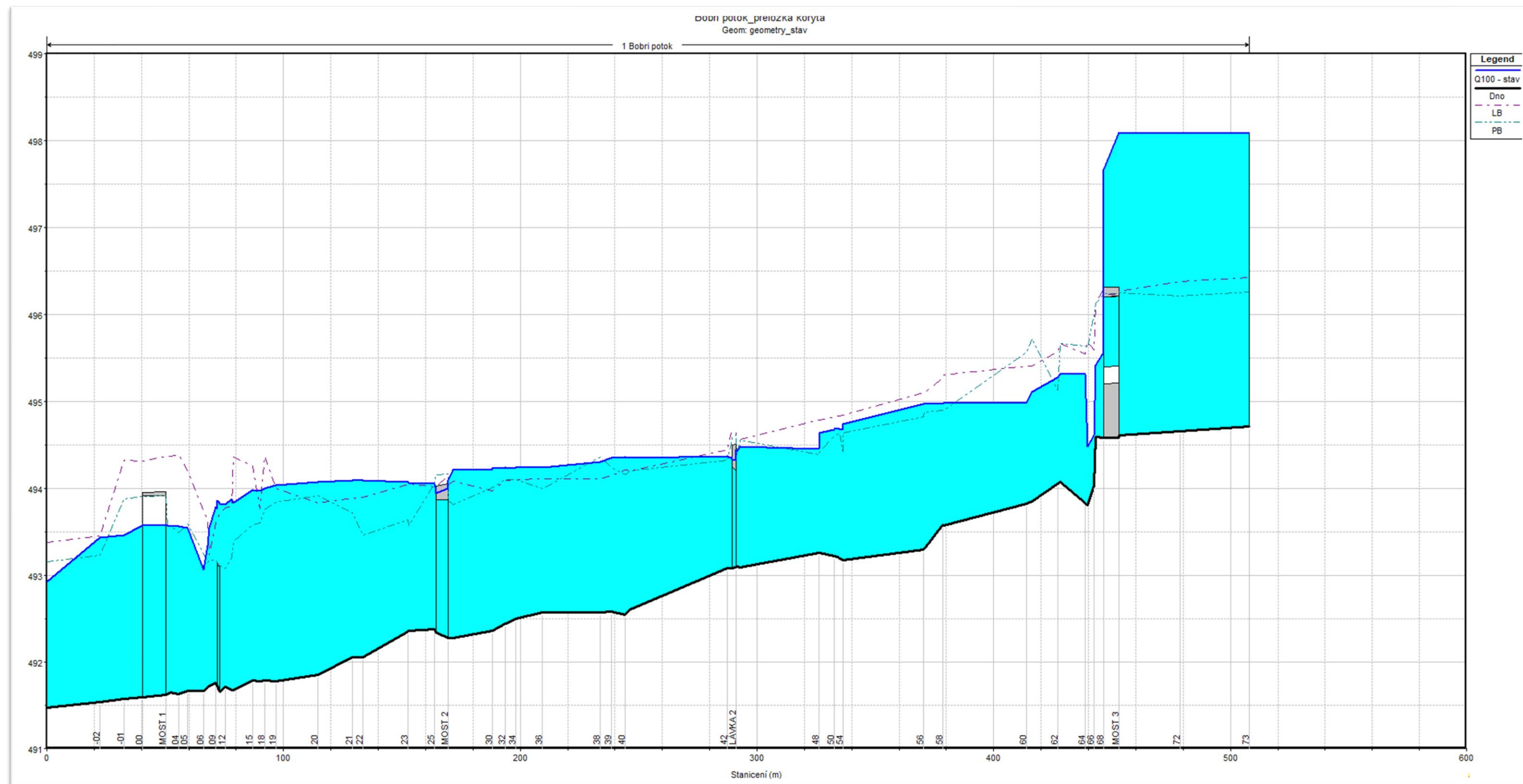
#### **- rekonstrukce PB – provedeno z kamenné rovnaniny 1:1 – km 0,079 46 – 0,373 30**

V úseku rekonstrukce pravého břehu, kde stávající zatravněný břeh nebo kamenné zídky budou nahrazeny kamennou rovnaninou (km 0,079 46 – 0,373 30 – mezi HR 21 až HR 62), dochází k mírné úpravě šířky koryta. Hydrotechnické posouzení pro tento úsek bylo provedeno pro porovnání, zda stavební úpravy neovlivní (nezhorší průběhy hladin). Z porovnání stávajícího a navrhovaného stavu v podélném profilu je patrné, že úpravou nedochází ke zhoršení odtokových poměrů, ale naopak dochází k poklesu hladin při N-letých průtocích. Jako reprezentativní příčný profil byl vybrán **HR 48**, kde dno koryta je nejužší – cca 5,4 m. Stavebními úpravami dochází v tomto příčném profilu HR 48 k poklesu hladiny o 5,0 cm při průtoku  $Q_{100}$ .

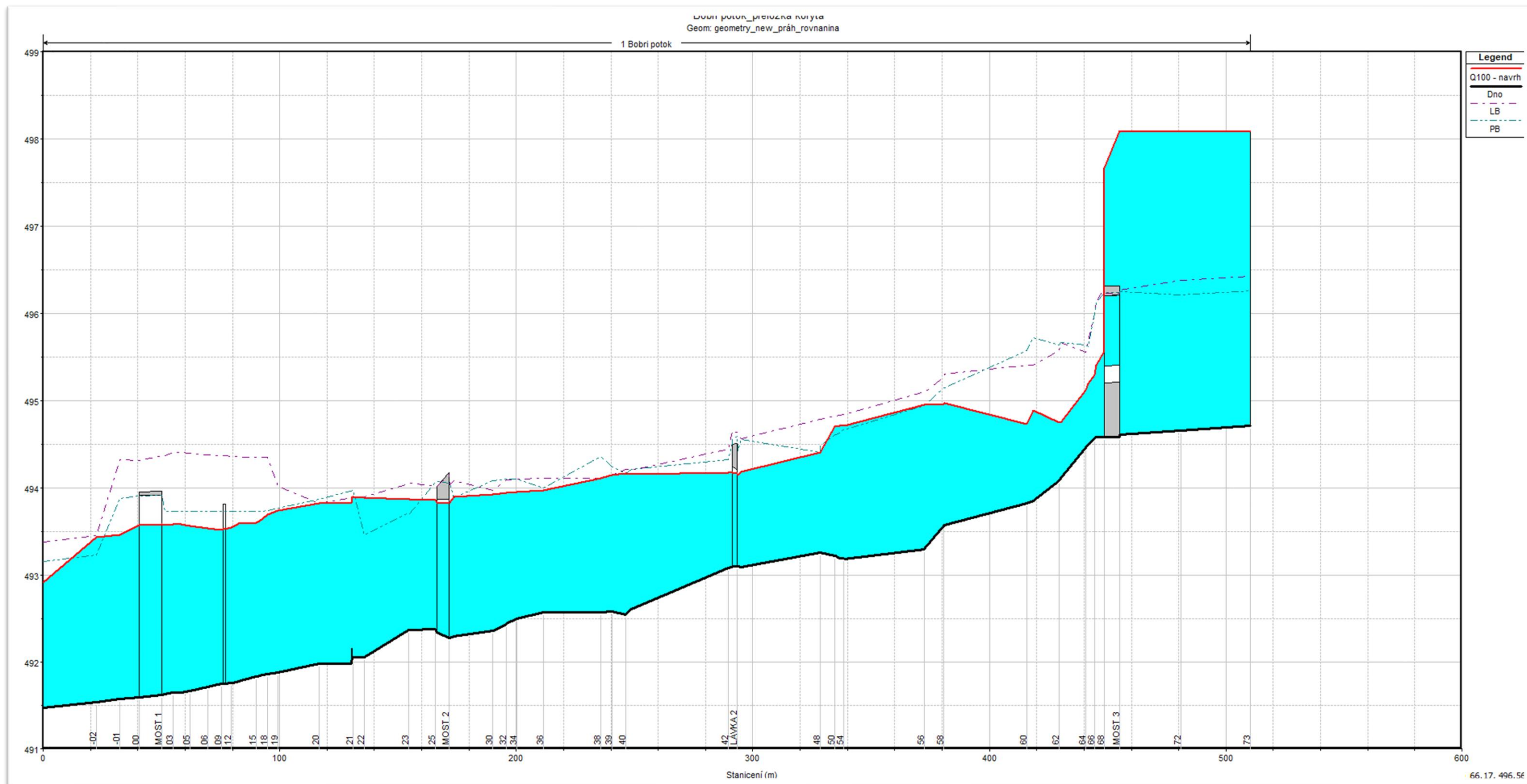


## H.4 Výsledky

### H.4.1 Průběh hladin v celém řešeném úseku – stávající stav

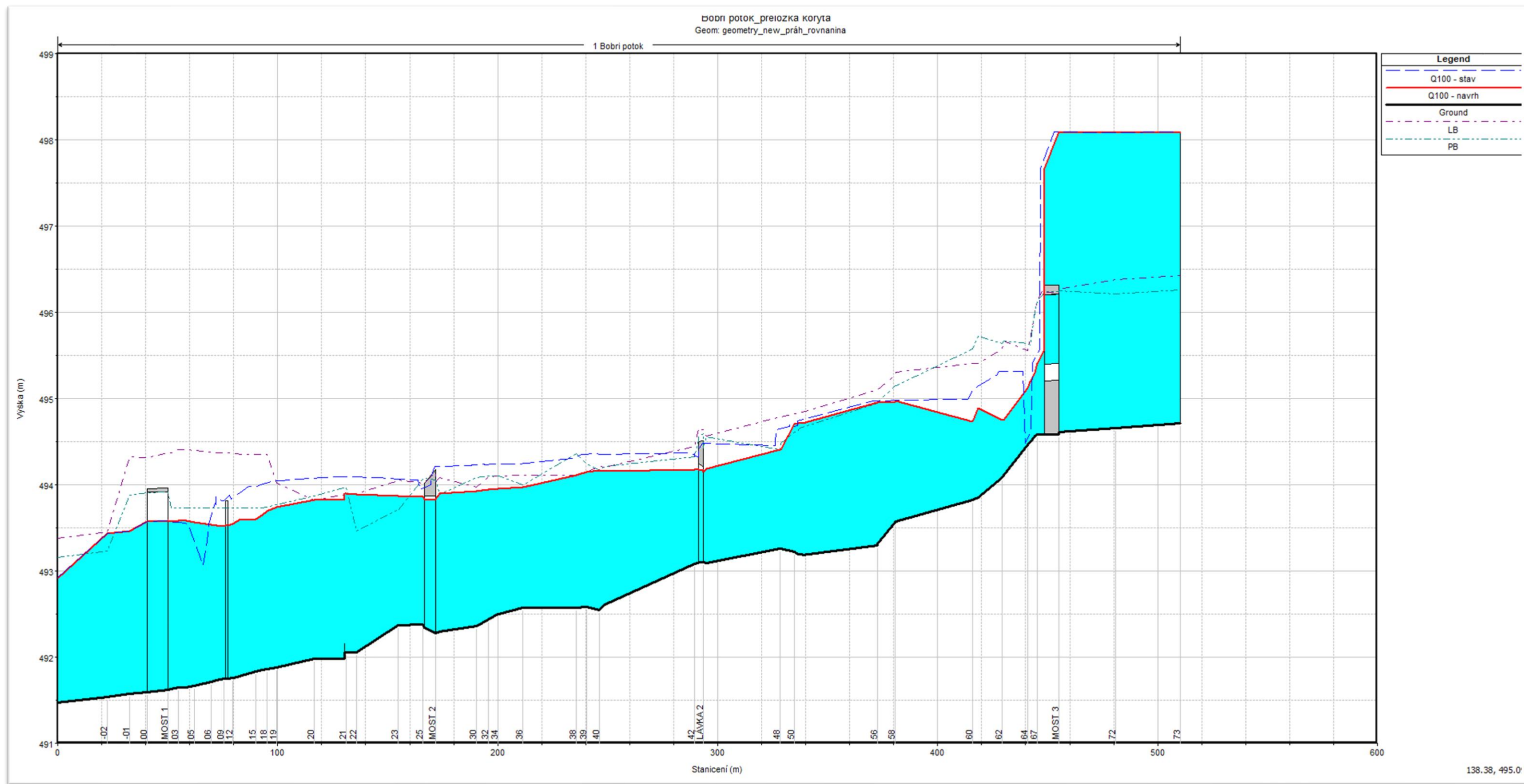


## H.4.2 Průběh hladin v celém řešeném úseku – návrhový stav





### H.4.3 Průběh hladin v celém řešeném úseku – stávající stav / návrhový stav



H.4.4 Hodnoty hladin při průtoku Q100 – stávající stav / návrhový stav  
- vymístění a zkapacitnění v úseku mezi rodinnými domy a zahradami – km 0,000 00 – 0,077 46

Příčný profil	Staničení	STÁVAJÍCÍ STAV - Q100 = 18 m³/s					NAVRHOVANÝ STAV - Q100 = 18 m³/s					ROZDÍL HLADIN	POZNÁMKA
		Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo	Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo		
	[m]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m]	
HR 00	40.50	491.59	493.57	1.98	1.25	0.30	491.59	493.57	1.98	1.25	0.30	0.00	profil před mostem č. 1
HR 01	50.24	491.62	493.58	1.96	1.26	0.30	491.62	493.58	1.96	1.26	0.30	0.00	
HR 02	50.90	491.63	493.57	1.94	1.37	0.35	491.63	493.57	1.94	1.39	0.33	0.00	
HR 03	52.18	491.65	493.57	1.92	1.44	0.37	491.65	493.58	1.93	1.35	0.32	0.01	
HR 04	55.60	491.63	493.57	1.94	1.47	0.39	491.65	493.59	1.94	1.34	0.32	0.02	
HR 05	59.25	491.68	493.54	1.86	1.75	0.49	491.67	493.57	1.90	1.56	0.37	0.03	
HR 06	66.81	491.67	493.07	1.40	3.93	1.31	491.71	493.53	1.82	1.99	0.48	0.46	stav hladina ovlivněna původní lávkou
HR 07	68.57	491.70	493.34	1.64	3.33	1.05	491.72	493.53	1.81	2.07	0.51	0.19	
HR 08	69.67	491.72	493.55	1.83	2.80	0.78	491.73	493.53	1.80	2.11	0.52	-0.02	
HR 09	72.75	491.76	493.79	2.03	1.94	0.53	491.75	493.52	1.77	2.20	0.54	-0.27	
HR 10	73.43	491.72	493.77	2.05	2.09	0.57	491.75	493.52	1.77	2.21	0.55	-0.25	
HR 11	74.43	491.66	493.82	2.16	2.00	0.53	491.75	493.53	1.78	2.21	0.54	-0.29	
HR 12	76.72	491.71	493.82	2.11	2.11	0.55	491.76	493.54	1.78	2.18	0.54	-0.28	nejušší příčný profil návrhu
HR 13	79.35	491.68	493.88	2.20	1.83	0.45	491.77	493.59	1.82	2.05	0.50	-0.29	
HR 14	79.77	491.68	493.84	2.16	2.15	0.51	491.78	493.60	1.82	2.01	0.49	-0.24	
HR 15	87.36	491.79	493.98	2.19	1.48	0.34	491.83	493.60	1.77	2.16	0.53	-0.38	
HR 16	87.49	491.79	493.98	2.19	1.48	0.34	491.83	493.60	1.77	2.15	0.53	-0.38	
HR 17	90.19	491.78	493.97	2.19	1.54	0.35	491.85	493.65	1.80	2.00	0.49	-0.32	
HR 18	92.23	491.79	494.00	2.21	1.36	0.31	491.86	493.69	1.83	1.84	0.45	-0.31	
HR 19	96.67	491.78	494.04	2.26	1.13	0.25	491.88	493.74	1.86	1.64	0.39	-0.30	kritický příčný profil - předsazená zeď
HR 20	113.93	491.85	494.07	2.22	0.91	0.20	491.98	493.83	1.85	1.26	0.30	-0.24	
HR 21	128.35	492.06	494.10	2.04	0.72	0.17	492.06	493.90	1.84	0.83	0.20	-0.20	

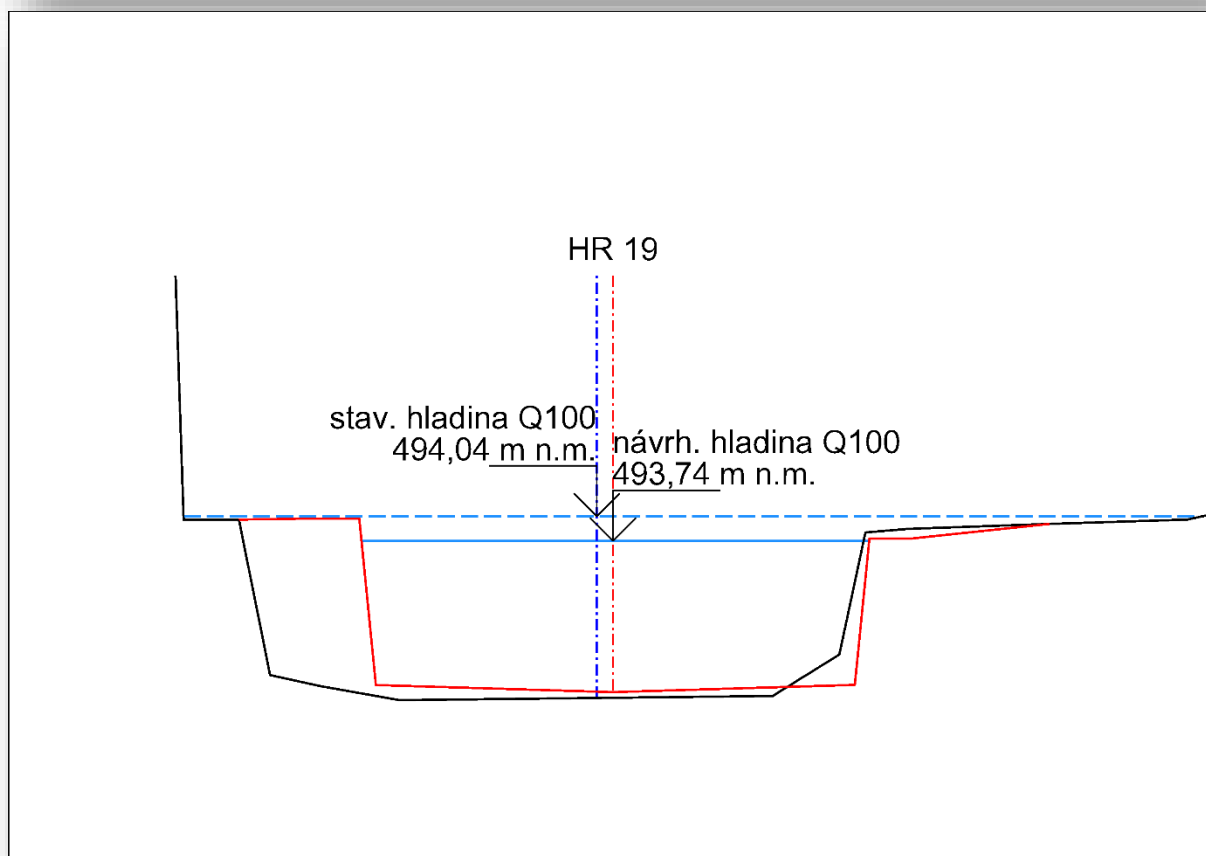
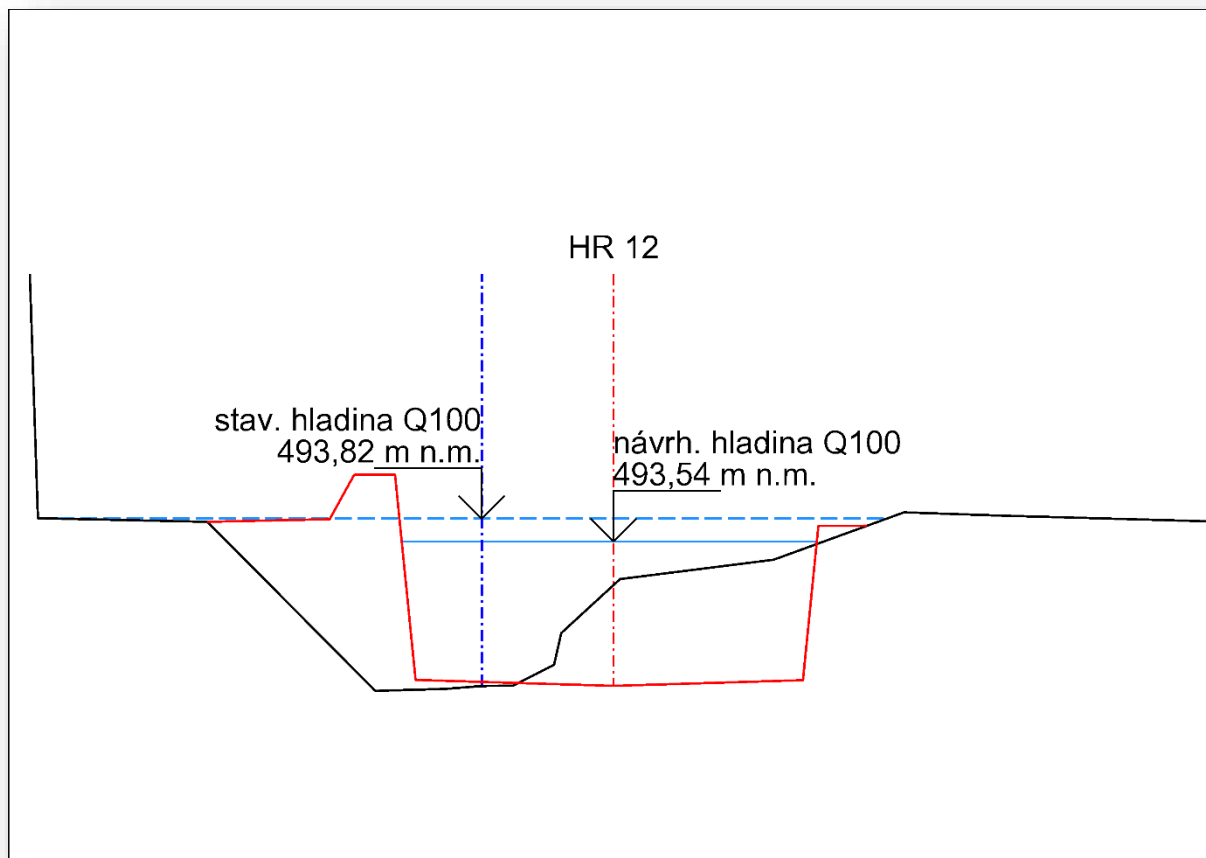
- odstranění stávajícího příčného stupně u posledního přemostění – km 0,373 30 – 0,391 30

Příčný profil	Staničení	STÁVAJÍCÍ STAV - Q100 = 18 m³/s					NAVRHOVANÝ STAV - Q100 = 18 m³/s					ROZDÍL HLADIN	POZNÁMKA
		Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo	Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo		
	[m]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m]	
HR 61	415.62	493.85	495.11	1.26	2.23	0.73	493.85	494.89	1.04	2.84	1.01	-0.22	konec úseku s úpravou dna
HR 62	426.52	494.06	495.28	1.22	1.67	0.54	494.08	494.75	0.67	3.72	1.64	-0.53	
HR 63	427.25	494.07	495.32	1.25	1.45	0.48	494.11	494.75	0.64	3.81	1.77	-0.57	
HR 64	438.08	493.83	495.31	1.48	1.71	0.50	494.46	495.12	0.66	3.75	1.57	-0.19	
HR 65	439.08	493.81	494.48	0.67	4.88	2.25	494.49	495.19	0.70	3.65	1.47	0.71	stav hladina ovlivněna stav stupněm
HR 66	441.57	494.04	494.61	0.57	4.96	2.18	494.57	495.29	0.72	3.55	1.39	0.68	stav hladina ovlivněna stav stupněm
HR 67	442.45	494.59	495.42	0.83	3.27	1.17	494.59	495.41	0.82	3.30	1.18	-0.01	
HR 68	445.75	494.58	495.56	0.98	3.00	1.01	494.59	495.56	0.97	3.00	1.01	0.00	

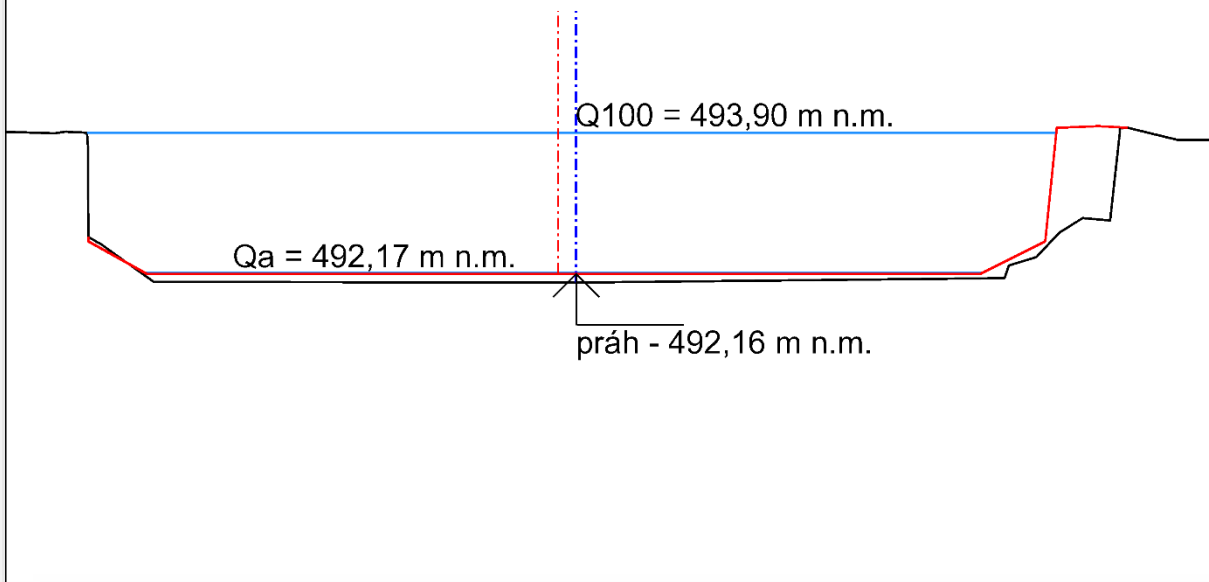
- rekonstrukce PB – provedeno z kamenné rovnaniny 1:1 – km 0,079 46 – 0,373 30

Příčný profil	Staničení	STÁVAJÍCÍ STAV - Q100 = 18 m³/s					NAVRHOVANÝ STAV - Q100 = 18 m³/s					ROZDÍL HLADIN	POZNÁMKA
		Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo	Dno	Hladina	Hloubka	Rychlost	Freudovo číslo		
	[m]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m/s]		[m]	
HR 28	169.02	492.28	494.09	1.81	1.99	0.50	492.28	493.83	1.55	2.01	0.56	-0.26	profil před mostem č. 2
HR 45	290.53	493.09	494.45	1.36	1.91	0.56	493.10	494.16	1.06	2.41	0.81	-0.29	profil před lávkou č. 2
HR 48	325.65	493.26	494.46	1.20	2.96	0.93	493.26	494.41	1.15	3.05	1.00	-0.05	nejušší příčný profil návrhu - rovnanina

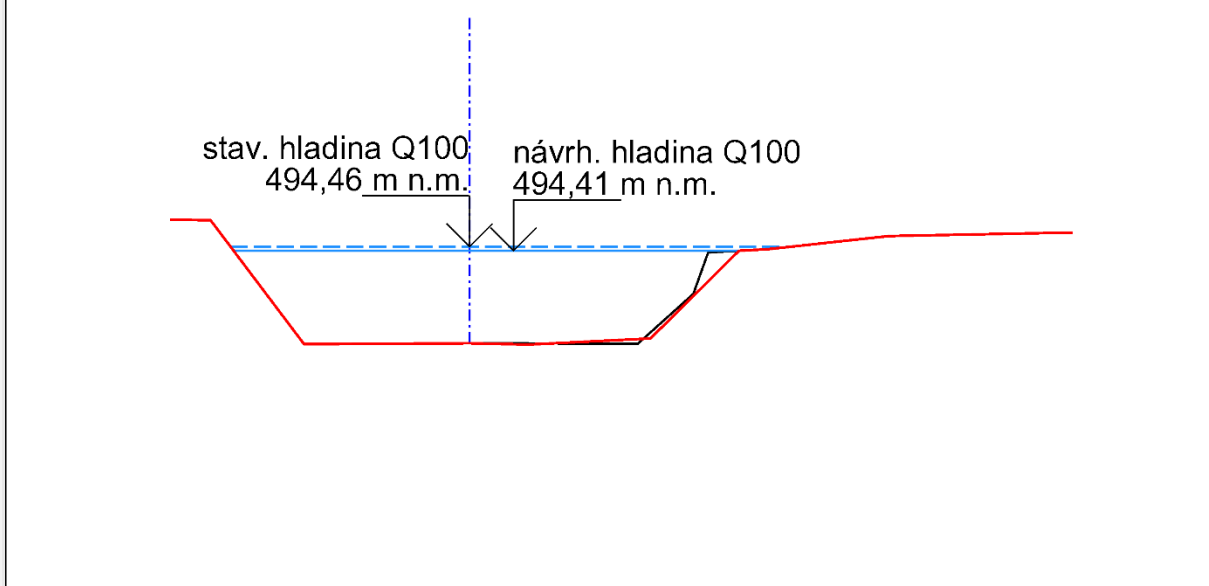
#### H.4.5 Hodnoty hladin při průtoku Q100 ve sledovaných příčných profilech – stávající stav / návrhový stav

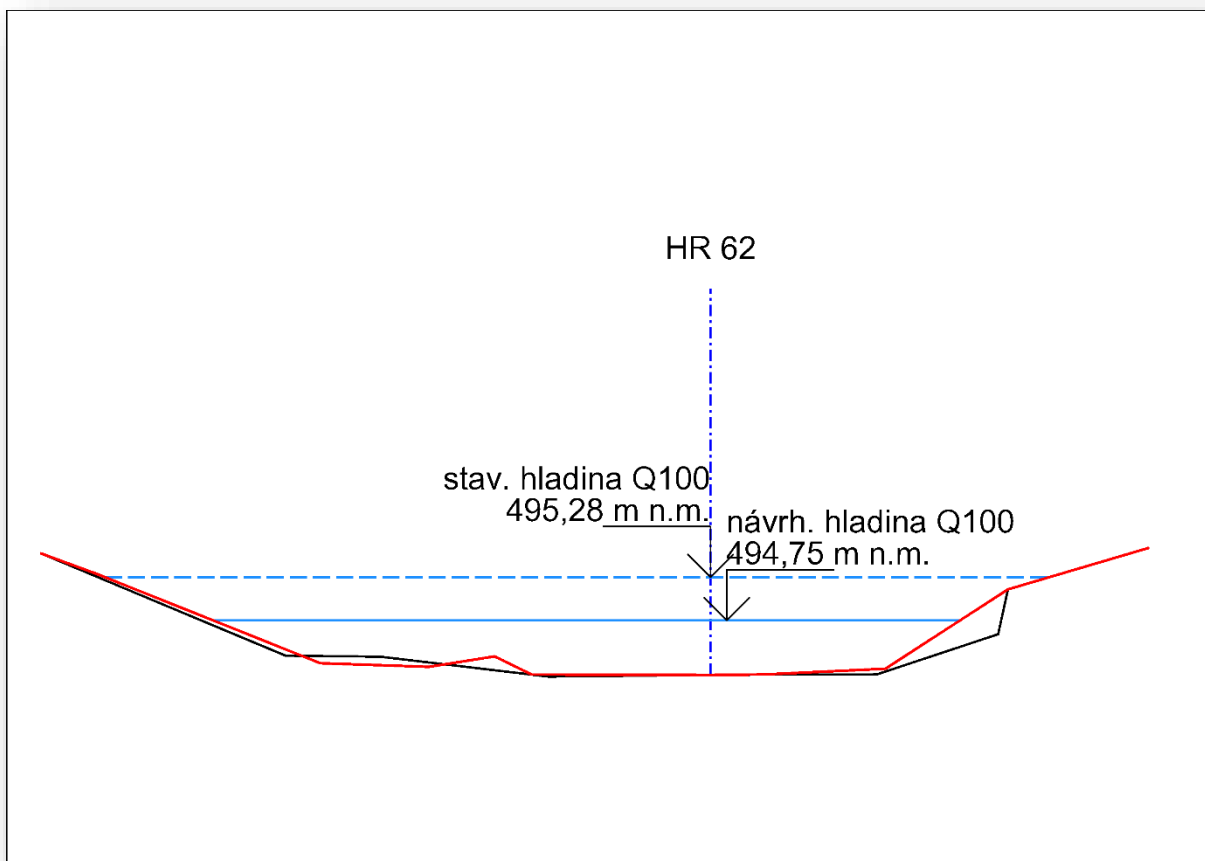


HR 21 / příčný řez dřevěného prahu



HR 48







## H.5 Fotodokumentace

Příčný profil před mostem č. 1:



Úsek s vymístěním a zkapacitněním koryta:





Příčný profil za mostem č. 2:



Příčný profil před lávkou č. 2:





Úsek odstranění příčného stupně ve dně + příčný profil za mostem č. 3:

