



Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012 DPS



B.2.2 Hydrotechnické výpočty Dodatek 1 (analýza SO 02, DPS)

2020



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

VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost
150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřeží 4
DIVIZE 02

tel: 257 110 354,
e-mail: holecek@vrv.cz

fax: 257 319 398

DOKUMENTACE K PROVÁDĚNÍ STAVBY

Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012

B.2 Hydrotechnické výpočty

Dodatek 1 (analýza SO 02, DPS)

Zpracoval: Ing. Miroslav Holeček, Ph.D.

Schválil: Ing. Jan Cihlář
ředitel divize 02

V Praze, dne: 31. 3. 2020

Obsah

A	Úvod.....	1
	Seznam zkratk	1
A.1	Rekapitulace	1
A.1.1	Studie odtokových poměrů 2014	1
A.1.2	DUR (2016)	2
A.1.3	DSP (2018)	3
B	DPS – ověření poměrů v okolí SO 02 (2020)	4
B.1	Úprava Manningova součinitele koryta při SO 02 z $n=0,05$ na $n=0,045$	4
B.2	Úprava Manningova součinitele koryta při SO 02 z $n=0,05$ na $n=0,04$	7
C	Závěry	8

A Úvod

Tento dokument je dodatkem ke zpracovaným hydrotechnickým výpočtům akce „Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012“. Účelem je podrobnější vyhodnocení dopadů opuštění návrhu stavebního objektu SO 02, z důvodů potřeby snížit investiční náklady akce. Jedná se o úsek na přítoku od Skuhrova, nad Petrovým jezem (bývalý profil ČHMÚ) – dále jen „předmětný úsek“.

Seznam zkratek

SOP	•Kvasiny – protipovodňová opatření, studie odtokových poměrů. Praha, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2014. Dále i SOP
DUR	Protipovodňová opatření v obci Kvasiny – DUR. Praha, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2015–2017
DMR GX	Digitální model reliéfu X-té generace (4., 5.)
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System
DSP	Dokumentace pro stavební povolení (název akce: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012 – posouzení odtokových poměrů)
GZ	Geodetické zaměření
LB, PB	Levý břeh, pravý břeh
DMT	Digitální model terénu
PLA	Povodí Labe, státní podnik (objednatel, stavebník, investor)
TÚ, HTÚ	Terénní úprava, hrubá terénní úprava

A.1 Rekapitulace

A.1.1 Studie odtokových poměrů 2014

PPO Kvasiny vycházejí ze studie odtokových poměrů, zpracované v roce 2014. V rámci studie byly koncepčně navrženy opatření ve třech oddělených úsecích obce Kvasiny. Označeny byly jako „PPO 1 – PPO 8“. Předmětného úseku se týká:

- PPO 1 a 2: rekonstrukce (odstranění) Petrova jezu, rozšíření pravého břehu (od DUR označováno jako SO 01)
- PPO 8: Betonová zídka výšky 0,1-0,5 m umístěná za svodidly v délce 140 m (od DUR označováno jako SO 02)

Jak uvádí Tab. 1, pro míru ochrany $N = 10$ let SO 02 není třeba. Při požadavku míry ochrany $N = 20$ let, což odpovídá charakteru lokality (roztroušený charakter zástavby, je v souladu s doporučenou mírou ochrany dle Národního plánu povodí Labe, viz i konstatování Strategického experta v závěru posudku z 10/2017), bylo třeba řešit i PPO 8 (SO 02), což bylo i předmětem zadání pro DUR.

Tab. 1 Koncepce PPO dle SOP – varianty míry ochrany na $N=10$ a 20 let

PPO	míra ochrany 10 let	míra ochrany 20 let
-----	---------------------	---------------------

1	odstranění pevného jezu (výška 0,7 m), vyrovnání nivelety dna v délce 78 nad jezem a 10 pod jezem	stejně jako pro Q10
2	rozšíření koryta o 1-2 m ve dně, opevnění P břehu lomovým kamenem ve sklonu 1:1.5 v délce 78 m	stejně jako pro Q10
8	vyhovuje	Betonová zídka výška 0,1-0,5 m umístěná za svodidly v délce 140 m

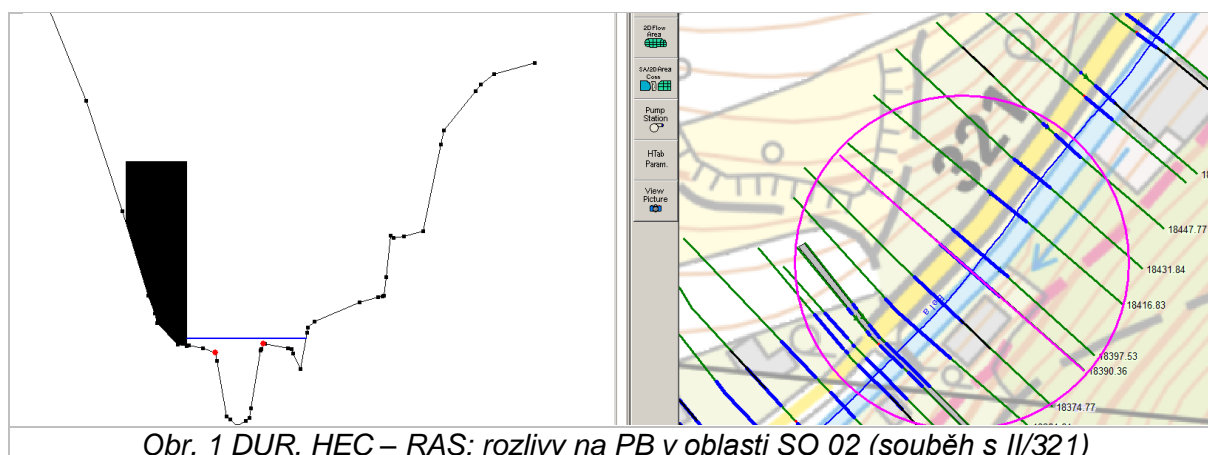
A.1.2 DUR (2016)

V rámci DUR se došlo, na podkladě aktualizace výpočtů (HEC-RAS 1D na podkladě podrobného geod. zaměření lokality), k obdobným výsledkům. Zásadní aktualizací byla skutečnost, že se z prostorových důvodů s ohledem na stísněné poměry nemohlo jednat o „zídku“, ale s ohledem na souběh s komunikací a existenci zádržného zařízení bylo třeba navrhnout odpovídající nábrežní zeď, dimenzovanou i jako zádržný systém komunikace II. třídy.

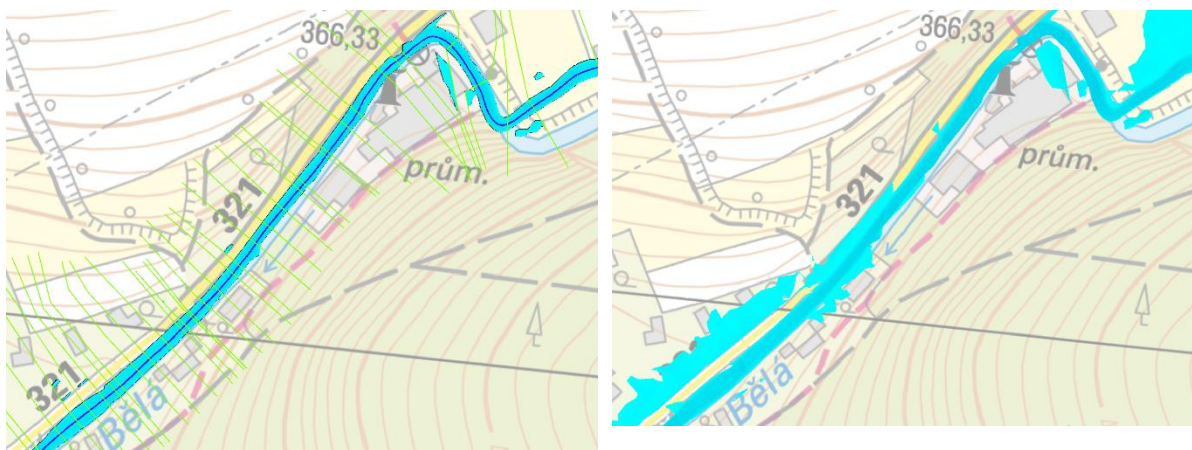
Mimo jiné, v rámci DUR bylo opuštěno SO 03, z důvodu pochybností jeho efektivity po rozpracování technického řešení.

Příklad výsledků 1D modelu HEC-RAS DUR Obr. 1, výstupu modulu RAS Mapper (rozlivy na podkladě DMT) viz Obr. 2. Manningovy drsnosti viz Obr. 3. **Jedná se o prověřovanou variantu NÁVRHU při odstranění Petrova jezu, ale bez SO 02.** Koryto je pro Q_{10} kapacitní, pro Q_{20} dochází k souvislým rozlivům na komunikaci a pak dále za silnicí (zaplaveny objekty). Výška hladiny nad terénem na pravém břehu (rozlivy) je nízká (do 15 cm v délce cca 80 – 90 m).

Tato varianta byla prověřována, již v DUR bylo zřejmé, že se bude jednat o nákladný objekt s poměrně nízkou efektivitou návrhu (význam pouze pro průtoky v okolí $N = 20$, pro $N = 10$ let netřeba, pro $N = 50$ a více již neefektivní). To konstatuje i samotná DUR (společná příloha A.B. Průvodní a Souhrnná technická zpráva, kapitola C, bod 1): „1.Vzhledem k očekávaným výrazně vyšším nákladům by měla být přehodnocena efektivita PPO (zejména extrémně nákladné SO 02).“



Obr. 1 DUR, HEC – RAS: rozlivy na PB v oblasti SO 02 (souběh s II/321)



Obr. 2 DUR, HEC-RAS Mapper: koryto při návrhovém stavu kapacitní pro Q_{10} pro Q_{20} již rozlivy na PB

18583.51	Bridge				
18579.06	n	0.2	0.035	0.05	0.2
18566.06	n	0.2	0.035	0.05	0.2
18533.27	n	0.2	0.035	0.05	0.2
18520.9	n	0.2	0.04	0.05	0.2
18498.6	n	0.2	0.04	0.05	0.2
18495.51	n	0.2	0.045	0.05	0.2
18470.63	n	0.2	0.045	0.05	0.2
18465.26	n	0.2	0.05	0.05	0.2
18447.77	n	0.2	0.05	0.05	0.2
18431.84	n	0.2	0.05	0.05	0.15
18416.83	n	0.2	0.05	0.05	0.15
18397.53	n	0.2	0.05	0.05	0.15
18390.36	n	0.2	0.05	0.05	0.15
18374.77	n	0.2	0.05	0.05	0.15
18361.61	n	0.1	0.05	0.06	0.15
18350.04	n	0.1	0.05	0.06	0.15
18348.94	Bridge				
18348.04	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18341.17	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18337.36	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18322.93	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18306.53	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18294.98	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18279.06	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18273.75	n	0.1	0.045	0.07	0.15
18264.04	n	0.1	0.05	0.07	0.15
18251.33	n	0.1	0.05	0.07	0.15
18239.54	n	0.1	0.05	0.07	0.15
18224.5	n	0.1	0.05	0.07	0.2
18206.04	n	0.1	0.05	0.07	0.2
18203.41	Bridge				

Obr. 3 DPS, HEC-RAS: – Manningovy drsnosti v úseku SO 01 a SO 02. Zeleně koryto („channel“).

A.1.3 DSP (2018)

V rámci DSP došlo k rozpracování SO 01 (rekonstrukce Petrova jezu) – bez zásadních změn. V případě SO 02 byla koncepce změněna – místo ŽB zdi s nadzemní částí (80 cm – pro osazení svodidla a zabránění rozlivů) byla navržena ŽB zeď bez nadzemní částí (popř. pouze

s nízkým přesahem nad okolní terén, při nerovnostech). Současně došlo k redukci objemu záhozu a zkapacitněním koryta. Tento návrh zajistil, že pro Q_{20} ještě nedojde k vybřežení (s nulovou rezervou v příčném řezu nad novou klenbovou lávkou, při zvolených návrhových drsnostech.). Implementace SO 02 představovala změnu příčných řezů nad novou klenbovou lávkou včetně úprav drsností, ty byly mírně upraveny (sníženy), po konzultaci s Povodím Labe (prostřednictvím objednatele s úsekem hydrotechniky PLa).

Podrobně viz DSP Příloha B.2 Hydrotechnické výpočty.

B DPS – ověření poměrů v okolí SO 02 (2020)

V důsledku příliš vysokých stavebních nákladů a požadavku objednatele na jejich snížení bylo na výrobním výboru 03/2020 dohodnuto, že bude prověřena možnost opuštění SO 02. Efektivita tohoto opatření s ohledem na vysoké náklady je velmi nízká, to bylo ostatně již konstatováno v rámci DUR, viz výše kapitola A.1.2.

Důvodem neopuštění SO 02 již v ranných fázích byla zejména skutečnost, že na menších povodích s vyšší sklonitostí (horská a podhorská povodí) dochází k rychlému vzestupu povodně. Proto je bezpečnější navrhovat PPO bez nutnosti asistence lidí, na rozdíl od mobilních opatření. S ohledem na první odstavec je však nutné hledat i jiné možnosti – hlavní **alternativou je možnost operativního mobilního hrazení pravého břehu**. S ohledem na nízké výšky přepadu (viz kapitola A.1.2) je možné uvažovat s instalací např. pytlů s pískem nebo pytlů s vodu podél svodidla v případě nebezpečí povodně.

Dle DUR došlo k vybřežení v délce cca 85 m při průměrné přepadové výšce 0,075 m (max. přepadové výšky do 15 cm). Při součiniteli přepadu $m=0,15$ (0,06 – 0,28, viz Tab. 2) pravý břeh zaplavuje při **kulminačním průtoku** průtok:

$$Q = m \cdot b \cdot 2g^{0,5} \cdot h^{1,5} = 0,15 \cdot 85 \cdot 4,43 \cdot 0,075^{1,5} \approx 1,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Manningův součinitel drsnosti n , nejčastěji používanou proměnnou charakterizující odpory proudění vody, až na výjimky (laboratorní podmínky) není možné stanovit přesně, je funkcí mnoha proměnných, např. ročního (vegetačního) období. Při nezanedbané údržbě toku (zejm. břehové porosty, popř. i nánosy) je možné reálně uvažovat součinitele drsnosti při spodní hranici intervalu drsnosti pro daný typ povrchu / koryta. **V DSP** došlo v rámci změny SO 02 k úpravě drsností v tomto úseku, po konzultaci s PLa oddělením hydrotechniky. Drsnosti byly upraveny (uplatní se zejména změna drsnosti koryta), viz Obr. 4. Dobrá údržba v tomto úseku je reálným předpokladem, jedná se o úsek přístupný přímo z komunikace/í. Pravidelná údržba úseku by měla být implementována do povodňového plánu obce.

B.1 Úprava Manningova součinitele koryta při SO 02 z $n=0,05$ na $n=0,045$

Po aktualizaci modelu v DPS – úpravy drsností dle předchozího odstavce a DSP – i zde došlo k redukci nátoků na pravý břeh. Ukázka výstupů viz Obr. 5 (HEC-RAS, model) a Obr. 6 (HEC-RAS Mapper – rozlivy, dle hladiny a DMT). Na Obr. 7 je pak řez cca břehovou linií a výška hladiny nad terénem, která je v délce cca 40 m do 5 cm a v délce cca 30 m 5 – 10 cm. Obdobně jako výše lze dojít k odhadu průtoku natékajícího do pravobřežní inundace (silnice) **při kulminaci**:

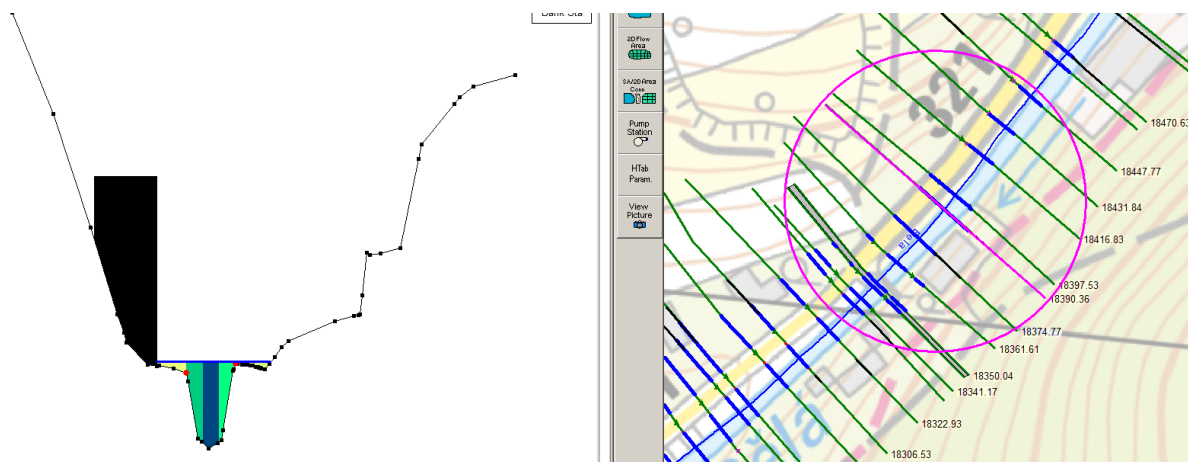
$$Q = m \cdot b \cdot 2g^{0,5} \cdot h^{1,5} = 0,15 \cdot 70 \cdot 4,43 \cdot 0,05^{1,5} \approx 0,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Tab. 2 Doporučené hodnoty součinitele bočního přepadu („lateral structures“)

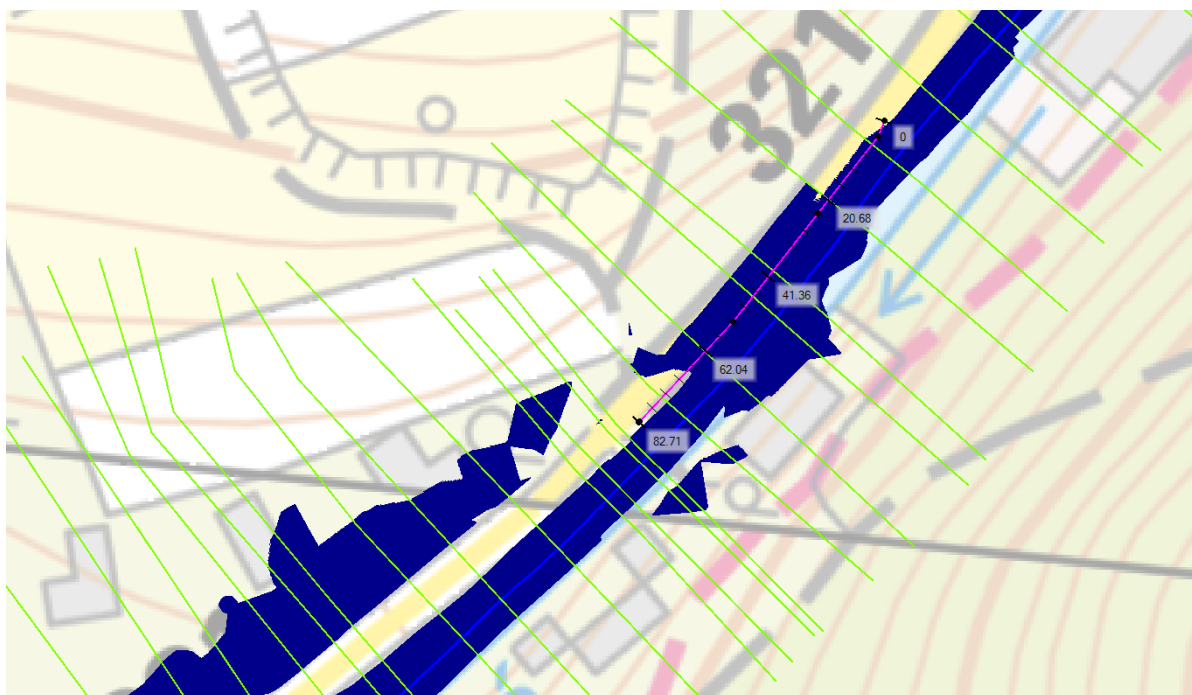
What is being modeled with the Lateral Structure	Description	Range of Weir Coefficients
Levee/Roadway – 3ft or higher above natural ground	Broad crested weir shape, flow over Levee/road acts like weir flow	1.5 to 2.6 (2.0 default) SI Units: 0.83 to 1.43
Levee/Roadway – 1 to 3 ft elevated above ground	Broad Crested weir shape, flow over levee/road acts like weir flow, but becomes submerged easily.	1.0 to 2.0 SI Units: 0.55 to 1.1
Natural high ground barrier – 1 to 3 ft high	Does not really act like a weir, but water must flow over high ground to get into 2D area.	0.5 to 1.0 SI Units: 0.28 to 0.55
Non elevated overbank terrain. Lat Structure not elevated above ground	Overland flow escaping the main river.	0.2 to 0.5 SI Units: 0.06 to 0.28

18583.51	Bridge							
18576.35	n	0.2	0.03	0.05				
18566.06	n	0.2	0.035	0.05	0.2			
18533.27	n	0.2	0.035	0.05	0.2			
18520.9	n	0.2	0.04	0.05	0.2			
18498.6	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18495.51	n	0.2	0.03	0.05	0.045	0.2		
18470.63	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18465.26	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18447.77	n	0.2	0.04	0.045	0.05	0.2		
18431.84	n	0.2	0.04	0.045	0.05	0.15		
18416.83	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18397.53	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18390.36	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18374.77	n	0.2	0.045	0.045	0.15			
18361.61	n	0.1	0.045	0.045	0.15			
18350.04	n	0.1	0.025	0.04	0.06	0.15		
18348.94	Bridge							
18348.04	n	0.1	0.025	0.04	0.04	0.025	0.06	0.15
18341.17	n	0.1	0.045	0.035	0.06	0.15		
18337.36	n	0.1	0.045	0.035	0.06	0.15		
18322.93	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18306.53	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18294.98	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18279.06	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18273.75	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18264.04	n	0.1	0.035	0.05	0.035	0.06	0.15	
18251.33	n	0.1	0.05	0.07	0.15			
18239.54	n	0.1	0.05	0.07	0.15			
18224.5	n	0.1	0.05	0.07	0.2			
18208.6	n	0.1	0.05	0.07	0.2			
18203.41	Bridge							

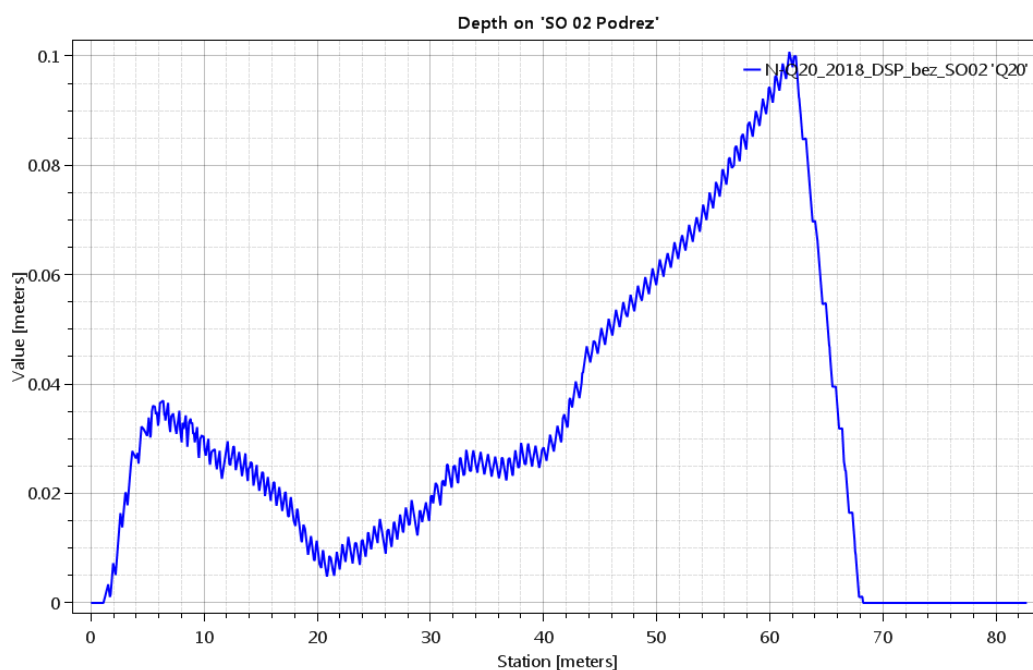
Obr. 4 DPS, HEC-RAS: Manningovy drsnosti v úseku SO 01 a SO 02, $n=0,045$. Zeleně koryto („channel“), různé n pro různé povrchy. Var. $n_{koryto, SO02}=0,045$



Obr. 5 DPS, HEC – RAS: rozlivy na PB v oblasti SO 02 (souběh s II/321). Var.
 $n_{koryto, SO02}=0,045$



Obr. 6 DPS, HEC-RAS, Ras Mapper: rozlivy pro Q_{20} , bez SO 02. Fialově místo řezu, viz
 Obr. 7. Var. $n_{koryto, SO02}=0,045$



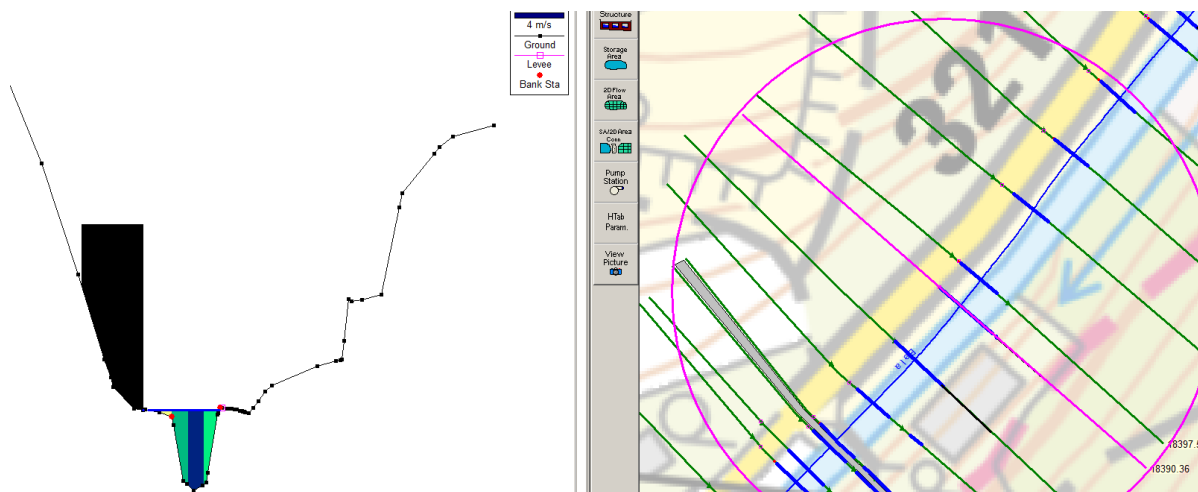
Obr. 7 DPS, HEC-RAS, výška hladiny na pravém řezu (linie řezu fialově, viz Obr. 6). Max.
 výška 0,1 m, nad lávkou již vlivem snížených drsností. Var. $n_{koryto, SO02}=0,045$

B.2 Úprava Manningova součinitele koryta při SO 02 z $n=0,05$ na $n=0,04$

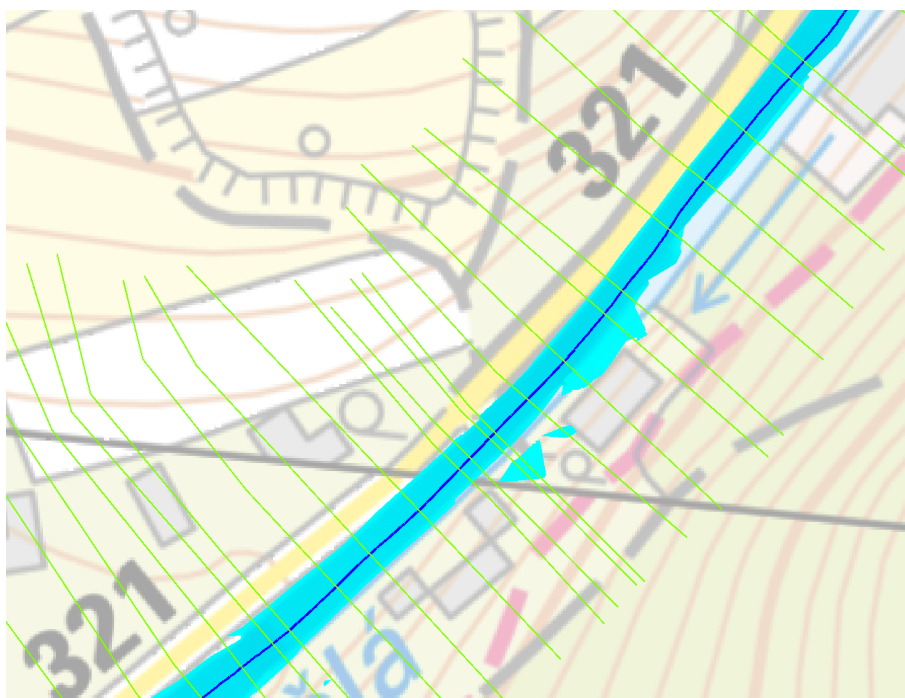
Po dalším snížení drsnosti koryta podél SO 02 na drsnost $n = 0,04$ (Obr. 8) již k rozlivům na PB nedochází (Obr. 9, Obr. 10).

18583.51	Bridge							
18576.35	n	0.2	0.03	0.05				
18566.06	n	0.2	0.035	0.05	0.2			
18533.27	n	0.2	0.035	0.05	0.2			
18520.9	n	0.2	0.04	0.05	0.2			
18498.6	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18495.51	n	0.2	0.03	0.05	0.045	0.2		
18470.63	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18465.26	n	0.2	0.03	0.045	0.05	0.2		
18447.77	n	0.2	0.04	0.045	0.05	0.2		
18431.84	n	0.2	0.04	0.045	0.05	0.15		
18416.83	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18397.53	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18390.36	n	0.2	0.045	0.05	0.15			
18374.77	n	0.2	0.045	0.045	0.15			
18361.61	n	0.1	0.045	0.045	0.15			
18350.04	n	0.1	0.025	0.04	0.06	0.15		
18348.94	Bridge							
18348.04	n	0.1	0.025	0.04	0.04	0.025	0.06	0.15
18341.17	n	0.1	0.045	0.035	0.06	0.15		
18337.36	n	0.1	0.045	0.035	0.06	0.15		
18322.93	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18306.53	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18294.98	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18279.06	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18273.75	n	0.1	0.035	0.045	0.035	0.06	0.15	
18264.04	n	0.1	0.035	0.05	0.035	0.06	0.15	
18251.33	n	0.1	0.05	0.07	0.15			
18239.54	n	0.1	0.05	0.07	0.15			
18224.5	n	0.1	0.05	0.07	0.2			
18208.6	n	0.1	0.05	0.07	0.2			
18203.41	Bridge							

Obr. 8 DPS, HEC-RAS: Manningovy drsnosti v úseku SO 01 a SO 02. Zeleně koryto („channel“), různé n pro různé povrchy. Var. $n_{koryto, SO02}=0,04$



Obr. 9 DPS, HEC – RAS: rozlivy na PB v oblasti SO 02 (souběh s II/321). Var. $n_{koryto, SO02}=0,04$



Obr. 10 DPS, HEC-RAS, Ras Mapper: rozlivy pro Q_{20} , bez SO 02. Fialově místo řezu, viz Obr. 7. Var. $n_{koryto, SO02}=0,04$

C Závěry

Z předchozí kapitoly lze vyvodit tyto závěry:

1. V případě opuštění SO 02 lze očekávat nátoky do pravobřežní inundace přes komunikaci II/321. **Míra** těchto nátoků závisí na **drsnosti koryta**, jak ukázala „citlivostní analýza“ dle předchozích odstavců. Pokud by byla drsnost koryta v úseku SO 02 $n=0,04$, rozlivy pro daný průtok $Q_N = 40,9 \text{ m}^3/\text{s}$ **již nejsou** (rozbor hydrologie byl uveden v rámci přílohy B.2 Hydrotechnické výpočty DSP). **Tato drsnost odpovídá udržovanému korytu s málo členitým dnem a s nízkým vlivem břehové vegetace.**
2. Z těchto důvodů je navrženo, v rámci optimalizace záměru „Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012“, **stavební objekt SO 02 nerealizovat.**
3. Vegetační úpravy na pravém břehu (kácení porostů SO 09) je navrženo jako součást projektu **ponechat**, jelikož je maximálně nutné minimalizovat drsnost koryta v tomto úseku.
 - Během realizace stavby bude vhodné perspektivní solitérní jedince, po dohodě s dendrologem a správcem toku, zachovat. Ponechány mohou být pouze druhy, které netvoří „husté křoví“ v průtočném profilu (pod břehovými hranami).
4. Do povodňového plánu obce Kvasiny bude vhodné zakomponovat potřebu operativního zabezpečení pravého břehu – umístění pytlů s pískem nebo s vodou – nad opravenou klenbovou lávkou:
 - a. Podél břehu v délce cca 70 m nad lávkou (dle Obr. 6). Tak nedojde k ovlivnění provozu na silnici II. třídy.

- b. V případě možnosti přerušit provoz na silnici II/321 nebo potřeby jednat rychle (zamezit již probíhající tok vody na komunikaci) lze zabezpečit chráněné úseky pytlováním napříč komunikací k místům již vyššího terénu.
- 5. V rámci provozu je třeba:
 - a. úsek SO 01 a SO 02 spravovat se zvýšenou pečlivostí. Bude zde třeba provádět výraznou redukci břehových porostů, zejména náletových křovin. Solitérní vzrostlé stromy (popř. i keře) lze ponechat, souvislý porost ale způsobí zvýšení drsnosti koryta i nad $n > 0,05$.
 - b. Významnější zanášení koryta by mělo být v důsledku rekonstrukce Petrova jezu (SO 01) omezeno – dojde zde k vyrovnání nivelety dna do sklonu obdobnému nad a pod tímto úsekem (viz PD). V případě potřeby však bude třeba tok šetrně pročistit, aby nedošlo ke snížení kapacity.