

© DHI a.s., Na Vrších 5, 100 00 Praha 10 – Strašnice, únor 2019

**Zpracovali:** Ing. Eva Ingeduldová, Ing. Marcela Svobodová  
Jarmila Suchánková a další

---

---

---

## OBSAH

<b>1.</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Zadání a cíle studie.....	1
1.2.	Popis zájmové oblasti modelu .....	1
1.3.	Použitá metodika a rozdělení na úseky (1D+, 2D) .....	2
<b>2.</b>	<b>Podklady.....</b>	<b>3</b>
2.1.	Podklady z předchozí studie.....	3
2.2.	Nové podklady .....	3
	Topologická data .....	3
	Hydrologická data.....	4
2.3.	Použitý software .....	4
<b>3.</b>	<b>Zpracování topologie .....</b>	<b>5</b>
3.1.	Rekognoskace území .....	5
3.2.	Digitální model terénu.....	5
	Model inundačního území.....	5
	Model koryta Radbuzy a propojení .....	6
<b>4.</b>	<b>Matematiké modely.....</b>	<b>9</b>
4.1.	Použitý software .....	9
	Jednorozměrný model MIKE11 .....	9
	Dvourozměrný model MIKE21 C .....	9
4.2.	Schematizace modelů.....	10
	1 D model – popis.....	11
	2 D model – popis.....	12
4.3.	Hydraulické drsnosti.....	13
4.4.	Kalibrace modelů .....	14
	Kalibrace 2013 .....	14
4.5.	Výpočty .....	18
4.6.	Okrajové podmínky .....	18
4.7.	Výsledky .....	19
<b>5.</b>	<b>Výstupy .....</b>	<b>20</b>
5.1.	Záplavové území .....	20
5.2.	Aktivní zóny záplavového území – AZZU.....	21
5.3.	Mapy hladin, hloubek a rychlostí .....	22
5.4.	Podélné profily.....	22
<b>6.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>23</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>24</b>

---

---

---

## 1. ÚVOD

Dílo „Stanovení rozsahu záplavových území Radbuzy v ř. km 6.9 – 93.8“ bylo zpracováno pro objednatele Povodí Vltavy s.p. na základě smlouvy objednatele č. 1985/2017-SML (smlouvy zhotovitele č. 32801882-01) a dodatku k této smlouvě. Rozsah prací a způsob zpracování byl proveden podle technických požadavků zadávací dokumentace, která je nedílnou součástí smlouvy. Rozšiřující činnosti jsou pak specifikovány přímo v dodatku smlouvy.

### 1.1. Zadání a cíle studie

Cílem této studie je zpracování podkladu pro zpřesnění vyhodnocení rozsahu záplavových území dle vyhlášky č.236/2002 Sb., které navazuje na předchozí studii „Návrh na stanovení Záplavového území Radbuzy v ř.km 6,90-96,00“v roce 2008, DHI a. s.

Zpřesnění rozsahu záplavových území je dáno zejména možností **využití moderní technologie 3D modelování terénu** v podobě digitálního modelu reliéfu České republiky 5.generace, tj. DMR5G, ve spojení s inovovanými metodami matematického modelování a mapování. Základním úkolem této studie byla tedy implementace modelu DMR5G do použitých výpočetních modelů a jejich topologické zpřesnění v oblasti inundačního území za předpokladu využití stávajícího digitálního modelu terénu koryta Radbuzy.

Korektní propojení DMR5G a stávajícího digitálního modelu terénu toku se v průběhu zpracování ukázalo být závažným problémem vyžadujícím důkladné přehodnocení břehových linií a vlastní interpretace koryta toku a tyto činnosti byly proto předmětem dodatku smlouvy.

Předmětem aktualizace je dále především **celkový stav území**. Podél toku Radbuzy leží řada obcí i významnějších sídel, kde probíhá rozvoj a výstavba. Za uplynulé desetiletí se změnil stav zástavby, změnilo se využití pozemků nebo byla rekonstruována infrastruktura (mosty, silnice). Byly zrekonstruovány i některé objekty přímo na toku Radbuzy (mlýny s náhony, mosty, jezy apod.). Celkový stav území má určující vliv na odtokové poměry a tudíž na rozsah záplavových území. Důležitým úkolem této studie bylo proto provedení podrobné aktualizace stavu zástavby, využití ploch a změn na toku v použitých výpočetních modelech. Podkladem pro provedenou aktualizaci bylo v neposlední řadě geodetické zaměření změn v terénu a zaměření náhonů dodané objednatelem.

### 1.2. Popis zájmové oblasti modelu

Řeka Radbuza (č.h.p. 1-10-02-001) pramení v okrese Domažlice ve výšce 720 m n.m., 1.5 km severovýchodně od Závisti pod vrchem Lysá (869 m n.m.) a ústí zprava, jakožto zdrojnice do Berounky v Plzni ve výšce 298 m n.m. Délka toku je 111,5 km, plocha povodí 2179 km<sup>2</sup> a průměrný průtok nad ústím 11,1 m<sup>3</sup>/s. Horní tok protéká Českým lesem, dále pak Chodskou pahorkatinou a u Horšovského Týna přitéká do Plaské pahorkatiny. Dolní tok náleží do Plzeňské kotliny. Radbuza je vodohospodářsky významný tok, cca 2 km před soutokem s Úhlavou na ní leží vodní dílo České údolí.



## 2. PODKLADY

### 2.1. Podklady z předchozí studie

Výchozím podkladem pro zpracování tohoto posouzení jsou existující modely z předchozí studie „**Návrh na stanovení Záplavového území Radbuzy v ř.km 6,90-96,00**“ provedené zpracovatelem DHI a. s. v roce 2008.

- 1D+ matematický model zpracovaný v MIKE11 v úseku ř. km 70.33 – 96.00.
- 2D matematický model zpracovaný v MIKE 21C v úseku ř. km 6.9- 70.75.
- Geodetické zaměření profilů koryta Radbuzy v ř. km 12 – 96.
- Zaměření objektů TPE v ř. km 6.9 – 96, (98 objektů).
- Údaje o povodni 8/2002.

### 2.2. Nové podklady

Nové podklady v rámci této studie, zejména topologické, byly důvodem k aktualizaci a zpřesnění záplavového území Radbuzy.

#### Topologická data

Základem pro aktualizaci topologie modelů byl nový 3D reliéf terénu DMR5G poskytnutý prostřednictvím objednatele Povodí Vltavy s.p. Podstatným vstupem bylo geodetické doměření náhonů a vytipovaných změn terénu dle rekognoskace (viz kap 3.1).

- DMR5G - digitální model reliéfu České republiky 5.generace, ČÚZAK, 2011 - v rozsahu z.ú. Radbuzy ř.km 6.9 – 96 km ve formě bodového pole.
- Geodetické doměření náhonů, dodané Povodí Vltavy s.p., závod Berounka.
- Geodetické doměření vytipovaných změn, zpřesnění a doplnění chybějících dat.
- RZM 10 – Zabaged, ČÚZAK, 2011 (dodáno prostřednictvím objednatele).
- Vektorová vrstva budov, 2016 (dodáno prostřednictvím objednatele).
- Fotodokumentace pořízená během rekognoskace, DHI a.s., Povodí Vltavy s.p.
- Letecké snímky a základní mapa v rámci webových služeb ČÚZAK.

*Obrázek 2: Poskytnuté mapové čtverce DMR5G a textový formát dat xyz.*



## Hydrologická data

Základní hydrologické údaje povrchových vod byly poskytnuty na žádost zpracovatele ČHMÚ pobočkou Plzeň, 12/2017. Měřené vodní stavy, hydrogramy a měrné křivky LGS poskytl objednatel, Povodí Vltavy s.p., závod Berounka.

1) **N-leté průtoky** byly získány v následujících osmi v hydrologických profilech:

Tabulka 1: Hydrologická data, ČHMU, 12/2017

$Q_N$ [m <sup>3</sup> /s]							
Hydrologický profil	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Třída přesnosti
Město Plzeň, hráz VD České údolí	97	131	170	228	278	1264.30	II
LGS Lhota	83.3	114	151	20997	261	1181.82	I
Obec Stod, nad ústím Merklínky	81.6	111	147	204	255	903.72	II
LGS Staňkov	81.3	110	143	194	238	701.51	I
Město Staňkov, nad ústím Zubřiny	70.4	95.2	124	168	206	472.91	II
Město Horšovský Týn, nad ústím Černého potoka	44.7	61	80	110	135	222.72	II
LGS Tasnovice	37.6	51.4	67.4	92.2	114	172.02	I
Obec Bělá nad Radbuzou, nad ústím Bezděkovského potoka	17.2	23.4	30.7	42.1	51.9	57.7	III

- 2) **Hydrogram povodně 2013** složený ze tří limnigrafických stanic na Radbuzě – LGS Lhota, Staňkov a Tasnovice, včetně vyhodnocení kulminačních průtoků, byl poskytnut objednatelem - Povodí Vltavy s.p., závod Berounka, viz Obrázek 7, str 14.
- 3) **Měrné křivky pro LGS** Lhota, Staňkov a Tasnovice platné od 3/2016 byly poskytnuty zástupcem objednatele Povodí Vltavy s.p., závod Berounka.
- 4) **Doplňující údaje** – nuly vodočtů LGS a údaje o měřených průtocích za povodně 6/2013 poskytlo ČHMU, pobočka Plzeň.

## 2.3. Použitý software

V rámci zpracování studie bylo využito vedle běžného uživatelského software především specializovaných programových prostředků pro zpracování 3D reliéfu terénu a zejména hlavní hydrodynamické modelovací nástroje. Tyto jsou dále specifikovány v kap 4.1.

- AtlasDMT v16, Atlas s.r.o. – zpracování 3D reliéfu terénu a koryta toku
- ArcGIS, ArcMap 10.5, ESRI – zpracování mapy drsností, 2D analýza dat, prostorové prolínání pro vstupní soubory 2D modelu, mapování
- Bentley View v8, MicroStation V8 – prohlížení a export vstupních souborů CAD a Bentley
- MIKE Hydro River – stavba a simulace 1D + model, DHI, viz kap 4.1, str 9
- MIKE 21 C – stavba a simulace 2D model, DHI, viz kap 4.1, str 9
- MIKE-Tools – nástroje pro interpolaci profilů, export rastrů a další, DHI



---

## 3. ZPRACOVÁNÍ TOPOLOGIE

### 3.1. Rekognoskace území

V úvodu zpracování této studie byla provedena, v součinnosti se zadavatelem, rekognoskace záplavového území řešeného úseku Radbuzy ř. km 6.9 – 93.5. Rekognoskace byla provedena v několika dnech v listopadu 2017.

Podkladem pro rekognoskaci byly mapy a tabelární vytipování lokalit na základě již zpracovaného porovnání digitálního modelu terénu viz následující kap 3.2. Místa největších změn byla prověřena v terénu a v důvodných případech bylo doporučena pro zaměření. V rámci rekognoskace byl též obhlédnut stav objektů na toku a zaznamenány novostavby v inundačním území. Byla pořízena fotodokumentace, která sloužila jako jeden z důležitých podkladů.

Během rekognoskace bylo zpracovatelem provedeno **kontrolní geodetické měření** zařízením GPS za účelem porovnání výškových odchylek použitých dat. Bylo zaměřeno 30 náhodných kontrolních bodů na zpevněných plochách. Analýza těchto dat vykazuje průměrnou odchylku +1 cm mezi DMR5G a měřenými body a +16 cm mezi DMR5G a digitálním terénem z Laserscanu použitým v předešlé studii.

### 3.2. Digitální model terénu

Digitální model terénu zájmového území je spojením dvou základních a typově odlišných datových vstupů. V inundačním území se využívá letecky zaměřených dat pořízených metodou laserového scanování. V případě DMR5G se jedná o dále zpracované bodové pole z takto pořízených dat (ČUZAK). K popisu vlastního koryta se používají zaměřené příčné profily, které je ale třeba, zvláště v meandrujících úsecích, hustě interpolovat, aby vznikl průběžný, přirozený tvar koryta. Tyto dva základní zdroje dat, tedy koryto a inundační území, je třeba propojit na úrovni břehových linií. Dále je digitální model potřeba doplnit o veškeré objekty na toku včetně břehových částí.

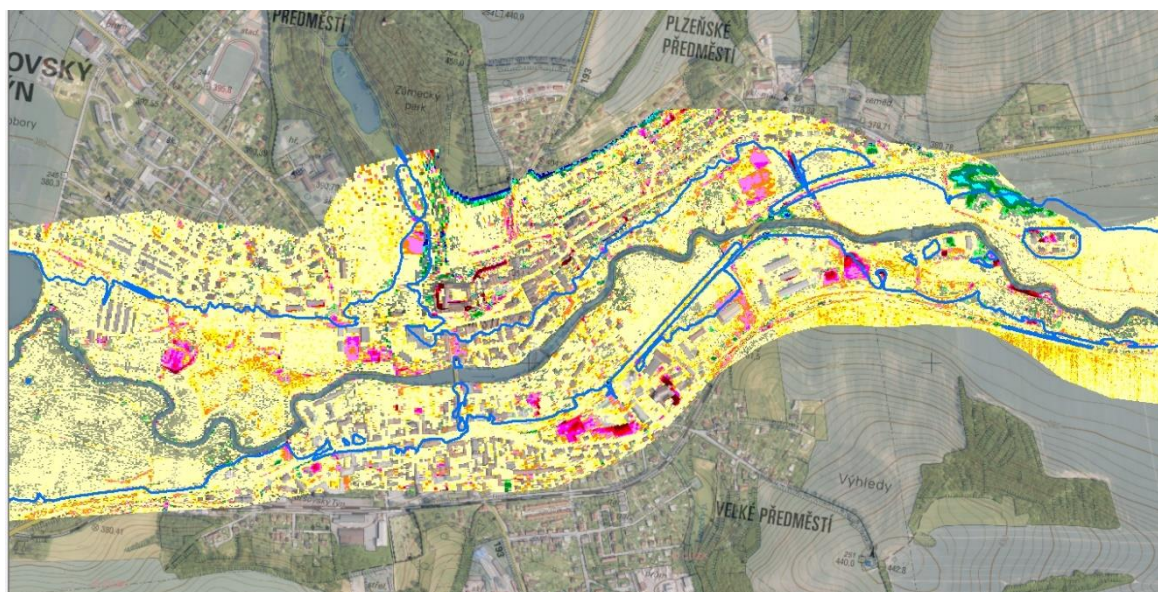
#### Model inundačního území

Na samotném začátku zpracování studie byl vygenerován 3D digitální model terénu z dodaných dat DMR5G v programovém prostředí AtlasDMT. Získaný reliéf terénu v inundačním území byl detailně porovnán s digitálním modelem terénu, na kterém byla založena předchozí studie viz kap 2.1. Modely byly porovnány prostorovým odečtením výšek DMR5G-původní DMT z Laserscanu (2007).

Výsledné rozdílové mapy byly podkladem pro rekognoskaci, potřebnou v místech s největšími rozdíly. Následně bylo provedeno geodetické doměření viz předchozí kap 3.1.

Z porovnání 3D ploch zájmového území vyplývá kladná odchylka DMR5G ve srovnání s původními daty, tzn. terén dle DMR5G je v průměru zhruba o 15 cm výše, než terén původní. Toto bylo prověřeno kontrolním měřením provedeným zpracovatelem během rekognoskace viz výše kap. 3.1. Zaměřené kontrolní body byly v souladu s daty DMR5G, a proto bylo potvrzeno rozhodnutí dále pracovat s novými daty DMR5G.

Obrázek 3: Porovnání DMR5G - původní DMT z Laserscanu (2007).



Z ukázky na obrázku nahoře je patrná převládající žlutá barva, která odpovídá rozdílu terénu +15 cm (výše DMR5G). Červené odstíny znázorňují místa s největším navýšením a zelené a modré naopak snížení terénu.

Zpracovaný digitální model terénu inundačního území byl doplněn o veškerá geodeticky doměřená data dodaná objednatelem.

### Model koryta Radbuzy a propojení

Zadání této studie předpokládá využití existujícího zaměření toku Radbuzy a využití digitálního terénu koryta toku vytvořeného v předchozí studii z r. 2007-8, viz kap 2.1. Pro tvorbu digitálního modelu terénu bylo k dispozici 135 údolních profilů Radbuzy a dalších 300 příčných profilů koryta na 89 km toku. Dále byly k dispozici zaměřené objekty na toku.

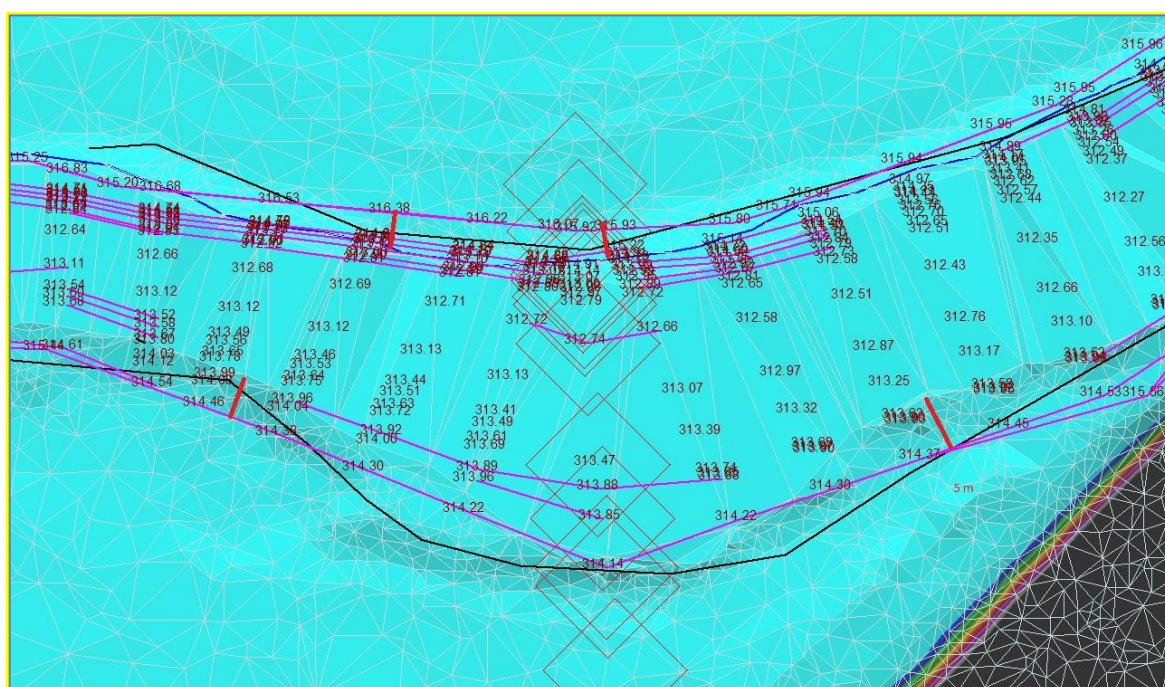
Vzhledem k tomu, že Radbuza je tok silně meandrující, nebylo možné vytvořit průběžný tvar říčního koryta pouze z dostupných dat, ale bylo nutno použít interpolační metody k zahuštění těchto profilů. Pro tento proces byl vyvinut (DHI) poměrně náročný nástroj, který využívá břehových čar a linie osy toku. Mezi dvěma měřenými profily a břehovými čarami jsou pak lineárně rozinterpolovány body v odpovídajícím sklonu. Před interpolací je nutné měřené profily ručně korigovat, tj. např. odstranit extrémní body, aby se nepropagovaly ve formě nerealistických podélných hřbetů nebo proláklín. Takto vzniklý digitální model koryta je nutné dále kontrolovat a upravovat, obzvláště v místech výrazných prostorových změn a v návaznosti na objekty a břehy.

Digitální model koryta zpracovaný výše popsáním způsobem je třeba spojit s digitálním modelem terénu inundačního území tak, aby adekvátně navazovaly v břehových partiích, které jsou klíčové pro vybřežení a celkovou kapacitu toku v profilu. V této fázi zpracování však řešitel narazil na závažný problém v propojení koryta toku a digitálního modelu terénu inundačního území: původní břehová linie vyhodnocená v r. 2007 se zásadně neshoduje s břehovou linií dnes již mnohem přesněji podchycenou v DMR5G a zřetelněji patrnou i na leteckých snímcích s vyšším rozlišením.

Novým úkolem (stanoveným dodatkem smlouvy s objednatelem) bylo z těchto důvodů vymezení nové břehové a dnové linie odpovídající reálnému průběhu koryta, která bude směrodatná pro interpolaci stávajících geodeticky měřených profilů. Bylo nutné provést analýzu stávajících dat koryta a břehových oblastí. Na většině délky toku Radbuzy v ř. km 12-71 km bylo nutno zcela nově interpolovat zaměřené profily a vytvořit koryto a napasovat do DMR5G tak, aby břehové partie co nejvíce odpovídaly realitě.

K problematice břehové linie je ještě nutné podotknout, že ačkoli nové technologie umožňují jejich mnohem přesnější interpretaci (rozhraní břehu je hladiny lépe patrné), břehová linie zůstává extrémně problematickou částí digitálního modelu terénu toku a přilehlého inundačního území v jejich návaznosti, a to zejména oblastech s hustým břehovým porostem.

*Obrázek 4: Rozpory v metodice vyhodnocení břehové čáry.*

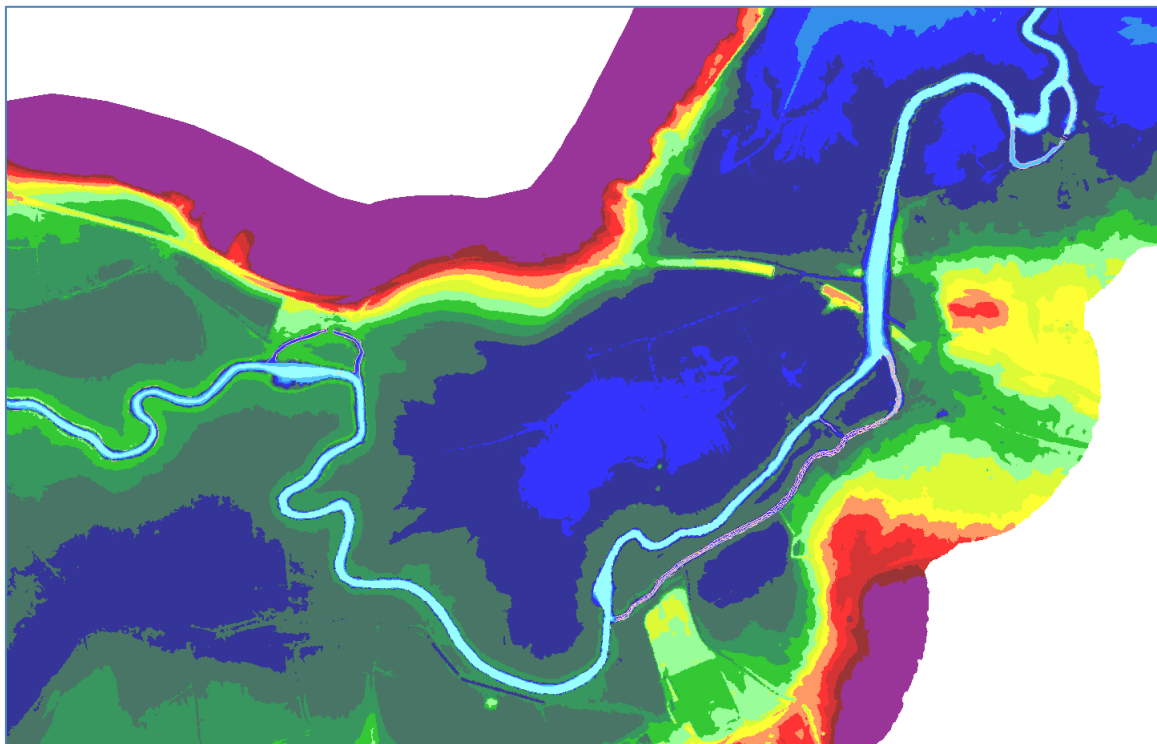


Na obrázku nahoře je patrná černá čára – původně zaměřená v rámci TPE, krajní fialová čára – původně vyhodnocená v rámci předchozí studie, dále je patrná hustá síť DMR5G a část modré čáry – tak jak by odpovídalo nejpřesnějšímu vyhodnocení. Červenými příčnými čarami je naznačen rozdíl v břehu. Jde řádově o desítky metrů.

**Pozn.:** Břehovou linii zaměřenou v rámci TPE v r. 2007 (GeoReal) nelze použít pro interpolaci měřených profilů v korytě, protože není břehovou čarou v pravém smyslu - nesleduje spojitě linii břehu, spojuje vzdálenější body, nebo jsou body změřeny na přístupných místech (dále od břehu) a nikoliv na břehové linii.

V rámci modelace koryta toku byly obdobnou technologií interpolace zpracovány nově geodeticky zaměřené náhony a byla ošetřena jejich návaznost na objekty a koryto Radbuzy.

Obrázek 5: Zpracování zaměřených náhonů v digitálním modelu terénu.



---

## 4. MATEMATIKÉ MODELY

### 4.1. Použitý software

Základním předpokladem pro vytvoření kvalitních matematických modelů simulujících proudění v řekách a přilehlém inundačním území je použití vhodných modelovacích prostředků. Tato studie výběrem simulačních prostředků navazuje na předchozí studii viz kap 1.1 , 2.1., a využívá již existující výpočetní struktury. Pro jednorozměrný model byl použit prostředek MIKE HYDRO River a pro dvourozměrné modelování MIKE 21C, oba vyvinuté Dánským hydraulickým institutem (DHI).

#### Jednorozměrný model MIKE11

Hydrotechnické výpočty byly provedeny s použitím matematického modelu, vytvořeného v prostředí MIKE HYDRO River, verze 2017 (DHI).

Programový prostředek MIKE HYDRO River (DHI) je komplexní matematický model, který řeší problematiku říčního modelování a je nástupcem modelu MIKE 11. MIKE HYDRO River poskytuje moderní grafické uživatelské rozhraní založené na mapách a modelech terénu a vysoce intuitivní řešení pro modelování řek.

Základem je opět jednorozměrný model, tzv. 1D model, popisující neustálené proudění v otevřených přirozených nebo umělých korytech a v jim přilehlých inundačních územích extravilánu nebo intravilánu. Dále model poskytuje velkou rozmanitost nabídek a doplňkových modulů a umožňuje tak provádět všechny potřebné modelovací činnosti v rámci jednoho modelového balíčku, jako jsou například předpovídání povodní v reálném čase, transport sedimentů a změny morfologie, kvalita vody, srážkoodtokové modely, přímořská problematika a různé analýzy a optimalizace.

Hydraulický výpočetní modul vychází ze základních Saint-Venantových rovnic pro popis neustáleného proudění v otevřených korytech. Umožňuje schematizace větvevné i okružové sítě a lze ho aplikovat i na problémy pseudo-dvourozměrného proudění. Umožňuje výpočty při proudění říčním i bystřinném a řešení proudění přes jezové objekty, proudění mosty a propustky pomocí různých typových i netypových objektů.

#### Dvourozměrný model MIKE21 C

V rámci posouzení byl použit pro simulace dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě a přilehlém inundačním území MIKE21 C (DHI Water & Environment, Hørsholm, Dánsko). Model patří do třídy dvourozměrných modelů neustáleného proudění s volnou hladinou, které řeší v horizontální rovině. Je založen na numerické aproximaci řídicích diferenciálních rovnic (Saint-Venant) metodou konečných diferencí. Model pracuje na vnitřně ortogonalizované křivočaré výpočetní síti bodů v horizontální rovině s neekvidistantním prostorovým krokem. Neekvidistantní křivočará síť umožňuje přizpůsobení tvaru území a zahuštění výpočetních bodů v oblastech, kde je třeba podrobnější popis.

Výstupem modelu MIKE21 C jsou primárně hodnoty úrovní hladiny a vektory rychlostí ve všech bodech výpočetní sítě a ve všech zapsaných časových úrovních. Charakteristiky proudění – úroveň hladiny, hodnoty rychlosti a jejich vektory, měrné průtoky a hloubky lze zobrazit a exportovat výstupním modulem ve formě 2D map. Model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny a rozložení charakteristik v celém zájmovém území.

## 4.2. Schematizace modelů

### Rozdělení na úseky

Vzhledem k celkové délce zpracovávaného úseku Radbuzy (87 ř. km), charakteru toku a použité metodice, viz kap 1.3, bylo zájmové území rozděleno na část modelovanou dvourozměrným modelem (celkem 63.85 ř. km) a kratší úsek schematizovaný jednorozměrným modelem (celkem 23.05 ř. km). Z důvodu velkého objemu dat a technické kapacity software a hardware byl úsek řešený dvourozměrným modelem rozdělen dále do tří těsně navazujících pod-úseků.

Úseky modelů, které byly zpracovány v rámci této studie jsou přehledně uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 2: Přehled zpracovaných úseků modelů.

Úsek ř. km toku Radbuzy	Profil - místo	Délka úseku [km]	Typ modelu podle schematizace	Použitý výpočetní model	Rozsah schematizace modelu
93.8	pod Bělou nad Radbuzou	23.47	1D+	MIKE 11	1 páteřní větev 13 inundačních větví 119 spojek link chanel 39 objektů na tocích
70.33*	nad Horšovským Týnem				
70.75	nad soutokem s Černým potokem	19.4	2D	MIKE 21 C	velikost sítě: 4987x312, tj. 1.1956 mil. výpočetních bodů
51.35	pod Staňkovem				
51.35	pod Staňkovem	17.18	2D	MIKE 21 C	velikost sítě: 3829x312, tj. 1.19 mil. výpočetních bodů
34.17	nad Chotěšovem				
34.17	nad Chotěšovem	27.27	2D	MIKE 21 C	velikost sítě: 5505x312, tj. 1.72 mil. výpočetních bodů
6.90 (7.1)**	hráz VD České údolí				

\*z důvodu použití rozdílné technologie modelování je zde vytvořen přesah modelované oblasti

\*\*z důvodu zakřivení hráze VD je přímá okrajová podmínka posunuta o 200 m, do ř.km 7.1

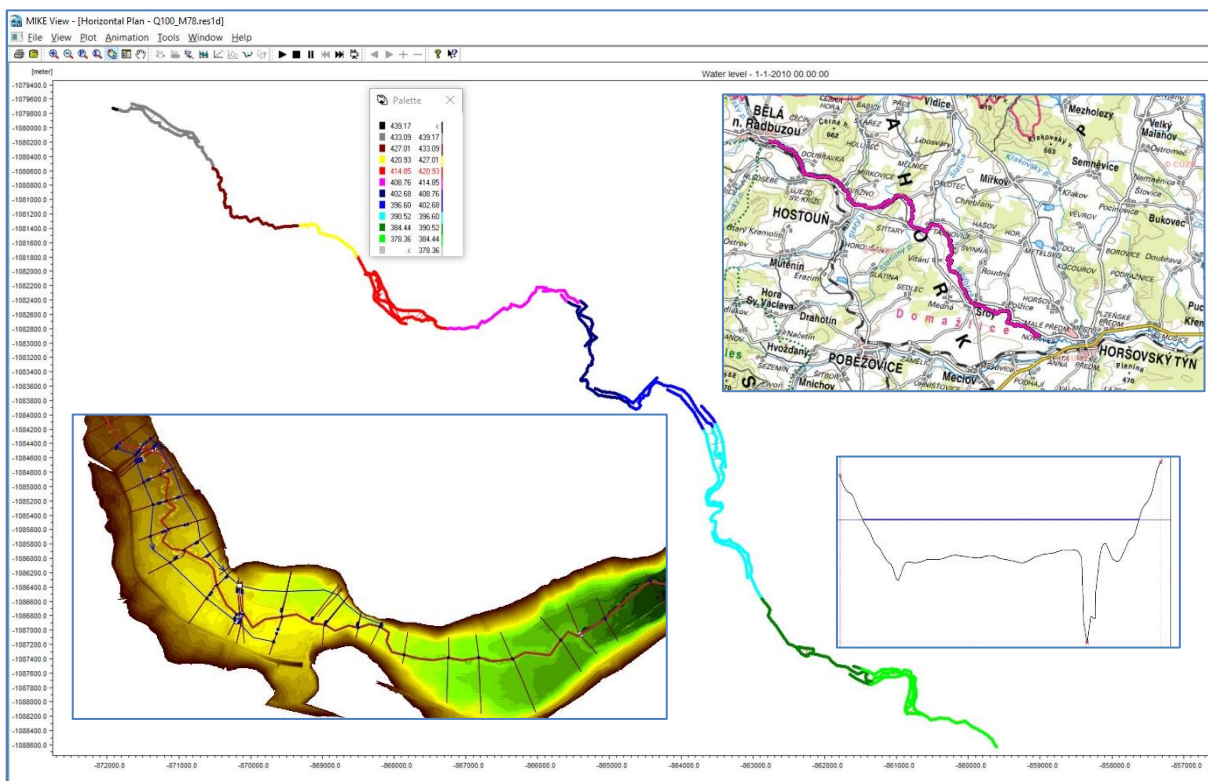
## 1 D model – popis

Matematický model byl sestaven pro horní úsek toku mezi ř.km 94,349 (profil pod obcí Bělá nad Radbuzou) po ř.km 70,332 (profil nad Horšovským Týnem). Pro účely této studie jsou z tohoto modelu prezentovány výsledky v rozsahu ř.km 93,800 – 70,591. Horní i dolní okraj modelu je sestaven tak, aby nedocházelo k ovlivnění proudění v zájmové oblasti vlivem horní a dolní okrajové podmínky. Vzhledem ke složitosti říčního systému a rozsahu záplavových území v zájmové oblasti byl sestaven 1D+ matematický model, který umožňuje plně dynamické výpočty na složitých větvných a okružných výpočetních sítích.

Nejdříve byl sestaven tzv. korytový model toku. Jedná se o páteřní model koryta včetně všech objektů na toku, které ovlivňují proudění vody, jako jsou jezy, mosty, propustky, náhony. Tento korytový model byl z velké části převzat z předchozí studie, pouze v místech nových doměření byly páteřní tok a náhony schematizovány podrobněji. Profily inundačních území byly nově vyřezány z DMR5G a byly doplněny inundační větve s ohledem na změny v topologii území. Inundační větve jsou mezi sebou a s hlavními koryty spojeny spojkami, které umožňují přetékání vody z koryta do záplavového území a její návrat zpět.

Model tvoří jedna základní větev řeky Radbuzy a 13 inundačních větví. Přetékání vody z koryt do inundačního území a zpět je zajišťováno 118 spojkami, tzv. link chanel. Matematický model obsahuje 180 příčných profilů v řece Radbuze a 130 profilů v inundačních větvích. V rámci modelu je různým způsobem schematizováno 39 objektů na tocích. Z obrázku dole (Obrázek 6) je patrná schematizace území 1D+, neboli pseudo-dvourozměrným matematickým modelem MIKE HYDRO River, včetně detailu, na kterém jsou dobře vidět říční i inundační větve spojené spojkami „link chanel“.

Obrázek 6: Schematizace 1D modelu v zájmovém území



## 2 D model – popis

Základem dvourozměrného modelu, který byl zpracován v rámci této studie, je výpočetní síť vytvořená v rámci předchozí studie „Návrh na stanovení Záplavového území Radbuzy v ř.km 6,90-96,00“,2008 viz kap 2.1 a nový třírozměrný digitální model terénu DMR5G doplněný o koryto toku a dále zpracovaný v programu DMT Atlas, viz kap 2.2 a 3.2.

### Výpočetní síť

Neekvidistantní křivočará výpočetní síť pro modelovanou oblast, vytvořená nad reliéfem digitálního modelu terénu a ortofotomapami území, je svým křivočarým tvarem a proměnnou velikostí prostorového kroku (X a Y) přizpůsobena tvaru zájmového území a důležitosti jednotlivých částí simulované oblasti.

Vzhledem k malé šířce toku a množství ostrých meandrů je prostorový krok výpočetní sítě velmi proměnlivý - výpočetní síť v oblasti koryta, břehů a v okolí objektů je zahuštěna až na prostorový krok kolem 0,5 m, v některých případech dokonce i méně. V oblastech zástavby je velikost elementů sítě zhruba do 3 m, v rozlehlých inundačních oblastech pak až maximální prostorový krok do 8-10 m, ve výjimečných případech i větší.

### Topologie modelu - bathymetrie

Protnutím 2D výpočetní sítě s digitálním modelem terénu byl vytvořen základní datový soubor modelu popisující reliéf terénu (topologii), tzv. bathymetrie. V tomto souboru byly dále ručně zkorigovány nepřesnosti způsobené schematizací (hustotou prostorových buňek). Byl zkontrolovány a upraveny zejména, liniové stavby, hrázky, břehové hrany, koryta menších vodotečí apod. Dále bylo provedeno doplnění schematizací jezů, mostů a budov v záplavovém území.

Jezy byly schematizovány odpovídajícím tvarem terénu včetně propustí a náhonů (viz úpravy digitálního modelu terénu), výška přelivné hrany a pevných částí byla schematizována z výše uvedených topologických podkladů (TPE). Mosty byly s ohledem na velikost prostorového kroku schematizovány zvýšeným terénem v oblasti pilířů. Zvláštní pozornost byla věnována také břehovým pilířům a inundačním polím a propustkům.

Budovy a stavby byly do topologie modelu přeneseny protnutím vektorové vrstvy polygonů (ZABAGED)2011. Tato vrstva byla před protnutím velmi detailně zkontrolována a upravena nad nejnovějšími leteckými snímky v prostředí ArcMAP. V bathymetrii jsou pak budovy a stavby zadány prostorově zvýšením terénu jako nepřelitelné překážky.



### 4.3. Hydraulické drsnosti

Hydraulické drsnosti jsou jedním ze základních vstupních dat modelu. Hodnotami drsností určujeme odporové charakteristiky modelu v profilech (1D) nebo určujeme jejich plošné rozložení (2D). Hodnoty drsností jsou zároveň hlavními kalibračním koeficienty modelů.

Drsnostní charakteristiky byly v úseku počítaném 1D modelem nastaveny dle terénního průřezu, fotografií a leteckých snímků. Proměnlivé drsnostní součinitele byly nastaveny jednak v rámci podélného profilu (pro jednotlivé úseky toku) a také v rámci příčného profilu (tedy pro koryto, břehy a inundační území).

Drsnosti v korytě toku se pohybují v rozmezí  $n = 0,042 - 0,058$ , drsnosti inundačního území se pohybují v rozmezí  $n = 0,065 - 0,085$ .

Vstupním souborem pro dvourozměrný model je mapa drsností, založená na rozdělení využití ploch „land-use“ – tedy oblastí s charakteristickou, typovou, drsností. V rámci této studie byla využita mapa drsností s předchozího zpracování (2008) a byla aktualizována nad podkladem nejnovějších leteckých snímků a posledního šetření v terénu. Typové drsnosti a jejich použité konkrétní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

*Tabulka 3: Rozpětí použitých hodnot Manningova součinitele drsnosti „n“ v 2D modelu.*

Typ	Charakteristika typové oblasti	n	M
0	nespecifikováno	0.033	30.30
1	hladké plochy, ulice, prostranství	0.030	33.33
2	nízká tráva	0.035	28.57
3	vysoká tráva, pole	0.050	20.00
4	řídce lesní porost	0.060	16.67
5	hustý lesní porost	0.075	13.33
6	technické stavby I, rodinné domky	0.070	14.29
7	technické stavby II, továrny, sklady	0.100	10.00
8	řídce propustné ploty	0.090	11.11
9	husté, téměř nepropustné ploty	0.200	5.00
10	keřovitý porost	0.095	10.53
11	řeka	0.030	32.79
12	Řeka mělká, kamenité úseky	0.039	25.32
13	Chmelnice (nepoužito)	0.080	12.50
14	Železniční svršek	0.054	18.52

#### 4.4. Kalibrace modelů

Kalibrace matematického modelu se provádí nastavením jeho parametrů na hodnoty, které vedou k maximální shodě s naměřenými daty (např. s povodňovými značkami, měřenými průtoky). Zejména se jedná o nastavení hydraulických odporů, které jsou jedním ze základních vstupů modelu viz předchozí kap 4.3.

##### Kalibrace 2013

Úkolem této studie bylo, dle zadávací dokumentace, provést kalibraci na poslední významnou povodeň na Radbuze 6/2013. V průběhu zpracování studie se bohužel zpracovateli ani správci toku nepodařilo zjistit žádné povodňové značky a ani žádné další údaje o výšce vodního stavu z této epizody v záplavovém území.

Jediným výchozím podkladem pro kalibraci byl záznam povodňové epizody z limnigrafických stanic poskytnutý správcem toku Povodí Vltavy s.p. (závod Berounka) viz Tabulka 4 a Obrázek 7. Hodnotným věrohodným údajem, který byl k dispozici, jsou hodnoty měřených průtoků a odpovídajících vodních stavů ze stanic LGS ze dne 3.6.2013, poskytnuté ČHMÚ Plzeň viz Tabulka 4. Tyto údaje pak sloužily k výpočtu kalibračního stavu a porovnání měrných křivek v profilu limnigrafů.

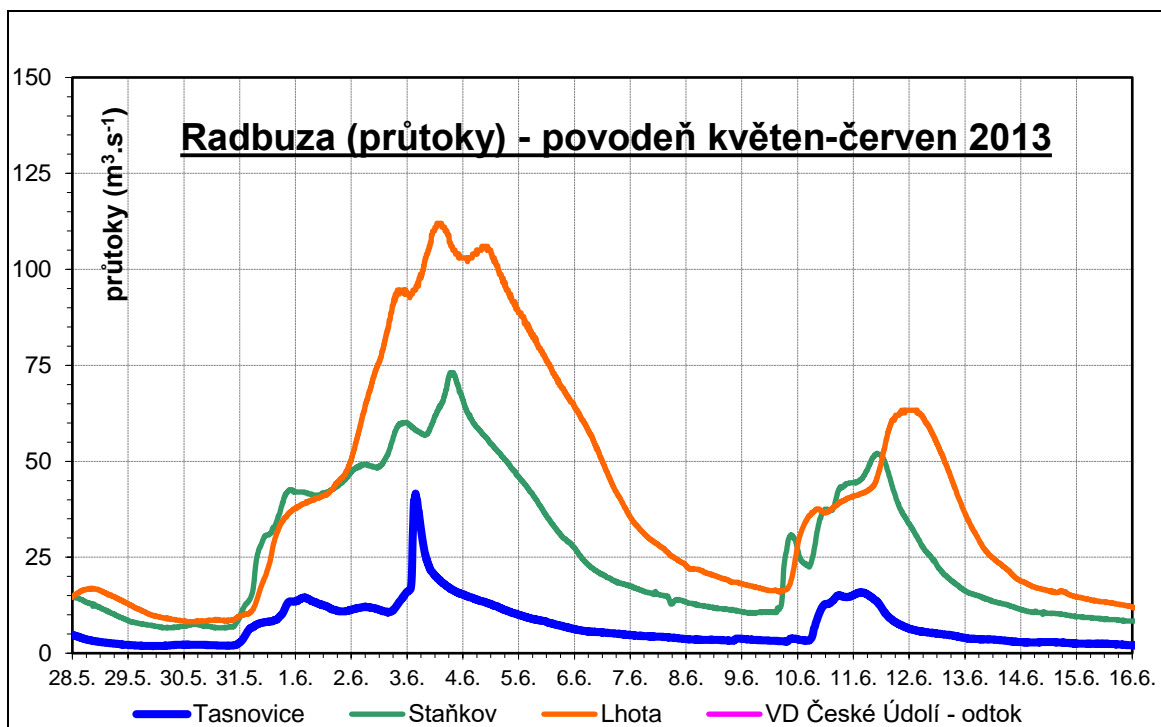
Tabulka 4: Kulminační a měřené průtoky ve stanicích LGS na Radbuze 6/2013.

Ident.	Tok	Profil	Plocha povodí	Údaje ke kulminačnímu průtoku					Měřené průtoky	
				den	h	vodní stav	průtok	doba opak.	vodní stav	průtok
				[km <sup>2</sup> ]		SELČ	[cm]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[roky]	[cm]
178500	Radbuza	Tasnovice	171.71	3. 6.	3:40	232	41.6	5–10	198	21.4
179000	Radbuza	Staňkov	699.83	3. 6.	18:30	306	73.1	2–5	287	58.3
179900	Radbuza	Lhota	1179.38	3. 6.	12:50	335	112	10	330	108

Nastavení kalibračních parametrů pro kalibrační výpočty na jednorozměrném modelu vycházelo z nastavení parametrů podle předchozí studie upravené na základě terénního průzkumu a současného stavu inundačního území patrného z nejnovějších leteckých snímků.

V úseku 1D modelu bylo k dispozici jedno měření v profilu Tasnovice a to na sestupné větvi povodně 6/2013. Průtok v době hydrometrování byl vyhodnocen na 21,4 m<sup>3</sup>/s což je průtok menší než Q<sub>2</sub>. Povodňový model v tomto profilu vykazuje úroveň hladin nižší o 13 cm než byla pozorovaná hladina. Byla provedena citlivostní analýza na drsnostní charakteristiky v profilu limnigrafické stanice a ani při velmi vysokých až nereálných drsnostech nebylo pozorované hladiny dosaženo. Tento rozdíl může být způsoben méně podrobným popisem koryta Radbuzy, kdy vzdálenost jednotlivých zaměřených profilů nepostihuje všechny změny tvaru a podélného sklonu koryta. Pro přesnější kalibraci 1D matematického modelu by bylo zapotřebí více kalibračních bodů.

Obrázek 7: Hydrogram povodně 6/2013



Nastavení kalibračních parametrů pro kalibrační výpočty na dvourozměrném modelu vycházelo z výsledků předchozí kalibrace modelu Radbuzy z r. 2007-8. Tato kalibrace byla tehdy provedena pro hlavní kalibrační povodeň 8/2002 a byla verifikována na povodňový stav z r. 1/2003. Viz studie „Návrh na stanovení Záplavového území Radbuzy v ř.km 6,90-96,00“, DHI, 2008.

Kalibrace dvourozměrného modelu se realizuje převážně změnami relativních drsností, vyjádřenými Manningovým koeficientem. Finální hodnoty koeficientů drsností pro jednotlivé typy oblastí, vyskytujících se v modelu, jsou uvedeny předchozí kap 4.3, viz Tabulka 3.

Současné kalibrační výpočty pro měřené (hydrometrované) průtoky z 3.6.2013 v LGS bylo dosaženo **velmi přesné shody** s reálným čtením odpovídajícího vodního stavu na LGS. Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici žádné jiné kalibrační údaje, stává se tato kalibrace spíše verifikací té předchozí. V rámci zpracování byly provedeny výpočty pro zadané  $Q_N$  a další průtoky a byly sestaveny měrné křivky v místě LGS. Tyto byly pak porovnány s křivkou dle ČHMU. Výsledky jsou patrné z následujících tabulek a grafů.

Pozn: V dolním úseku 2D modelu Mantov – VD České údolí byla navíc provedena dynamická kalibrace povodňové vlny 6/2013.

Tabulka 5: Porovnání měrné křivky LGS Lhota

LGS Lhota Q <sub>N</sub> /kalibrační	průtok m <sup>3</sup> /s	H [m n.m.] m.kř. 2017	H [m n.m.] výpočet 2018	Rozdíl [m] Výpočet - měr. Křivka
Q korytový	10	314.83	314.95	0.12
Q2	51.3	316.55	316.69	0.14
Q5	83.3	317.03	317.05	0.02
<b>Q2013</b>	<b>108</b>	<b>317.26</b>	<b>317.24</b>	<b>-0.02</b>
Q10	114	317.33	317.27	-0.06
Q20	151	317.60	317.56	-0.04
Q50	209	317.92	317.90	-0.02
Q100	261	318.17	318.21	0.04
Q2002 snížený dle nové MK	292	318.28	318.38	0.10
Q2002	358	318.53	318.74	0.21

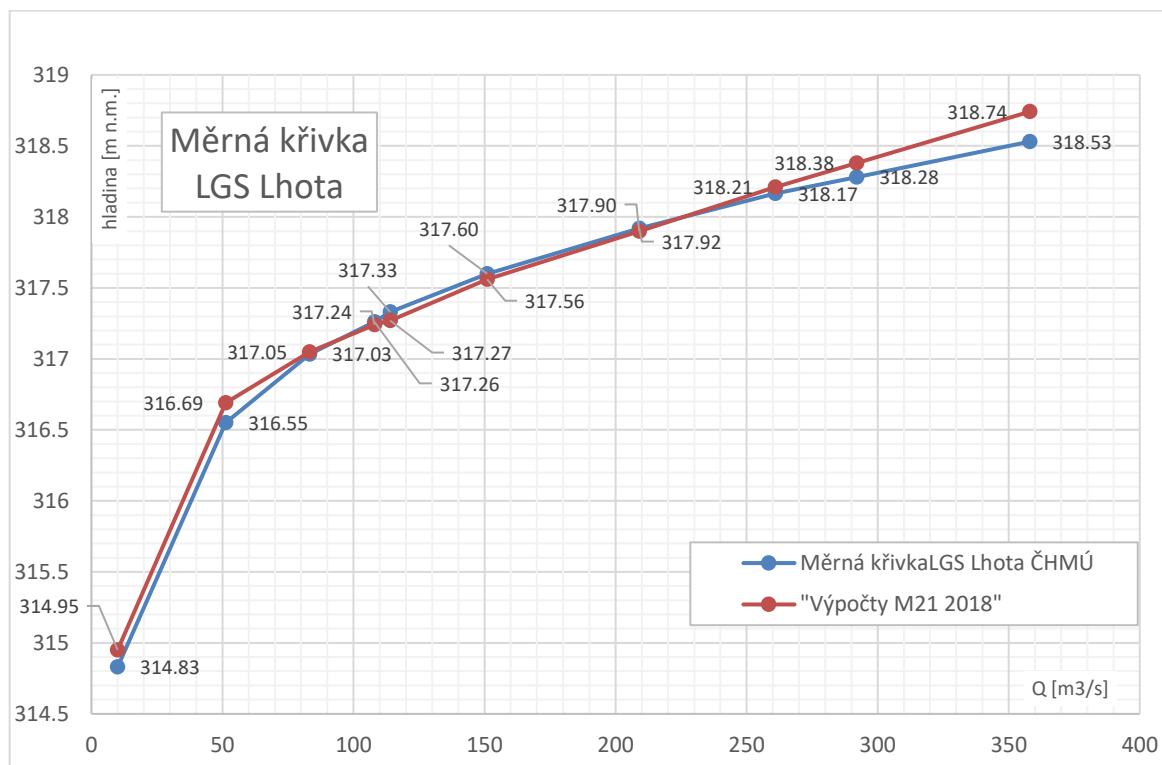
Odchylka křivky vypočtené a extrapolované narůstá při nejvyšších průtocích odpovídajících povodňovému průtoku z r. 2002. V tomto případě však nejde o kalibraci na tento průtok a stav modelu (drsnoti, topologie) neodpovídá kalibračnímu stavu z 8/2002. Navíc došlo k výrazné změně platné měrné křivky a tyto údaje nejsou jednoznačně srovnatelné.

Tabulka 6: Porovnání měrné křivky LGS Staňkov

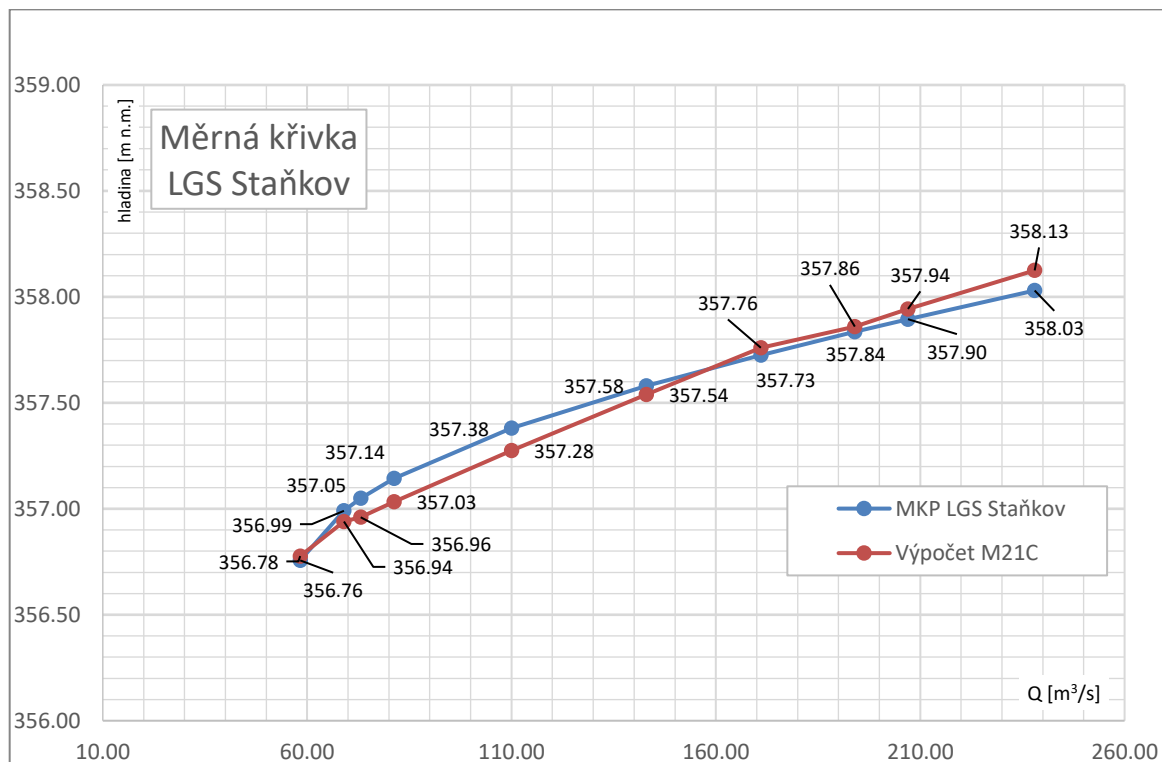
LGS Staňkov QN/kalibrační	průtok m <sup>3</sup> /s	H [m n.m.] m.kř. 2017	H [m n.m.] výpočet 2018	Rozdíl [m] Výpočet - měr. Křivka
<b>Q2013</b>	<b>58.30</b>	<b>356.76</b>	<b>356.78</b>	<b>0.02</b>
	69.00	356.99	356.94	-0.05
	73.10	357.05	356.96	-0.09
Q5	81.30	357.14	357.03	-0.11
Q10	110.00	357.38	357.28	-0.11
Q20	143.00	357.58	357.54	-0.04
	171.00	357.73	357.76	0.03
Q50	194.00	357.84	357.86	0.02
Q2002	207.00	357.90	357.94	0.05
Q100	238.00	358.03	358.13	0.09

Největší odchylky při srovnání extrapolované a vypočtené měrné křivky pozorujeme při průchodu Q<sub>5</sub> a Q<sub>10</sub>, a to o 11 cm. Nižší hladina vypočtené křivky může souviset z obtékáním měrného profilu, které se za těchto stavů začíná projevovat.

Obrázek 8: Měrná křivka LGS Lhota



Obrázek 9: Měrná křivka LGS Staňkov



#### 4.5. Výpočty

Nejprve byly na všech úsecích modelů provedeny kalibrační výpočty popsané v předchozí kapitole 4.4. Na zkalibrovaných modelech byly provedeny simulace zatěžovacích stavů dle zadávací dokumentace. Jedná se o **ustálené průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$** .

Výpočty byly prováděny postupně po úsecích od nejspodnějšího profilu, tj. VD České údolí až pod Bělou nad Radbuzou. Mezi úseky byla postupně předávána vypočtená dolní okrajová podmínka hladiny a každý z úseků byl opatřen odpovídajícími průtokovými okrajovými podmínkami.

#### 4.6. Okrajové podmínky

Okrajové podmínky byly odvozeny na základě dat dodaných ČHMU, 2017 viz kap 2.2, str. 3. Byly použity stanovené hodnoty N-letých průtoků v hydrologických profilech Radbuzy a hodnoty průtoků ve vybraných přítocích byly stanoveny dopočtem. V následujících tabulkách jsou uvedeny použité hodnoty okrajových podmínek pro jednotlivé modely.

Tabulka 7: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Mantov – České údolí.

Profil	ř.km	okrajová podmínka	kalibrace	zatěžovací stav				
			6/2013	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$
České údolí	6.9 (7.1)	dolní (DOP) H [m n.m.]	313.6	313.6	313.6	313.6	313.6	313.6
Mantov	34.16	horní (HOP) Q [m <sup>3</sup> /s]	108	83.3	114	151	209	261

Tabulka 8: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Staňkov - Mantov.

Profil /přítok	ř.km	okrajová podmínka	kalibrace	zatěžovací stav				
			6/2013	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$
Mantov	34.16	dolní (DOP) H [m n.m.]	333.59	333.42	333.65	333.92	334.28*	334.50*
Merklínska	35.40	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	33.00	1.3	3	5	8	13
Hořina	41.20	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	16.70	0.7	1	3	7	10
Staňkov	51.50	horní (HOP) Q [m <sup>3</sup> /s]	58.30	81.3	110	143	194	238

Tabulka 9: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Horšovský Týn - Staňkov

profil/přítok	ř.km	okrajová podmínka	kalibrace	zatěžovací stav				
			6/2013	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$
Staňkov	51.50	dolní - H [m n.m.] *)	354.94	355.28	355.495	355.73	355.04	356.28
Zubřina	53.70	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	8.30	10.9	14.8	19	26	32
Černý potok	67.70	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	18.00	25.7	34.2	44	58	71
Radbuza	70.75	horní - Q [m <sup>3</sup> /s]	32.00	44.7	61	80	110	135

Tabulka 10: Okrajové podmínky pro 1D model v úseku Bělá nad Radbuzou – Horšovský Týn

profil/ přítok	ř.km	okrajová podmínka	kalibrace	zatěžovací stav				
			6/2013	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>
Horšovský Týn	70.332	dolní (DOP) H [m n.m.]	378.01	378.06	378.13	378.19	378.28	378.36
Slatina	79.000	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	10.6	6.1	9.9	12.6	17.8	21
Slatinný	81.900	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	0	4.9	6.4	8.5	11.6	14.4
Mělnický	84.800	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	0	1.9	2.5	3.3	4.5	5.6
Starý	86.900	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	0	4.4	5.7	7.6	10.3	12.8
Skarezský	88.550	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	0	2.2	2.8	3.7	5.1	6.3
Bystřický	91.000	přítok Q [m <sup>3</sup> /s]	0	2.9	3.7	4.9	6.7	8.3
pod Bělou	94.346	horní (HOP) Q [m <sup>3</sup> /s]	21.4	22.3	30.0	39.4	54.0	66.6

#### 4.7. Výsledky

Výsledkem výpočtů jsou hodnoty hladin, hloubek a rychlostí za podmínek ustáleného průtoků  $Q_N$  v celé ploše území v hustotě odpovídající buňkám výpočetní sítě v oblastech použití dvourozměrného modelu. V případě jednorozměrného modelu jsou k dispozici v každém výpočetním profilu hodnoty dosažené hladiny, průtoků a hodnoty střední průřezové rychlosti.

Výsledky zpracované 2D technologií modelování vykazují na většině území převážně kladnou odchylku v hladinách vzhledem k výsledkům předchozí studie 2007-8. Tato odchylka koresponduje s odchylkou dat DMR5G vzhledem k dřívějšímu zaměření (v průměru vyšší zhruba o 10-20 cm viz kap 5). Tyto změny jsou způsobeny v neposlední řadě také změnami v inundačním území – tj. využití ploch, zástavby apod. Na většině úseků je také dosažena vyšší hladina v korytě Radbuzy při nižších průtocích. Tyto změny jsou patrně způsobeny výraznými změnami v interpretaci břehů (zpřesnění břehových částí včetně modelace terénu i břehového porostu) a přesnějším výpočetním modulem MIKE 21 C verze 2017.

Výsledky zpracované 1D technologií vykazují oproti výsledkům z předchozí studie 2007-8 také převážně kladnou odchylku. I v horním úseku je terén v novém DMR5G vyšší než hodnoty úrovně terénu použitého pro předchozí studii. V některých úsecích, například u náhonů a objektů, vykazují rozdíly ve vypočtených hladinách odchylky kladné i záporné. Zde se nejedná jen o vliv změny terénu, ale i o přesnější schematizaci, která byla provedena na základě detailnějšího zaměření pro účely této studie.

## 5. VÝSTUPY

V rámci zadávací dokumentace této studie byly definovány požadavky na tyto typy výstupů v tištěné nebo digitální podobě:

V tištěné podobě:

- **Technická zpráva** obsahující popis použitého matematického modelu, metod a postupů při vyhodnocování a interpretaci modelovaných veličin;
- Tabelární přehled vypočtených kót hladin v ose toku - viz **Psaný podélný profil**;
- Tabelární přehled mostů a lávek s uvedením výšky mostovky vztažené k simulovaným průtokům – uvedeno v **Psaném podélném profilu**;
- **Záplavové území** – grafické přílohy obsahující soutisky map RZM 10 a vypočtených záplavových území pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  včetně hranice **aktivní zóny**;
- Grafické přílohy obsahující soutisky map RZM 10 a map vodních stavů (v rozsahu 2D modelu) jednotlivě pro ustálené průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ , tj. **mapy hladin**;
- Grafické přílohy obsahující soutisky map RZM 10 a map hloubek (v rozsahu 2D modelu) jednotlivě pro ustálené průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ , tj. **mapy hloubek**;
- Grafické přílohy obsahující soutisky map RZM 10 a map rychlostí (v rozsahu 2D modelu) jednotlivě pro ustálené průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ , tj. **mapy rychlostí**;

V digitální podobě je požadován ekvivalent tištěné podoby pro  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  (soutisky v \*.pdf) a dále v těchto formátech:

- Textové části \*.doc,
- Tabelární části \*.xls
- Grafické části \*.dgn, \*.dxf, \*.Shp

S využitím výsledků matematických modelů byla tato komplexní dokumentace včetně všech výstupů zpracována. V následujících kapitolách je uveden stručný popis geneze jednotlivých výstupů.

### 5.1. Záplavové území

Záplavová území byla vygenerována z výsledků matematických modelů v celém zájmovém území ve formě polygonů záplavových čar.

V rozloze zájmového území, která byla řešena 2D matematickým modelem a jsou tudíž k dispozici 3D plochy hladin, byly záplavové čáry vygenerovány protnutím těchto hladin s digitálním modelem terénu. Tento proces byl proveden nástrojem fungujícím pod AtlasDMT v16. Jedná se o dosud nejpřesnější metodu stanovení záplavových čar. Tato metoda je relativně náročná a velmi přesná, avšak vyžaduje zkušenost zpracovatele a její použitelnost je podmíněna kvalitním digitálním modelem terénu.

Na území, které bylo modelováno 1D+ modelem, byly záplavové čáry vygenerovány pomocí nástrojů v prostředí AtlasDMT, tedy metodou protínání digitálního modelu terénu s odpovídajícím modelem vodní hladiny. Model vodní hladiny bylo třeba sestavit z bodových výsledků 1D modelu a správně vypočtené hladiny interpretovat do plošné informace. Oproti předchozím záplavovým čarám došlo touto metodikou k výraznému zpřesnění rozsahu záplavového území.



Záplavové čáry pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  byly vytištěny v měřítku 1:10 000 na podkladové mapě ZABAGED. Záplavové čáry pro všechny zatěžovací stavy  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  a jsou ve formátech tiskových souborů PDF a jako samostatné soubory ve formátech DGN V8, DXF V14 a ESRI (ArcMap) SHP v digitální podobě součástí datového DVD.

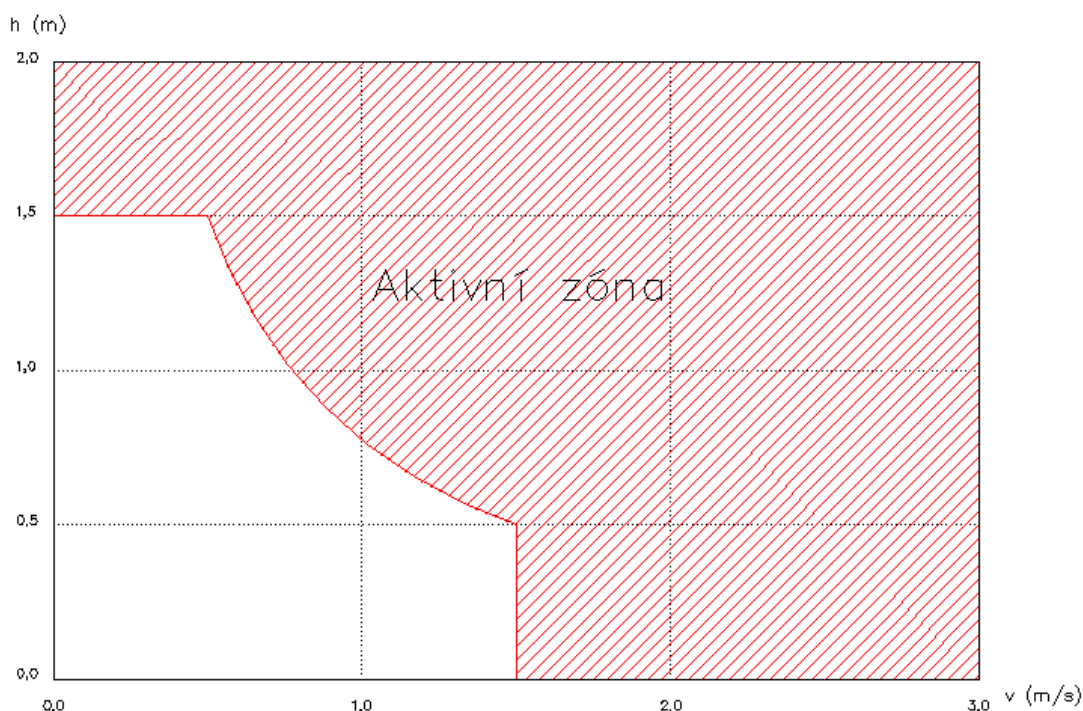
## 5.2. Aktivní zóny záplavového území – AZZU

V rámci této studie byly aktivní zóny záplavového území (AZZU) stanoveny jako oblasti, které provádí rozhodující část povodňových průtoků a bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí. Území, které provádí rozhodující část povodňových průtoků je podle metodiky stanoveno jako území, které převede cca 80%  $Q_{100}$ . a zároveň jsou vyloučeny části území, kde je minimální hloubka menší než 30 cm a zároveň svislicová rychlost proudění menší než 0,5 m/s.

V případě úseku, modelovaného 1D modelem byl pro stanovení AZZU použit nástroj v prostředí ArcMap. Nejprve byly identifikovány části příčných profilů, které provádějí rozhodující část povodňových průtoků a dále byla vyznačena AZZU na základě mapy hloubek a předpokládané distribuce rychlostního pole pro celé zájmové území.

V oblastech 2D modelu byla stanovena AZZU na základě vypočtených hloubek a svislicových rychlostí z křivek definujících AZZU. Po dohodě se zadavatelem byla pro výpočet AZZU použita křivka dle Finka a Bewicka, viz Obrázek 10. Vygenerované plochy zájmového území odpovídají těmto parametrům byly dále generalizovány a propojeny tak aby tvořily souvislou plochu (neobsahovaly ostrovy apod.)

*Obrázek 10: Křivka pro stanovení aktivní zóny dle Finka a Bewicka*



Stanovení aktivní zóny v závislosti na hloubce a rychlosti proudění podle Finka a Bewicka

Výsledná hranice AZZU a vynesena do mapových podkladů ZABAGED a společně se záplavovými čarami vytištěna v měřítku 1:10000.

### 5.3. Mapy hladin, hloubek a rychlostí

Mapy hloubek, hladin a rychlostí jsou primárním výstupem 2D modelů a byly proto zpracovány na části zájmového území zpracované touto technologií modelování. Jedná se o barevné (hypsometrické) mapy stavových veličin s odpovídající paletou pro snadné odečtení hodnot v požadovaných lokalitách. V případě map rychlostí je barevná mapa navíc doplněna vektorovým polem (šipky), které indikuje směr proudění.

### 5.4. Podélné profily

Tabelární výstupy byly zpracovány formou tzv. psaného podélného profilu. Psaný podélný profil obsahuje výsledné kóty hladin v ose toku jednotlivě pro všechny simulované zatěžovací stavy:

- 1) V oblasti aplikace 2D modelu v hektometrech a na objektech,
- 2) V oblasti aplikace 1D modelu v označených výpočetních profilech a na objektech.

Tabulka obsahuje identifikaci objektů a v případě mostů kótu spodní hrany mostovky. U mostů je v samostatných kolonkách uvedeno, zda za odpovídajícího stavu  $Q_N$  dojde k jeho zaplavení/nezaplavení (Z/N). Kritérium pro posouzení mostu jako zatopeného je kontakt spodní hrany mostovky s hladinou (+ tolerance 5 cm). U jezů je uvedena kóta hladiny pro horní a dolní vodu.

---

## 6. ZÁVĚR

V rámci zpracování studie byly splněny veškeré cíle požadované zadáním (viz kap 5).

Byly zrevidovány, aktualizovány a modernizovány existující matematické modely v zájmovém území řeky Radbuzy ř.km 6.9 – 93.8 a byly s ohledem na dostupné údaje zkalibrovány na poslední zaznamenanou povodeň 6/2013. Takto zpracované modely je možno využít k dalšímu posuzování a analýzám v rozsahu předpokládaných průtoků.

V celém zájmovém území byla stanovena hranice záplavových území  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  a byla navržena hranice aktivní zóny záplavového území (AZZU). Z výsledků matematických modelů byl stanoven průběh hladin; pro oblasti modelované 2D technologií také pole hloubek a rychlostí v záplavovém území.

V rámci studie byla zpracována relativně rozsáhlá komplexní dokumentace v tištěné i digitální formě. Výstupy vytvořené za základě výsledků matematických modelů jsou prezentovány v tištěné podobě ve dvou svazcích a následně byly převedeny do požadovaných formátů a přehledně uloženy na datové DVD.

V Praze dne 28. února 2019

Ing. Eva Ingeduldová

Ing. Marcela Svobodová

## Seznam příloh

### Tištěné přílohy

#### SVAZEK 1

##### **A Technická zpráva**

##### **B Psaný podélný profil**

##### **C Záplavové čáry v mapách.**

Záplavové čáry  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a AZZU podklad: RZM10, M 1:10 000

#### SVAZEK 2

##### **D Hydraulické charakteristiky v mapách**

D.1 Mapa hladin  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  podklad: RZM10, M 1:10 000

D.2 Mapa hloubek  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  podklad: RZM10, M 1:10 000

D.3 Mapa rychlostí  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  podklad: RZM10, M 1:10 000

### Digitální přílohy

DVD Ekvivalent tiskové podoby \*.pdf  
Textové části \*.doc  
Tabelární části \*.xls  
Grafické části \*.dgn, \*.dxf, \*.shp, \*.tif

Veškeré uvedené topologické údaje jsou vztaženy k:  
souřadnému systému S-JTSK a výškovému systému **B.p.v.**

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hydrologická data, ČHMU, 12/2017 .....	4
Tabulka 2: Přehled zpracovaných úseků modelů. ....	10
Tabulka 3: Rozpětí použitých hodnot Manningova součinitele drsnosti „n“ v 2D modelu. .....	13
Tabulka 4: Kulminační a měřené průtoky ve stanicích LGS na Radbuze 6/2013.....	14
Tabulka 5: Porovnání měrné křivky LGS Lhota .....	16
Tabulka 6: Porovnání měrné křivky LGS Staňkov .....	16
Tabulka 7: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Mantov – České údolí.....	18
Tabulka 8: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Staňkov - Mantov. ....	18
Tabulka 9: Okrajové podmínky pro 2D model v úseku Horšovský Týn - Staňkov .....	18
Tabulka 10: Okrajové podmínky pro 1D model v úseku Bělá nad Radbuzou – Horšovský Týn .....	19

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rozsah zájmového území studie – záplavové území Radbuzy ř.km 6.9-93.8 ....	2
Obrázek 2: Poskytnuté mapové čtverce DMR5G a textový formát dat xyz. ....	3
Obrázek 3: Porovnání DMR5G - původní DMT z Laserscanu (2007). ....	6
Obrázek 4: Rozpory v metodice vyhodnocení břehové čáry. ....	7
Obrázek 5: Schematizace 1D modelu v zájmovém území .....	11
Obrázek 6: Hydrogram povodně 6/2013.....	14
Obrázek 7: Měrná křivka LGS Lhota.....	17
Obrázek 8: Měrná křivka LGS Staňkov .....	17
Obrázek 9: Křivka pro stanovení aktivní zóny dle Finka a Bewicka .....	21