

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



## Technické řešení protipovodňové ochrany v Bělé nad Radbuzou

## Technical solution of flood protection in Bělá nad Radbuzou

Diplomová práce

**Diplomant:** Bc. Ivo Paulus

**Vedoucí práce:** Ing. František Křovák, CSc

2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ivo Paulus

Krajinné inženýrství

Název práce

**Technické řešení protipovodňové ochrany v Bělé nad Radbuzou**

Název anglicky

**Technical solution of flood protection in Bělá nad Radbuzou**

---

### Cíle práce

1. Vyhodnotit průtoky v Bezděkovském potoce a na řece Radbuze, protékající centrem města.
2. Navrhnout typ protipovodňové ochrany.
3. Zvolit ideální směrové vedení protipovodňových opatření.
4. Technicky vyřešit protipovodňová opatření pro 100letý průtok.
5. Ekonomicky zhodnotit stavbu.
6. Doporučit nejvhodnější varianty PPO.

### Metodika

1. Shromáždění a setřídění hydraulických, hydrologických, geodetických a katastrálních podkladů.
2. Rozsahu zaplavení intravilánu, záplavové čáry (ArcGIS).
3. Hydrotechnické posouzení v programu HEC-RAS.
5. Vlastnické vztahy pozemků.
6. Výkresy, výpočty.
7. Rozsah této stavby, riziková analýza.
8. Komplexní zhodnocení navrhovaných opatření pro město.

### **Doporučený rozsah práce**

40-60 str. textu, výkresy, výpočty, fotodokumentace

### **Klíčová slova**

Bezděkovský potok, protipovodňová opatření, HEC-RAS model

---

### **Doporučené zdroje informací**

- ABHAS K. JHA, BLOCH, R., LAMOND, J. 2012: Cities and Flooding. The World Bank Washington, D.C.
- Bělá pod Radbuzou, 2014: Základní údaje, Bělá pod Radbuzou, online:  
<http://www.sumavanet.cz/bela/zaklad.asp>, cit 10.1.2014
- BROŽA, V., KOZDA, I., PATERA, A., PŘENOSILOVÁ, E. 1993: Vodohospodářské stavby. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Praha
- eAGRI.cz, 2014: Povodňové plány, online: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053128.html>
- GORDON, N., D., MC MAHON, T., A., FINLAYSON, B., L.,: Stream Hydrology – An Introduction for Ecologist. 1.vyd. John Wiley & Sons Ltd, 1996. 526pp. ISBN 0-471-95505-1  
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- HUDLER, P. 2007: Povodeň 2002. Svoboda servis, spol. s.r.o. Praha
- JUST, T.a kol: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha, 2005, 354 str. ISBN 80-239-6351-1
- KŘOVÁK, F., KOVÁŘ, P., KADLEC, V. 2014: Metodika 21/2014. Technická protierozní opatření – Hrazení bystřin a strží. Státní pozemkový úřad, 2014
- SKLENIČKA, P. 2003: Základy krajinného plánování. Praha. Naděжда Skleničková, 2003, 321 s. ISBN 80-903206-1-9
- 

### **Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

### **Vedoucí práce**

Ing. František Křovák, CSc.

### **Garantující pracoviště**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 20. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 01. 04. 2016

---

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Františka Křováka, CSc. Uvedl jsem všechnu literaturu a prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Plzni dne 15. 4. 2016

.....

Ivo Paulus

**Poděkování:**

Děkuji Ing. Františku Křovákovi, CSc, za odborné vedení a cenné rady a podněty při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji plzeňské pobočce státního podniku Povodí Vltavy, jmenovitě Ing. Filipu Jandovi, za poskytnutí podkladů pro diplomovou práci.

Děkuji Ing. Ivanovi Blažkovi ze společnosti Hydrosoft Veveslavín, s.r.o, za poskytnutí podkladů pro diplomovou práci.

Děkuji společnosti EKO-SYSTEM s.r.o., jmenovitě Ing. Petru Zouharovi, za poskytnutí výkresů a informací o cenách k mobilním protipovodňovým opatřením.

Děkuji své rodině, která mě podporovala při psaní a tvoření této práce.

## Abstrakt:

Diplomová práce je zaměřena na protipovodňovou ochranu města Bělá nad Radbuzou. Předmětem řešení protipovodňových opatření je centrální část města, kde se nachází nejdůležitější budovy, jako Městský úřad, budovy občanské vybavenosti. Ochrana jednotlivých nemovitostí, situovaných mimo centrum města, není kvůli ekonomickému a estetickému hledisku řešena.

Cílem práce je vyřešit protipovodňová opatření v centru města, a to v rozsahu dokumentace pro územní řízení.

Práce je zaměřena v prvním kroku na stanovení záplavových čar a rozsah zaplavení nemovitostí ve městě. Následně jsou řešeny majetkoprávní vztahy v zájmovém území se zvolením vhodného situačního uspořádání PPO. Dále došlo k hydrotechnickému modelování v dotčeném území, pro stanovení výšky hladiny při  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ , a především  $Q_{100}$ . Práce řeší konkrétní návrh parametrů protipovodňové ochrany. V dalších částech jsou řešeny statické výpočty navržených protipovodňových opatření, dále výkresová část práce. Tato diplomová práce řeší ekonomické zhodnocení stavby, s určením finanční návratnosti stavby. V závěru budou komplexně zhodnocena navržená PPO.

Tato práce byla řešena na základě hydrologických a geodetických dat, byly použity katastrální mapy. Data byla zpracována softwarech HEC-RAS, ArcGis, Kros plus a AutoCad.

Přínos této práce je ve vyřešení a vyčíslení rozsahu protipovodňových opatření pro centrum města.

Hlavním výsledkem je stanovení směrového vedení liniových PPO, dále konkrétní parametry PPO v jednotlivých úsecích řeky Radbuzy a Bezděkovského potoka a došlo k ekonomickému zhodnocení stavby včetně finanční návratnosti.

Výsledky této práce umožňují získat ucelený přehled o rozsahu řešených PPO ve městě Bělá nad Radbuzou.

## Klíčová slova:

Bezděkovský potok, protipovodňová opatření, HEC- RAS model

## Abstract:

This thesis is focused to flood protection in Bělá nad Radbuzou. Flood protection is designed only for central part of this town, there are, in the central part, most interesting buildings, like city office, shoppes, hotel. Protection of buildings, situated in periphery in this town are not solved, because of economic and esthetic reasons.

Purpose of this work is solution of flood protection in downtown, in range of documentation for area project.

This thesis is focused in the first step to detected floods lines and submersion of buildings. In this work are solved suitable grounds for find correct trace of flood protection. Next step is hydrotechnical modelling of water surface for  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ , and mainly for  $Q_{100}$ . Then are solved height and direction of flood protection. In this work are solved statics paramerters of flood protection and separately is created designing part. Economic part and calculating acreage is solved too. In conclusion is complex valorization of flood defences and calculating of total costs.

This work were solved on foundations of hydrologic and geodetic data. Data were proces in softwares HEC-RAS, ArcGis, Kros plus and AutoCad.

Contribution of this thesis si solving and calculating range flood protection for this town.

The main purpose is solved direction and height of flood protection and calculating finance part of this construction.

The results of this thesis shows a comprehensive summary about flood protection in Bělá nad Radbuzou.

## Keys words:

Bezděkovský stream, flood protection, HEC-RAS model

## Obsah

1. Úvod.....	1
1.1 Popis města.....	1
1.1.1 Základní informace o řece Radbuze.....	2
1.1.2 Základní informace o Bezděkovském potoce.....	2
1.1.3 Barokní most přes Radbuzu .....	3
1.2 Zásady návrhu PPO a úpravy koryt .....	4
1.2.1 Obecné zásady návrhu protipovodňových opatření .....	4
1.2.2 Zásady úpravy koryta v intravilánu.....	6
2. Cíle práce.....	8
3. Metodika.....	9
3.1 Shromáždění potřebných podkladů .....	9
3.2 Hydrotechnické výpočty, tvorba protipovodňových opatření .....	9
4. Průvodní zpráva .....	13
4.1 Základní údaje a podklady.....	13
4.1.1 Základní údaje stavby .....	13
4.1.2 Zájmové území stavby .....	13
4.1.3 Ohrožení území velkými vodami .....	19
4.2 Technické řešení stavby .....	20
4.2.1 Koncepce technického řešení stavby.....	24
4.2.2 Úprava a stabilizace dna a břehu koryta .....	29
4.2.3 Mostní a spádové objekty .....	31
4.2.4 Vegetační doprovod .....	34
4.2.5 Hydrotechnické posouzení.....	34
4.3 Vliv stavby na životní prostředí .....	34
4.3.1 Vliv na obyvatelstvo .....	34
4.3.2 Vliv na ekosystémy, jejich složky a funkce .....	35
4.3.3 Vliv na strukturu a funkční využití území .....	36
4.3.4 Ostatní vlivy .....	37
5. Realizační podklady .....	38
5.1 Zásady zařízení staveniště.....	38
5.2 Dopravní systém a materiálové zdroje.....	38
5.3 Předběžná kalkulace nákladu stavby .....	39
6. Ekonomické zhodnocení .....	42
6.1 Princip stanovení přímých potenciálních škod .....	42
6.2 Předpokládané opakování povodňových průtoků .....	43
6.3 Stanovení ceny stavebního díla.....	44



6.4 Stanovení finanční návratnosti stavby .....	45
7. Výsledky .....	46
8. Diskuse .....	49
9. Závěr .....	51
10. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	54
11. Seznam obrázků a tabulek .....	57
12. Seznam příloh.....	58



# 1. Úvod

Povodeň je živelná pohroma, jejíž výskyt má jak v regionálním, tak globálním měřítku vzestupnou tendenci. Škody vznikají především v zastavěných oblastech měst a obcí, kterými vodní tok přímo protéká, tak je tomu i v případě Bělé nad Radbuzou.

Povodně jsou v České republice vyvolané především intenzivními nebo dlouhotrvajícími srážkami, druhou častou příčinou vzniku povodní jsou rychlá jarní tání sněhů.

Snaha předcházet rizikům spojeným právě s povodněmi je značná, výstavby mokřadů, revitalizace vodních toků, nebo snaha využít maximální půdní kapacitu, to jsou v současnosti nejčastěji realizované činnosti. Veškeré tyto činnosti mají jako jeden z prioritních cílů **zadržet vodu v krajině**.

Navzdory těmto opatřením budou stále místa, kde je nutná výstavba protipovodňové ochrany v podobě liniových protipovodňových opatření, suchých poldrů, rozšíření kapacity kynety, nebo výstavby nového koryta vodního toku v jiném směrovém uspořádání. To je jen základní výčet protipovodňových opatření, budovaných především v sídlech, nebo jejich blízkosti. Realizace těchto opatření je tedy prováděna v povodích, kde odtokové poměry jsou natolik neměnné, že činnosti uvedené výše, které v povodí snižují kulminační průtoky, neřeší problém komplexně, nebo je jejich realizace z technických a finančních důvodů nevhodná. Právě v těchto městech a obcích je nutné vybudovat protipovodňová opatření a to co nejdříve, protože následky, které povodeň způsobí, jsou často několikanásobně vyšší, než náklady na výstavbu zmíněných PPO.

Právě tento stav je i v Bělé nad Radbuzou.

## 1.1 Popis města

Město leží v Plzeňském kraji, západně od Plzně, pouze několik kilometrů od hranic se SRN. Bělá nad Radbuzou se nachází uprostřed geomorfologického celku Český les, tato členitá vrchovina je situována podél česko-německé hranice, kdy největší část Českého lesa leží na území Spolkové republiky Německo. Město se

nachází v nadmořské výšce 442 m, je zde soutok řeky Radbuzy a Bezděkovského potoka (sumavanet, 2014).

Katastrální výměra Bělé nad Radbuzou je 8332 ha, trvale zde žije 1700 obyvatel.

Díky odlehlé a klidné poloze je ve městě, především pak v létě, turistický ruch, jsou zde zahradní posezení s výhledem na členité, technicky téměř nedotčené území.

### **1.1.1 Základní informace o řece Radbuze**

Plocha povodí je nad soutokem s Bezděkovským potokem 57,69 km<sup>2</sup>. Hydrologicky se jedná o povodí 3. řádu.

Pramen Radbuzy je v Přírodním parku Český les, nedaleko německých hranic, konkrétně asi 4,5 km. Pramen se nachází v nadmořské výšce 694 metrů, v k.ú. Závist u Rybníka (Milichovský, 2012).

Nejvýznamnější přítoky jsou zde Slatinný potok, pramenící pod přírodní rezervací s horou Velký Zvon (863 m.n.m.). Druhý významný přítok je Huťský potok. Oba zmíněné přítoky jsou levostranné. Dále je zde několik bezejmenných přítoků. Radbuza protéká vesnicí Rybník. Její povodí je z velké části zalesněné, zbytek tvoří obhospodařované louky a také pastviny.

Délka Radbuzy je až do města Bělá nad Radbuzou asi 15 km. Řeka zde nenapájí žádné vodní dílo, ani není využívána jako zdroj vody pro zásobování obyvatelstva.

Dále řeka pokračuje směrem k Plzni, protéká několika městy, jako je Horšovský Týn, Stod, nebo Dobřany. Na řece je vybudována vodní nádrž České údolí. V Plzni, nedaleko objektu úpravní vody, se nachází soutok Radbuzy s řekou Úhlavou. Poté řeka Radbuza protéká centrem Plzně, je zde vybudováno několik jezů a řeku přetínají mostní konstrukce. Pod Štruncovými sady se nachází soutok s řekou Mží, a vzniká tak řeka Berounka (Paulus, 2014).

### **1.1.2 Základní informace o Bezděkovském potoce**

Bezděkovský potok, s plochou povodí 22,36 km<sup>2</sup>, se vlévá do Radbuzy v říčním kilometru 94,847. Jedná se levostranný přítok, pramenící nedaleko Přimdy.

Hydrologicky se jedná o povodí 4. řádu, která jsou obecně nejvíce ceněnými vodními prvky v krajině, jsou nezbytná pro celou řadu ekosystémů a tyto vodní toky významně podporují biodiverzitu krajiny.

Potok vzniká z několika pramenných vývěrů, situovaných mezi dvěma kopci, Šibeník (720 m.n.m.) a Ovčí kopec (706 m.n.m). Potok po celé své délce protéká CHKO Český les, proto je povodí tohoto potoka z více než 50 % zalesněné. Nezalesněná část povodí Bezděkovského potoka je využívána jako pastvina pro skot, případně jako sečená louka. Proto nebude velikost povrchového odtoku příliš vysoká. Průtok je ovlivněn celou řadou malých přítoků, které jsou zde díky členitému reliéfu krajiny četné. Délka tohoto vodního toku je od pramene něco přes 10 km. Potok protéká obcí Třemešná, jejíž část se jmenuje Bezděkov, podle toho nese potok i své jméno. Potok je v celé trase neupravován, s případným lokálním znečištěním si dokáže poradit díky své samočisticí schopnosti. Na potoce nejsou vybudovány žádné odběrné objekty, a není využíván k žádným vodohospodářským účelům. Proto by jeho průtok neměl být v průběhu roku ovlivněn lidskou činností (Paulus, 2014).

### **1.1.3 Barokní most přes Radbuzu**

Kamenný most byl postaven v letech 1723 – 1725 kněžnou Metternichovou, a to podle vzoru Karlova mostu. Tento historický most se skládá z osmi oblouků a nese šest barokních soch svatých, v minulosti byl význam mostu odlišný, most sloužil jako dopravní stavba, byl to jediný bezpečný most ve městě, také sloužil jako kulturní místo, kde se konaly pouti, sloužily pobožnosti (sumavanet, 2014). Most je široký 6.4 metru a je vydlážděn z velkých kamenných kvádrů. Mostní konstrukce působí velmi masivně a zavalitě, jednotlivé oblouky jsou stejně vysoké i široké, v celkovém pohledu na kamennou konstrukci jsou poměrně malé a nevýrazné. Celý most je vybudovaný z velkých opracovaných pískovcových kvádrů, které jsou nyní skryty pod bílou fasádou mostní konstrukce. Most má asi metr vysoké boční kamenné zdi. Celkově je tato historická stavba ve velmi dobrém stavu, jen krajní mostní oblouky jsou zaneseny sedimentem a zarostlé sezonní vegetací. Průjezd po mostu motorovými vozidly je znemožněn betonovými pilíři na obou jeho koncích. Most je hojně navštěvován turisty a především cykloturisty, poblíž je informativní tabule a posezení (Paulus, 2014).

## 1.2 Zásady návrhu PPO a úpravy koryt

### 1.2.1 Obecné zásady návrhu protipovodňových opatření

Zvláštní pozornost a zaměření v rozhodovacím procesu, který směřuje k výběru a volbě optimální varianty PPO, by měly být věnovány zejména takovým opatřením PPO, která jednoznačně přispívají ke zmírnění potenciálních hydrologických extrémů, vyplývajících z globálních změn klimatu a budou zvyšovat hydrologickou bezpečnost jednotlivých typů krajiny (Kovář, 2007).

Veškerá protipovodňová opatření, navržená přímo v intravilánu, citelně zasahují do rázu obce, často je výstavba doprovázena i výraznými pozemkovými úpravami, což někdy obyvatelé mohou vnímat jako nežádoucí. Proto je snaha realizovat i tzv. pasivní protipovodňovou ochranu, tj. opatření, která přispívají k zachování přirozené retence krajiny. Mezi ta nejdůležitější opatření patří:

Ponechání říční nivy jejímu přirozenému vývoji a v extravilánu na ně pohlížet jako na přirozené zátopové území, kdy při využití této nivy se musí brát v potaz možnost vybřežení.

Obydlené území by mělo být, v případě že je to možné, přesunuto do bezpečnějších lokalit.

Omezit výstavbu v zátopovém území, podle Stavebního, resp. Vodního zákona.

Udržovat v dobrém stavu existující rybníky, popřípadě zvážit obnovu zaniklých nádrží. Zadržování vody v krajině snižuje povodňové průtoky a následné škody (Langhammer a kol., 2007).

Vhodný výběr návrhu protipovodňových opatření by měl respektovat poměry v řešeném území podle typu krajiny, která se tam vyskytuje. Jedná se o tyto typy krajiny:

- zemědělská
- v urbanizovaném území
- lesnické území
- říční

Předpokládá se, že navrhovaná varianta bude optimální, a to nejen hlediska hydrologické bezpečnosti, ale bude splňovat i nároky z ostatních hledisek.

- ekologická
- sociální
- ekonomická
- vodohospodářská
- zdravotní

Dále musí být vytvořena a respektována kritéria, resp. jejich soubor, jenž by nejkompaktněji vyjadřoval, zohledňoval, promítal, popisoval vliv PPO např. ve vztahu:

- ke splnění cílů PPO
- ke krajině (k hydrologii krajiny, k ekologii k sociálním aspektům)
- k obyvatelstvu v místě potenciální realizace PPO
- k dalšímu možnému využití území po výstavbě PPO

Také musí být definována kritéria. Těmi jsou:

- velikost plochy v krajině, kterou ovlivňuje výstavba PPO
- začlenění PPO do krajiny (z hlediska ekosystému, architektury krajiny atd.)
- pozitivní vliv PPO na vodní režim krajiny, na hydrologické poměry, na hydrologickou bezpečnost krajiny, omezení dopadů globálních změn
- technická obtížnost návrhu a výstavby PPO (obtížnost návrhu, projektu, technická obtížnost realizace výstavby, zabezpečení výstavby)
- cena PPO (celkové náklady za realizaci výstavby PPO včetně cen za PD a inženýrské práce, (Kovář, 2007).

### 1.2.2 Zásady úpravy koryta v intravilánu

V oblastech, kde se intenzivně využívají pozemky pro bytovou nebo průmyslovou výstavbu, jsou podmínky na požadavky na úpravu toků značně odlišné od těch, které obecně platí pro krajinné prostředí (Broža a kol., 1993).

Tento fakt je dán několika faktory, mezi něž patří ceny pozemků v intravilánech a dále křížení toků podzemními i nadzemními liniovými inženýrskými stavbami. Především v případě pozemních komunikací a inženýrských sítí musí být v návrhu úpravy toku kladen důraz na jejich zabezpečení při povodňových stavech ve vodním toku. Při návrhu se nesmí zapomínat na časté zaústění drenážních soustav nebo dešťových kanalizací (Paulus, 2014).

Při návrhu průtočné kapacity koryta jsou, především u malých toků, velmi podstatné i odtokové poměry z urbanizovaného území. S přibývajícím zástavbou se mění i hodnoty čísel odtokových křivek (tzv. CN křivky).

V mnoha obcích jsou dešťové vody ze zpevněných ploch odváděny kanalizací přímo do vodního toku, jinde jsou neznečištěné odpadní vody svedeny do usazovací několikakomorové nádrže, odkud odtékají do recipientu. V prvním případě mohou znečištěné dešťové vody kontaminovat vodu ve vodním toku, a to například únikem pohonných hmot z automobilu. V usazovacích nádržích, které jsou vybudovány jen velmi zřídka, by se měla voda alespoň částečně těchto kapalných látek zbavit. Pevné látky typu štěrk a písek se zde usadí a nezanášejí vodní tok. V mnoha obcích, kde není postavena čistírna odpadních vod, jsou bohužel napojovány na dešťové kanalizace dnes populární domovní čistírny, jejich účinnost je velmi diskutabilní. Pracují na principu bakterií požírajících kal v domovní čistírně, a tím odstraňujících organické znečištění, tyto bakterie jsou však náchylné na desinfekční prostředky typu Savo, které je při každotýdenní aplikaci zahubí. V důsledku toho voda, vytékající z domovní čistírny, má často ještě horší parametry než na vtoku do objektu. Z tohoto hlediska se jako účinnější a méně zatěžující pro vodní tok jeví septiky, které se v dnešní době příliš nerealizují (Paulus, 2014).

Následkem výše zmíněného problému je zvýšený obsah odpadních látek, z nich nejhůře odbouratelné jsou bezesporu látky chemické, k jejichž odbourání v případě nadměrného výskytu samočisticí schopnost vodního toku nestačí a dochází tak ke kontaminaci vodního prostředí (Paulus, 2014).



Při návrhu kapacity koryta je nutné také přihlédnout k územnímu plánu dané obce a brát v potaz větší nevyrovnanost povrchového i podpovrchového (tzv. základního) odtoku do vodního toku. Při přívalových deštích se bude, s rozšiřující se zástavbou, zvětšovat objem povrchového odtoku ze zpevněných ploch, jedná se o silnice, chodníky, střechy, nebo pěší zóny. Naopak v období sucha nebude podpovrchovým odtokem dotován vodní tok (Paulus, 2014).

„Ze souhrnného řešení odtokových poměrů vyplynul návrh na lokální opatření i návrhové kapacity pro úpravu toků“ (Broža a kol., 1993).

V případě prostorových možností je nejvhodnější návrh zelených pásů kvůli možnosti vybřežení při velkých povodňových průtocích. Toto řešení nijak nenarušuje poměry v daném území a je finančně nenáročné v porovnání s liniovými protipovodňovými stavbami (Paulus, 2014).

V oblastech intravilánu s nedostatečnými prostory podél vodního toku se navrhuje technická opatření, která mohou mít vliv na dřívější využití toku, tento fakt zde ale není rozhodující (Paulus, 2014).

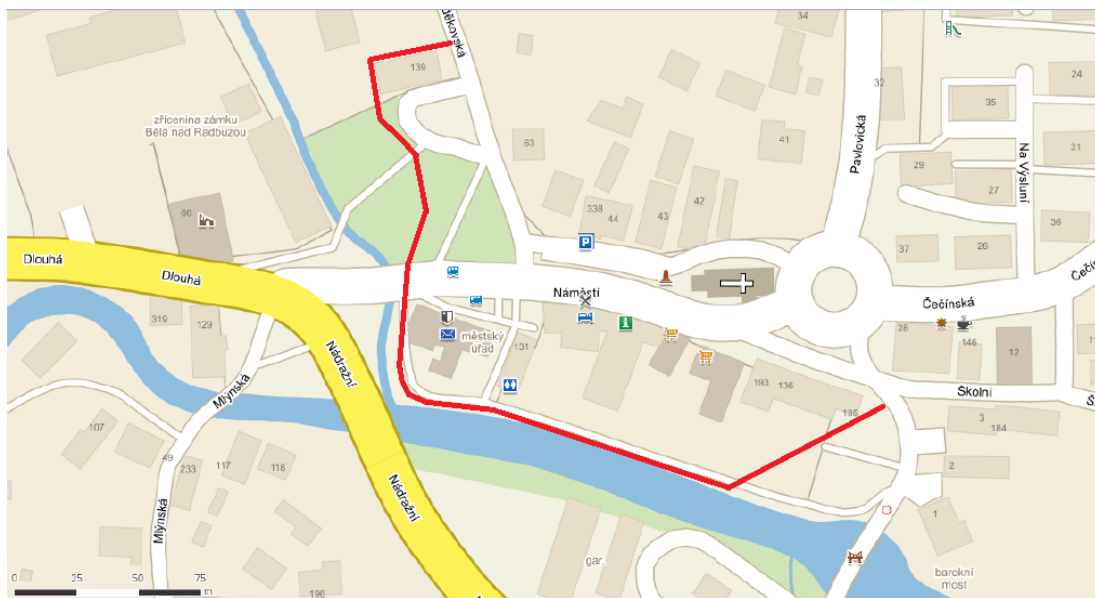
## 2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je optimální technické řešení protipovodňové ochrany a to v rozsahu Dokumentace pro územní řízení.

Cílem práce je:

- situační vedení trasy liniových PPO
- hydrotechnické výpočty
- konkrétní parametry navržených PPO
- úpravy koryta vodních toků
- grafická část práce
- ekonomické zhodnocení

Přínosem této práce je kompletní vyřešení liniových protipovodňových opatření na Bezděkovském potoce a na Radbuze, kdy je účelem této stavby ochrana centra města. Rovněž dojde k ekonomickému zhodnocení stavby, tedy vytvoření rozpočtu a zjištění finanční návratnosti těchto opatření.



**Obrázek 1: Zájmové území stavby s vyznačením linie PPO (Mapy.cz)**

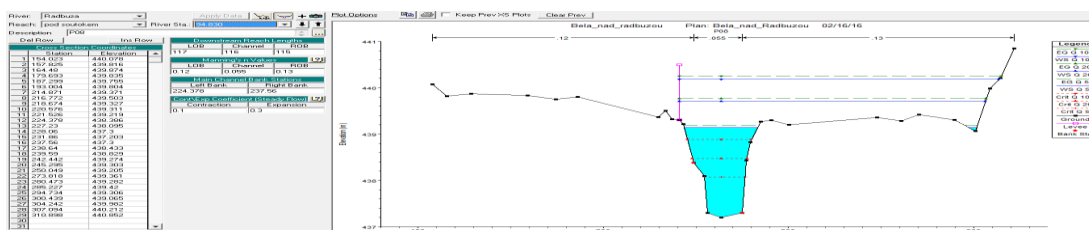
## 3. Metodika

### 3.1 Shromáždění potřebných podkladů

Výběr vhodné lokality pro tvorbu protipovodňových opatření byl konzultován se zástupci státního podniku Povodí Vltavy, následně byla státním podnikem Povodí Vltavy poskytnuta potřebná data pro tvorbu diplomové práce, kdy se jednalo jednak o geodetické zaměření (polohopis a výškopis) řeky Radbuzy a Bezděkovského potoka, záplavové čáry. Firmou Hydrosoft Veleislavín, spol. s r.o., byl poskytnut hydraulický model v softwaru Hydrocheck. Hydrologická data poskytl Český hydrometeorologický ústav. Rozsah protipovodňových opatření, se kterým bylo pracováno, byl stanoven z poskytnuté studie na základě požadavků správce vodního toku.

### 3.2 Hydrotechnické výpočty, tvorba protipovodňových opatření

Na základě dříve provedeného terénního průzkumu byla zvolena vhodná trasa PPO vzhledem k současným poměrům ve městě a rovněž byli zjištěni vlastníci pozemků v předpokládaném směru PPO. Při výběru vhodného směrového vedení byl kladen důraz na přednostní využití obecních, popř. státních pozemků. Hydrotechnické posouzení obou vodních toků ve vymezených úsecích bylo prováděno v softwaru HEC-RAS.



Obrázek 2: Hydrotechnické posouzení vybraného příčného profilu.

V prvním kroku byl nahrán obrázek katastrální mapy, na kterém byla následně provedena schematizace koryta Radbuzy a do ní se vlévajícího

Bezděkovského potoka. Řeka Radbuza byla rozdělena na dva úseky a to pod soutokem a nad soutokem (s Bezděkovským potokem). Poté byly zadávány jednotlivé příčné profily. U každého nově definovaného příčného profilu bylo zadáno *River* (řeka) tedy buď Radbuza, nebo Bezděkovský potok. Dále *Reach* (úsek), tedy buď Bezděkovský p., nebo u Radbuzy „pod soutokem“ a „nad soutokem“. Součástí úvodního okna je rovněž zadání *River Sta.* (říční staničení), zadávané v km. Také bylo v úvodním okně zadáno *Description* (popis), kde bylo systematicky zadáváno od P01, nejnižší na toku až po P13 v nejvyšší části vodního toku. Příčné profily byly zadávány ve všech bodech, kde dochází k výškovým změnám. Vždy tedy bylo zadáno staničení, a nadmořská výška daného bodu. Příčné profily byly zadávány vždy v místech, kde se nějak mění okolí vodního toku, tak aby byly zaznamenány co možná nejpřesněji všechny výškové změny, což by mělo přinést maximální zpřesnění výsledků. Příčné profily byly rovněž zadávány, tak jak to program vyžaduje, těsně pod a těsně nad mostními konstrukcemi.

Po zadání všech polohopisných a výškopisných údajů, bylo tlačítkem *Apply Data* vyvoláno vykreslení příčného profilu v pravé části okna programu. V dalším kroku bylo přikročeno k zadávání *Main Channel Bank Stations* (staničení břehů), pro levou a pravou břehovou hranu. Staničení této břehové hrany, bylo zadáno v místě, kde nadmořská výška vykresleného příčného řezu byla v přibližné rovině s terénem více vzdáleným od vodního toku. Určení této břehové hrany je důležité pro další parametr, kterým je stanovení drsnostního součinitele pro levou inundaci, koryto a pravou inundaci. Drsnostní součinitel byl volen na základě tabulkových hodnot, které byly zvoleny na základě skutečného stavu (zjištěno při terénním průzkumu). Pro koryto se hodnoty mezi jednotlivými profily příliš neměnily, nejčastěji byly zadávány hodnoty v rozmezí 0.03 – 0.055, tedy od čistého přímého úseku až po úsek s vegetací, a rozptýlenými kameny. Pro inundaci, která je zde zastavěna, byly vybrány hodnoty od 0.03 – 0.14. Tedy od čisté inundace s minimem vegetace, kde voda má minimální překážky v odtoku, až po hodnoty, které v takovém území převládají, tedy stromy, popřípadě nemovitosti, které odtokové poměry velmi zhoršují. Další zadaný parametr *Downstream Reach Length* (vzdálenost k níže umístěnému profilu), byla zadávána samostatně pro levou část inundace, vlastní koryto vodního toku a pravou část inundace. V dalším kroku, který byl u každého příčného profilu zadán je určení *Subcritical Fflow Contraction and Expansion Coefficients* (náhlé zúžení, rozšíření příčného profilu), kde je jako výchozí hodnota

nastavena 0.1 a 0.3 – což jsou postupné přechody. Tato hodnota byla ponechána ve všech profilech, kromě profilů těsně pod a nad mostními konstrukcemi, které budou mezi tyto profily v dalších krocích zadány.

U vybraných příčných profilů byly zadány hodnoty, v položce „Options“, Skew cross section, tedy odklon (ve stupních) příčného profilu od základní polohy, která je kolmo na vodní tok.

V dalším kroku došlo k umístění svislých prvků, představujících protipovodňové zábrany (*Levees*), ty byly umístěny na základě dříve provedeného terénního průzkumu. Poloha těchto svislých prvků byla vždy v levé části inundace, v ideální vzdálenosti od koryta. Poté bylo přikročeno k definování objektů přes vodní tok.

Jako první byl definován historický barokní most, na řece Radbuze v dolní části města, u profilů pod a nad mostem bylo contraction a expansion zadáno 0.6 a 0.8, což značí náhlé přechody, tato hodnota byla zadána z důvodu, že most má velmi mohutnou konstrukci a průtočný profil se zde výrazně mění. V prvním kroku byly definovány základní parametry, tedy *Distance*, vzdálenost od profilů pod a nad mostem, poté hodnota *width*, šířka mostní konstrukce a také parametr *weir coef*, tedy přepadový koeficient, u historického mostu byl stanoven na základě příručky - Hydraulic reference manual (která umožňuje zadat hodnoty 2.5 – 4) na hodnotu 3.5, jelikož se jedná o masivní mostní konstrukci. Dále je zadávána mostovka, a to její vodorovné staničení (zadávané zleva doprava) a nadmožská výška spodní a horní části mostovky. Parametr *max. submergence* je zvolen 0.9, nepředpokládá se úplné zatopení mostu. V dalším kroku jsou zadávány mostní sloupy a to jejich staničení ve středu sloupu, (pro spodní a horní profil) a dále jejich šířka v určité nadmožské výšce.

Jako další byl definován most (lávka) přes Bezděkovský potok ř.km 0.039-0.041. Šířka mostovky je 1.98 metru, a *Weir Coef* zde byl zvolen 2.5, jelikož není mostní konstrukce mohutná. Parametr *max. submergence* je zvolen 1, předpokládá se, že lávka bude při návrhovém průtoku zatopena. Poté byl definován kamenný most přes Bezděkovský potok, ř.km 0.044 – 0.050. Šířka mostovky je zde 5.75 m, koeficient přepadu je zde 3.5, most je mohutný a velmi snižuje průtočnost korytem. Parametr *max. submergence* je zvolen 0.8, most by neměl být zcela zatopen, při návrhovém průtoku. Jako poslední z objektů přes Bezděkovský potok je zde dřevěná lávka v km 0.078 - 0.080. Lávka má šířku 1.6 metru. Koeficient přepadu je zde volen

minimální, tedy 2.5, lávka nemá mohutnou konstrukci. Parametr *max. submergence* je zvolen 1, předpokládá se, že lávka bude při návrhovém průtoku zatopena.

Po dokončení geometrických prvků byly zadávány hodnoty průtoku ustáleného proudění, pro jednotlivé úseky vodních toků. Byly definovány na základě hydrologických dat hodnoty  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ . Návrhový průtok dosahuje hodnot 28.5 m<sup>3</sup>/s, pro Bezděkovský potok a 68.32 m<sup>3</sup>/s, pro Radbuzu. Jako okrajová podmínka byla jednotně pro všechny úseky, i úsek nad ústím Bezděkovského potoka, vybrána kritická hloubka.

Poté došlo k samotnému výpočtu, na základě kterého se navrhovala výška protipovodňové ochrany.

Následně došlo k úpravě příčných profilů v úseku nad a pod kamenným silničním mostem přes Bezděkovský potok, kde u profilů ř.km 0.035 – 0.065 byla navržena prohrábka koryta, koryto má následně lichoběžníkový tvar, sklon břehů je 1:2. Následoval opět výpočet výšky hladiny pro stanovené průtoky. Výška hladiny byla tímto opatřením snížena o 0.1 metru.

## **4. Průvodní zpráva**

### **4.1 Základní údaje a podklady**

#### **4.1.1 Základní údaje stavby**

Název stavby: Protipovodňová opatření v Bělé nad Radbuzou

Obec: Bělá nad Radbuzou

Katastrální území: Bělá nad Radbuzou

Kraj: Plzeňský

Vodní tok: Radbuza

Číslo hydrologického pořadí: 1-10-02-0030

Plocha povodí (pod soutokem): 80.05 km<sup>2</sup>

Správce toku: Povodí Vltavy s.p.

Žadatel: Povodí Vltavy s.p.

Zpracovatel: Bc. Ivo Paulus

Dodavatel: Dle výběrového řízení

Stupeň dokumentace: Dokumentace pro územní řízení

#### **4.1.2 Zájmové území stavby**

Zájmové území se nachází v centru města, v levých částech inundace Bezděkovského potoka a Radbuzy.

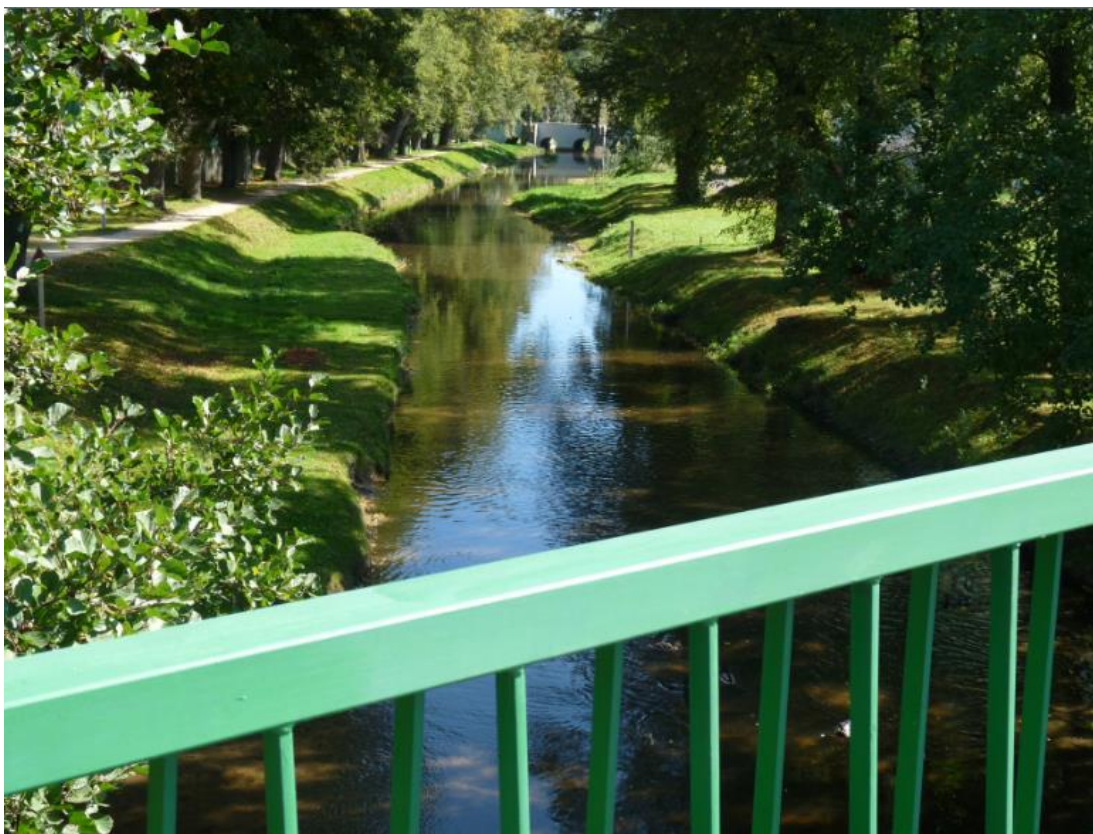
Řeku Radbuzu ve spodní části města překlenuje historický barokní kamenný most, jeden ze symbolů města. Mostní oblouky jsou zde velmi malé, dochází k výraznému zúžení průtočného profilu.



**Obrázek 3: Úsek Radbuzy nad barokním mostem (pohled proti vodě).**

Začátek prostoru stavby je nad historickým barokním mostem, u místní komunikace, vedoucí z centra města do zástavby v dolní části města, v ulici Školní. U této silnice je zřízen chodník s doprovodnou zelení, bezprostředně u tohoto chodníku by měla protipovodňová opatření začínat. Území je zde mírně sklonité ke korytu Radbuzy, sklonové poměry jsou zde jednotné, bez výraznějších nerovností. Území je využíváno jako park (v prostoru u komunikace), dále je území využíváno jako zahrada, u přílehlé nemovitosti. Pozemky jsou zde zatravněné, udržované, nachází se zde několik listnatých dřevin a několik keřů. Dále podél řeky Radbuzy je prostor mezi břehovou hranou a oplocenými pozemky využíván jako rekreační zóna. Břehy i prostory za břehovou hranou jsou zatravněné, nachází se zde několik stromů, následuje nezpevněná rekreační cesta, široká asi 1.5 metru. U plotů, které ohraničují tento prostor, je situována vzrostlá lipová alej, věk lip je odhadnut na 80 let, mezi lipami je rozmístěno několik laviček určených pro rekreaci. Prostor mezi ploty a břehovou hranou je rovinný, přehledný, jedná se o úsek ř.km 94.700 – 94.840.





**Obrázek 4: Úsek Radbuzy nad barokním mostem (pohled po vodě).**

Nemovitosti podél Radbuzy, které jsou situovány paralelně, podél místní komunikace, jsou převážně využívány pro poskytování služeb. Za touto komunikací je kostel Panny Marie Sedmibolestné a přilehlé náměstí. Území je rovinné.

Nejnižší situovaná nemovitost je využívána pro bydlení. Výše položený (proti vodě) je obchod s potravinami Coop-Tuty. Dále, směrem k ústí Bezděkovského potoka, je druhý obchod s potravinami CBA. Následuje Informační centrum Bělá nad Radbuzou, využívané návštěvníky města. V další nemovitosti je zřízeno pohostinství, konkrétně restaurace a penzion „Radbuza“. V budově nejbližší soutoku je Městský úřad a pobočka České pošty. Jako doprovodná stavba jsou zde veřejné toalety. Prostory za nemovitostmi, směrem k Radbuze jsou využívány jako zahrady, za budovou Městského úřadu je zřízeno asfaltové parkoviště.



**Obrázek 5: Soutok Radbuzy a Bezděkovského potoka.**

Bezděkovský potok, který se vlévá do Radbuzy jako levostranný přítok (ř.km 94.847) v zájmovém území Bezděkovský potok přetínají dvě lávky ř.km 0.040 a 0.078, a také kamenný silniční most ř.km 0.047, stavby spojují horní část města s centrem.

V levé části inundace Bezděkovského potoka je území rovinaté, přehledné s minimálními výškovými výkyvy. Využití tohoto území je různorodé, v prostoru u ústí potoka je pouze rekreační cesta, doprovázená zatravněnými plochami, výše je již zmiňovaná komunikace, potok je zde překlenut kamenným mostem podobné konstrukce jako na Radbuze. Výše, od ř.km 0.050 je prostor využit jako park, nacházejí se zde vzrostlé smrkové dřeviny v celkovém počtu 13 kusů, a tři listnaté dřeviny. Park má podlouhlý tvar, jeho šířka je proměnlivá, 40-50 metrů, délka parku je asi 70 metrů. Přes prostor parku vedou dva chodníky, spojující most a lávku se silnicí v ulici Bezděkovská. Za touto ulicí následuje zástavba rodinných domů. Výše nad parkem, který je oddělen plotem, jsou pozemky využívány k pěstování zemědělských plodin.

Při terénním průzkumu zájmového území byla sledována nejkritičtější místa, kde je předpoklad velkého rozlivu vody od intravilánu města, a to vlivem snížení kapacity průtočného profilu, popř. výškou břehové hrany. Tento předpoklad je především u dvou zmíněných mostních kamenných konstrukcí, na Radbuze (ř.km 94,648) i přes Bezděkovský potok (ř.km 0,047). Rovněž byly zjišťovány vhodné varianty situačního uspořádání PPO, tak aby co možná nejméně narušily současný ráz území a neměnily zavedené poměry ve městě.

### **Zvolení typu PPO**

V části podél Radbuzy (ř.km 94.676 – 94.836) byla zvolena mobilní hrazení, jako hlavní důvod pro zvolení tohoto typu ochrany intravilánu je důvod estetický, kdy právě prostor levého břehu je využíván jako rekreační zóna, proto jsou zde jakékoli významné zásahy problematické. Je zde velmi vhodné zachovat stávající ráz území, které je zde přehledné.

V dalším úseku podél Bezděkovského potoka od ř.km 0,006 – 0,050, budou rovněž realizována mobilní hrazení. Protipovodňová opatření tohoto typu budou ukončena v místě horní hrany kamenného silničního mostu. Betonový základ bude tedy přetínat místní komunikaci.

V celé délce budou muset být zřízeny patřičné technické prvky pro ukotvení slupic mobilních hrazení.

V prostoru nad mostem (přes Bezděkovský potok, ř.km (0.050-133), budou realizována trvalá protipovodňová opatření, kamenobetonové zdi, z důvodu, že zde nebudou významně narušovat ráz území.

### **Určení směrového vedení trasy protipovodňových opatření**

Výběr směrového vedení trasy PPO, která je určená pro výstavbu protipovodňových opatření, byl řešen s ohledem na několik skutečností, tak aby stavba splňovala níže uvedená kritéria, tedy optimální řešení z několika hledisek, kterými především jsou:

- Ochrana určených nemovitostí před  $Q_{100}$
- Odtokové poměry
- Vlastnické vztahy

- Estetická funkce
- Minimalizace zásahů do struktury území
- Hospodárnost návrhu

Je patrné, že při výběru ideálního směrového vedení PPO muselo být přihlédnuto k několika zcela odlišným kritériím. Významnou roli hrála poloha, ve které budou protipovodňová opatření realizována. Jedná se o oblast centra města, která je intenzivně využívána především pro rekreaci, nakupování a odvíjí se zde i společenský život v obci. Proto bylo nutné na příslušném území minimalizovat změny způsobené stavbou.

Navržená PPO, podél levého břehu řeky Radbuzy jsou zvolená jako mobilní PPO, začínají 18 metrů nad historickým barokním mostem, za záplavovou čarou Q<sub>100</sub>, 48 metrů od břehové hrany, u místní komunikace, na pozemku ve vlastnictví města Bělá nad Radbuzou, (p.č. 3169), dále jen „Bělá nad Radbuzou“, odkud se přes pozemek p.č 137 a 120, které jsou ve vlastnictví města Bělá nad Radbuzou, přichylují ke korytu řeky. Délka tohoto úseku je 59.5 metru. Tento odklon směrem do zástavby města je zde nutný, protože musí být zamezeno zpětnému rozlivu vody způsobeného jednak historickým mostem, tak nízkými břehy Radbuzy. Takto vyřešené směrové vedení je nejkratší možnou variantou, která splňuje podmínku ochrany centra města.

Dále je vhodné vést trasu PPO podél řeky Radbuzy, v blízkosti břehové hrany, až za nezpevněnou rekreační cestou, tento směr je navržen v celé délce podél řeky Radbuzy, daný pozemek (p.č. 2949/11) je majetkem města Bělá nad Radbuzou. Délka tohoto úseku je navržena v délce 133 metrů. Rozhodují je zde hledisko estetické, protože je velmi vhodné ponechat lipovou alej v současném stavu.

Dále bylo zvoleno opět řešení, které minimálně změní zavedené poměry, na pozemku p.č. 129/1 (Bělá nad Radbuzou), se bude trasa PPO odklánět k Bezděkovskému potoku, tato směrová změna bude řešena trojitým pravidelným zalomením. Bude zde docházet ke křížení s nezpevněnou cestou, a trasa bude vedena paralelně s přilehlou budovou, tak aby byl rozšířen průtočný profil na maximum, to má za cíl snížení návrhové výšky PPO. Dále budou PPO pokračovat v přímé trase, bez směrových změn. Mobilní typ PPO je navržen až k silničnímu kamennému mostu a to přes pozemky p.č. 2949/10, 2949/22 (Bělá nad Radbuzou), 2949/23, 3024/9 (Plzeňský kraj) a 2949/17 (Bělá nad Radbuzou), které jsou součástí místní komunikace.

Trasa byla volena jako přímá, protože je tento stav ideální jak pro výstavbu mobilních hrazení, tak samotného betonového základu.

Následně budou přímo navazovat, bezprostředně nad mostem kamenobetonové zdi. Jejich směrové vedení zde je ovlivněno především silničním kamenným mostem, který je nedostatečně kapacitní, proto musí být směr veden tak, že dojde k odchýlení trasy PPO, kdy protipovodňové zdi zde budou tvořit oblouk, řešený pěti zlomy, které nejprve směřuje do centra města, oblouk se následně opět přichyluje k Bezděkovskému potoku v ř.km 0.094. Toto rozšíření je na pozemku p.č. 2949/16 (Bělá nad Radbuzou), odkud je dále směr PPO navržen jako přímý, protipovodňové zdi jsou vedeny přes pozemek p.č. 29/2 (Bělá nad Radbuzou). Dále budou kamenobetonové zdi situovány na pozemku p.č. 53 (Bělá nad Radbuzou). Následovat bude pravoúhlý zlom, kdy se bude zeď přimykát k domu č. parcelní 53. Dále bude PPO vedena paralelně s touto nemovitostí, ukončení protipovodňové ochrany bude u místní komunikace, kam podle map zátopové oblasti nedosahuje hladina 100letého průtoku.

#### **4.1.3 Ohrožení území velkými vodami**

Město Bělá nad Radbuzou je postihováno povodněmi již při průtocích přesahujících  $Q_5$ , kdy již dochází k zahlcení mostních oblouků u mostu přes Bezděkovský potok. Následně dochází k zaplavení centra města. V ostatních částech města tento průtok nezpůsobuje škody.

Při průtoku  $Q_{20}$  městem jsou zaplaveny nemovitosti jednak v centru města, kde zaplavení způsobuje Bezděkovský potok. Radbuza již při tomto průtoku způsobuje rovněž škody. V dolní části města jsou objekty pro bydlení zasaženy průtokem  $Q_{20}$  pouze v pravé části inudace, dále je zaplaveno fotbalové hřiště a objekty sloužící k rekreaci. V úseku mezi barokním a silničním mostem přes řeku jsou za levým břehem zaplaveny pouze zahrady. V pravé části jsou již zaplaveny pozemky až ke komunikaci č. 197, dochází tedy k zatopení objektů garáží a jednoho rodinného domu. V horní části města jsou zaplaveny 3 nemovitosti, několik rekreačních objektů a přilehlé zahrady.

Při 100letém průtoku již dochází k zaplavení několika desítek nemovitostí a to v prostorách na obou březích Radbuzy, i podél koryta Bezděkovského potoka.

V dolní části města, v levé části inundace záplavová čára dosahuje asi 100 metrů do koryta řeky, kde je zaplaveno fotbalové hřiště s přilehlým sportovním zázemím, výše po toku jsou v prostoru pod barokním mostem zatopeny 2 rodinné domy. Asi 60 metrů od koryta řeky je zřízena ČOV, která je jako jediná stavba nad hladinou 100letého průtoku. V pravé části inundace není rozliv vody takový, dosahuje pouze k místní komunikaci č. 197, která je výškově v úseku dolní části města nad hladinou  $Q_{100}$ . V prostoru pod barokním mostem záplavová čára zasahuje přes komunikaci, zaplaveny jsou zde 4 rodinné domy a prostory výrobních hal za silnicí.

V části města nad barokním mostem, v prostoru pravé inundace jsou v záplavovém území dva objekty, využívané jako řadové garáže, nachází se zde jeden rodinný dům. V prostoru levé části inundace, kde je situováno centrum města, je zatopeno 6 nemovitostí, sloužících převážně jako budovy občanské vybavenosti. Budovou nejbližší soutoku, která je rovněž zaplavena, je Městský úřad.

Nad Městským úřadem, ř.km 94,847 se vlévá do Radbuzy Bezděkovský potok, který velmi negativně ovlivňuje odtokové poměry ve městě.

V horní části města, nad ústím Bezděkovského potoka je vlivem geomorfologie území zaplaveno rozsáhlé území, a to jak v levé, tak pravé části inundace. Konkrétně v levé části od koryta jsou v zóně záplavového území rodinné domy, a to v počtu 21, dále jsou zaplaveny doprovodné objekty, jako garáže, sklady materiálu atd. V pravé části je zaplaveno 9 domů určených k bydlení. Dále je zde zahrádkářská kolonie, která je rovněž před záplavovou čarou pro 100letý průtok.

V celkovém součtu je postiženo velkou vodou ( $Q_{100}$ ) 42 domů, dále jsou zatopeny zahrady, zahradní domky, garáže, park, fotbalové hřiště atd.

## 4.2 Technické řešení stavby

Stavba protipovodňových opatření je řešena jako stavba liniová, vybudovaná na levém břehu řeky Radbuzy ř. km 94.676 – 94.836, následuje PPO na pozemcích při levém břehu Bezděkovského potoka ř. km 0.006 – 0.133.

Celková délka navržených protipovodňových opatření je 364.4 metru. PPO jsou z technologického hlediska řešeny dvěma způsoby a to za prvé jako mobilní hrazení a za druhé jako trvale zřízené kamenobetonové zdi. Z celkové délky mobilní hrazení zaujímají 245 m, kamenobetonové zdi 119.4 m.

### **Kamenobetonová zeď - Technické údaje**

Délka zdi: 119.4 m

Výška zdi: 1.5- 1.9 m. (v úseku podél domu p.č. 53, dojde ke snížení až na 0.8 m).

Hloubka základové spáry: 0.9 m

Podklad z drceného kameniva: 0.1 m

Šířka základové spáry: 1.55 – 1.65 m

Sklon návodního líce: Svislý

Skon vzdušného líce: 7:1

Šířka v koruně zdi: 0.75 m

<b>Kamenobetonové zdi</b>				
Parcelní č.	Délka PPO (m)	Celkem délka (m)	Zastavěná plocha (m <sup>2</sup> )	Celkem zastavěná plocha (m <sup>2</sup> )
2949/16	45.9	<b>119.4</b>	45.9	<b>119.4</b>
29/2	8.6		8.6	
st. 53	64.9		64.9	

**Tabulka 1. Pozemky určené pro výstavbu a zastavěné plochy (kamenobetonové zdi).**

### **Průběh výstavby**

#### ***Kamenobetonová zeď***

Po vytýčení směrového vedení dojde k odstranění stromů a keřů včetně pařezů, dále bude sejmuta a přemístěna orniční vrstva. Deponie bude zřízena na pozemcích obce, ideálně na pozemku p.č. 2649/16, kde jsou vhodné prostory pro dočasné uložení ornice.

V prostoru Bezděkovského potoka, kde je navržena kamenobetonová zeď, je šířka pásu, ve kterém bude orniční vrstva odstraněna stanovena jednotně na 3 metry.

Ornice zde bude sejmuta ve vrstvě 0.3 metru, mocnost byly v daném území ověřena pomocí několika kopaných sond.

Šířka základové spáry je 2.8 metru a hloubka 0.9 m. Na dně základové spáry bude rozmístěna do roviny štěrkdrt' 0-32 mm, podsyp tl. 0.1 m, který bude sloužit jako drenážní vrstva, dále vyrovná nerovnosti základové spáry a jedná se také o ideální podklad pro základový beton. Následně dojde k uhuštění tohoto podsypu. Dále bude provedeno bednění a armatura v jednotlivých dilatačních blocích (po 10 metrech). Ocelová výztuž byla rozmístěna svisle po 0.25 m, vodorovná výztuž byla umístěna v počtu 10 prutů, jednotného Ø 15 mm. V šířce 1.55-1.65 (dle výšky zdi v daném místě), bude následně použito montované bednění a to až do výšky cca 10 cm pod navrhovaný terén. Po vyplnění prostoru litým betonem C25/30 a zatvrdnutí betonu dojde k odstranění bednění, zasypání a uhuštění zeminy manipulačního prostoru v základové spáře. Na svislou výztuž na návodní i vzdušné straně (s krytím betonem 0.075 m) budou následně navázány KARI síť Ø 8 mm, oka 0.1 x 0.1 metru. Dále dojde ke zřízení bednění pro samotnou nadzemní část zdi. Dilatační spáry budou řešeny souhlasně s dilatacemi základny. Dojde k vyplnění jádra zdi litým betonem C25/30. Po demontáži bednění bude prováděna výstavba z žulového lomového kamene, kladená do betonu s vyspárováním. Obklad lomovým kamenem bude proveden z návodní i vzdušné strany zdi.

Po samotné výstavbě zdi bude následovat hrubé urovnání terénu, rozprostření ornice a osetí parkovou travní směsí.

Přebytečná ornice bude využita městem Bělá nad Radbuzou.

### **Železobetonový základ - Technické údaje**

Šířka základu 0.6 m

Hloubka základové spáry: 1.3 m

Podklad z drceného kameniva: 0.1 m

Délka základu: 245 m



Mobilní PPO (plocha základu)				
Parcelní č.	Délka PPO (m)	Celkem délka (m)	Zastavěná plocha (m <sup>2</sup> )	Celkem zastavěná plocha (m <sup>2</sup> )
3169	20.45	245	12.27	147
137	20.16		12.096	
120	14.75		8.85	
2949/11	134.9		80.94	
129/1	35.5		21.3	
2949/10	7.18		4.308	
2949/22	1.96		1.176	
3024/9	8.5		5.1	
2949/17	1.6		0.96	

**Tabulka 2. Pozemky určené pro výstavbu a zastavěné plochy (mobilní PPO).**

### **Mobilní zábrany - Technické údaje**

Celková délka PPO: 245m

Šířka sloupku 0.172 m

Délka slupice: 0.35 m (ke středu) – ukotvení jedné strany hradicího prvku

Výška jednotlivých hradicích dílců: 0.2 m

Délka pole: 3.5 m

Počet slupic: 70

Předpokládaný počet hradicích dílců: 490

Výška PPO: 1.8 – 1.2 (0.8) m.

### **Průběh výstavby**

#### ***Mobilní PPO***

V trase PPO, která bude geodeticky vytýčena, dojde k odstranění křovin a stromů. Dále budou odstraněny pařezy a kořeny zasahující do trasy PPO.

Poté dojde k sejmutí orničního horizontu, a to v mocnosti 0.3 m. Šíře pásu, ve kterém bude ornice odstraněna, je 2.5 m. Následovat bude hloubení základového pasu, šířka je stanovena jednotně na 2 metry. Hloubka základové spáry je stanovena na 1.3 m. V místech, kde výška mobilního hrazení nepřesahuje 1 metr, postačí hloubka založení 1 metr. Následně bude na základovou spáru rozmístěna šterkodrt' 0-32 mm, v mocnosti 0,1 m. Funkcí drceného kameniva je několik, jednak bude sloužit jako drenážní vrstva, dále vyrovná nerovnosti na dně výkopu a rovněž se jedná o ideální podkladovou vrstvu. Šterkodrt' bude uhuťněna.

Následně bude prováděno montované bednění to až do konečné výšky základu pro mobilní PPO. včetně armatury a umístění základových patek pro slupice mobilního hrazení. Budou prováděny jednotlivé dilatační bloky, po 10 metrech. Vodorovná výztuž bude rozmístěna v počtu 14 prutů Ø 15 mm. Svislá výztuž stejného průměru bude rozmístěna v pravidelných úsecích po 0,25 metru.

Dojde k vyplnění bednicí konstrukce betonem C25/30. Po vytvrdnutí betonového základu bude odstraněno bednění, dojde k vyplnění manipulačního prostoru po stranách základu zeminou, ta bude hutněna po vrstvách 0.25 m. Následně dojde k rozmístění ornice a osetí travní parkovou směsí.

V prostoru, kde bude základová konstrukce křížit rekreační cestu, bude tato cesta ze stejného materiálu opět zřízena.

Rovněž při křížení s komunikací dojde k navrácení všech podkladních i konečných vrstev do původního stavu. Vzniknou zde omezení v dopravě a to jak dopravě osobní, tak bude po dobu výstavby omezeno i autobusové spojení č. 400010, trasa Železná – Bělá nad Radbuzou - nádraží, které jezdí 4x denně, tedy 8x denně přes místo stavby. Zastávka Bělá nad Radbuzou, město bude posunuta do prostoru před most, autobus tak nebude do centra zajíždět. Toto omezení není nikterak zásadní pro cestující, zastávka bude posunuta o cca 50 metrů.

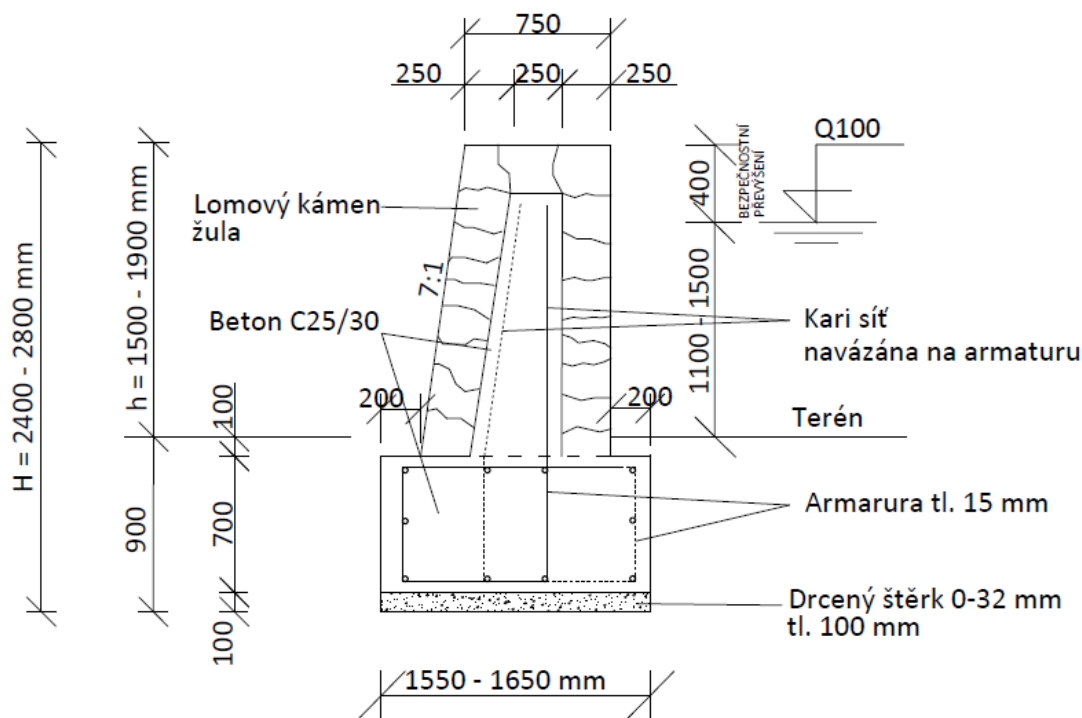
#### **4.2.1 Koncepce technického řešení stavby**

Území, pro které je řešena protipovodňová ochrana, bude ochráněno před účinky velkých vod liniovou výstavbou protipovodňových opatření.

V úseku podél řeky Radbuzy je navržena výstavba mobilní protipovodňové ochrany, kdy v době běžných průtoků zde bude pouze betonový základ šířky 0.6 metru, tím dojde k minimálnímu narušení území a jeho struktury. Mobilní PPO budou využity i v úseku podél Bezděkovského potoka, kde jsou situovány podél koryta toku. Situační uspořádání mezi linií PPO podél Radbuzy a Bezděkovského potoka bude řešeno ve třech pravidelných zlomech, dlouhých vždy 7 metrů. Mobilní PPO jsou ukončena bezprostředně nad silničním mostem přes Bezděkovský potok.

Dále budou plynule navazovat kamenobetonové zdi, které budou chránit území před povodňovými průtoky Bezděkovského potoka.

Bezpečnostní převýšení je zde, vzhledem ke složitosti hydrotechnických výpočtů voleno s rezervou, především s ohledem na velmi složité výpočty v prostoru nad mostními stavbami, proto bylo bezpečnostní převýšení zvoleno 0.3 – 0.4 metru, nad vypočtený 100letý průtok.

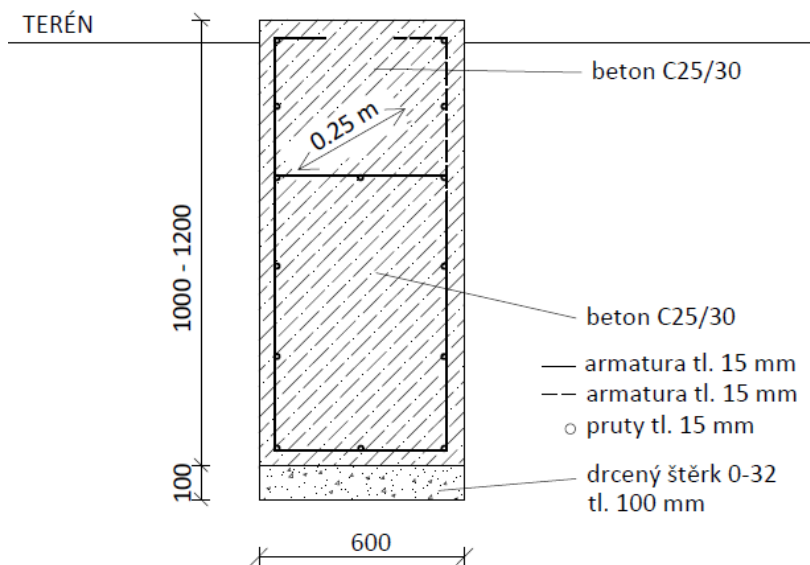


**Obrázek 6. Vzorový příčný řez kamenobetonovou zdí.**

Základová část zdi, která bude skrytá pod okolním terénem, je řešena se svislými stěnami, ty zde mají především význam v následné výstavbě nadzemní části zdi, především pak kamenného obložení, které tak bude prováděno bezproblémově.

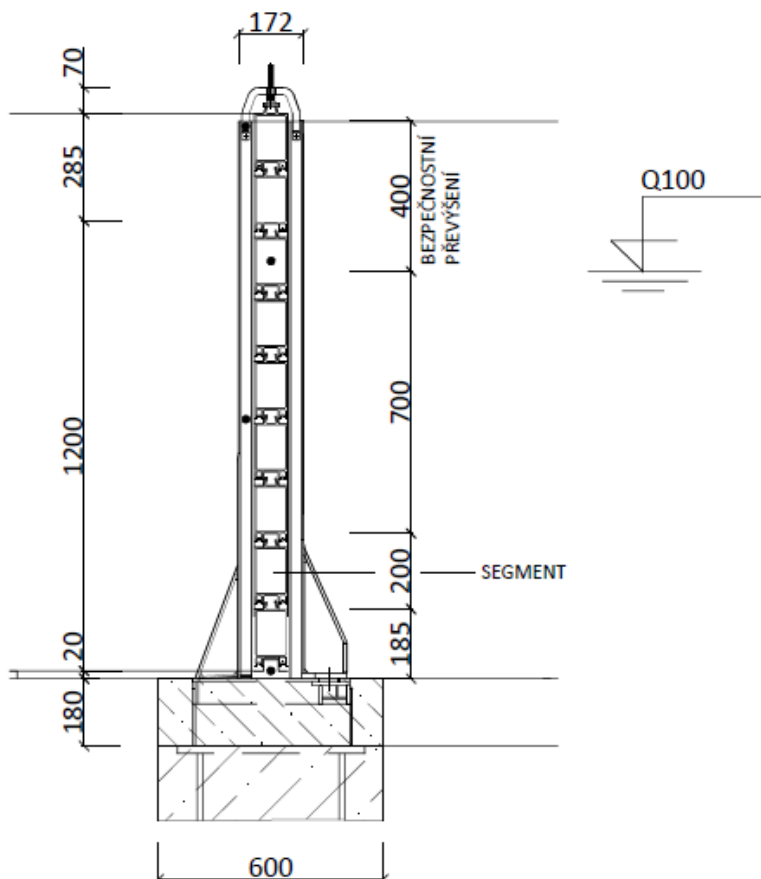
Tyto zdi mají v nadzemní části návodní i vzdušný líc obložen žulovým lomovým kamenem, tak aby tento technický prvek působil z estetického hlediska co možná nejlépe. Právě z důvodu obložení obou stran této zdi bylo nutné zvolit šířku v koruně 0.75 metru.

Betonové jádro zdi, které má stejné sklonové poměry jako zeď v konečném stavu provedení, musí mít šířku v koruně alespoň 0.25 m, tak aby byla stavba technicky proveditelná.



Obrázek 7: Vzorový řez betonovým základem pod mobilní PPO.

### Mobilní PPO



Obrázek 8. Vzorový příčný řez mobilními PPO (upraveno dle výkresu EKO-SYSTEM).

Pro použití mobilních hrazení je nutné, mít vybudovaný betonový základ. Jeho základní parametry jsou 0.6 m šířky, a to v celé délce, hloubka založení je stanovena na 1.3 m, pro úsek podél Radbuzy a Bezděkovského potoka. Pouze v prostoru, kde se PPO odchyluje do centra města, bude hloubka základové spáry snižována, a to až na hodnotu 1.0 m.

Základová konstrukce musí být vodorovná, tak aby na ni šlo bezproblémově stavět slupice a do drážek následně vsazovat jednotlivé hradicí dílce. Pro bezproblémové provedení povodňových průtoků, je zásadní, aby byl betonový základ pod hradicími dílci dokonale vodorovný, aby nedocházelo k protékání vody mezi základem a spodním segmentem. Co se týče výškových změn, budou vždy přesně po 0.2 m. Tyto „úskoky“ musí být vždy v místě sloupku, konkrétně v jeho středu, tak aby mohly být hradicí dílce umísťovány ve stejných výškách, na což jsou konstruovány sloupky. V případě této výškové změny, bude docházet k přidání, ubrání jednoho hradicího prvku. Co se týká horní hrany konstrukce, pokud je v daném místě dostatečné bezpečnostní převýšení, bude následovat odebrání hradicího dílce, k tomu dojde v případě, že bude zachováno bezpečnostní převýšení 0,3 metru nad hladinou 100letého průtoku.

Patky na osazení slupic musí být trvale zakryty, aby nedocházelo k zanesení listím a vegetací, tak aby byly sloupky ideálně osazeny.

Betonový základ bude křížit ve dvou místech nezpevněnou cestu, a také místní komunikaci. Ve všech těchto místech je nezbytné, aby výška betonového základu byla přímo ve výšce okolního terénu. V místech, kde bude betonový základ veden mezi zatravněnou plochou, je možné okolní terén upravit dle potřeby, tak aby základová konstrukce byla ideálně výškově umístěna několik cm nad terénem, to proto, aby na ní nedocházelo k usazování trávy, listí, větví stromů popř. částic půdy, způsobených pohybem lidí, nebo sezonními pracemi, jako je např. sekání trávy.

### **Křížení s komunikací**

Při výstavbě betonového základu dojde k uzavření komunikace č. 197, v prostoru u mostu přes Bezděkovský potok.

Je zde nutná uzavírka komunikace, dopravně inženýrská opatření budou řešena v realizační dokumentaci. Stavební práce zde musejí proběhnou v co možná nejkratším termínu, tak aby veřejná i osobní doprava byla v Bělé nad Radbuzou narušena minimálně. Je nutný posun konečné zastávky autobusu, která bude přesunuta o 50 metrů, od současného stanoviště, do prostoru na pravém břehu Bezděkovského potoka.

### **Všeobecné pokyny pro montáž mobilních PPO**

„Při rozmisťování zařízení protipovodňových ochran je nutno postupovat podle povodňového plánu a manipulačního řádu uživatele, nebo jiné odborné, k protipovodňovým ochranám oprávněné organizace. V těchto dokumentech musí být stanoveny podrobné postupy vč. způsobu dopravy zařízení na místo určení, počtu pracovníků pro manipulaci a zodpovědnosti za celkové i dílčí použití a nasazení zařízení. Jejich vypracování je záležitostí uživatele.“ (EKO-SYSTEM, 2013)

### **Uskladnění mobilních PPO**

Tato problematika je poměrně důležitá, jednak musí být prvky mobilní protipovodňové ochrany uloženy poblíž místa použití, jednak musí být zajištěna ochrana před odcizením, vzhledem k pořizovací ceně, která dosahuje 3.5 mil. Bylo by vhodné mít uskladněny PPO v uzamykatelných kontejnerech, které budou také střeženy bezpečnostním systémem.

K těmto účelům se nejlépe jeví pozemek p.č. 2949/10, za budovou Městského úřadu, kde je momentálně asfaltové parkoviště. Právě na části této plochy by bylo vhodné řešit uskladnění PPO. V těchto místech by došlo k minimálnímu omezení v rámci struktury území, byla by zde zajištěna bezpečnost, a sklad by byl téměř ideálně umístěn i z hlediska manipulace a dopravy jednotlivých segmentů PPO na místo výstavby. Výstavbu montovaných PPO budou provádět proškolení zaměstnanci Městského úřadu společně s dobrovolnými hasiči.

„Způsob uložení a manipulace je s ohledem na skladovací prostory a možnosti nasazení mechanizace záležitostí provozovatele a uživatele zařízení. Mobilní prvky protipovodňových ochran nevyžadují žádnou speciální údržbu a

konzervaci. S ohledem na zabezpečení dostatečné životnosti se jejich uskladnění doporučuje v uzamčených, větratelných, suchých skladech s možností přístupu na vizuální kontrolu 1x za 1-2 roky - uložení na volném prostranství se nedovoluje“ (EKO-SYSTEM, 2013).

#### 4.2.2 Úprava a stabilizace dna a břehu koryta

Řeka Radbuza v úseku, kde je stavba navrhována, tedy úsek historický barokní most – soutok, je na několika místech poměrně silně zanesena sedimentem. V oblasti pod mostními oblouky je usazená velká vrstva sedimentů a to v celé délce. Především pak krajní mostní oblouky, kterými voda při normálních průtocích neprotéká, jsou silně zaneseny. Zde připadá v úvahu odstranění sedimentu, přestože průtočná kapacita mostních oblouků by se zvětšila minimálně. Tato úprava by tedy měla spíše estetický charakter, i kvůli složitosti prací pod mostními oblouky se tato prohrábka nedoporučuje.

Dále je v tomto úseku, nad barokním mostem, v místě konvexního břehu nános sedimentu, který je doporučeno odstranit, důvodem je jednak zlepšení odtokových poměrů, kdy tento sediment poměrně silně narušuje trasu řečiště, rovněž je zde již několik náletových dřevin, které by v budoucnu přinášely problémy se zachytáváním splavenin. Druhý důvod je estetický, protože tento lokální nános sedimentu by nepůsobil v kombinaci s navrženými protipovodňovými prvky vhodně. Další úprava koryta řeky Radbuzy není navržena.

Je zde velmi žádoucí, v prostoru za pravou břehovou hranou, odstranit část plotu u objektů garáží, který po vyběžení Radbuzy způsobuje zhoršení odtokových poměrů.

Rovněž je zde nutné provést odstranění náletových dřevin na břehové hraně, spolu s redukcí spodního patra větví u lipového stromořadí.



**Obrázek 5: Problematický úsek Radbuzy, kde jsou navrženy konkrétní úpravy.**

Na Bezděkovském potoce, v úseku, kde je protipovodňová ochrana navrhována (ř.km 0.006-0.133), je z hlediska sedimentu problematický především prostor kolem kamenného mostu, přes který vede komunikace (ř.km 0.048). Zde je potřebné provést prohrádku koryta, a to jak pod mostními oblouky jako takovými, tak i v prostoru nad mostem, kde koryto vytváří esovitý tvar, konvexní břeh je zde silně zanesený vrstvou několika desítek cm sedimentu. Tento nános je potřeba odstranit, a to v délce alespoň 15 metrů od horní hrany kamenného mostu. Rovněž by bylo vhodné v tomto prostoru upravit směrové vedení vodního toku, kdy esovité situační uspořádání vodního toku v délce do 12ti metrů nad mostem, je potřebné napřímit, tak aby byly zlepšeny odtokové poměry. Je evidentní, že trasa vodního toku zde byla v minulosti přímá, a postupným zanášením sedimentem se směrové uspořádání měnilo, vodní tok se stále více zařezává do levého konkávního břehu. Podle dostupných zaměření příčných profilů je zde předpoklad odstranění sedimentu v následujícím rozsahu.

Úsek pod mostem 0.035-0.044, zde dojde k postupnému rozšiřování koryta, při jednotném sklonu břehů 1:2 a to ze současné šířky 2.5 metru až do šířky 18.5 metru, na spodní hraně mostní konstrukce. Zde dojde k odtěžení sedimentu v objemu



53 m<sup>3</sup>. V prostoru pod samotnou mostní konstrukcí (0.044-0.050) dojde k odtěžení sedimentu o objemu 89.22 m<sup>3</sup>. V úseku nad mostem, stanoveném na 15 metrů, (0.050-0.065), opět při konstantním sklonu břehů 1:2, se uvažuje odstranění 155.68 m<sup>3</sup> sedimentu. Celkový objem odtěženého materiálu je pro úsek Bezděkovského potoka ř.km 0.035-0.065 stanoven na **297.9 m<sup>3</sup>** sedimentu.

Upravené koryto bude ve spodní a horní části plynule navazovat na stávající koryto Bezděkovského potoka.

V jiných úsecích vodního toku není nutné odstraňovat sediment, a to z důvodu že by zlepšení odtokových poměrů bylo při návrhovém průtoku minimální.

Veškerý sediment zde odtěžený z koryta a jeho okolí musí být odvezen na skládku.

### 4.2.3 Mostní a spádové objekty

V zájmovém území se nacházejí dvě významné mostní stavby a dvě dřevěné lávky.

Jedná se jednak o stavbu barokního mostu vybudovaného na řece Radbuze (94.648). Most je situován kolmo na vodní tok, spojuje centrum města s výstavbou na pravém břehu, kde se nachází několik rodinných domů a průmyslový areál na zpracování dřeva.



**Obrázek 9: Barokní most přes řeku Radbuzu.**

Základní parametry tohoto mostu jsou šířka: 6,4 metru, počet mostních pilířů: 7.

Tento historický most má velmi mohutnou konstrukci, která zásadně ovlivňuje odtokové poměry ve městě. Mostní pilíře mají jednotné rozměry, jejich šířka je v základu vždy 2 metry. Mostní oblouky jsou od sebe vzdáleny rovněž 2 metry. Průtočná kapacita je proto nedostatečná. Mostní konstrukce je vybavena 6 sochami, které dokreslují celou mostní stavbu. Povrch mostu je zpevněn tzv. kočičími hlavami, tedy pravidelně vyskládanou kamennou dlažbou. Tento druh opevnění není v případě velké vody ohrožen poškozením. Tato mostní stavba je jediná v úseku Radbuzy, kde je protipovodňová ochrana řešena. Mostní stavba je využívána jako pěší zóna.

Bezprostředně nad zájmovým územím je vybudován silniční most, na komunikaci II. třídy č. 197, spojující Horšovský Týn a Spolkovou republiku Německo, konkrétně s bavorským městem Eslarn.



**Obrázek 10: Silniční most přes Bezděkovský potok.**

Na toku Bezděkovského potoka (0.047) je vybudován klenbový most, masivní konstrukce, využívaný je jako místní komunikace, která spojuje centrum města a silnici II. třídy č. 197. Základní parametry tohoto mostu jsou šířka: 5.75 metru, počet mostních pilířů: 4. Mostní oblouky zde nemají stejnou velikost a jsou silně zaneseny sedimentem, který zde nebyl odstraňován. Tento most velmi negativně ovlivňuje odtokové poměry, kdy vzduť hladiny způsobené tímto mostem sahá až do horní části obce. Celý povrch mostu je zpevněn, takže při vysokých průtocích nehrozí jeho poškození.

Dále jsou přes Bezděkovský potok zřízeny dvě dřevěné lávky pro pohyb osob. První z lávek je situována pod silničním mostem, ve vzdálenosti asi 3 metry. Obě tyto konstrukce jsou umístěny kolmo na vodní tok. Druhá z dřevěných lávek je asi 30 metrů nad zmíněným silničním mostem, a je situována pod úhlem  $30^\circ$  vůči korytu Bezděkovského potoka. Tato lávka je v prostoru, kde je navržena protipovodňová kamenobetonová zeď, proto je vhodné uvažovat o odstranění této lávky.

#### 4.2.4 Vegetační doprovod

Jelikož se jedná o stavbu v intravilánu obce, vegetační doprovod zde nebude řešen. Důvodů je zde několik, ten nejzásadnější je, že stavba bude realizována v centru města, kde je důležité zachovat přehlednost. Stromy už se zde v dostatečném počtu nacházejí. Další výsadba by narušila ráz města a esteticky by do místních poměrů nebyla vhodná. Náhradní výsadba nebude realizována.

#### 4.2.5 Hydrotechnické posouzení

Veškeré hydrotechnické posouzení bylo prováděno v softwaru HEC-RAS. Podrobný popis postupu práce v softwaru HEC-RAS je popsán v kapitole Metodika. Zde jsou uvedeny jen základní kroky. Po zadání směrového vedení trasy Radbuzy a Bezděkovského potoka, byly zadávány příčné profily na obou tocích a jejich drsnostní součinitele pro koryto, levý a pravý břeh, dále jejich vzdálenosti mezi sebou. Poté byly zadány parametry mostních konstrukcí. Následně byly zadány svislé prvky, představující protipovodňové zdi, které byly umístěny tak, aby byl co nejméně narušen ráz území, co možná nejméně se měnily zavedené pořádky ve městě. Rovněž zde hrály roli majetkoprávní vztahy, kdy jsou přednostně vybírány pozemky státní, popř. obecní. V dalším kroku byly zadány průtoky ( $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ ) pro oba vodní toky. Jako parametr výpočtu byla zvolena kritická hloubka.

Výsledkem je výška hladiny při průtocích  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ . Na základě toho jsou voleny výšky protipovodňových opatření, v tomto případě protipovodňové zdi v kombinaci s mobilním hrazením. Podle hydrotechnického posouzení byla prováděna výkresová část práce.

### 4.3 Vliv stavby na životní prostředí

#### 4.3.1 Vliv na obyvatelstvo

Tato stavba bude mít minimální dopad na obyvatelstvo, protože její podstatná část, konkrétně 245 metrů, je řešena jako mobilní zábrany, kdy je zřízen pouze betonový základ, který není nijak omezující pro obyvatele města.

Vliv na obyvatele Bělé nad Radbuzou bude mít kamenobetonová zeď, zřízená nad silničním mostem na levém břehu Bezděkovského potoka (ř.km 0.050-0.133), kde tato zeď dosahuje výšky 1.5 až 1.9 metru, pokud se uvažuje s prohrábkou koryta od sedimentu. Lávka nad mostem (ř.km 0,78) by měla být odstraněna, protože levobřežně vybudovaná zeď znemožní přechod mezi centrem města přes Bezděkovský potok a horní částí města, nehledně na skutečnost, že tato lávka není pro místní obyvatele nikterak důležitá a je využívána minimálně. Přesto tento fakt může být uvažován v obecné rovině jako poměrně negativní, kdy někteří obyvatelé mohou mít zažitý pohyb přes tuto lávku a může to být bráno jako nejvíce negativní faktor z celého technického řešení. Jako další negativní faktor může být bráno snížení přehlednosti, kdy se protipovodňovou zdí vytvoří jakási bariéra, která může psychicky působit jako rozdělení města, může zde docházet k problému, že Bezděkovský potok s přilehlým parkem byl v těchto místech využíván pro rekreaci, tato liniová stavba park rozčlení a z levého břehu bude přístup problematický.

Pro stavbu protipovodňových opatření je nutné odstranit několik stromů, je nevhodné, aby stromy snižovaly průtočný profil, popřípadě by mohlo dojít k zachycení splavenin o tyto stromy a je zde i riziko, že by mohla být poničena protipovodňová opatření, především pak mobilní zábrany. Tato redukce dřevin na obyvatele vliv mít nebude.

Zřejmě poslední negativním vlivem je výstavba protipovodňové zdi na pozemku p.č. 53, kde je situována nemovitost ve vlastnictví města Bělá nad Radbuzou. Využití budovy nebude nijak ovlivněno, negativně může případně působit pouze vizuální stránka.

#### **4.3.2 Vliv na ekosystémy, jejich složky a funkce**

Vzhledem k rozsahu navrhovaných opatření, která jsou řešena pouze na levém břehu Radbuzy a Bezděkovského potoka, nedojde k narušení ekosystémů.

Pro stavbu protipovodňových opatření je nutné odstranit několik stromů, dvě lípy srdčité, které jsou součástí stromořadí na levém břehu Radbuzy. Tyto dva stromy jsou situovány v prostoru navržené výstavby mobilních hrazení. Dále je nutné odstranit několik listnatých stromů na pravém břehu Bezděkovského potoka a jeden strom na levém břehu, tato skupina stromů je bezprostředně u ústí potoka. V části

Bezděkovského potoka nad silničním mostem je skupina několika okrasných smrkových dřevin, z nichž je nutné opět odstranit ty, které jsou v průtočném profilu, tedy před protipovodňovými zdmi. Jedná se celkem o 10 jehličnanů.

Celkem je nutné odstranit 14 stromů, z toho 4 na levém břehu Radbuzy a 10 stromů na Bezděkovském potoce.

V těchto stromech může být hnízdiště ptáků, nebo se zde mohou vyskytovat bezobratlí živočichové. Dále je rovněž možné, že při prohrábce koryta dojde k odstranění půdy, kterou využívají jako své stávaníště vodní práci, nebo drobní živočichové.

Při terénním průzkumu byl pozorován pouze výskyt kachny divoké, v počtu několika jedinců. Jiné druhy pozorovány nebyly.

#### **4.3.3 Vliv na strukturu a funkční využití území**

Odstranění výše zmíněných dřevin je z technických důvodů nezbytné pro zaručení bezproblémového provedení povodňových průtoků městem. Stromy jsou momentálně pevnou a podstatnou součástí daného území. Dle terénního průzkumu stromy, které budou pokáceny, nejsou pro využití území zásadní a jedná se spíše o místní zvyklost. Nehledně na skutečnost, že v daném území zůstane stále velké množství dřevin.

Intravilán bude kamenobetonovou zdí opticky oddělen. Rovněž dojde ke zrušení dřevěné lávky na bezděkovském potoce, která by při povodňových průtocích mohla být stržena, čímž by zneprůčnila koryto.

Tato stavba bude mít minimální vliv na strukturu a využití území, protože trvalá protipovodňová opatření jsou navrhována v délce 119,4 metru, v oblasti nad kamenným mostem na Bezděkovském potoce. Podstatná změna je zřejmě odstranění lávky nad mostem, které může mít určitý vliv na obyvatele nejbližšího okolí, kteří tuto lávku mohli využívat. Negativně bude ovlivněna oblast parku, který bude rozdělen, jeho část u koryta potoka bude hůře přístupná, buď přes potok, nebo z horní části města. Z tohoto prostoru budou odstraněny stromy, takže zde bude pouze udržovaná travnatá plocha. Zbylá část parku za zdí bude nezměněna, je zde možné doplnit lavičky, aby toto zbylé území v centru města bylo intenzivněji využíváno.

V ostatní části města bude trvale vybudován pouze betonový základ. Betonový základ nebude mít téměř žádný vliv na strukturu a využití území. Jedná se o vůbec nejmenší možný zásah do tohoto území, který je možný v rámci technického řešení ochrany intravilánu před velkou vodou provádět. Samozřejmě i zde bude estetické hledisko narušeno, ale jedná se o opravdu nejšetrnější možný zásah do daného území. Betonový základ bude přetínat nezpevněnou cestu pouze ve dvou místech, a to ve výšce cesty, proto tento prvek nebude nijak ovlivňovat rekreaci, a to ani v případě přejezdu kočárku, nebo vycházky dětí.

Celkově má tato stavba tedy velmi malý vliv na strukturu a využití území.

#### **4.3.4 Ostatní vlivy**

Tato stavba nemá kvůli své velikosti významný negativní vliv na území centra města ani města jako takového. Naopak jako velmi pozitivní se jeví vliv na bezpečnost v ochráněné části města, kde obyvatelé i zastupitelé města budou moci investovat do nemovitostí a do infrastruktury bez obav z poničení velkou vodou.

## 5. Realizační podklady

### 5.1 Zásady zařízení staveniště

Prostor staveniště bude podléhat veškerým platným zákonům a předpisům. Staveniště bude řádně označeno, přístup tam budou mít pouze povolané osoby. Bude kladen důraz na minimální narušování okolního prostředí při výstavbě.

Sklady materiálu a stavební buňky budou zřízeny v prostoru staveniště. Jako ideální plochy pro tyto účely jsou prostory parků, na pozemcích p. č. 1369 (nad barokním mostem) a 2949/16 (nad mostem přes Bezděkovský potok) a také plocha za budovou Městského úřadu, p. č. 2949/10, která je téměř v těžišti stavby, proto je vhodné zde zřídit stavební buňky a dopravené stavby, jako je mobilní WC.

Přípojka vody nebude požadována, připojení elektrické energie do stavební buňky bude z budovy Městského úřadu. Vlastní práce budou prováděny pomocí elektrocentrály.

### 5.2 Dopravní systém a materiálové zdroje

#### **Doporučené materiálové zdroje**

Skládka přebytečné zeminy z výkopů a prohrábky koryta bude využívána v Tachově, AZS 98, s.r.o., vzdálenost 26 km.

Ocelová armatura bude dovážena z Plzně, dodává firma Doprava a Mechanizace, a.s., vzdálena 68 km.

Beton, použitý pro výstavbu (C25/30), který bude použit jednak jako základová konstrukce pro mobilní PPO a kamenobetonovou zeď, a také jako jádro pro samotnou nadzemní část zdi, bude dovážen z Čečkovic, betonárna FRISCHBETON, s.r.o., vzdálená 17.1 km od místa stavby.

Lomový žulový kámen bude dovážen z lomu v Nebílovském Borku, Plzeňská žula. Ten je vzdálen 65 km.

Drcené kamenivo, použité jako podkladová vrstva, bude dováženo z lomu Svržno, vzdáleného 7.8 km.

Obalovaná směs, použitá jako finální vrstva na odkryté prostory v komunikaci u kamenného mostu, bude dodávána z nejbližší obalovny, vzdálené 20 km, Silnice Horšovský Týn, obalovna Valdorf.



Mobilní protipovodňovou ochranu, se kterou bylo v této práci uvažováno, dodává firma EKO-SYSTEM, provozovna Jedovnice (okres Blansko, Jihomoravský kraj).

Další stavební materiál bude dovážěn z nejbližších stavebnin, popř. ze stavebnin s nejnižší pořizovací cenou.

### 5.3 Předběžná kalkulace nákladu stavby

V této části práce bude řešeno, v jakých částkách se bude pohybovat celková cena výstavby protipovodňových opatření. Položkový rozpočet s výkazem výměr, byl sestaven v softwaru Kros plus, oceňování stavební produkce je stanoveno dle ceníku prací ÚRS Praha.

Cena protipovodňových opatření se zde skládá z několika částí, těmi jsou:

- Přípravné práce

Zde jsou zahrnuty vytyčovací práce, zaměření skutečného stavu, protipovodňové a havarijní plány, vytýčení podzemních zařízení, zřízení a likvidace stavenišť, pasportizace objektů.

- Zemní práce

V celé trase základů pro protipovodňové prvky, bude prováděna odkopávka terénu nasucho, v hornině třídy 3-4. Po hloubení základové spáry dojde k jejímu urovnání.

Prohrábka koryta Bezděkovského potoka od sedimentu (ř.km 0.035-0.065) bude probíhat jak nad hladinou podzemní vody, tak i pod HPV, a to v hornině tř. 1 a 2. Rovněž lokální odstranění sedimentu z koryta řeky Radbuzy bude v hornině tř. 1 a 2.

Zemní práce jsou v rozsahu sejmutí orníčního horizontu, hloubení základů pro mobilní hrazení a kamenobetonové zdi, dále prohrábka koryta v prostoru mostu přes Bezděkovský potok a lokální odstranění sedimentu z koryta řeky Radbuzy.

- Výstavba PPO

Dojde k rozmístění a uhuštění štěrkového podsypu tl. 0.1 m, k výstavbě armatury, zřízení bednění, následnému vyplnění betonem. V případě mobilní PPO bude bednění řešeno až do návrhové výšky.

U kamenobetonové zdi bude výstavba zahrnovat zřízení bednění, následné vyplnění betonem, odstranění bednění. Po zatvrdnutí betonu bude probíhat obložení zdi lomovým kamenem s vyspárováním.

- Mobilní PPO

Zahrnuje jednak svislé prvky, slupice a dále jednotlivé hradící segmenty.

- Dokončovací práce

Zde je zahrnuto urovnání terénu, rozprostření ornice a osetí travním semenem.

### **Rozpočet zahrnuje následující položky**

Kamenobetonová zeď:

- Odstranění křovin a stromů
- Odstranění pařezů
- Sejmutí ornice a přemístění ornice
- Hloubení rýhy
- Bednění konstrukcí – zřízení (pro základovou konstrukci)
- Dilatace
- Základové pasy ze ŽB
- Odstranění bednění základů
- Bednění konstrukcí – zřízení (pro samotnou zeď)
- Vyplnění jádra zdi železobetonem
- Bednění konstrukcí - odstranění
- Zdivo nadzákladové z lomového kamene vodních staveb obkladní s vyspárováním
- Rozprostření ornice
- Zřízení parkového trávníku

#### Mobilní PPO

- Odstranění křovin a stromů
- Odstranění pařezů
- Sejmutí ornice a přemístění ornice
- Hloubení rýhy
- Bednění konstrukcí – zřízení (pro základovou konstrukci)
- Základové pasy ze ŽB
- Odstranění bednění
- Rozprostření ornice
- Založení parkového trávníku

#### Další položky rozpočtu:

- Mobilní PPO
- Přesun hmot
- Prohrábka koryta

#### Vedlejší rozpočtové náklady:

- Geodetické práce
- Náklady na zařízení a likvidaci staveniště
- Náklady spojené s dopravním omezením
- Ostatní náklady

## 6. Ekonomické zhodnocení

V této části práce jsou jednak vyčísleny škody při 100letém průtoku na řece Radbuze a Bezděkovském potoce, dále je zde vyčíslen rozpočet stavby. Podle dostupných hydrologických dat je stanovena doba opakování povodní, kdy dochází k zatopení nemovitostí, které jsou předmětem ochrany. V posledním kroku byla stanovena finanční návratnost stavby, při předpokládaném opakování povodňových průtoků.

### 6.1 Princip stanovení přímých potenciálních škod

Stanovení přímých potenciálních škod bylo řešeno podle Metodiky, vydané MŽP v roce 2008.

#### Škody na stavebních objektech

Stavebních objektech	plocha polygonu budovy	Ztráty - dle	Jednotková cena	Cena celkem
	budovy (m <sup>2</sup> )	hloubky zaplavení (%)	1 podlaží budovy (Kč/m <sup>2</sup> )	(Kč/m <sup>2</sup> )
Občanská výstavba, výroba a služby	1331.9	7	15416	1437280

Tabulka č. 3: Vyčíslení škod, při  $Q_{100}$  na objektech.

V prostoru, kde je navržena protipovodňová ochrana, je zatopeno při 100letém průtoku 7 nemovitostí, a to buď úplně, nebo pouze částečně. Dle Metodiky povodňových rizik a potenciálních škod v záplavovém území jsou škody spočteny na 1 437 279 Kč.

#### Škody na pozemních komunikacích

Pozemní komunikace	Cena (kč/m <sup>2</sup> )	Poškození (%)	Ztrátová cena (kč/m <sup>2</sup> )	plocha pozemní komunikace (m <sup>2</sup> )	cena celkem (kč)
Silnice	2935	2.5	72.8	2599	189207.2

Tabulka č. 4: Vyčíslení škod, při  $Q_{100}$  na pozemních komunikacích.

Plocha komunikace, která je v zóně záplavového území, je spočtena 2599 m<sup>2</sup>. Škody jsou podle Metodiky stanoveny na 189 207 Kč.

## Škody na inženýrských sítích

Inženýrské sítě	Cena (Kč/m <sup>2</sup> )	Poškození (%)	Ztrátová cena (Kč/m)	délka pozemní komunikace (m)	cena celkem (Kč)
Elektrina	3685	0.5	18.18	50	909
Voda	9533	0.36	34	50	1700
Kanalizace	9660	0.5	48	50	2400
Plyn	1000	2.2	22	50	1100
Telekomunikace	1559	1	15.58	50	779
<b>Celkem</b>					<b>6888</b>

Tabulka č. 5: Vyčíslení škod, při  $Q_{100}$  na inženýrských sítích.

V této položce jsou zahrnuty náklady na navrácení do původního stavu podzemních vedení, konkrétně se jedná o sítě elektřiny, vody, kanalizace, plynu a telekomunikace. Celkové škody jsou zde odhadovány na 6888 Kč.

Do celkových škod na majetku je nutné dále přičíst náklady na odstranění usazeného sedimentu na veřejných prostranstvích, v prostoru zahrad atd. Tato cena zde není dle Metodiky spočtena, odhad na nápravu těchto škod je 100 000 Kč.

Celková škoda na majetku při 100letém průtoku je vyčíslena na **1 778 077 Kč**.

## 6.2 Předpokládané opakování povodňových průtoků

Pro zjištění, jak často by se na Radbuze a Bezděkovském potoce měly povodňové průtoky způsobující vyčíslené škody opakovat, byla použita data Českého hydrometeorologického ústavu, a to pro nejbližší limnigrafickou stanicí v obci Tasnovice. Limnigraf je umístěn v ř.km 80.20, tedy o 14 km níže na toku řeky Radbuzy. Je samozřejmé, že výšky hladiny dosahují na zmíněném limnigrafu vyšších hodnot. Pozorováno na tomto limnigrafu bylo zahájeno v roce 1999, je zde tedy sledovaná doba dlouhá 17 let.

Odhad N-letých průtoků v Bělé nad Radbuzou byl určen dle průtoků v Tasnovicích, kde jsou známé údaje o průtocích od roku 1999, a jsou určeny i N-leté průtoky pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ . Vzhledem ke skutečnosti, že historické hodnoty průtoků v Bělé nad Radbuzou nejsou známy, byla N-letost stanovena stejně (pro Radbuze i Bezděkovský potok) jako v Tasnovicích, vzhledem k charakteru povodí by měly být N-leté průtoky velmi podobné.

Datum	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Výška hladiny (cm)	Odhadovaný N-letý Q (m <sup>3</sup> /s) v Bělé nad Radbuzou
13.8.2002	25.115	202	Q2
3.1.2003	41.800	255	Q10
13.2.2005	30.781	220	Q4
3.6.2013	34.559	232	Q5

Tabulka č. 6: Záznam povodňových výšek hladin na limnigrafu v Tasnovicích (ČHMÚ).

V časové řadě 17 let byly vysoké průtoky dosaženy ve 2 datech (2003 a 2013).

Je zde nutné zmínit, že tyto průtoky na Radbuze odpovídají maximálně 10leté vodě. Podle záplavových čar se Radbuza vybřežuje do pravé části inundace. Při Q<sub>10</sub> Radbuza nezaplavuje nemovitosti, které jsou předmětem protipovodňové ochrany. Naopak na Bezděkovském potoce dochází k zahlcení mostních oblouků a následnému vzduť hladiny již při Q<sub>5</sub>. Právě zmíněné vzduť hladiny zaplavuje nemovitosti a plochy, které jsou předmětem ochrany.

Je zřejmé, že N-leté průtoky na Bezděkovském potoce se mohou lišit od průtoků na Radbuze, ale vzhledem ke geomorfologii povodí tyto hodnoty nebudou výrazně odlišné.

Podle toho bylo usouzeno, že povodeň, která zatopuje nemovitosti v uváděném rozsahu, nastává v Bělé nad Radbuzou jednou za 8.5 roku.

V případě, že by nebyla pro určení doby, kdy dochází k zatopení těchto nemovitostí, použita tato naměřená data a na základě výstupů ze softwaru HEC-RAS bylo by usouzeno, že k zaplavení ploch a nemovitostí v daném rozsahu dochází již při pěti až desetileté vodě, došlo by se ke stejnému opakování jako v předchozím případě.

### 6.3 Stanovení ceny stavebního díla

Náklady na tuto stavbu jsou stanoveny dle položkového rozpočtu na 6 632 816 Kč, bez DPH.

## 6.4 Stanovení finanční návratnosti stavby

Životnost navržených PPO je odhadována na 100 let.

Při opakování povodní v průměru za 8.5 roku, kdy škoda na majetku je 1 778 077 Kč, by se povodeň musela opakovat 4krát.

Finanční návratnost těchto PPO je tímto stanovena na 34 let, stavba je tedy ekonomicky výhodná, a při její realizaci dojde k návratu vložených prostředků před koncem životnosti protipovodňových opatření.

## 7. Výsledky

Jedním z výsledků je výběr směrového vedení PPO, trasa splňuje veškeré stanovené požadavky, jimiž byly jednak ochrana centra města, dále estetické hledisko vzhledem k prostředí, kde jsou protipovodňová opatření navrhována, hospodárnost návrhu.

Trasa PPO je situována téměř výhradně na pozemky obce, popř. Plzeňského kraje (v prostoru komunikace přes Bezděkovský potok). Estetické hledisko bylo zásadní pro výběr vhodného typu protipovodňové ochrany.

Jako liniové typy PPO byly uvažovány jednak kamenobetonové zdi, mobilní PPO a zemní sypané hráze, které zde již z prostorových důvodů nepřípadaly v úvahu. Proto byla vybrána kombinace dvou typů liniové ochrany, a to konkrétně mobilní hrazení a kamenobetonové zdi.

V prostoru mezi barokním mostem a mostem přes Bezděkovský potok, je navržena mobilní protipovodňová ochrana intravilánu, a to v délce 245 m. Betonový základ pro tento typ ochrany před povodněmi je navržen ve výšce terénu, nebo těsně nad terénem. Směrové vedení je zde řešeno na břehové hraně, nebo v její blízkosti. Dojde tak k minimálnímu narušení struktury území, je uvažováno jen s nejnútnejším odstraněním několika dřevin, což nebude mít dopad na město a jeho obyvatele. Dále je v tomto úseku navrženo odstranění sedimentu z konvexního břehu, za pravou břehovou hranou je navrženo odstranění části plotu, několika náletových dřevin a rovněž redukce spodního patra větví u lipového stromořadí. Tyto úpravy mají za cíl především zlepšení odtokových poměrů, druhý důvod je zde estetický.

Pro mobilní hrazení bude zřízen betonový základ jednotné šířky 0.6 metru a hloubka základové spáry je 1.3 metru, počítá se s podkladovou vrstvou 0.1 m. drceného kameniva. V místě kde se PPO přibližuje silnice (nad barokním mostem), a snižuje se návrhová výška zdi, je navrženo snížení hloubky základové spáry až na hodnotu 1 metr. Výška zdi je 1.2 – 1.8 m. Výškové změny jsou řešeny v závislosti na okolním terénu, tak aby byl základ v jeho výšce, nebo několik cm nad terénem. Jednotlivé výškové změny základu jsou vždy po 0.2 m., v místě této výškové změny je vždy zřízena slupice. Jednotlivá pole jsou navržena po 3.5 m, podepření mobilní konstrukce není vzhledem k návrhové výšce potřebné.



V prostoru nad mostem přes Bezděkovský potok je uvažováno s kamenobetonovými zdmi. Směr PPO se odklání od koryta potoka, vytváří jakýsi lomený oblouk, tak aby byla rozšířena kapacita koryta nad mostem, který vytváří vzduť hladiny. Dále pokračuje trasa PPO v přímém směru a následuje zlom o 90°, kolem nemovitosti p.č. 53, kde je u cesty PPO ukončeno. Tím je zajištěna ochrana před 100letým průtokem.

Z technického hlediska jsou výsledkem konkrétní parametry kamenobetonové zdi. Výška se pohybuje od 1,5 m od 1.9 m, zeď je v koruně jednotně široká 0.75 m, návodní líc je kolmý, to z důvodu minimalizace zachytávání splavenin při povodňových průtocích, vzdušný je ve sklonu 1:7, což je výhodné ze statického hlediska, kdy hloubka základové spáry je stanovena na 0.9 metru, z toho 0.1 metru je uvažován podsyp z drceného kameniva. Šířka základu se pohybuje od 1.550 do 1.650 m, v závislosti na výšce zdi v daném místě.

Náklady na tuto stavbu jsou stanoveny na 6 632 816 Kč bez DPH.

Dalším z výsledků je i určení prohrábký koryta Bezděkovského potoka v prostoru nad a pod silničním mostem, rovněž pod mostními oblouky. Odstraněním sedimentu dojde dle softwaru HEC-RAS k poklesu hladiny o 10 cm, a protože k zahlcení mostních oblouků dochází již při  $Q_5$ , je nutné sediment odstranit. Právě vzduť hladiny a následný rozliv vody způsobuje zatopení nemovitostí, které jsou předmětem ochrany před velkou vodou. Je tedy zřejmé, že škody při průtocích nižších než  $Q_{100}$ , a to až do  $Q_5$  v zájmovém území Bělé nad Radbuzou způsobuje Bezděkovský potok.

V poslední řadě je výsledkem rovněž lokální prohrábka koryta Radbuzy, společně s odstraněním starého plotu, situovaného podél vodní tok v blízkosti břehové hrany. Také je zde potřebné odstranění několika náletových dřevin, vrby jívy a také odstranění nejnižšího patra větví u stromořadí lípy srdčité, v pravé straně inundace.

Podle dostupných hydrologických údajů, které jsou pozorovány na limnigrafu v Tasnovicích, kde bylo pozorování započato v roce 1999, při některých povodních dochází k zatopení území, které je předmětem protipovodňové ochrany, jednou za 8.5 roku, stejnou periodicita vychází i výpočtu ze SW HEC-RAS. Náklady spojené s revitalizací území po povodni jsou 1 778 077 Kč, statisticky by při daném opakování povodňových průtoků mělo dojít k finanční návratnosti za 34 let, je ale pravděpodobné, že finanční návratnost bude alespoň o několik let delší, jelikož dané

povodně nemusejí páchat škody v celkově stanoveném rozsahu, tedy i náklady spojené s návratem území do původního stavu nemusejí být v plné stanovené výši. Odhadovaná životnost těchto protipovodňových opatření je 100 let. Je tedy zřejmé, že je z ekonomického hlediska výhodné zřídit opatření v daném rozsahu.

## 8. Diskuse

Protipovodňová opatření, která jsou zde navržena, jsou liniová, ostatní typy protipovodňové ochrany zde nepřipadají v úvahu, a to jak z hlediska vysokého návrhového (100letého) průtoku, tak z ekonomického hlediska, kdy by jakýkoli jiný typ protipovodňové ochrany, vybudovaný výše na toku Bezděkovského potoka, který způsobuje zatopení nemovitostí již při pětiletém průtoku, byl z ekonomického hlediska nevýhodný, rovněž při dlouhodobě trvajících vysokých průtocích by nebyla garantována ochrana města nebo jeho části.

Protože řeka Radbuza způsobuje zaplavení centra města až při průtocích blízkých se  $Q_{100}$ , připadala by v úvahu jen ochrana centra města před vybřežením Bezděkovského potoka, ke kterému dochází v současnosti již při  $Q_5$ . V případě ochrany Bezděkovského potoka, a to od jeho ústí (ř.km 0.006) až ke komunikaci u nemovitosti p.č. 53 (ř.km 0,133), tak jak je uvažováno v celé práci, bylo by celé centrum ochráněné až do doby, kdy na Radbuze bude průtok vyšší než  $Q_{50}$ , a docházelo by k zaplavení centra města z koryta Radbuzy. V tomto případě by i liniová ochrana na pravém břehu nemusela dosahovat současně navržené výšky. Tímto řešením by bylo zájmové území částečně ochráněno, došlo by také k výrazné úspoře finančních prostředků, protože by nemusela být provedena výstavba podél Radbuzy. Toto řešení je možné, ale vzhledem k současným možnostem, kdy je využíváno mobilní hrazení, jehož základ nijak nenaruší strukturu města, je vhodné ochranu centra Bělé nad Radbuzou řešit komplexně, tedy ochránit nejdůležitější budovy města na 100letý průtok.

Co se týče výběru typu PPO podél Radbuzy, rozhodující bylo zachování současného rázu území centra města. Připadala v úvahu ještě varianta, kdy by byla vybudována kamenobetonová zeď, která by byla situována k plotům, za rekreační stezkou. Pak by byly vybudovány mobilní PPO pouze v místech křížení s komunikací. Tato varianta by s sebou přinášela odstranění lipové aleje, to už kvůli samotné výstavbě. Tato zeď by také představovala velký zásah do struktury města, byla by narušena celistvost a přehlednost území. Proto toto řešení není vhodné.

Varianta protipovodňové ochrany celého města, která by připadala v úvahu, a zahrnovala by liniovou výstavbu podél obou břehů Radbuzy i Bezděkovského potoka, je ekonomicky velmi náročná, nastal by obrovský zásah do struktury města,

estetické hledisko je rovněž nepřijatelné, proto je protipovodňová ochrana v tomto rozsahu nevhodná. Připadá zde v úvahu pouze odstranění dřevin v pásích alespoň 5 metrů od břehových hran Radbuzy, což by zlepšilo odtokové poměry v Bělé nad Radbuzou.

## 9. Závěr

V této práci byla kompletně vyřešena problematika ochrany centra města Bělá nad Radbuzou, na 100letý průtok, v rozsahu dokumentace pro územní řízení. Jednak byla vybrána vhodná trasa protipovodňových opatření, byly provedeny hydrotechnické výpočty, následně byl zvolen optimální typ PPO, a byly definovány konkrétní parametry pro jednotlivé typy protipovodňové ochrany. Dále byl sestaven položkový rozpočet, byly vyčísleny škody, které povodňové průtoky v centru města způsobují, následně byla zjištěna finanční návratnost stavby. V samostatné příloze je zhotovena grafická část práce.

Výstavba liniové protipovodňové ochrany ochrání před velkou vodou 8 nemovitostí, využívaných především jako budovy občanské vybavenosti a dále veřejná prostranství v centru města, tedy komunikace, park, přilehlé prostory a také zahrady.

Protipovodňová opatření zahrnují jednak úpravy na řece Radbuze, v úseku mezi barokním mostem a soutokem s Bezděkovským potokem, kde je navrženo odstranění sedimentu z konvexního břehu. Další opatření jsou navržena za pravou břehovou hranou, konkrétně se jedná o likvidaci náletových dřevin včetně kořenového systému a také části plotu, který již neplní žádný účel.

Bylo usouzeno, že je nutné jednak provést prohrádku koryta v úseku Bezděkovského potoka ř.km 0.035 – 0.065, tedy v prostoru kamenného silničního mostu. Zde dojde k odtěžení 297,9 m<sup>3</sup> sedimentu, který bude následně odvážen na skládku zeminy. Tento krok je také nutný, a to z několika důvodů, jimiž jsou jednak zkapacitnění mostních oblouků, mohlo by zde velmi jednoduše dojít k zneprůchodnění koryta splaveninami, dále estetické hledisko, kdy by nepůsobilo vhodně vybudovat protipovodňové prvky v kombinaci se silně zaneseným korytem potoka.

Samotná protipovodňová ochrana před 100letým průtokem na Radbuze a Bezděkovském potoce je řešena jako liniová, situovaná podél levého břehu Radbuzy a Bezděkovského potoka. Ochráněn je prostor levé inundace, nad barokním mostem přes Radbuzou (ř.km 94.676) až k ústí Bezděkovského potoka (ř.km 94.847), dále navazují PPO podél levého břehu Bezděkovského potoka, až nad nemovitost p.č. 53, (ř.km 0.0133), kde bude protipovodňová ochrana ukončena.

Konkrétní typ protipovodňové ochrany byl zvolen na základně několika kritérií, jako je zachování struktury města v co možná největší míře, dále hledisko estetické a rovněž zde byla důležitá i finanční stránka, byla zvolena kombinace mobilní protipovodňové ochrany a kamenobetonových zdí.

Celková délka těchto opatření je 364,4 metru, z toho mobilní hrazení zaujímají délku 245 m. a protipovodňové zdi jsou dlouhé 119,4 metru.

V úseku podél Radbuzy byla zvolena mobilní PPO, jejich stavba je započata u místní komunikace, za záplavovou čarou pro 100letý průtok, následně se přimykají k levému břehu Radbuzy, po břehové hraně řeky je trasa vedena až k ústí potoka, kde je třikrát zalomena a následně je situována podél potoka ke kamennému silničnímu mostu, za kterým jsou mobilní protipovodňová opatření ukončena (ř.km 0.050). Dále přímo navazují kamenobetonové zdi, které se oddalují od koryta potoka, tak, aby došlo k rozšíření průtočného profilu právě v problematickém úseku nad mostem. Následně pokračují v přímé trase až k nemovitosti na p.č. 53, odkud se směr PPO mění o 90° a ukončení PPO je za záplavovou čarou pro  $Q_{100}$ , v místě u místní komunikace, ulice Bezděkovská.

Výška protipovodňových opatření je navržena dle výsledků ze softwaru HEC-RAS, je zde uvažováno s bezpečnostním převýšením, které se pohybuje od 0.3 - 0.4 metru, což je vzhledem ke složitosti výpočtů, především pak v úsecích nad mostními stavbami, nutné ponechat.

Jak již bylo zmíněno, protipovodňová opatření jsou řešena dvěma odlišnými technickými způsoby, jednak mobilními protipovodňovými prvky a také betonovými zdmi, obloženými lomovým žulovým kamenem.

Technicky se mobilní PPO skládají ze dvou základních prvků, těmi jsou sloupice, kterých je uvažováno na stavbu 70 kusů, dále jsou to to hradící segmenty, vysoké 0.2 metru, je uvažováno s počtem 490. Šířka mezi středy slupic je 3.5 metru. Výška hrazení se bude pohybovat od 1.2 do 1.6 metru.

Kamenobetonové zdi jsou v koruně jednotně široké 0.75 m, tato šířka je nutná vzhledem ke skutečnosti, že budou zdi z návodního i vzdušného líce obloženy žulovým kamenem. Návodní líc je navržen svislý, vzdušný je ve sklonu 7:1. Takto navržené parametry vyhovují jednak statickému posouzení a také splňují podmínku hospodárnosti návrhu, vzhledem ke hloubce založení stavby. Výška zdi se pohybuje od 1.5 m až 1.9 metru.

Dojde k odstranění pouze nezbytné stromové a keřové vegetace, která by ohrožovala jednak prvky protipovodňové ochrany a také by mohlo dojít k zachycení splavenin, především pak na stromech.

Pozemky určené pro výstavbu jsou převážně v majetku města Bělá nad Radbuzou, pouze 3 pozemky, kde je situovaná komunikace u kamenného mostu přes Bezděkovský potok, jsou majetkem Plzeňského kraje.

Co se týká ekonomické stránky této stavby, rozpočet je stanoven na částku 6 632 816 Kč bez DPH. Škody, které způsobuje 100letý průtok, na 1 778 000 Kč.

Radbuzá nemovitosti, které jsou předmětem ochrany při průtocích nižších než  $Q_{100}$ , téměř nezaplavuje, ale nemovitosti jsou zasaženy rozlivem Bezděkovského potoka, kde již při  $Q_5$  dochází k zahlcení mostních oblouků a voda následně zaplavuje nemovitosti v centru města. Prohrábkou koryta v navrženém rozsahu by se zvýšila kapacita mostních oblouků a byly by prováděny průtoky, kdy by nedocházelo k zahlcení a vzduť hladiny až do cca  $Q_{10}$ .

Dle dostupných dat se průtoky, které způsobují škody v daném rozsahu, vyskytují jednou za 8.5 roku.

Finanční návratnost je tedy stanovena na 34 let, celkově lze navržená protipovodňová opatření hodnotit kladně, došlo by k určité jistotě ve vymezených prostorách města, mohly by zde být bez obav investovány finanční prostředky do rozvoje města.

Z důvodu výše zmíněných je vhodné výstavbu a úpravy koryta Bezděkovského potoka v daném rozsahu realizovat.

## 10. Seznam literatury a použitých zdrojů

**Kovář P., 2007:** Metodika návrhu a výstavby optimální varianty protopovodňových a protierozních opatření pro zmírnění extrémních hydrologických jevů – povodní a sucha v krajině, ČZU Praha, Praha: s. 2 – 5.

**Langhammer J, 2007:** Povodně a změny v krajině, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha: s. 307-308

**Broža V., Kozda I., Patera A., Přenosilová E., 1993:** Vodohospodářské stavby. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Praha: s. 60 - 81.

### Internetové zdroje, mapové podklady

**Paulus I, 2014.** Návrh protipovodňových opatření v Bělé nad Radbuzou, online: [https://is.czu.cz/auth/zp/zp\\_portal.pl?studium=127755;obdobi=247;lang=cz](https://is.czu.cz/auth/zp/zp_portal.pl?studium=127755;obdobi=247;lang=cz), cit: 1.4.2016, s. 4 – 6, 11 – 13, 17 – 18.

**Milichovský M, 2012:** Pramen Radbuzy, online: <http://www.estudanky.eu/696-pramen-radbuzy>, cit: 18. 9. 2015

**Bělá nad Radbuzou, 2014:** Základní údaje, Bělá nad Radbuzou, online: <http://www.sumavanet.cz/bela/zaklad.asp>, cit: 10. 1. 2016

**Bělá nad Radbuzou, 2014:** Barokní most přes Radbuzu, Bělá nad Radbuzou, online: <http://www.sumavanet.cz/bela/fr.asp?tab=snet&id=3790&burl=&pt=HS>, cit: 10. 1. 2016

**Drbal K, 2008:** Metodika stanovení povodňových rizik a škod v záplavovém území, online: [http://www.dibavod.cz/data/metodika\\_riziko\\_skody\\_2008.pdf?PHPSESSID=b32f83c256d387bb29c](http://www.dibavod.cz/data/metodika_riziko_skody_2008.pdf?PHPSESSID=b32f83c256d387bb29c), cit: 7. 3. 2016

**ČHMU, 2016:** Přehled kulminací, online: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/P\\_L/povodne/2002-03\\_12-01/tabulka05.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/P_L/povodne/2002-03_12-01/tabulka05.pdf), cit: 8.3.2016

**ČUZK, 2015.** Katastrální mapa, online: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=601624&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>, cit: 19.11.2015

**Heis. VUV, 2016.** Základní vodohospodářská mapa 1:50 000, online: [http://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML\\_HEIS\\$ZVM50LN\\$stazeni&pgload](http://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_HEIS$ZVM50LN$stazeni&pgload), cit 5.5.2015

**US Army Corps of Engineers, 2010.** HEC-RAS River Analysis system, Hydraulic reference manual, cit 1.5. 2015



**FRISCHBETON, s.r.o.:** Ceník - nabídkový list základních druhů čerstvého betonu a ostatních služeb, online: <http://www.frischbeton.cz/download/pricelists/85-Cen%C3%ADk%20%C4%8Ce%C4%8Dkovice%202016.pdf>, cit: 10.3.2016

**Plzeňská žula, 2016.** Obchodní ceník žuly 2016, online: [http://www.plzenskazula.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=117](http://www.plzenskazula.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=117), cit: 10.3.2015

**Beton server, 2016.** Skládky suti, recyklace, online: <http://www.betonserver.cz/skladky-stavebni-suti-zeminy#B%C4%9AL%C3%81%20NAD%20RADBZOU>, cit:10.3.2016

**Beton server, 2016.** Kamenivo, online: <http://www.betonserver.cz/sterk#B%C4%9BI%C3%A1%20nad%20Radbuzou>, cit:10.3.2016

**Beton server, 2016.** Beton a čerpání, online: <http://www.betonserver.cz/betonarky#B%C4%9BI%C3%A1%20nad%20Radbuzou>, cit:10.3.2016

**Beton server, 2016.** Obalovny, asphalt, online: <http://www.betonserver.cz/obalovny#B%C4%9BI%C3%A1%20nad%20Radbuzou>, cit:10.3.2016

**AZS 98, 2016.** Ceník recyklačního centra Tachov, online: <http://www.azs98.cz/recyklace-stavebnich-odpadu/cenik/tachov/>, cit: 11.3.2016

**EKO-SYSTEM 2016,** Typy protipodňového hrazení, zábran a stěn, online: <http://www.eko-system.cz/typy-hrazeni/>, cit: 1.2.2016

**Mapy.cz,2016.**Základnímapa,online:<https://mapy.cz/zakladni?x=12.7173418&y=49.5910757&z=17>, cit: 1.4.2016

**Zeulák J., 2004,** HEC-RAS Stručný český manuál, cit 1.5.2015

**Venta V, 2007:** Geodetická technická zpráva, cit: 15.2.2016

**DHI, 2007:** Návrh na stanovení Záplavového území Radbuzy v r.km 6,90-96,00, cit: 10.1.2016

**Hydrosoft Veleislavín, 2013:** Hydrotechnické posouzení a variantní návrh záměru PPO v obci Bělá nad Radbuzou na soutoku Radbuzy a Bezděkovského potoka, cit: 19.4.2015

**EKO-SYSTEM, 2013:** Protipovodňová opatření, technologická část Děčín, Technická zpráva TZ 12-252-03 Mobilní protipovodňové hrazení, cit: 26.2.2016

## **Legislativní zdroje a normy**

**Zákon č. 183/2006 Sb.**, O územním plánování a stavebním řádu, online: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-183-2006-sb-o-uzemnim-planovani-a-stavebnim-radu-stavebni-zakon>, cit: 10.10.2015

**Zákon 254/2001 Sb.**, o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon), v platném znění.

**Vyhláška č. 499/2006 Sb.**, O dokumentaci staveb online: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-499-2006-sb-o-dokumentaci-staveb>, cit: 10. 10. 2015

## 11. Seznam obrázků a tabulek

### Obrázky:

Obrázek č. 1: Zájmové území stavby s vyznačením linie PPO (Mapy.cz).....	8
Obrázek č. 2: Hydrotechnické posouzení vybraného příčného profilu.....	9
Obrázek č. 3: Úsek Radbuzy nad barokním mostem (pohled proti vodě).....	14
Obrázek č. 4: Úsek Radbuzy nad barokním mostem (pohled po vodě).....	15
Obrázek č. 5: Soutok Radbuzy a Bezděkovského potoka.....	16
Obrázek č. 6: Vzorový příčný řez kamenobetonovou zdí.....	25
Obrázek č. 7: Vzorový řez betonovým základem pod mobilní PPO.....	26
Obrázek č. 8: Vzorový příčný řez mobilními PPO.....	27
Obrázek č. 9: Problematický úsek Radbuzy, kde jsou navrženy konkrétní úpravy.....	30
Obrázek č. 10: Barokní most přes řeku Radbuzu.....	32
Obrázek č. 11: Silniční most přes Bezděkovský potok.....	33

### Tabulky:

Tabulka č. 1: Pozemky určené pro výstavbu a zastavěné plochy (kamenobetonové zdi).....	22
Tabulka č. 2: Pozemky určené pro výstavbu a zastavěné plochy (mobilní PPO).....	23
Tabulka č. 3: Vyčíslení škod, při $Q_{100}$ na objektech.....	42
Tabulka č. 4: Vyčíslení škod, při $Q_{100}$ na pozemních komunikacích.....	42
Tabulka č. 5: Vyčíslení škod, při $Q_{100}$ na inženýrských sítích.....	43
Tabulka č. 6: Záznam povodňových výšek hladin na limnigrafu v Tasnovicích.....	44

## **12. Seznam příloh**

**Výkresová část a mapová část – viz desky**

### **Příloha A Podklady pro územní řízení**

A.1 Snímek mapy pozemkového katastru (1 : 1000)

### **Příloha B Souhrnné řešení stavby**

B.1 Přehledná situace (1 : 25 000)

B.2 Přehledná situace (1 : 1 0000)

B.3 Situace stavby (1 : 1 000)

### **Příloha C Dokumentace objektu**

C.1 Podélný profil koryta Radbuzy (1:100/750)

C.2 Podélný profil koryta Bezděkovského potoka (1:100/500)

C.3 Vzorový příčný profil koryta Radbuzy a Bezděkovského potoka (1:100)

C.4 Příčné profily (1:200)

C.5 Objekty (1:200)

### **D Přílohy**

D.1 Výpis údajů z katastru nemovitostí

D.2 Přehled dotčených pozemků

D.3 Hydrostatické posouzení

D.4 Položkový rozpočet s výkazem výměr

D.5 Hydrologické údaje

D.6 Posouzení zdravotní nezávadnosti sedimentu

D.7 Technická zpráva geodetického zaměření

D.8 Mobilní PPO – Popis zařízení, Postup montáže, Podmínky pro uskladnění a údržbu

D.9 Fotodokumentace

D.10 Hydrotechnické posouzení

## D.1 Výpis údajů z katastru nemovitostí

Parcelní č. Obec	Katastrální území	Výměra (m2)	Způsob využití	Druh pozemku	Vlastnické právo
118/2	Bělá n. Radbuzou	82	-	Zastavěná plocha s nádvořím	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
1949/15	Bělá n. Radbuzou	1802	ostatní komunikace	ostatní plocha	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
3093/1	Bělá n. Radbuzou	16027	koryto vodního toku přirozené nebo upravené	vodní plocha	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5
st. 238	Bělá n. Radbuzou	831	-	zastavěná plocha a nádvoří	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
3198	Bělá n. Radbuzou	575	jiná plocha	ostatní plocha	Západočeské konzumní družstvo Sušice, náměstí Svobody 135, Sušice I, 34201 Sušice
123/2	Bělá n. Radbuzou	203	zbořeniště	zastavěná plocha a nádvoří	Zika Jan, Dubec 29, 34806 Třemešné
3314	Bělá n. Radbuzou	402	jiná plocha	ostatní plocha	SJM Kubát Milan a Kubátová Adriana, Dlouhá 170, 34526 Bělá nad Radbuzou
st. 125	Bělá n. Radbuzou	164	-	zastavěná plocha a nádvoří	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
2949/23	Bělá n. Radbuzou	44	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/24	Bělá n. Radbuzou	25	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/19	Bělá n. Radbuzou	52	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/18	Bělá n. Radbuzou	5	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/20	Bělá n. Radbuzou	20	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2961	Bělá n. Radbuzou	4301	ostatní komunikace	ostatní plocha	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
47/1	Bělá n. Radbuzou	1796	-	zastavěná plocha a nádvoří	SJM Toman Jiří a Tomanová Zdeňka, Bezděkovská 65, 34526 Bělá nad Radbuzou
29/1	Bělá n. Radbuzou	1959	-	trvalý travní porost	SJM Toman Jiří a Tomanová Zdeňka, Bezděkovská 65, 34526 Bělá nad Radbuzou

Obrázek p. 1: Pozemky určené pro výstavbu PPO (ČUZK).

## D.2 Přehled dotčených pozemků

Parcelní č. Obec	Katastrální území	Výměra (m2)	Způsob využití	Druh pozemku	Vlastnické právo
118/2	Bělá n. Radbuzou	82	-	Zastavěná plocha s nádvořím	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
1949/15	Bělá n. Radbuzou	1802	ostatní komunikace	ostatní plocha	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
145/1	Bělá n. Radbuzou	925	ostatní komunikace	ostatní plocha	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
st. 238	Bělá n. Radbuzou	831	-	zastavěná plocha a nádvoří	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
3198	Bělá n. Radbuzou	575	jiná plocha	ostatní plocha	Západočeské konzumní družstvo Sušice, náměstí Svobody 135, Sušice I, 34201 Sušice
123/2	Bělá n. Radbuzou	203	zbořeniště	zastavěná plocha a nádvoří	Zika Jan, Dubec 29, 34806 Třemešné
3314	Bělá n. Radbuzou	402	jiná plocha	ostatní plocha	SJM Kubát Milan a Kubátová Adriana, Dlouhá 170, 34526 Bělá nad Radbuzou
st. 125	Bělá n. Radbuzou	164	-	zastavěná plocha a nádvoří	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
2949/23	Bělá n. Radbuzou	44	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/24	Bělá n. Radbuzou	25	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/19	Bělá n. Radbuzou	52	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/18	Bělá n. Radbuzou	5	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2949/20	Bělá n. Radbuzou	20	ostatní komunikace	ostatní plocha	Plzeňský kraj, Škroupova 1760/18, Jižní Předměstí, 30100 Plzeň
2961	Bělá n. Radbuzou	4301	ostatní komunikace	ostatní plocha	Město Bělá nad Radbuzou, Náměstí 200, 34526 Bělá nad Radbuzou
47/1	Bělá n. Radbuzou	1796	-	zastavěná plocha a nádvoří	SJM Toman Jiří a Tomanová Zdeňka, Bezděkovská 65, 34526 Bělá nad Radbuzou
29/1	Bělá n. Radbuzou	1959	-	trvalý travní porost	SJM Toman Jiří a Tomanová Zdeňka, Bezděkovská 65, 34526 Bělá nad Radbuzou

Obrázek p. 1: Pozemky dotčené výstavbou (ČUZK).

### D.3 Hydrostatické posouzení

Výpočet hydrostatiky kamenobetonové zdi 1.5 metru vysoké:

#### Posouzení stability tělesa přehrážky (na 1 bm)

##### 1) Vodní tlak P

$$P = Szoh \cdot 1 \cdot \rho_v \cdot g \text{ (kN)}$$

Szoh	vodorovné zatížení	m <sup>2</sup> /A
H	výška přehrážky	2.3m
$\rho_v$	měrná hmotnost vody	1000kg/m <sup>3</sup>

$$P = 11036.25 \text{ N} = 11.03625 \text{ kN}$$

##### 2) Tíha tělesa G

$$G = V_t \cdot \rho_M \cdot g$$

$$V_t = S \cdot 1 \quad S = 2.1022 \text{ m}^2 \quad S \dots \text{změřeno} \quad V_t = 2.1022 \text{ m}^2$$

$\rho_M$	měrná hmotnost tělesa (kamenná přehrážka)	2500kg/m <sup>3</sup>
g	gravitační zrychlení	9.81m/s <sup>2</sup>

$$G = 51556.5 \text{ N} = 51.5565 \text{ kN}$$

##### 4) Stabilita proti překlpení

rameno tíhy  $r_g$  - moment ke vzdušné patě základové spáry (graficky)

$$r_g = 0.616 \text{ m}$$

rameno vodního tlaku  $r_p$   
(graficky)

$$r_p = 0.767 \text{ m}$$

$$\text{podmínka: } k_1 = (G \cdot r_g) / (P \cdot r_p) \geq 1,5$$

$$k_1 = 3.75186 \geq 1,5 \quad \text{podmínka splněna}$$

##### 5) Vyloučení tahu

r vzdálenost výslednice sil G a P od krajní hrany základové spáry

$r_v$  vzdálenost vodorovné složky výslednice od síly G

$$r_v = (P/G) \cdot r_p \quad r_v = 0.164$$

$$r = r_g - r_v \quad r = 0.452$$

$$\text{podmínka: } r > b/3 \quad b/3 = 1.078 \text{ m}$$

$$b/3 = 0.359 \quad r > b/3 \quad \text{podmínka je splněna}$$

##### 6) Stabilita proti posunutí

$f = 0.45$  součinitel tření

$k_2 = (G/P) \cdot f$  podmínka:  $k_2 \geq 1,2$

**$k_2 = 2.1022$**  podmínka je splněna

### 7) Napětí v základové spáře

$\delta_{1,2} = \delta_0 \cdot (1 \pm 6 \cdot e / b^2)$ (kPa)	$\delta_2 = 6179$ kPa
$\delta_0 = G / (b^2 \cdot 1,0)$ (kPa)	$\delta_1 = 71.034$ kPa
	$\delta_0 = 47.826$ kPa

$e$  ... excentricita - vzdálenost svislé složky výslednice od středu zákl. spáry  $e = b/2 - r$  (m)  $e = 0.09$  m

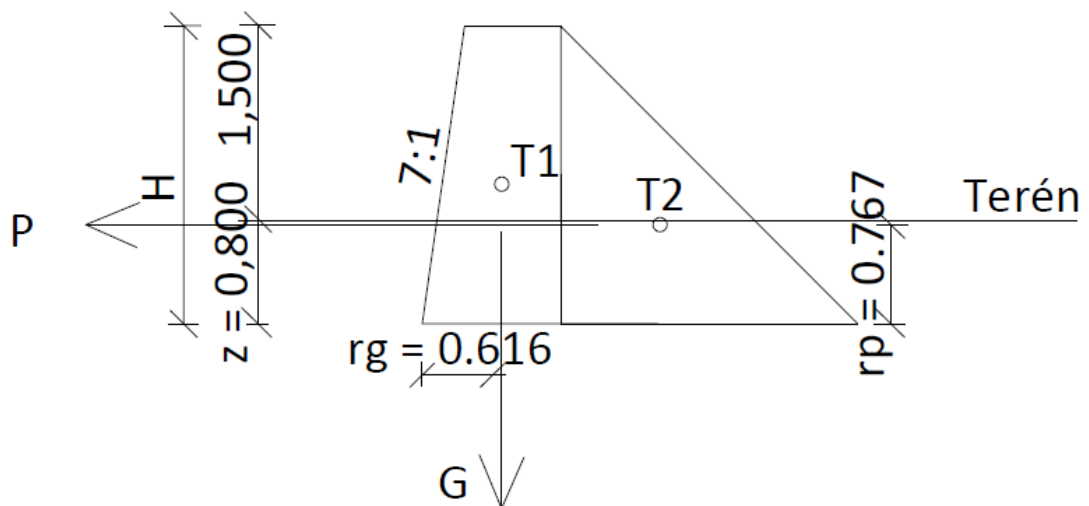
podmínka:  $q_0 \geq \delta_{1,2}$  (kPa, MPa)

$q_0$  odvozené normové namáhání základové spáry (viz. tab.)

$q_0$  pro štěrkopísčitou zeminu,  $b_2 = 1.078$

$q_0$  tabulková = 0.969 Mpa = 969 kPa

$q_0 \geq \delta_2$  podmínka byla splněna



Obrázek p. 1: Hydrostatické posouzení pro zeď vysokou 1.5 m



Výpočet hydrostatiky kamenobetonové zdi 1.9 metru vysoké:

### Posouzení stability tělesa přehrážky (na 1 bm)

#### 1) Vodní tlak P

$$P = S_{zoh} \cdot 1 \cdot \rho_v \cdot g \text{ (kN)}$$

S <sub>zoh</sub>	vodorovné zatížení	1.8	m <sup>2</sup> /A
H	výška přehrážky	2.3	m
ρ <sub>v</sub>	měrná hmotnost vody	1000	kg/m <sup>3</sup>

$$P = 17707 \text{ N} = 17.707 \text{ kN}$$

#### 2) Tíha tělesa G

$$G = V_t \cdot \rho_M \cdot g$$

$$V_t = S \cdot 1 \quad S = 2.5461 \text{ m}^2 \quad S \text{..změřen} \quad V_t = 2.5461 \text{ m}^2$$

ρ <sub>M</sub>	měrná hmotnost tělesa (kamenná přehrážka)	2500 kg/m <sup>3</sup>
g	gravitační zrychlení	9.81 m/s <sup>2</sup>

$$G = 62443.1 \text{ N} = 62.4431 \text{ kN}$$

#### 4) Stabilita proti překlopení

rameno tíhy r<sub>g</sub>- moment ke vzdušné patě základové spáry (graficky)

$$r_g = 0.655 \text{ m}$$

rameno vodního tlaku r<sub>p</sub> (graficky)

$$r_p = 0.9 \text{ m}$$

podmínka:  $k_1 = (G \cdot r_g) / (P \cdot r_p) \geq 1,5$

$$k_1 = 2.5664 \geq 1,5 \quad \text{podmínka splněna}$$

#### 5) Vyloučení tahu

r vzdálenost výslednice sil G a P od krajní hrany základové spáry

r<sub>v</sub> vzdálenost svislé složky výslednice od síly G

$$r_v = (P/G) \cdot r_p \quad r_v = 0.255$$

$$r = r_g - r_v \quad r = 0.400$$

podmínka:  $r > b/3$   $b/3 = 1.136 \text{ m}$

$$b/3 = 0.379 \quad r > b/3 \quad \text{podmínka není splněna}$$

bude třeba rozšířit základovou spáru

#### 6) Stabilita proti posunutí

$f = 0.45$  součinitel tření

$k_2 = (G/P) \cdot f$  podmínka:  $k_2 \geq 1,2$

**$k_2 = 1.5869$**  podmínka je splněna

podmínka je splněna

### 7) Napětí v základové spáře

$\delta_2 = 6.1314$  kPa

$\delta_{1,2} = \delta_0 \cdot (1 \pm 6 \cdot e / b_2)$  (kPa)

$\delta_1 = 103.80$  kPa

$\delta_0 = G / (b_2 \cdot 1,0)$  (kPa)

$\delta_0 = 54.967$  kPa

$e$  ... excentricita - vzdálenost svislé složky výslednice od středu zákl. spáry  $e = b_2/2 - r$  (m)  $e = 0.17$  m

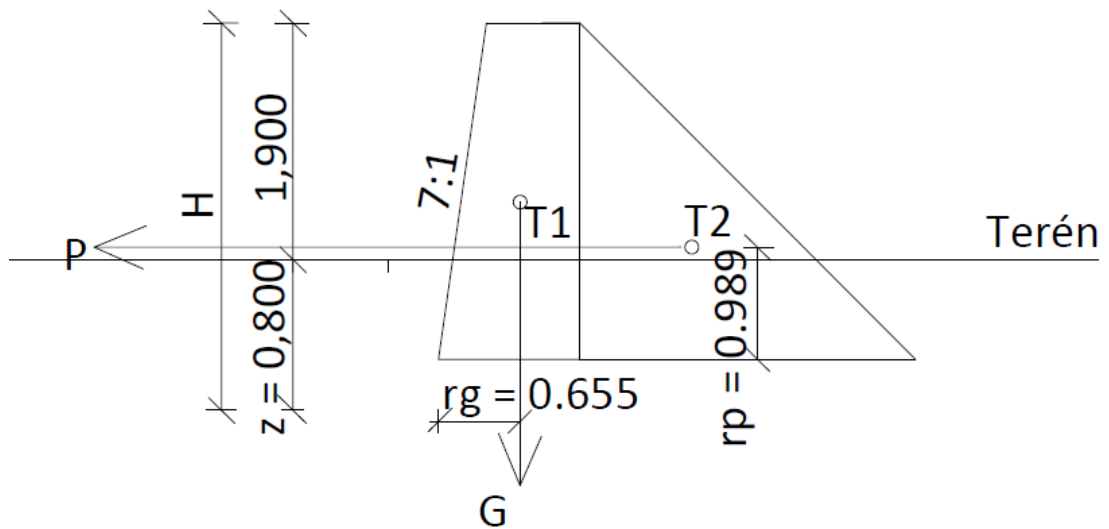
podmínka:  $q_0 \geq \delta_{1,2}$  (kPa, MPa)

$q_0$  odvozené normové namáhání základové spáry (viz. tab.)

$q_0$  pro štěrkopísčitou zeminu,  $b_2 = 1.136$

$q_0$  tabulková =  $0.969$  Mpa =  $969$  kPa

$q_0 \geq \delta_1$  podmínka byla splněna



Obrázek p. 2: Hydrostatické posouzení pro zeď vysokou 1.9 m

## D.4 Položkový rozpočet s výkazem výměr

<b>ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR</b> Stavba: PPO Bělá nad Radbuzou Objekt:											
Objednatel: Povodí Vltavy, s.p. Zhotovitel: Díle výběrového řízení Datum: 8.3.2016											
JKSO: 832 15											
P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka celkem	Montáž celkem	Cena celkem	Hmotnost celkem	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>HSV</b>				<b>Práce a dodávky HSV</b>		1 657 996.06		1 409 820.39		980.268	
<b>1</b>				<b>Zemní práce</b>		57 052.00		224 918.77		0.002	
1.001		111201101	Odstředění křovin a stromů s odstraněním kořenů průměru kmene do 100 mm do sklonu terénu 1 : 5, při celkové ploše do 1 000 m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	20.000	32.30	0.00	646.00	646.00	0.00000	0.000
2.001		112101103	Kácení stromů s odřezáním kmene a s odvětvěním listnatých, průměru kmene přes 500 do 700 mm	kus	4.000	380.00	0.00	1 520.00	1 520.00	0.00000	0.000
3.001		112101122	Kácení stromů s odřezáním kmene a s odvětvěním jehličnatých bez odkornění, kmene průměru přes 300 do 500 mm	kus	10.000	147.00	0.00	1 470.00	1 470.00	0.00000	0.000
4.001		112201103	Odstředění pařezů s jejich vykopáním, vyřazením nebo odsířlením, s přesekáním kořenů průměru přes 500 do 700 mm	kus	14.000	685.00	1 878.00	7 714.00	9 590.00	0.00017	0.002
			14		14.000						
5.001		121101103	Sejmutí omíče nebo lešní puky s vodorovným přemístěním na hromady v místě upotřebení nebo na dočasné či trvalé skládky se složením, na vzdálenost přes 100 do 250 m	m <sup>3</sup>	287.460	48.90	0.00	14 056.79	14 056.79	0.00000	0.000
			(0.3*2.5*240)+(0.3*3*118.4)		287.460						
6.001		127701401	Vykopávky v zemních pod vodou strojně v horninách tř.1 až 4 do 1 000 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	297.900	172.00	0.00	51 238.80	51 238.80	0.00000	0.000
7.001		132201202	Hloubení zapážených i nezapážených tůň šířky přes 600 do 2 000 mm s urovňnutím dna do předepsaného profilu a spolu v hornině tř. 3 přes 100 do 1 000 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	669.100	194.00	0.00	129 805.40	129 805.40	0.00000	0.000
			(1.0*245*2)+(118.4*2.5*0.6)		669.100						
8.001		171201211	Uložení sypaniny poplatek za uložení sypaniny na skládce (skládkovné)	t	264.000	209.00	55 176.00	0.00	55 176.00	0.00000	0.000
<b>9.001</b>				<b>Rozprostření a urovňání omíče v rovině nebo ve svahu sklonu do 1 : 5 při souvislé ploše přes 500 m<sup>2</sup>, tl. vrstvy přes 250 do 300 mm</b>		694.800		11 811.60		0.00000	
					694.800	17.00	0.00	11 811.60	11 811.60	0.00000	0.000

**Vytisknuto v školní verzi KROS plus**

**Vytisknuto v školní verzi KROS plus**

Obrázek p. 3: Položkový rozpočet, část 1

## ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR

Stavba: PPO Bělá nad Radbuzou  
Objekt:

Objednatel: Povodí Vltavy, s.p.  
Zhotovitel: Dle výběrového řízení  
Datum: 8.3.2016

JKSO: 832 15

P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka celkem	Montáž celkem	Cena celkem	Hmotnost celkem	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			119,4*2+240*1,9		694,800						
10 231		181451131	Založení trávníku na půdě předem připravené plochy přes 1000 m2 vysevem včetně utážení parkového v rovině nebo na svahu do 1.5	m2	694,800	9,58	0,00	6 656,18	6 656,18	0,00000	0,000
			119,4*2+240*1,9		694,800						
		<b>2</b>	<b>Zakládání</b>				<b>537 307,54</b>	<b>44 797,86</b>	<b>582 105,40</b>		<b>562 222</b>
11 002		213311113	Polštáře zhrubněné pod základy z kameniva hrubého drošného, frakce 16 - 63 mm	m3	48,380	1 130,00	40 300,54	14 368,96	54 669,40	2,16000	104,501
			2*119,4*0,1+1*245*0,1		48,380						
32 011		274323411	Základy z betonu železobetonového (bez výztuže) pasy z betonu vodostavného V4 B 25	m3	202,860	2 600,00	497 007,00	30 429,00	527 436,00	2,25634	457,721
		<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>1 062 488,68</b>	<b>1 014 273,60</b>	<b>2 076 762,28</b>		<b>418,031</b>
13 321		321213345	Zdivo nadzákladové z lomového kamene vodních staveb přehrad, jezů a plavebních komor, spodní stavby vodních elektráren, odběrných věží a vypustných zařízení, opěrných zdí, šachet, šachtic a ostatních konstrukcí obkládní z lomového kamene lomářsky upraveného s vyspárováním, na cementovou maltu (1,7*119,4*0,25)*2+119,4*0,25	m3	131,340	5 450,00	371 682,20	344 110,80	715 803,00	3,11388	408,977
					131,340						
33 321		321321113	Konstrukce z betonu vodních staveb přehrad, jezů a plavebních komor, spodní stavby vodních elektráren, jader přehrad, odběrných věží a vypustných zařízení, opěrných zdí, šachet, šachtic a ostatních konstrukcí železobetonového V8 - B 25	m3	62,088	4 060,00	181 917,84	72 022,08	253 939,92	0,00000	0,000
15 321		321351010	Bednění konstrukcí z betonu prostého nebo železobetonového vodních staveb přehrad, jezů a plavebních komor, spodní stavby vodních elektráren, jader přehrad, odběrných věží a vypustných zařízení, opěrných zdí, šachet, šachtic a ostatních konstrukcí zřízení ploch rovinných	m2	1 161,120	913,00	489 982,64	570 109,92	1 060 102,56	0,00765	8,883
					1 161,120						
			<b>Vytisknuto v školní verzi KROS plus</b>								

Obrázek p. 4: Položkový rozpočet, část 2

## ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR

Stavba: PPO Bělá nad Radbuzou  
Objekt:

Objednatel: Povodí Vltavy, s.p.  
Zhotovitel: Díle výběrového řízení  
Datum: 8.3.2016

JKSO: 832 15

P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka celkem	Montáž celkem	Cena celkem	Hmotnost celkem	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16321		321352010	Bednění konstrukcí z betonu prostého nebo železobetonu vodních staveb přehrad, jezů a plavebních komor; spojení stavby vodních elektráren, jader přehrad, odběrných věží a vypustných zařízení, opěrných zdí, šachet, šachtic a ostatních konstrukcí odstranění ploch rovinných	m2	198,800	236,00	18 886,00	28 030,80	46 916,80	0,00086	0,171
		<b>9</b>	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>1 147,84</b>	<b>125 830,16</b>	<b>126 978,00</b>		<b>0,013</b>
17211		931992112	Výplň dilatačních spár z polystyrenu pěnového, tloušťky 30 mm	m2	13,600	123,00	1 147,84	524,96	1 672,80	0,00095	0,013
			10*0,8*1,7		13,600						
		<b>99</b>	<b>Přesun hmot</b>				<b>0,00</b>	<b>125 305,20</b>	<b>125 305,20</b>		<b>0,000</b>
34321		998332085	Přesun hmot pro úpravy vodních toků a kanály, hrázce rybníků apod. Příplatek k ceně za zvětšený přesun, přes vymezenou největší dopravní vzdálenost za každých dalších i započatých 5 000 m	Kč	125 305,200	1,00	0,00	125 305,20	125 305,20	0,00000	0,000
			33*17*36+17*65*36+69*26,3*36		125 305,200						
		<b>VRN</b>	<b>Vedlejší rozpočtové náklady</b>				<b>3 555 000,00</b>	<b>10 000,00</b>	<b>3 565 000,00</b>		<b>0,000</b>
		<b>0</b>	<b>Vedlejší rozpočtové náklady</b>				<b>3 555 000,00</b>	<b>10 000,00</b>	<b>3 565 000,00</b>		<b>0,000</b>
18000		012103000	Průzkumné, geodetické a projektové práce geodetické práce před výstavbou	Kč	40 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000
19000		013203000	Průzkumné, geodetické a projektové práce projektové práce dokumentace stavby (výkresová a textová) bez rozšíření	Kč	200 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000
			200000		200 000,000						
20000		032103000	Zařízení staveniště vybavení staveniště náklady na stavební burínky	Kč	20 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000
21000		034203000	Zařízení staveniště zabezpečení staveniště oplocení staveniště	Kč	5 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000
22000		034503000	Zařízení staveniště zabezpečení staveniště informační tabule	Kč	2 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000
23000		039103000	Zařízení staveniště zrušení zařízení staveniště rozebrání, bourání a odvoz	Kč	10 000,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000

**Vytisknuto v školní verzi KROS plus**

Obrázek p. 5: Položkový rozpočet, část 3

## ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR

Stavba: PPO Bělá nad Radbuzou

Objekt:

JKSO: 832 15

Objednatel: Povodí Vltavy, s.p.

Zhotovitel: Dle výběrového řízení

Datum: 8.3.2016

P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka celkem	Montáž celkem	Cena celkem	Hmotnost	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	000	080001000	Základní rozdělení průvodních činností a nákladů přesun stavebních kapacit	Kč	10 000,000	1,00	0,00	10 000,00	10 000,00	0,00000	0,000
			10000		10 000,000						
28	999	999100000	Mobitní PFO	Kč	3 430 000,000	1,00	3 430 000,00	0,00	3 430 000,00	0,00000	0,000
			1,4*245*10000		3 430 000,000						
30	999	999100000	Dopravní omezení	Kč	75 000,000	1,00	75 000,00	0,00	75 000,00	0,00000	0,000
31	999	999100000	Ostatní náklady	Kč	50 000,000	1,00	50 000,00	0,00	50 000,00	0,00000	0,000
			50000		50 000,000						

Celkem

5 212 996,06

1 419 820,39

6 632 816,45

980,268

Obrázek p. 6: Položkový rozpočet, část 4

## D.5 Hydrologické údaje



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

POBOČKA PLZEŇ

VÁŠ DOPIS ZN:  
ZE DNE: 4. 2. 2013  
NAŠE ZNAČKA: P13000883

VYŘIZUJE: Ing.K.Bláhová  
DATUM: 18. 2. 2013  
TELEFON: 377 256 648  
E-MAIL: blahova@chmi.cz

ČZU v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Kamýčká 129

165 21 Praha 6 - Suchbát

### HYDROLOGICKÉ ÚDAJE POVRCHOVÝCH VOD

Na Vaši žádost Vám zasiláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 pro:

Vodní tok	Radbuza	
Číslo hydrologického pořadí	1-10-02-0030	
Profil	Bělá nad Radbuzou, křížení toku s místní komunikací	
Plocha povodí A	57,69	km <sup>2</sup>

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí $P_a$		
Dlouhodobý průměrný průtok $Q_a$		

M-denní průtoky $Q_{Md}$													
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	tř.

N-leté průtoky $Q_N$								$m^3 \cdot s^{-1}$
1	2	5	10	20	50	100	třída	
6,49	10,4	17,2	23,4	30,7	42,0	51,9	III.	

Mozartova 1237/41, 323 00 Plzeň  
tel.: 377 256 611, fax: 377 237 444

IČ: 00020699, DIČ: CZ00020699, nejsme plátcí DPH  
č. ú.: 5413204/0100, www.chmi.cz

Stránka 1 z 2

**Obrázek p. 7: Hydrologické údaje pro řeku Radbuzou, nad soutokem**

## **D. 6 Posouzení zdravotní nezávadnosti sedimentu**

Sediment odstraněný v prostoru kamenného mostu přes Bezděkovský potok je zdravotně nezávadný, rovněž sediment z koryta řeky Radbuzy je zdravotně nezávadný.

## **D.7 Technická zpráva geodetického zaměření**

### 1. Obecné údaje

Geodetické práce na zakázce Aktualizace záplavového území Radbuzy v ř.km 6,900 – 96,000 provedlo odd. speciálních prací společnosti GEOREAL spol. s r.o. pod vedením Ing. Reného Durase. Polní měřické práce provedli v období 01/2006 – 11/2006 tyto pracovníci oddělení : Jiří Holota, Zdeněk Lokajíček, Ing. Radek Houška, Ing. Vladimír Venta. Na zpracování výsledků měření a digitalizaci katastrálních map se podílely Iva Mašková a Jiří Raška. Fotogrammetrické zpracování ortofotomapy provedli Ing. Petr Mikuláš a Ing. Tomáš Vybíral, Ph.D. Na vybudování bodového pole – pevné geodetické body – se podíleli Pavel Čiha, Adam Váagner.

### 2. Použité měřické přístroje

- a) Souprava dvoufrekvenčních GPS senzorů LEICA systém 1200.
- b) Motorizované totální stanice vybavené bezhranolovým měřením dálek LEICA TCRP 1201, LEICA TCRA 1101 a LEICA TCRA 1103

### 3. Pevné geodetické body

#### a) Stabilizace

Jako pevné geodetické body byly použity stávající geodetické body ZBP, ZhB nebo PBPP , stávající body státních nivelačních pořadů nebo nivelační body PNS. Dále byly stabilizovány nové pevné geodetické body a to převážně zapuštěním měřické značky do stávajících objektů. Dále pak žulové mezníky 0,16 x 0,16 x 0,80 m nebo výjimečně byly použity umělohmotné zavrtávací mezníky 0,13 x 0,13 m podle vyhlášky 190/1996 Sb.

#### b) Způsob určení

U stávajících bodů ZBP a ZhB byly souřadnice převzaty z databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů. Ostatní body byly polohově a výškově



určeny metodou RTK-GPS. Jako referenční stanice metody RTK-GPS byla použita základnová stanice GPS GEOREAL , nebo byla využita síť permanentních stanic CZEPOS. Lokální transformační klíče pro převod naměřených souřadnic v systému ETRS-89 do systému S-JTSK a Bpv byly vypočteny na základě znalostí souřadnic v obou systémech na okolních bodech ZhB – tzv. body zrychlené údržby. Body „nevhodné“ pro určení metodou GPS byly zaměřeny oboustranně orientovanými polygonovými pořady, nebo rajony. Výšky u takto určených bodů byly určeny trigonometricky.

c) Dokumentace pevných geodetických bodů

Ke každému bodu byly vyhotoveny Geodetické údaje o bodu obsahující číslo bodu, souřadnice v systému S-JTSK, Bpv a ETRS, místopis bodu a fotografie okolí bodu. Body jsou číslovány vzestupně proti proudu, počínaje číslem 1 (km 6,910) a končí číslem 137. Místopisy jsou vyhotoveny ve výkresu DGN s připojenými rastry fotografií a ve formátu PDF. Místopisy nejsou shodné s přílohou č. 8 vyhlášky č. 190/1996 Sb ( Geodetické údaje o ostatních bodech podrobného polohového bodového pole ). Coby přehledky pevných geodetických bodů slouží situace toku 1:10 000.

d) Přesnost určení bodů

Polohové určení pevných geodetických bodů vyhovuje čl.11 vyhlášky č. 190/1996 Sb. a výkladu „Pravidel ČUZK pro přejímání a hodnocení výsledků určení podrobného polohového bodového pole a podrobných bodů technologií GPS“ ze dne 10.8.2004 – č.j. 4330/2004-22.

Výškové určení pevných geodetických bodů vyhovuje přesností pořadu technické nivelace se střední chybou  $m=40R-2$ .

4. Podrobný podélný profil

Podrobný podélný profil byl vykreslen ze zaměřených údajů příčných řezů a situací objektů. Výkres byl doplněn všemi dalšími předepsanými údaji a popisy. Výkres byl vytvořen ve formátu DGN , vyexportován byl též ve formátu DWG v11.

5. Příčné profily

Podrobné body příčných profilů byly zaměřeny polární metodou ze stanovisek určených protínáním na pevné geodetické body. Profily byly měřeny v místech zadaných do ortofotomapy projektantem p.Kejhrou . Profily byly vykresleny v měřítku 1:500/100 .

#### 6. Objekty na toku

Objekty na toku byly zaměřeny polární metodou ze stanovisek určených protínáním na okolní pevné geodetické body. Ze zaměřených údajů byly vykresleny pohledy na objekty 1:250, řezy 1:250 a dále situace objektu 1:500. Situace objektů byla zakreslena do podrobné říční mapy. Výkresy byly vyhotoveny ve formátu DGN a vyexportovány též do formátu DWG v11.

#### 7. Situace toku 1:10 000

Na podkladu rastrové státní základní mapy 1:10 000 byly zakresleny příčné profily s očíslováním, jednotlivé objekty, staničení toku a pevné geodetické body.

#### 8. Barevná vodohospodářská mapa

Na podkladě rastrových dat Základní vodohospodářské mapy 1:50 000 byla vykreslena přehledka kladu listů použitých katastrálních map.

#### 9. Podrobná říční mapa

Mapa byla vykreslena ze zaměřených prvků ( příčné řezy, břehová čára, objekty na toku, pevné geodetické body, atd. ) . Stav katastru nemovitostí byl převzat z podkladů – viz 11.použité podklady. Nedigitální mapy KN byly skenovány na velkoplošném skeneru, transformovány do systému S-JTSK a následně vektorizovány. Mapa byla vykreslena v měřítku 1:2000 po listech formátu A4. Výkres byl vyhotoven ve formátu DGN a byl exportován do formátu DWG v11.

#### 10. Staničení toku

Staničení toku bylo propočteno po proudnici tak, aby kilometráž byla zachována na začátku měřeného úseku – Hráz vodní nádrže České údolí..6,900. Z důvodu návaznosti na předchozí TPE bylo zachováno i staničení objektu jezu v Liticích – 12,000 Staničení v rámci vodní nádrže není uváděno.

#### 11. Použité podklady

- a) Kopie katastrálních map v kladu ZMVM 1:2000 ( zakoupeno na příslušných katastrálních pracovištích )
- b) Kopie katastrálních map 1:2880 ( zakoupeno na příslušných katastrálních pracovištích )
- c) Digitální katastrální mapy ( DKM ) – kat. území Litice, Plzeň( zakoupeno na příslušných katastrálních pracovištích )
- d) Geodetické údaje bodů ZBP, ZHB a bodů ČSJNS a PNS převzaté z databáze Českého úřadu zeměměřického a katastrálního
- e) Rastrová data ZABAGED 1:10000 ( poskytnuto objednavatelem )
- f) Rastrová data Základní vodohospodářské mapy 1:50 000 ( staženo z webových stránek Výzkumného ústavu vodohospodářského )

V Plzni 21.2.2007

Ing. Vladimír Venta

Náležitosti a přesnosti vyhovuje právním předpisů

## **D.8 Mobilní PPO (Technická zpráva EKO-SYSTEM)**

### **Popis zařízení**

#### *Boční vedení:*

Jsou přichycena do stavby pomocí kotevních prutů a jsou v betonové zálivce. Slouží k uchycení mobilních hradidel. Tvoří je profil tvaru U z nerez materiálu, do kterého jsou vsazeny dva hliníkové profily. Tyto profily jsou na kratších stranách U profilu, a jsou orientovány proti sobě. V hliníkových profilech jsou nasazena pryžová těsnění. Hliníkové profily zároveň obsahují drážku pro uchycení stahovacího zařízení. V době kdy nejsou hradidla namontována, jsou boční vedení chráněna odnímatelnými hliníkovými kryty, chránícími vnitřní částí vedení proti poškození a usazování nečistot.

#### *Kotevní deska:*

Kotevní deska slouží k uchycení slupic. Tvoří je nerezová deska o tloušťce plechu 10 mm a rozměru 250 x 320 mm a 250 x 420 mm. Ve spodní části je kotevní deska vyztužena žebry. V plechu kotevní desky je podélný otvor, do kterého se nasazuje zámek (výstupek) slupice s kotevními šrouby. Podélný otvor je ve spodní části opatřen bočními stěnami, které tak tvoří uzavřenou kapsu. Není-li protipovodňová ochrana namontována, je otvor kotevní desky zakryt víčkem z nerezového plechu. Víčko je opatřeno těsněním a šroubem. Kotevní deska je přivařena k armatuře stavby.

#### *Mobilní slupice:*

Montují se v případě ohrožení na zabetonované kotevní desky. Slupici tvoří svařence profilu H a příslušné výšky. Uvnitř slupice jsou vsazeny čtyři hliníkové profily orientovány vždy dva proti sobě. V hliníkových profilech jsou nasazena pryžová těsnění. Hliníkové profily zároveň obsahují drážku pro uchycení stahovacího zařízení. Ve spodní části slupic je patka se šrouby s T-hlavou, pomocí kterých se přichytí do kotevní desky. Celá konstrukce slupic je zároveň zinkována. Pokud je slupice vyšší jak 2 m, je opatřena podpěrou.

#### *Podpěra slupice:*

Podpěru slupice tvoří svařenec čtvercových profilů a patka se stavěcími šrouby. Podpěra slupice je pro snazší manipulaci a uskladnění konstruována jako

sklápěcí a ke slupici se připojuje pomocí závěsných ok a spojovacích čepů. Na horním ramenu je ze spodní strany navařeno závěsné oko, které slouží pro zajištění dolního ramene ve sklopené poloze. Celá konstrukce podpěry je žárově zinkována.

#### *Hliníková hradidla:*

Používají se v profilu 100 x 200 mm. Jsou lisovaná z materiálu AlMgSi 0,7. Ve spodní části mají dvě podélná profilová pryžová těsnění. Hradidla na sebe jednoznačně zapadají, při jejich osazování jsou zaměnitelná a nelze je nesprávně umístit. Pod spodním hradidlem je umístěno prahové těsnění.

#### *Prahové těsnění:*

Je vyrobeno z měkké pryže a slouží k bezpečnému utěsnění případných nerovností v místě dosedací plochy hradidel mobilní ochrany. Vyrovná nerovnosti dosedací plochy až 10 mm. Osazuje se do spodního hradidla.

#### *Stahovací zařízení:*

Tvoří je konzole tvaru podkovy, která je opatřena dvěma kameny pro přichycení do bočního vedení či slupice. Dále obsahuje vertikálně uložený stavěcí šroub s roznášecí deskou pro stažení hradidel.

#### **Postup montáže,**

- demontáž krytů bočních vedení,
- demontáž víček kotevních desek,
- uložení krytů, víček a spojovacího materiálu do předem připravených schránek,
- kontrola pryžového těsnění na bočních vedeních, v případě zjištění poškození instalace nového,
- odstranění nečistot,
- kontrola hradidel a slupic,
- osazení slupic do kotevních desek,
- montáž hradidel:
  - o do nejspodnějšího hradidla vsuneme ze spodní strany mezi pryžové těsnění prahové těsnění

- vložení prvního hradidla mezi BV a slupici, resp. mezi slupice. Dbát na to, aby bylo hradidlo po své délce vystředěno. Hradidlo musí být opřeno o svislé těsnění BV, nebo slupice celou plochou
- postupné skládání hradidel na sebe, přitom průběžně kontrolovat uložení hradidel, aby ležela celou plochou na sobě
- hradidla není nutno usazovat až do maximální výšky hrazení, nýbrž dle povodňové situace
- je možné postupné doplňování hradidel až na max. výšku hrazení
- montáž stahovacích zařízení a vertikální stažení hradidel
- závěrečná kontrola postavení mobilní stěny.
- *Upozornění:* hradidla ukládat tak, aby na obou koncích přesahovala přes svislá těsnění bočního vedení a slupic.
- *celková kontrola montáže hrazení:*
  - řádné dosednutí hradidel na dosedací rovinu a navzájem mezi sebou,
  - stažení hradidel stahovacím zařízením,
  - při montáži je nutno dohlížet na to, aby na dosedací rovině (pod dolním hradidlem) a hradidlech nebyly nečistoty, které by mohly způsobit netěsnost.

Návod na montáž a demontáž mobilní protipovodňové ochrany včetně popisu a obrázků je uveden v přílohách č. 4 a 5.

### **Podmínky pro uskladnění a údržbu**

Pro zajištění maximální životnosti pryžových těsnění nutno zajistit podmínky podle ČSN 630001, které minimalizují nežádoucí změny jejich vlastností:

- teplotu ve skladě regulovat od - 10 do + 25°C.
- relativní vlhkost nesmí překročit 70%
- výrobky musí být chráněné před zdrojem světla s vysokým obsahem UV záření
- ve skladě nesmí být jakékoliv zdroje ionizačního záření a ozonu, které urychlují stárnutí pryžových výrobků
- ve skladě nesmí být rovněž uloženy kapalné a polopevné látky (rozpouštědla, benzin, toluen, tuky, kyseliny, dezinfekční a čisticí prostředky).

Doporučujeme prázdnou kapsu naplnit sypaným polystyrénem, který zamezí možnému poškození kotevní desky v zimních měsících.

V případě, že by bylo mobilní zařízení protipovodňových ochran uloženo ve volném skladě, je uskladnění nutno provádět tak, aby byla zajištěna řádná stabilita skladovaných prvků, aby nemohlo dojít k samovolnému posunu a poškození.

Hradidla se doporučují sestavit do svazků podle typu a délky. Je nutno dbát na to, aby jednotlivé řady hradidel byly mezi sebou proloženy vhodným izolačním materiálem (dřevo, suchý kartónový papír v síle 4 – 6 mm) tak, aby se mezi sebou nemohly dotýkat. Ve vodorovné poloze jsou mezi sebou odděleny těsnicí gumou.

Po každém použití je nutné před uskladněním provést řádné očištění a kontrolu jednotlivých dílů. Zvláštní pozornost je nutno věnovat kontrole těsnicí gumy, která musí být v případě poškození nahrazena novou a kontrole poškození jednotlivých funkčních ploch a částí hradidel a tabulí. V případě zjištění poškození je nutno provést opravu. Pokud tato není možná, vyřadit poškozený prvek a nahradit novým. Posouzení poškození a eventuální opravy a výměny těsnění doporučujeme zadat odborné dodavatelské firmě.

Hliníkové profily hradidel a profilová těsnicí guma je chráněna patentovými právy dodavatele a dodávky náhradních dílů mohou být prováděny výhradně prostřednictvím firmy EKO-SYSTEM s.r.o., Na Koupaliště 10, Praha 10 – Benice.

## D.9 Fotodokumentace



Obrázek p. 8: Pohled na Barokní most přes Radbuzu. Foto autor



Obrázek p. 9: Pohled na území, kde jsou navržena PPO. Foto autor





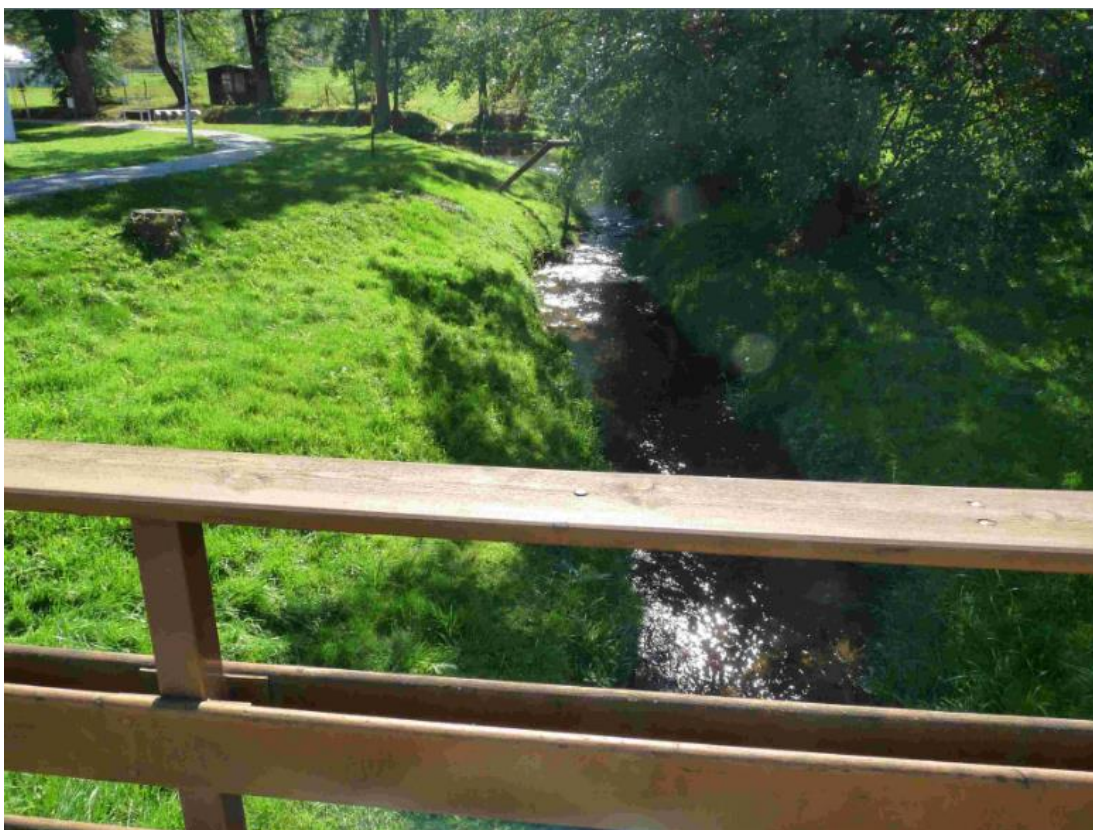
**Obrázek p. 10: Pohled na koryto řeky Radbuzy. Foto autor**



**Obrázek p. 11: Pravá část inundace Radbuzy, v řešeném úseku. Foto autor**



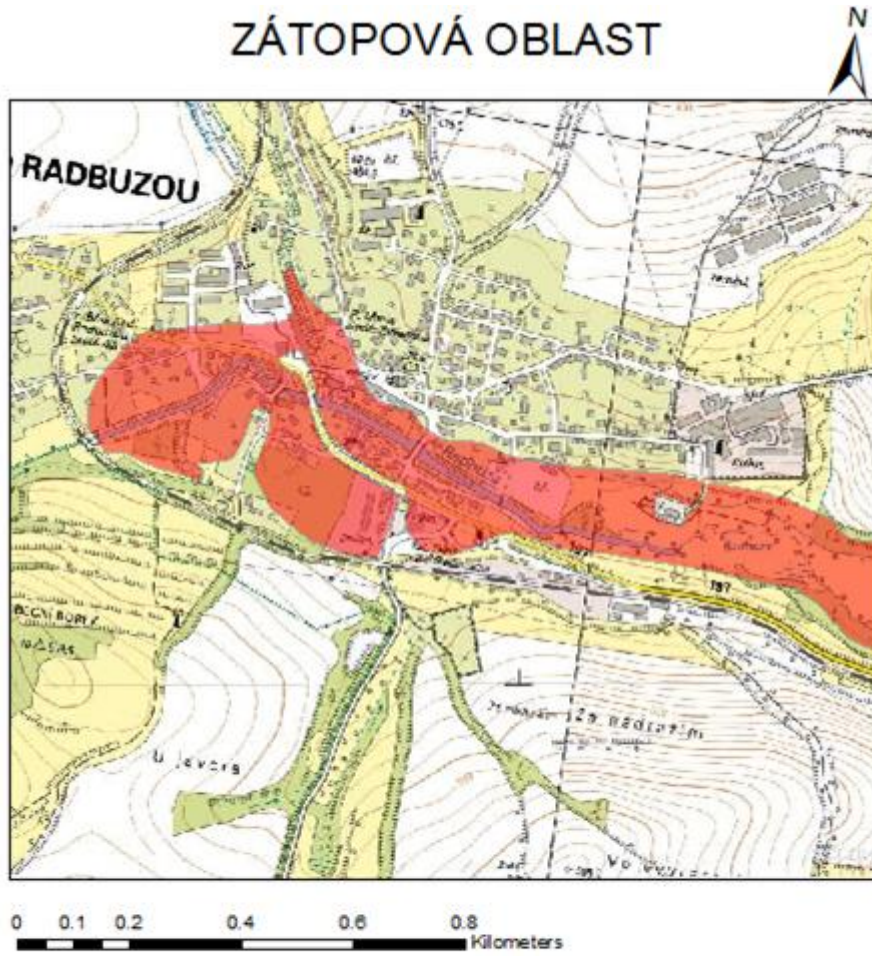
**Obrázek p. 12: Ústí Bezděkovského potoka. Foto autor**



**Obrázek p. 13: Pohled na ústí Bezděkovského potoka. Foto autor**

## D.10 Hydrotechnické zhodnocení

### ZÁTOPOVÁ OBLAST

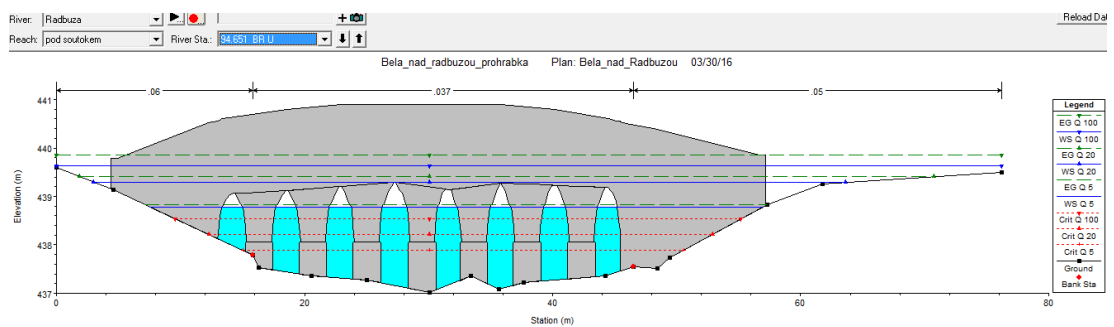


#### Legenda

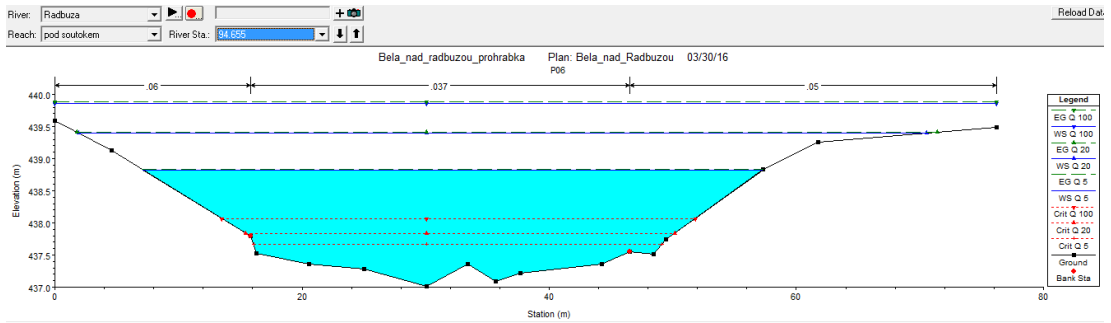
Q100

Obrázek p. 14: Zátupová oblast pro  $Q_{100}$

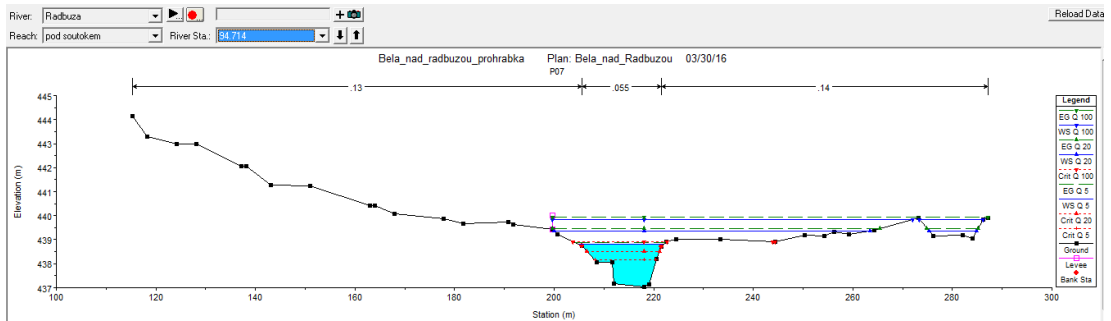
### Radbuza – výška hladiny v jednotlivých příčných profilech



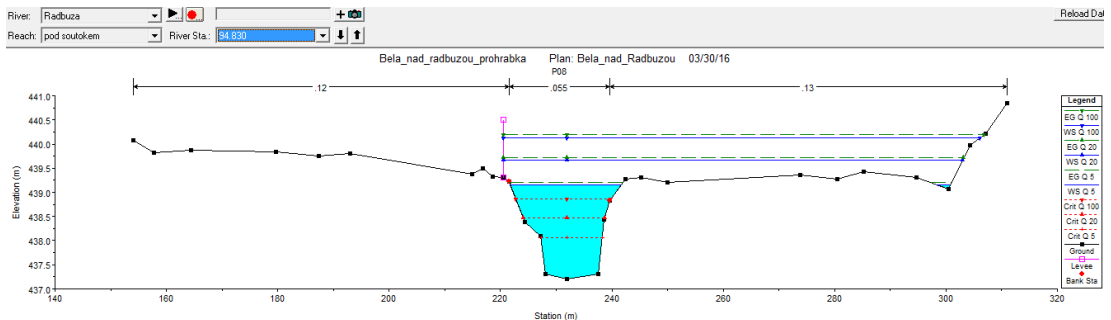
Obrázek p. 15: Příčný profil ř.km 94.651



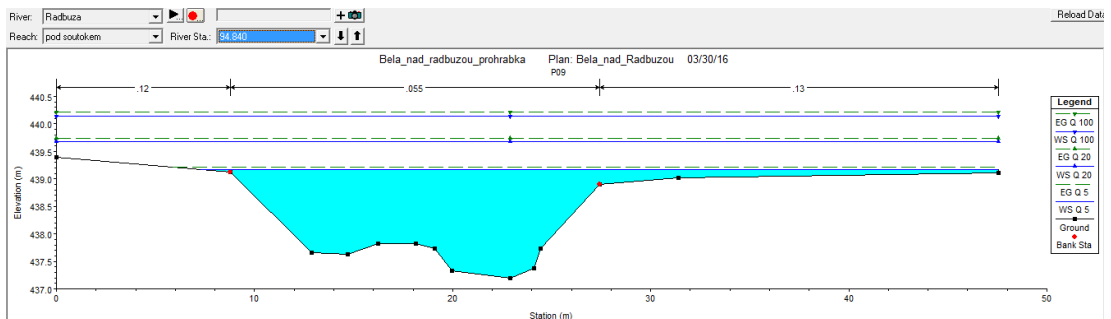
Obrázek p. 16: Příčný profil ř.km 94.655



Obrázek p. 17: Příčný profil ř.km 94.714

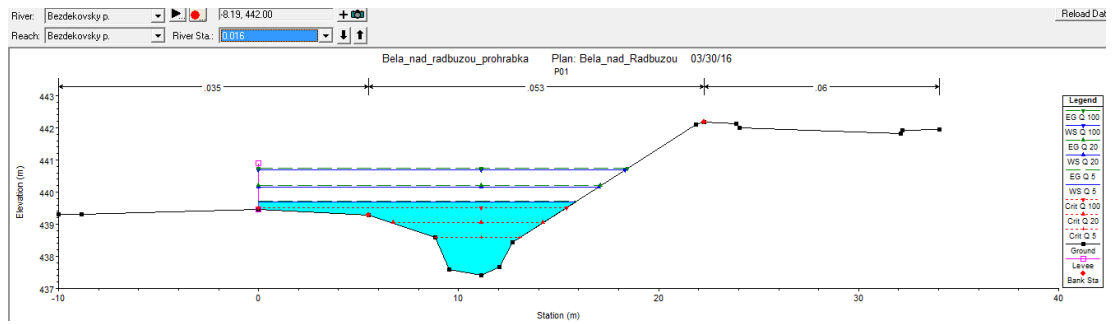


Obrázek p. 18: Příčný profil ř.km 94.830

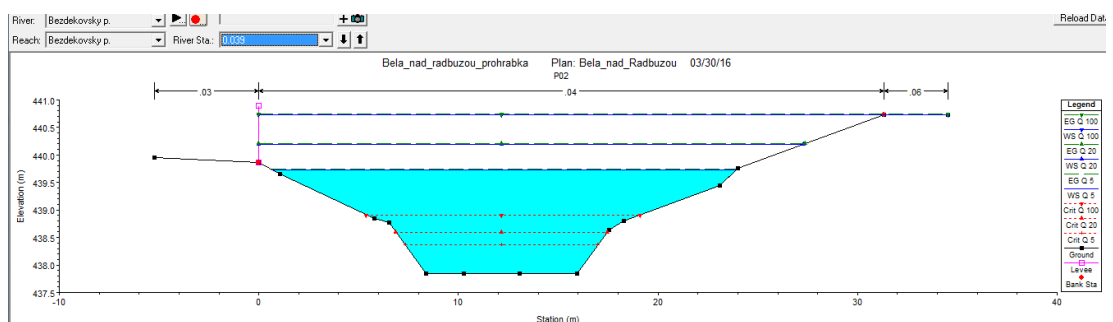


Obrázek p. 19: Příčný profil ř.km 94.840

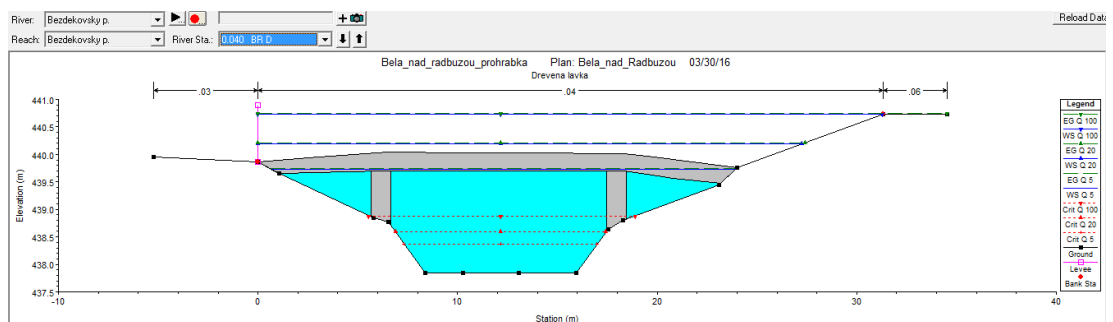
## Bezděkovský potok– výška hladiny v jednotlivých příčných profilech



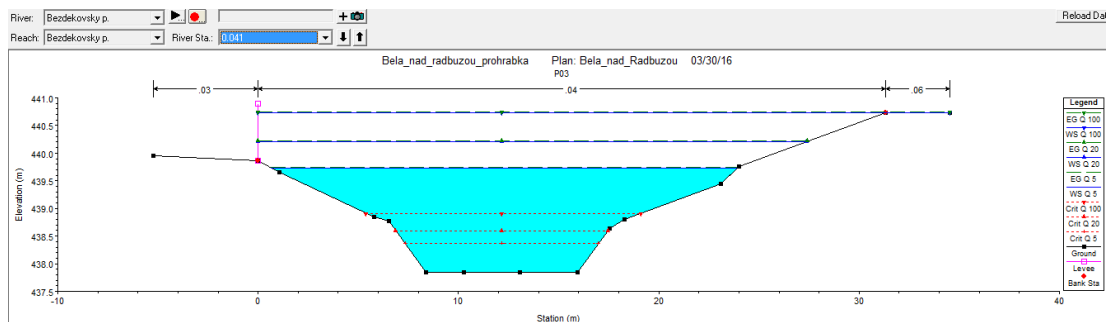
Obrázek p. 20: Příčný profil ř.km 0.016



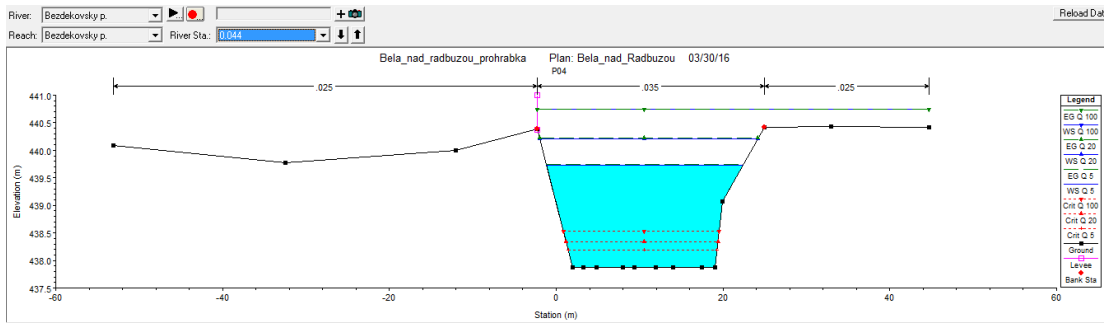
Obrázek p. 21: Příčný profil ř.km 0.039



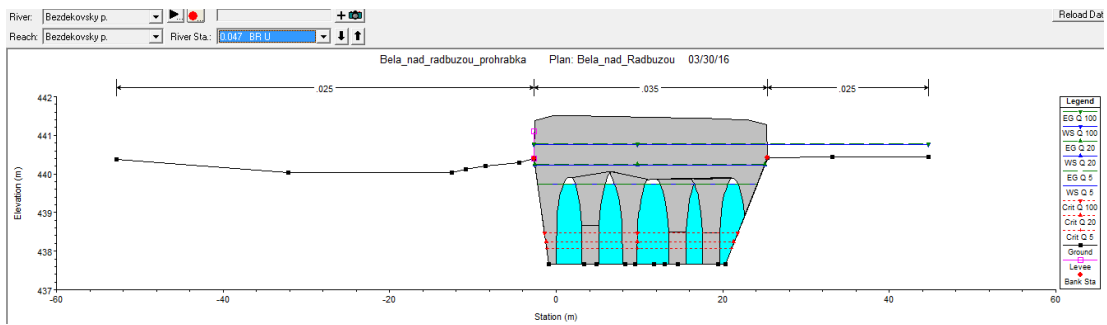
Obrázek p. 22: Příčný profil ř.km 0.040



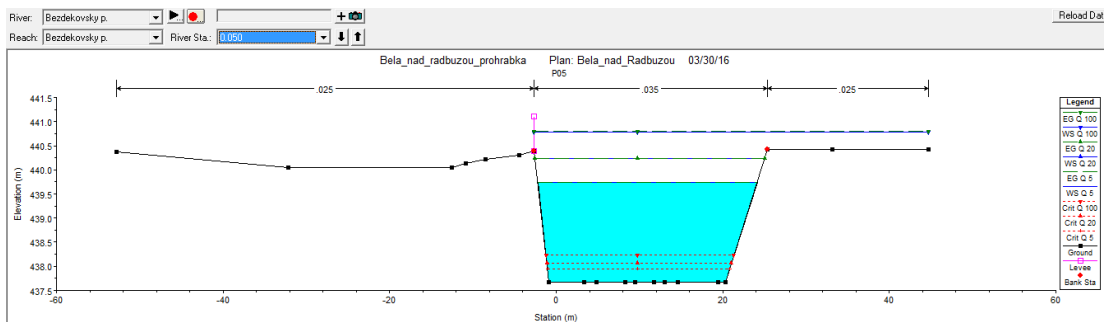
Obrázek p. 23: Příčný profil ř.km 0.041



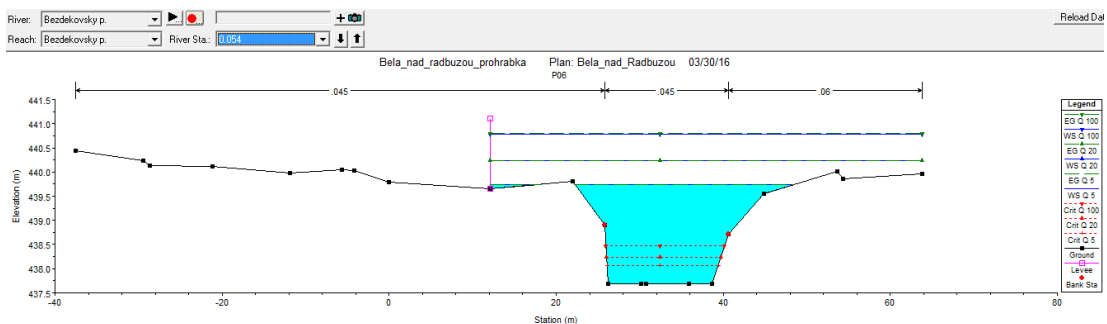
Obrázek p. 24: Příčný profil ř.km 0.044



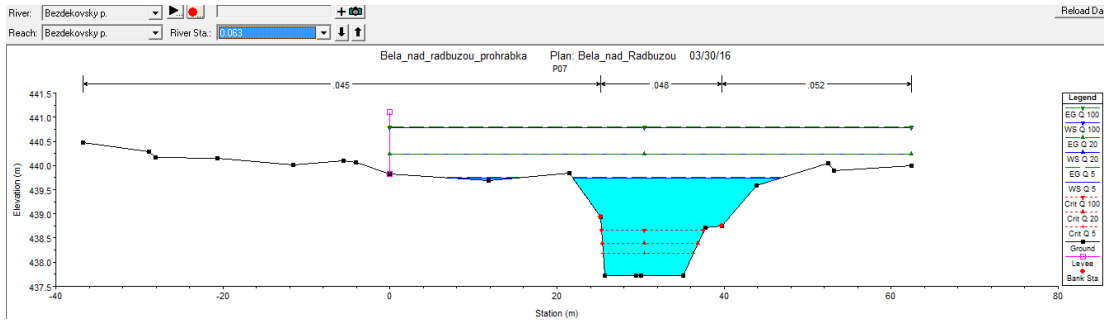
Obrázek p. 25: Příčný profil ř.km 0.047



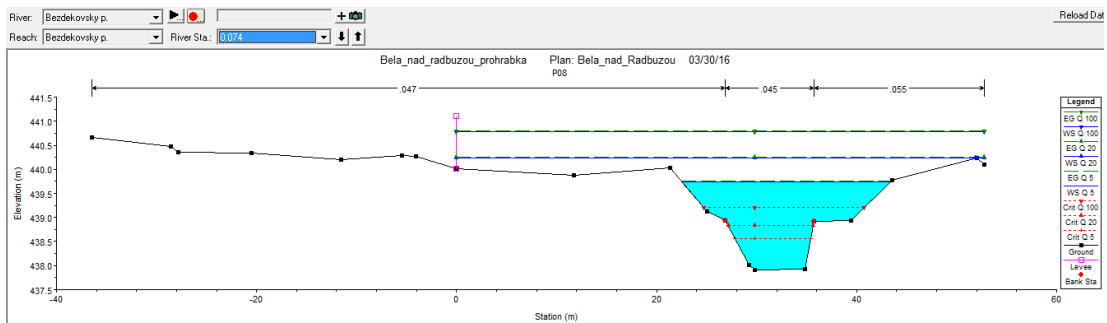
Obrázek p. 26: Příčný profil ř.km 0.050



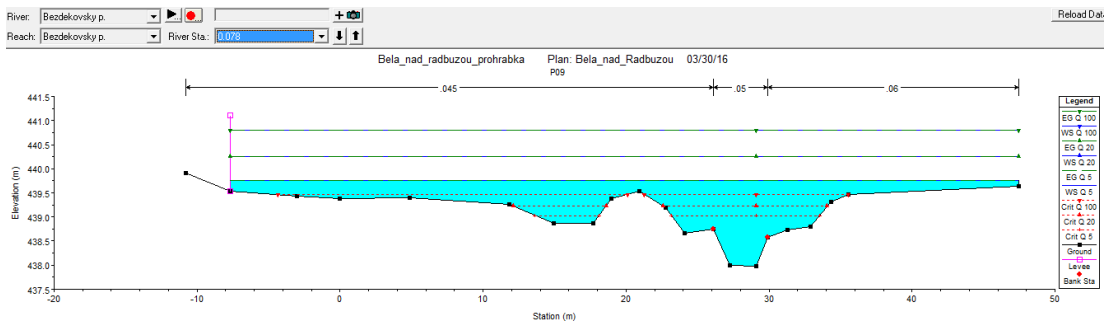
Obrázek p. 27: Příčný profil ř.km 0.054



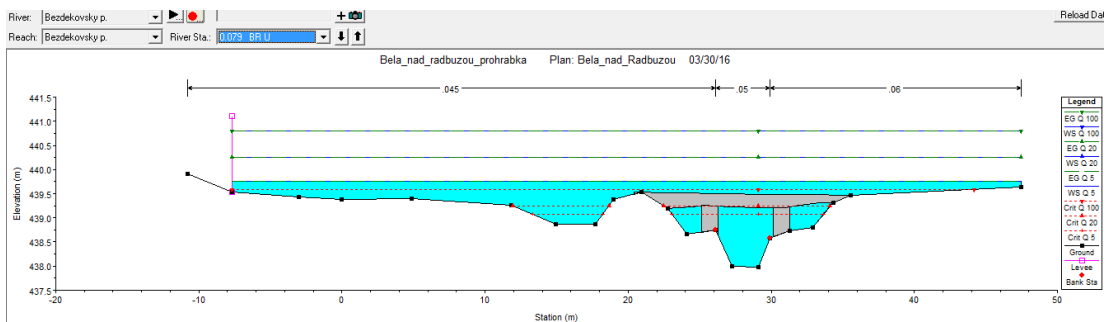
Obrázek p. 28: Příčný profil ř.km 0.063



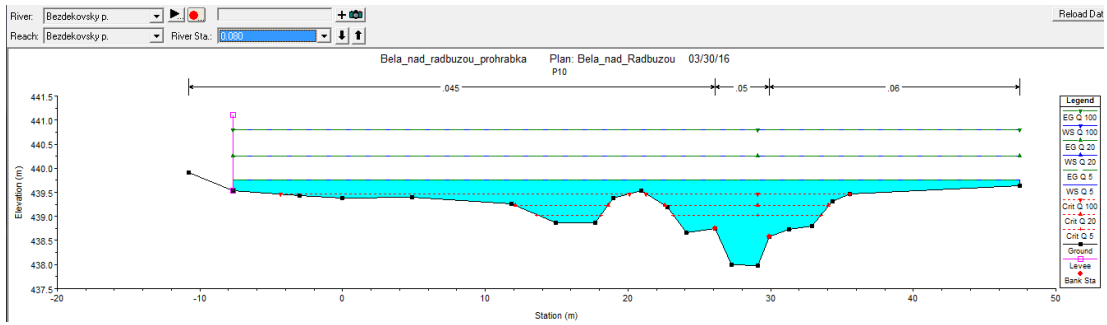
Obrázek p. 29: Příčný profil ř.km 0.074



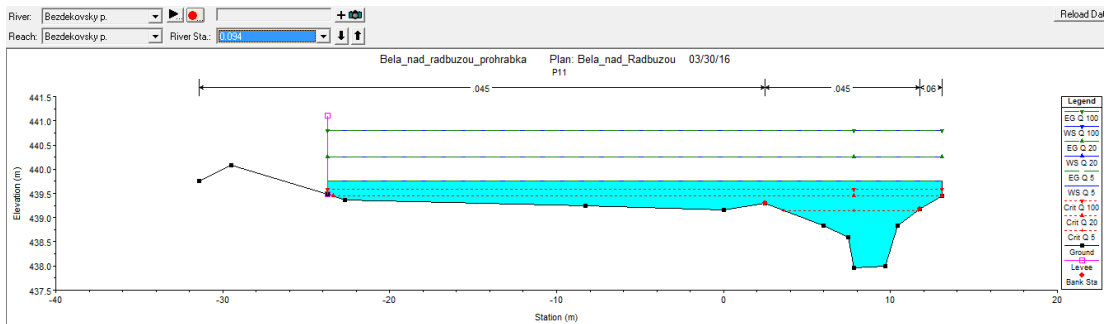
Obrázek p. 30: Příčný profil ř.km 0.078



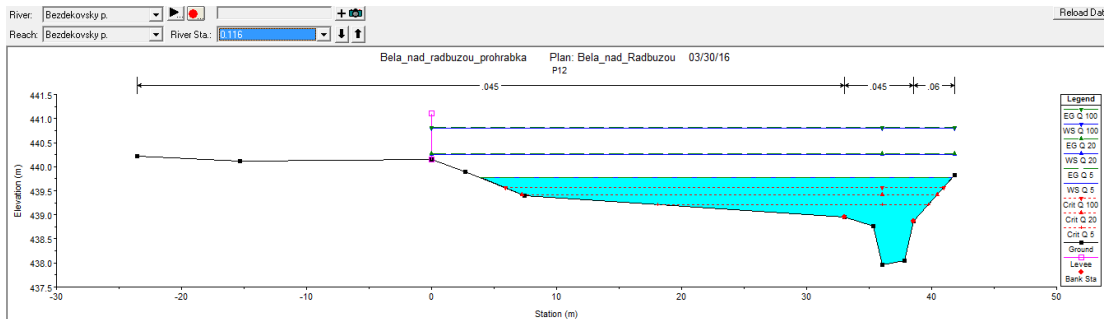
Obrázek p. 31: Příčný profil ř.km 0.079



Obrázek p. 32: Příčný profil ř.km 0.080



Obrázek p. 33: Příčný profil ř.km 0.094



Obrázek p. 34: Příčný profil ř.km 0.116





