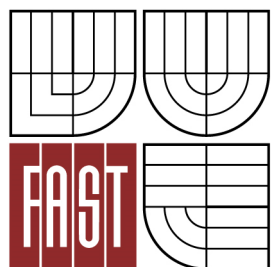




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

ÚPRAVA VODNÍHO TOKU VE SPRÁVĚ POVODÍ DYJE

ASSESSMENT OF STATUS OF THE WATERCOURSE IN THE BASIN OF THE POVODI DYJE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAELA JANOVSKÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michaela Janovská
Název	Úprava vodního toku ve správě Povodí Dyje
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	17. 3. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016

V Brně dne 17. 3. 2015

.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

CHOW, Ven Te. Open Channel Hydraulics. Mc Graw Hill Book Company. 1959.

<http://www.hec.usace.army.mil>

RAPLÍK, M., VÝBORA, P., MAREŠ, K. Úprava tokov, Alfa, Bratislava. 1989.

MAREŠ, K. Úpravy toků, ČVUT, Praha. 1997.

JANDORA, J., UHMANNOVÁ, H. Proudění v systémech říčních koryt. VUT FAST Brno, 2006.

Zásady pro vypracování

V rámci bakalářské práce proved'te posouzení úpravy a současného stavu vodního toku Oslavy v intravilánu města Oslavany. Při řešení se zaměřte na posouzení:

- současného stavu koryta toku a jeho opevnění,
- charakteru a stavu vegetačního doprovodu toku,
- kapacity toku v řešeném úseku,
- protipovodňové ochrany intravilánu Oslavany.

Na základě zjištěných skutečností proved'te ideový návrh na zlepšení stávajícího stavu.

Přesné vymezení řešeného úseku bude provedeno při předání podkladů.

Bakalářská práce bude obsahovat:

Textovou část – úvod, informace o toku, popis řešené lokality, popis stávajícího stavu vodního toku, hydrotechnické výpočty na ověření kapacity, zhodnocení provedených úprav, závěr.

Přílohy – výkresová dokumentace (situace, podélný profil, příčné řezy).

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce byla zaměřena na posouzení kapacity stávajícího stavu řeky Oslavy v intravilánu města Oslavany. Posuzovaný úsek se nachází v blízkosti fotbalového hřiště a zámku, který byl postaven v roce 1225 a v případě průchodu 100leté vody se nachází v záplavové oblasti. Posouzení kapacity koryta bylo provedeno pomocí 1D matematického programu HEC- RAS, ve kterém na základě zaměřených příčných profilů a obchůzky v terénu, byl vytvořen model toku a provedeno posouzení pro jednotlivé N-leté průtoky. Na základě výsledků z programu HEC- RAS byl proveden ideový návrh protipovodňového opatření v zájmové lokalitě.

Klíčová slova

Posouzení kapacity, HEC-RAS, návrh opatření, protipovodňová ochrana, řeka Oslava, přírodní val

Abstract

This thesis was aimed at assessing the capacity of the current state of the river Oslavany in the urban area Oslavany. Weighted section is located near the football field and a castle, which was built in 1225 and in case of passing 100 - year flood is the flood area. Assessment of the capacity of the stream was performed using the 1D mathematical program HEC- RAS in which based on oriented transverse profiles and beats in the field, the flow model was developed and assessed for the individual N-year flows. Based on the results of the program HEC- RAS was conducted conceptual design of flood protection measures in the area of interest.

Keywords

Assessment of the current flow, HEC- RAS, the draft measures, the flood protection, river Oslava, nature wall

Bibliografická citace VŠKP

Michaela Janovská *Úprava vodního toku ve správě Povodí Dyje*. Brno, 2016. 52 s., 50 s. příl. Bachelářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmannová, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16. 3. 2016

.....
podpis autora
Michaela Janovská

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat Ing. Haně Uhmannové, CSc. za odborné vedení této bakalářské práce, za trpělivost a ochotu při konzultacích a za poskytnutí odborných rad a připomínek.

OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	4
2.1. Správní údaje.....	4
2.2. Údaje o povodí	4
2.3. Geologické poměry	5
2.4. Hydrogeologické poměry	6
2.5. Pedologické poměry	7
2.6. Klimatické poměry	8
2.7. Hydrologické poměry.....	11
2.8. Údaje o zemědělství	12
2.9. Údaje o lesnictví.....	12
2.10. Údaje o průmyslu	12
2.11. Energetické využití toku.....	13
2.12. Požadavky na odběry.....	13
2.13. Čistota vod.....	13
2.14. Rekreační využití.....	15
2.15. Splavnost toku	15
2.16. Životní prostředí	15
3. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU TOKU V ŘEŠENÉ LOKALITĚ	17
3.1. Lokalita	17
3.2. Popis úseků toku	17
3.2.1. Objekty.....	20
4. PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ.....	24
4.1. Technické úpravy	24
4.1.1. Trasa koryta	24
4.1.2. Návrh příčného profilu.....	25
4.1.3. Ochranné hráze	26
4.1.4. Ochranné zdi	27
4.2. Revitalizace vodního toku.....	27
4.2.1. Revitalizace ve volné krajině	28
4.2.2. Přírodě blízká protipovodňová ochrana v intravilánu.....	29
5. Hydrotechnické výpočty	32
5.1. HEC-RAS.....	32
5.1.1. Metoda po úsecích	32
5.2. Data pro výpočet	33

5.2.1.	Geometrická data	33
5.2.2.	Okrajové podmínky	33
5.3.	Výsledky z programu HEC-RAS	34
6.	TEORETICKÝ NÁVRH OPATŘENÍ	41
6.1.	Návrhový průtok	41
6.2.	Navrhovaná protipovodňová opatření.....	41
6.2.1.	Varianta 1.....	42
6.2.2.	Varianta 2.....	43
6.2.3.	Varianta 3.....	43
6.3.	Zhodnocení variant.....	43
7.	ZÁVĚR	45
8.	ZDROJE INFORMACÍ	46
8.1.	Internetové zdroje.....	46
8.2.	Použitá literatura	48
8.3.	Normy	48
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	49
9.1.	Použité zkratky	49
9.2.	Použité symboly	49
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ:.....	50
11.	SEZNAM TABULEK:	51
12.	SEZNAM PŘÍLOH.....	52

1. ÚVOD

Už v historii bylo osidlování a rozvoj měst úzce spjat s vodou, která je nezbytnou součástí našeho život. S rozvojem měst a nedostatku místa se zástavba rozrůstá i do míst, kde může být ohrožena přívalovými vodami z řek. Z uvedeného důvodu je zapotřebí na mnoha místech koryto řeky upravit, aby byla dosažena požadovaná kapacita toku a nedošlo k ohrožení osob ani majetku.

Řešený úsek vodního toku řeky Oslavy se nachází v intravilánu města Oslavany. Na pravém břehu řeky byl ve 13. století postaven první ženský klášter na Moravě a během let byl přestavěn do renezančního zámku se zámeckým parkem. V současné době je celý areál otevřen pro veřejnost. V zámeckém parku se nachází muzeum hornictví a energetiky a hasičské muzeum. Na pravém břehu dále po proudu se nachází sportovní areál s fotbalovým hřištěm a zástavba rodinných domů. Celá posuzovaná oblast je ohrožována 50letou respektive 100letou vodou.

V rámci bakalářské práce bylo cílem posoudit kapacitu stávajícího stavu zájmového úseku a zhodnotit jeho stav. Pro posouzení kapacity byl využit 1D matematický model HEC-RAS 4.1.0, který na základě zadaných geometrických dat a okrajových podmínek vypočítá průběhy hladin pro vybrané N-leté průtoky. Na základě výsledků z programu byl proveden návrh variant protipovodňového opatření s ohledem na historickou budovu a blízkou zástavbu.

2. POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

2.1. Správní údaje

Název toku:	Oslava
Kilometráž zájmového úseku:	ř. km 3,2558 – ř. km 4,9550
Umístění zájmového úseku:	Oslavany, Jihomoravský kraj
Správa toku:	Povodí Moravy s.p., Dřevařská 11, Brno 601 75 závod Dyje, Husova 760, Náměšť nad Oslavou Číslo
Vodohospodářské mapy:	24-33, 24-34
Číslo hydrologického pořadí provozovaného úseku:	4- 16- 02



Obrázek 1: Zájmový úsek toku- Oslavany

2.2. Údaje o povodí

Řeka Oslava náleží do oblasti povodí Dyje. „Oblast povodí Dyje je dílčím povodím hydrologického povodí Moravy, tvoří českou část mezinárodní oblasti povodí Dunaje.“

„Povodí je vějířovitého tvaru, ve vztahu k řece Dyji asymetricky vyvinutá. Sousedí na severovýchodě a východě s oblastí povodí Moravy, na severu a severozápadě postupně s oblastmi povodí Horního a Středního Labe, Dolní Vltavy a Horní Vltavy podél rozvodnice Severního a Černého moře. Na jihozápadě sousedí s oblastí povodí Dyje na území Rakouské republiky.“[6]

Řeka Oslava protéká krajem Vysočina a Jihomoravským krajem. Pramení v bažinné oblasti u Matějovského rybníka, který se nachází u Nového Veselí v CHKO Žďárské vrchy

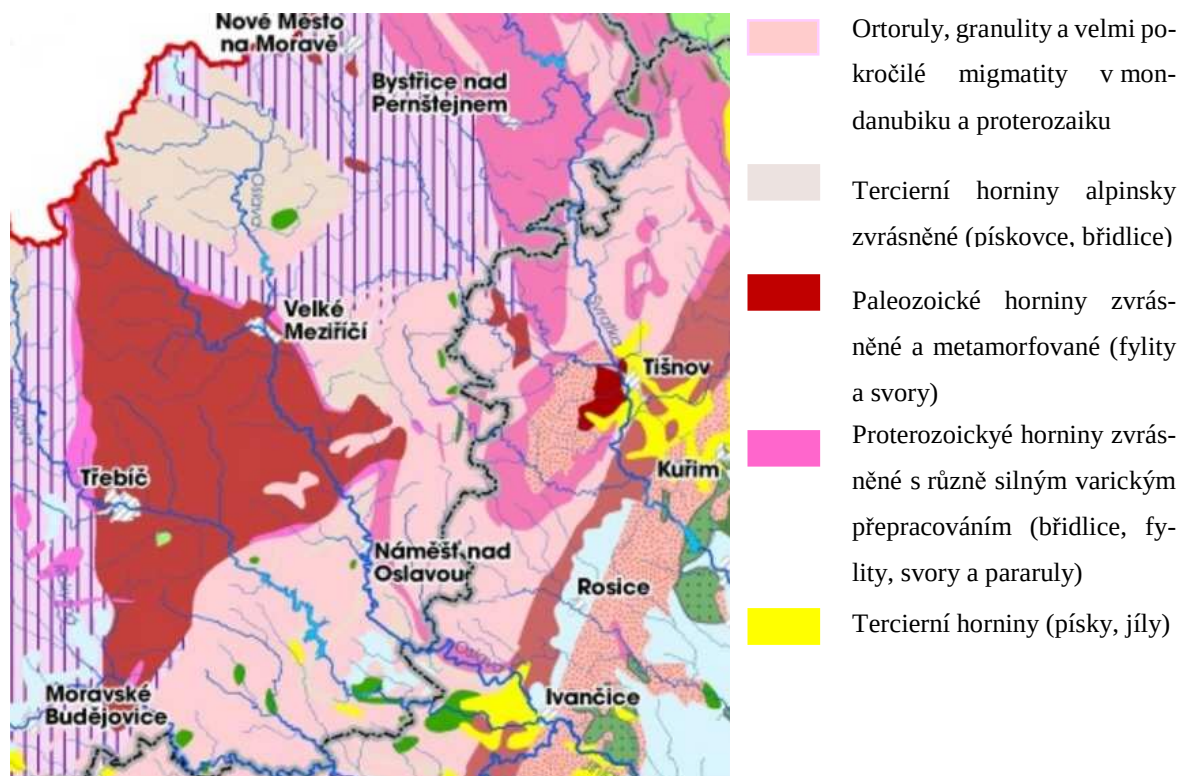
v nadmořské výšce cca 567 m n.m.. Délka toku od pramene k ústí je 99,6 km a je levostranným přítokem řeky Jihlavy, do které se vlévá společně s řekou Rokytnou v Ivančicích.[1] Horní tok řeky je přehrazen dvěma rybníky, Matějovským a Veselským, které se nacházejí v blízkosti pramene toku a náleží do CHKO Žďárské vrchy.

Na horním toku je také vybudováno vodní dílo Mostiště, které od roku 1960 slouží pro vyrovnávání povodňových průtoků, vodárenské odběry pro úpravnu vody skupinového vodovodu Velké Meziříčí – Třebíč a pro výrobu elektrické energie ve vodní elektrárně Mostiště.[5]

Mezi hlavní přítoky řeky Oslavy patří říčky Balinka a Chvojnice.

2.3. Geologické poměry

Povodí Dyje leží na obou základních geologických jednotkách ČR, Český masiv a Vnější Západní Karpaty. V okolí toku řeky Oslavy se nachází několik geologických oblastí, které se tvořily během mnoha let. Mezi dvě největší geologické oblasti patří paleozoické horniny zvrásněné a metamorfované (fylity, svory) a ortoruly, granulity a velmi pokročilé migmatity v mondanubiku a proterozoiku. [6]

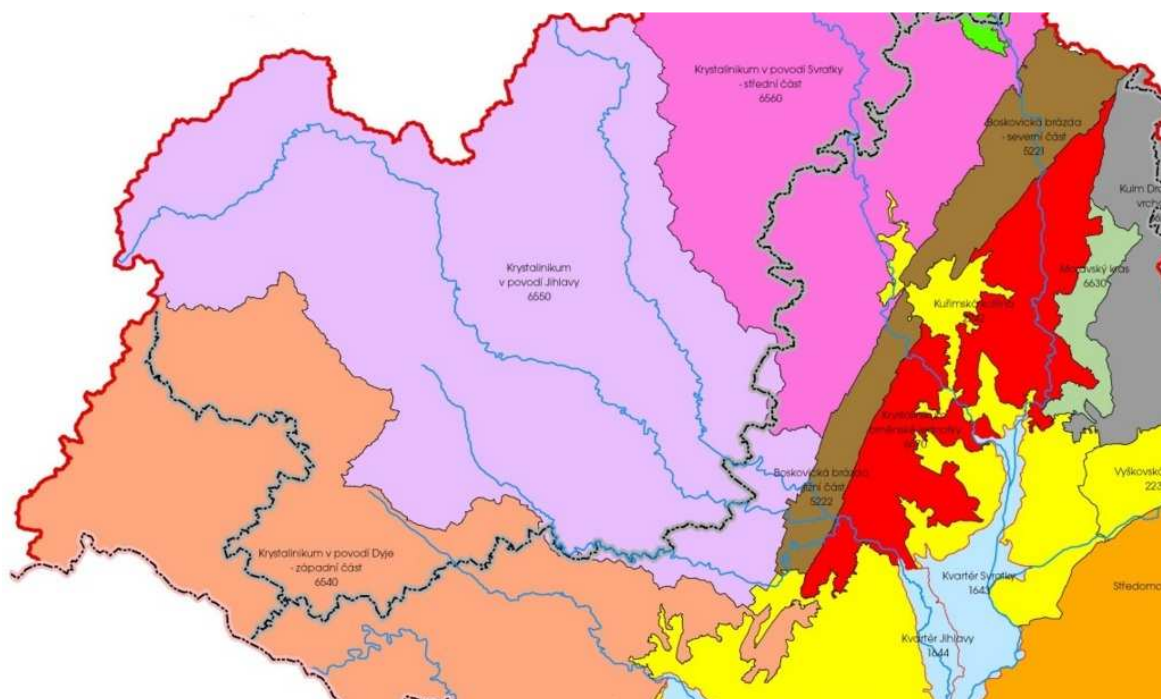


Obrázek 2: Geologické poměry v části povodí Dyje [6]

2.4. Hydrogeologické poměry

„Podle současných znalostí přírodních poměrů a dlouhodobých řad měření v objektech státní pozorovací sítě přísluší úsek údolí Oslavy do hranice hydrogeologického rajónu 5222 Boskovická brázda- jižní část a hydrogeologického rajónu 6550 Krystalinikum v povodí Jihlavy“. [2]

- Rajón 5222- Boskovická brázda: „Boskovická brázda je nesouměrná tektonická pánev. Její výplň tvoří horniny permokarbonu – jílovce, prachovce, pískovce a slepence. Na permokarbonu se jako denudační zbytky uchovaly horniny křídové a v jejich nadloží i neogenní sedimenty. Tvoří kuřimskou kotlinu, která rozděluje boskovickou brázdu na severní a jižní část. Permokarbonská výplň pánve je slabě puklinově propustná – s koeficientem filtrace $n \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$.“ [3]
- Rajón 6550- Krystalinikum v povodí Jihlavy: „V rajonu převažují moldanulické pararuly a amfibolicko-biotitický granit třebíčského masivu. Značnou část krystalinika tvoří Gföhlské ortoruly. Patří sem i náměštsko-krumlovské graulitové těleso a borský granultivový masiv. V těchto krystalinických horninách tvoří zvodnění nespojitý kolektor v přípovrchové zóně zvětralin a rozevřených puklin. Přirozené odvodnění se děje do údolních niv a přímo do vodotečí.“ [3]

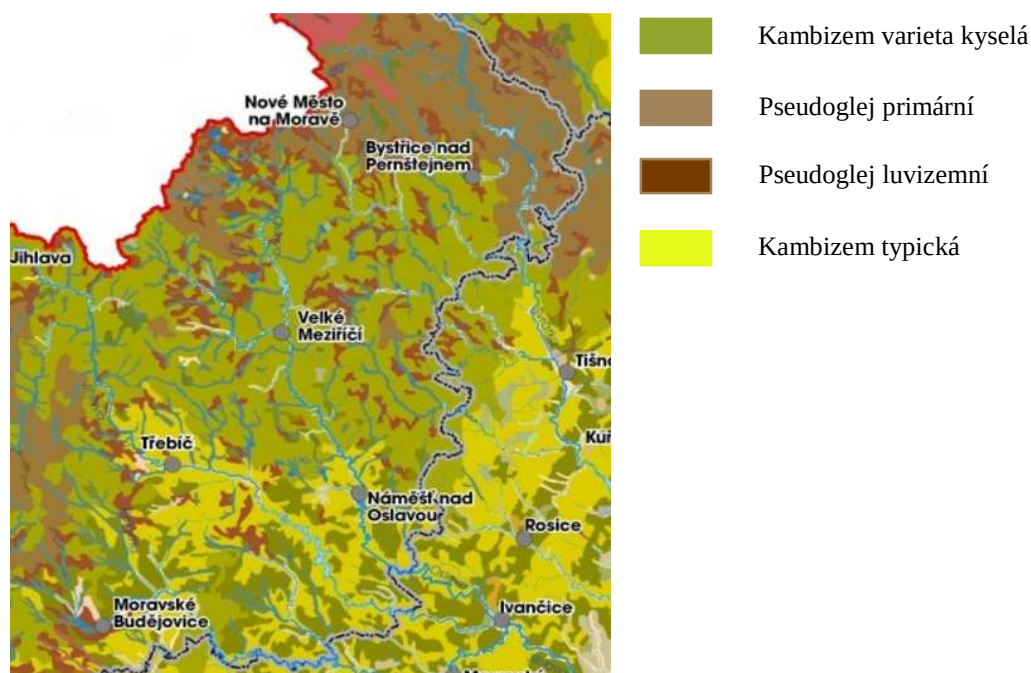


Obrázek 3: Hydrogeologie části povodí Dyje [6]

2.5. Pedologické poměry

Půdní složení v okolí toku řeky Oslavy najdeme převážně Kambizem varieta kyselá a Kambizem typická. V okolí pramene, v CHKO Žďárské vrchy se nachází půdy typu Pseudoglej luvizemní a Pseudoglej primární. [6]

- Kambizem: „Hnědé půdy, hnědé lesní půdy. Převažuje chemické zvětrávání prvotních minerálů, přičemž se uvolňuje Fe, Mn, Al (hnědnutí – braunifikace). Vedle hnědnutí dochází u těchto půd k procesům tvorby a přeměn jílu. Půdy se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sypké substráty) v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska tropismu, zrnitosti a skeletovitosti. Tyto půdy mají vysokou pórovitost a dobrou vnitřní drenáž a do značné míry jsou využívány zemědělsky.“ [6]
- Pseudoglej: „Patří do skupiny půd s hydromorfním půdotvorným procesem, probíhajícím pod dlouhodobým vlivem zvýšení půdní vlhkosti za nedostatku kyslíku v půdní hmotě. V podmínkách ovlivněných vodou a v přítomnosti organické hmoty dochází k redukci Fe. Spodní horizonty pak mají šedé až namodralé zbarvení. Přeměny organické hmoty probíhají ve směru snížené mineralizace, často dochází k rašelinění. Gleje jsou vázány na terénní deprese, některé části širokých niv a zejména na úzké nivy s málo kolísající hladinou minerálně chudších podzemních vod. Nepříznivé fyzikální vlastnosti – značné nasycení vodou, spojené s nedostatečným provzdušněním – jsou nepříznivé pro kořeny rostlin i pro edafon. Agronomická hodnota těchto půd je velice nízká, mají však společně s organozeměmi značný význam pro zadržování vody v krajině.“ [6]

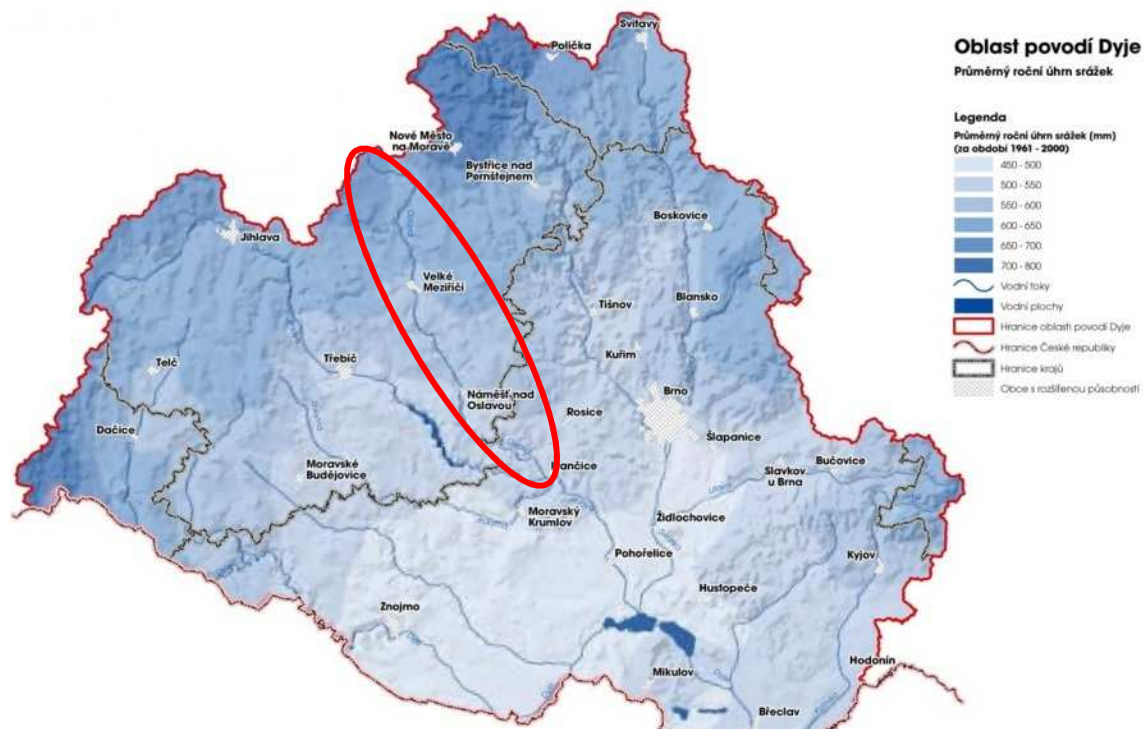


Obrázek 4: Pedologie- část povodí Dyje [6]

2.6. Klimatické poměry

Srážkové poměry

Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek pro oblast horní části toku činí 650 mm a pro oblasti střední a dolní části toku je 600 mm. [6]



Obrázek 5: Průměrný roční úhrn srážek [6]

V tabulce jsou zaznamenány úhrny srážek v jednotlivých měsících roku pro kraj Vysočina a Jihomoravský kraj.

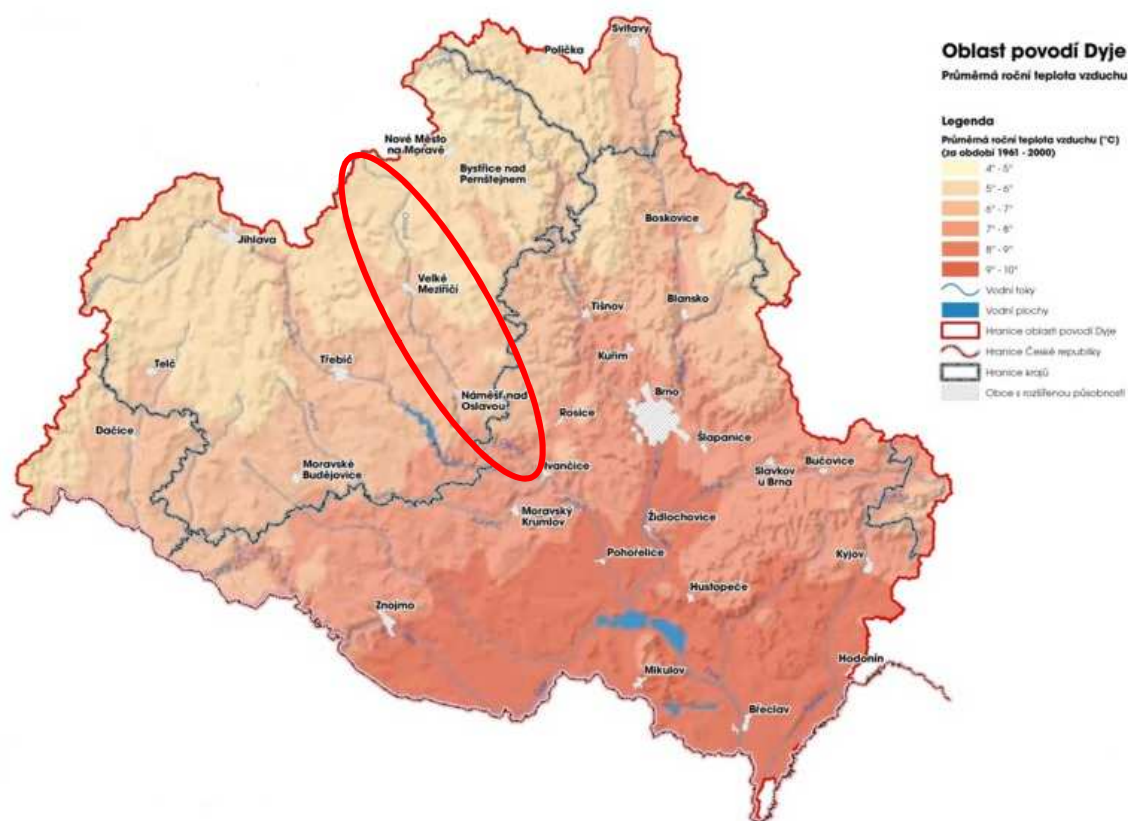
Tabulka 1: Územní srážky v roce 2015- kraj Vysočina a Jihomoravský kraj [7]

Vysočina	S	58	9	44	20	49	47	37	77	37	61	86	21
	N	42	37	37	42	76	82	75	75	49	37	45	43
	%	138	24	119	48	64	57	50	102	75	165	191	49
Jihomoravský	S	35	12	36	17	41	32	34	91	31	49	37	16
	N	30	30	29	38	65	75	64	61	41	34	42	33
	%	117	40	124	45	63	43	54	149	75	143	88	48

Vysvětlivky: S- úhrn srážek [mm], N- dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm], %- úhrn srážek v procentech normálu 1961-1990

Teplotní poměry

V oblasti povodí Dyje je průměrná dlouhodobá teplota 7,8 °C. [6]



Obrázek 6: Průměrné roční teploty v povodí Dyje [6]

V tabulce jsou zaznamenány průměrné teploty v jednotlivých měsících roku 2015 pro kraj Vysočina a Jihomoravský kraj.

Tabulka 2: Územní teploty z roku 2015 [8]

Vysočina	T	0,4	-0,5	3,6	7,4	12,0	16,0	20,2	21,1	12,7	7,6	5,4	3,2	
	N	-3,3	-1,5	2,1	7,0	12,0	15,2	16,7	16,2	12,6	7,7	2,3	-1,5	
	O	3,7	1,0	1,5	0,4	0,0	0,8	3,5	4,9	0,1	-0,1	3,1	4,7	
Jihomoravský	T	1,4	1,0	4,9	9,2	13,7	18,0	21,9	22,6	14,8	8,8	6,0	2,7	
	N	-2,6	-0,6	3,4	8,6	13,5	16,6	18,1	17,6	13,9	8,8	3,3	-0,7	
	O	4,0	1,6	1,5	0,6	0,2	1,4	3,8	5,0	0,9	0,0	2,7	3,4	

Vysvětlivky: T- teplota vzduchu [°C], N- dlouhodobý normál teploty vzduchu [°C], %- odchylka od normálu

Ledové jevy

Během mrazivých dní se v Oslavanech u pevného jezu km 4,969 tvoří ledová celina, která se při dlouhotrvajících mrazech rozšiřuje proti směru toku. Dochází ke zmenšení průtočného profilu a ke vzduť hladiny.

S příchodem teplejšího počasí dochází ke zvýšení průtoku, stoupání hladiny v korytě a ledová celina se rozlamuje na ledové kry, které jsou unášeny po toku. Při odchodu ledu je nezbytné zabezpečit bezpečný průchod ledových ker, aby se nevytvořila ledová bariéra. Tu může způsobit další překážka na toku v podobě nerozbité ledové celiny nebo jezu jako v případě řeky Oslavy, kde se dále po toku nalézají pohyblivý válcový jez, který je v soukromé správě a během ledových jevů nebývá umožněna manipulace s ním. Rozlamování a chod ledu je ve většině případů spojen s jarními povodněmi, které mohou napáchat mnoho škod.

Naposledy v roce 2012, kdy se v tomto místě ledová celina vytvořila, se přistoupilo k umělému rozlamování ledové celiny za použití těžké techniky, pil na rozřezávání ledu a kusy ledu se vybíraly z koryta toku, aby nedošlo k velkému poškození pevného jezu a zejména k vybřežení vody z koryta a následnému ohrožení přilehlé zástavby.



Obrázek 7: Ledové kry před pevným jezem v Oslavanech- rok 2012 [15]

2.7. Hydrologické poměry

Nejbližší profil k zájmové oblasti, ve kterém probíhá měření průtoků, se nachází u Oslavan na pravém břehu toku u ČOV na říčním kilometru 3,3.

Hlásný profil č. 394, Oslavany

Průměrný roční průtok: $Q_a = 3,47 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabulka 3: N-leté průtoky- profil č. 394 [4],[9]

N- leté	Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
Q [m ³ /s]	66	85,5	112	133	154	183	205

Na říčním kilometru 55,9 na levém břehu řeky pod mostem probíhá automatické měření průtoků v hlásném profilu č. 393a – Nesměř.

Hlásný profil č. 393a, Nesměř

Tabulka 4: N- leté průtoky- profil č. 393a [10]

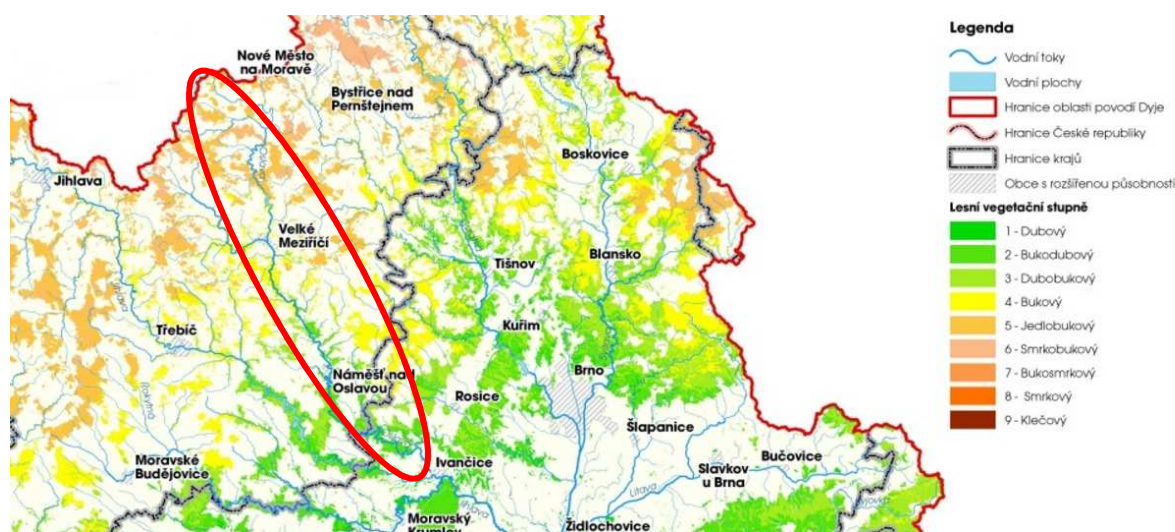
N- leté	Q_1	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
Q [m ³ /s]	28,2	62,3	81,5	154	137	165

2.8. Údaje o zemědělství

V okolí toku se nacházejí oblasti trvale zatravněné ale i oblasti s ornou půdou, která je využívána pro tradiční i alternativní zemědělství.

2.9. Údaje o lesnictví

Podél celého toku je velké množství lesů. V okolí horního toku, až k městu Velké Meziříčí, se nacházejí jedlobukové nebo smrkobukové lesy. Dále po toku se lesy mění na bukové a dubobukové.



Obrázek 8: Mapa zalesnění- část povodí Dyje [6]

2.10. Údaje o průmyslu

V okolí se nachází velká strojírenská firma ENDIS a.s. ve Velkém Meziříčí, která vypouští odpadní vody ze své ČOV do řeky Oslavy. Ve firmě pracuje zhruba 100 zaměstnanců. V Ivančicích je provozována papírenská výroba ve firmě NOTES BOHEMIA s.r.o.

Mezi další zdroje znečištění patří ČOV patřící menším obcím v okolí toku, jako je ČOV v Radostíně nad Oslavou, ČOV v Novém Veselí.

Těžba

- Firma Diamo s.p.

V oblasti se nachází několik míst pro těžbu železné rudy, uranu a černého uhlí.

- Lokalita Budeč v okrese Žďár nad Sázavou: ložisko pro těžbu železné rudy, nedochází zde k vypouštění žádné důlní vody.

- Lokalita Pucov, okres Třebíč: těžba uranu, dochází k výtoku kontaminované důlní vody, která je čištěna na ČOV a následně vypouštěna do vodoteče Jasinka, která se vlévá do Oslavy.
- Lokalita Rosice, okres Brno- venkov: ložisko černého uhlí přímo v Oslavanech. Ze zatopeného dolu vytéká kontaminovaná voda, která je čištěna na ČOV uvedené do provozu v roce 2001 a následně je voda vypouštěna do řeky Oslavy.

Ve všech těchto lokalitách byla ukončena činnost a pouze je monitorována vytékající voda ze zatopených dolů. [11]

2.11. Energetické využití toku

U vodního díla Mostiště je naistalována malá vodní elektrárna o výkonu 0,4 MW, kterou provozuje firma Energo-pro Czech, s.r.o..[5] Dále je tok využíván soukromými vlastníky malých vodních elektráren.

2.12. Požadavky na odběry

Největším odběratelem na toku je VAS Žďár nad Sázavou, který odebírá vodu pro komunální účely.

2.13. Čistota vod

Podle ČSN 75 7221- Jakost vod- Klasifikace povrchových vod se povrchové vody zařídí do 4 tříd jakosti vody dle imisních ukazatelů vody v toku.

V tabulkách č. 5, 6, 7, 8 jsou výsledky testů imisních limitů dle nařízení vlády č.61/2003 Sb. (pozn.: zrušeno a nahrazeno nařízením vlády č.401/2015 Sb.) a jejich zařazení do třídy jakosti. Tyto výsledky jsou z období 2013-2014 a vyplývá z nich, že třída jakosti se na Oslavě po toku mění.

Km 2,5- pod Oslavany

Číslo profilu: CHMI_1189

Tabulka 5: Jakost vody v profilu ř. km 2,5 [17]

ukazatel	jednotka	minimum	maximum	průměr	medián	C90	C95	imisní limity	třída jakosti
teplota vody	°C	0.1	24.0	10.1	8.2	19.8	20.8	29	
reakce vody		7.7	8.5	8.0	8.0	8.3	8.4	6 - 9	
elektrolytická konduktivita	mS/m	40.3	91.8	59.0	56.4	76.1	82.0		III.
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	0.9	9.5	2.6	1.6	5.8	8.0	3.8	III.
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	13.2	38.8	21.7	19.4	29.9	36.5	26	III.
amoniakální dusík	mg/l	<0.02	1.93	0.19	0.07	0.31	0.50	0.23	II.
dusičnanový dusík	mg/l	1.6	10.0	4.5	3.5	8.2	9.6	5.4	III.
celkový fosfor	mg/l	0.07	0.88	0.22	0.17	0.37	0.62	0.15	IV.

imisní limity dle nařízení vlády č.61/2003 Sb.
třída jakosti vody dle ČSN 75 7221 (říjen 1998)

Km 4,3- Dlouhá Loučka

Číslo profilu: PMO_XPPOa010

Tabulka 6: Jakost vody v profilu ř. km 4,3 [16]

ukazatel	jednotka	minimum	maximum	průměr	medián	C90	C95	imisní limity	třída jakosti
teplota vody	°C	-0.1	22.0	10.5	9.9	19.2	20.6	29	
reakce vody		7.6	9.1	8.0	7.9	8.3	8.7	6 - 9	
elektrolytická konduktivita	mS/m	16.8	24.8	21.3	21.8	24.2	24.5		I.
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	0.6	1.9	1.0	1.1	1.3	1.6	3.8	I.
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	<5	16.4	6.1	6.0	8.5	12.1	26	I.
amoniakální dusík	mg/l	<0.02	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.23	I.
dusičnanový dusík	mg/l	2.4	3.8	2.9	2.8	3.3	3.5	5.4	II.
celkový fosfor	mg/l	0.01	0.08	0.04	0.04	0.08	0.08	0.15	II.

imisní limity dle nařízení vlády č.61/2003 Sb.
třída jakosti vody dle ČSN 75 7221 (říjen 1998)

Km 61,3- nad Balinkou

Číslo profilu: PMO_JPPOs014

Tabulka 7: Jakost vody v profilu ř. km 61,3 [18]

ukazatel	jednotka	minimum	maximum	průměr	medián	C90	C95	imisní limity	třída jakosti
teplota vody	°C	0.3	17.8	7.8	7.9	13.7	14.8	29	
reakce vody		7.3	7.9	7.6	7.5	7.8	7.8	6 - 9	
elektrolytická konduktivita	mS/m	19.3	31.3	27.5	27.6	30.1	30.7		I.
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	1.4	4.0	2.4	2.3	3.3	3.9	3.8	II.
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	14.1	23.7	18.2	17.4	22.6	23.0	26	II.
amoniakální dusík	mg/l	0.09	0.37	0.20	0.20	0.30	0.33	0.23	II.
dusičnanový dusík	mg/l	1.9	9.2	5.1	4.8	8.2	9.1	5.4	III.
celkový fosfor	mg/l	0.04	0.14	0.09	0.09	0.12	0.12	0.15	II.

imisní limity dle nařízení vlády č.61/2003 Sb.
třída jakosti vody dle ČSN 75 7221 (říjen 1998)

Km 72,0- Mostišťe přítok (u limnigrafu)

Číslo profilu: PMO_JPTMo002

Tabulka 8: Jakost vody v profilu ř. km 72,0 [19]

ukazatel	jednotka	minimum	maximum	průměr	medián	C90	C95	imisiční limity	třída jakosti
teplota vody	°C	0.1	20.0	9.0	7.3	17.9	18.2	29	
reakce vody		7.3	7.9	7.7	7.6	7.8	7.8	6 - 9	
elektrolytická konduktivita	mS/m	22.4	36.4	29.4	29.1	33.2	33.5		I.
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	1.3	4.7	2.7	2.8	3.7	4.1	3.8	II.
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	13.5	32.2	22.3	23.6	30.4	31.7	26	III.
amoniakální dusík	mg/l	0.03	0.32	0.13	0.11	0.24	0.26	0.23	I.
dusičnanový dusík	mg/l	0.5	9.9	4.9	4.1	9.1	9.7	5.4	III.
celkový fosfor	mg/l	0.06	0.20	0.14	0.14	0.19	0.20	0.15	III.

imisiční limity dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb.
třída jakosti vody dle ČSN 75 7221 (říjen 1998)

2.14. Rekreační využití**Rybolov**

Na vodní nádrži Mostišťe je rybolov zakázán. Na řece se nachází pstruhové i mimopstruhové revíry.

Rekreační plavba

Řeka je využívána pro rekreační plavbu. Nejhezčí část toku pro splutí se nachází mezi městy Náměšť nad Oslavou a Kuroslupy ale na Oslavě se dá splout až 88 km. Splutí řeky je závislé na průtoku v toku a výšce vody v korytě. Rekreační plavba na řece Oslavě je doporučována zkušenějším vodákům.

2.15. Splavnost toku

Tok není evidován jako splavný a ani se s jejím splavněním neuvažuje.

2.16. Životní prostředí**CHKO Žďárské vrchy**

„Chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy se rozkládá na ploše 709 km². V oblasti je vyhlášeno 49 maloplošných zvláště chráněných území: 4 národní přírodní rezervace, 9 přírodních rezervací, 36 přírodních památek a 46 památných stromů a alejí. V krajině se střídají louky, pastviny, pole, lesy a rybníky, je protkána nepravidelnou sítí mezí, úvozových cest, lesíků či skupin stromů. Žďárské vrchy jsou pramennou oblastí několika řek jako je Sázava, Svratka, Chrudimka, Doubrava a Oslava, charakter krajiny doplňují mnohé rybníky, z nichž

většina byla založena již ve středověku. Téměř polovinu území pokrývají hluboké lesy, převážně smrkové, pouze místy se zachovaly porosty jedlobuků.[14]

Přírodní rezervace Údolí Oslavy a Chvojnice

„Národní přírodní rezervace údolí Oslavy a Chvojnice se nachází na rozhraní krajů Vysočina a Jihomoravského na řece Oslavě od Náměště nad Oslavou po Čučice a jejího levostraného přítoku Chvojnice od Rapotic.“ [12]

„Jedná se o jednu z územně nejrozsáhlejších přírodních rezervací v ČR, která chrání hluboce zaříznutá říční údolí místy kaňonovitého charakteru s vysokou diverzitou druhů i stanovišť (biotopů) a s jedinečnými projevy říčního fenoménu. Je to rozsáhlý a velmi cenný komplex přírodě blízké zejména lesní, ale i nelesní vegetace, tvořené zejména hercynskými dubohabřinami, suťovými lesy, acidofilními teplomilnými doubravami, úzkolistými suchými trávníky, skalní vegetací s kostřavou sivou, štěrbínovou vegetací silikátových skal a drolin a makrofytní vegetací vodních toků a výskytem celé řady ohrožených druhů rostlin a živočichů.“ [13]



Obrázek 9: Chráněná území ochrany přírody a krajiny [6]

3. POPIS STÁVAJICÍHO STAVU TOKU V ŘEŠENÉ LOKALITĚ

3.1. Lokalita

Město Oslavany leží 25 km jihozápadně od Brna na rozhraní Dyjskosvrateckého úvalu a Českomoravské vrchoviny. [20]



Obrázek 10: Oslavany [21]

Zájmová lokalita se nachází v Oslavanech na říčním kilometru 3,2558 – 4,9550 v intravilánu obce. Na břehu řeky je situována zástavba domů. V blízkosti toku se také nachází fotbalové hřiště a zejména renesanční zámek, který byl postaven v roce 1225 a sloužil jako první ženský klášter na Moravě. Všechny tyto stavby jsou v případě povodní v záplavové oblasti 100letého průtoku.

3.2. Popis úseků toku

ř. km 3,2558- ř. km 3,4235

Příčný profil koryta toku v tomto úseku je jednoduchý lichoběžník se sklonem svahů 1:1,3- 1:2,5. Oba břehy jsou zatravněny a na pravém svahu břehu se nachází vzrostlé stromy.

Na pravém břehu se nachází pouze zatravněné území a pole. Na levém břehu je asfaltová příjezdová silnice a zástavba rodinných a bytových domů. Šířka koryta ve dně se pohybuje od 45,0 m do 58,5 m a hloubka je v průměru 3,6 m.

ř.km 3,4235 – ř. km 3,5500

Složený lichoběžníkový příčný profil koryta toku s bermou vpravo. Šířka dna v kynetě se pohybuje v rozmezí 27,3 m – 45,0 m. Hloubka v kynetě je 2,7 m a hloubka celého koryta je 3,5 m – 3,95 m. Levý svah i berma řeky jsou zatravněny. (viz obr. 14)

ř. km 3,5500 – ř. km 3,7336

Jednoduchý lichoběžníkový profil se sklonem svahů 1:1 – 1:1,5. Pravý svah je opevněn dlažbou do betonu, kterou prorůstá tráva. Levý svah je zarostlý keři a vzrostlými stromy a na břehu se nachází zahrady s rodinnými domy.

Šířka dna toku se pohybuje okolo 10 m a hloubka koryta 3 m.



Obrázek 11: km 3,5500- km 3,7336- pohled po proudu

ř. km 3,7336 – ř. km 4,2716

Složený lichoběžníkový profil s bermou v pravém břehu koryta. Pravý svah s bermou je zatravněn a na levém svahu se nachází vzrostlé stromy a travní porost. Šířka koryta ve dně je od 10 m do 15,5 m a hloubka je 3,5 m. Ve dně jsou viditelné větší kameny, které vytvářejí malé peřeje a zvyšují drsnost dna koryta toku.



Obrázek 12: km 3,9221- pohled po proudu

ř.km 4,2716 – ř. km 4,9550

Příčný profil je jednoduchý lichoběžník se sklonem svahů 1:1,5 až 1:2,5. Svahy na pravém břehu jsou porostlé trávou a na levý břeh je tvořen skálou porostlou vzrostlými stromy. Od ř. km 4,4206 se na pravém břehu nachází stará kamenná zámecká zeď.

Dno koryta je široké v průměru 20 m a průměrná hloubka 2,4 m.



Obrázek 13: km 4,7799- pohled po proudu

3.2.1. Objekty

ř. km 3,5580- Silniční most

Nachází se na začátku zájmového úseku. Mostovka je betonová o výšce 1,26 m a šířce 12 m. Na povrchu je dvouproudá asfaltová komunikace s chodníkem pro pěší na obou stranách. Most je opatřen zábradlím o výšce 1,1 m.



Obrázek 14: Silniční most- pohled proti proudu



Obrázek 15: Silniční most- pohled po proudu

ř. km 4,757 - přítok Balinka

Levobřežní přítok, který je veden upraveným a opevněným korytem. Přítok do řeky Oslavy je přes stupeň ve dně. Přítok není přímo do hlavního proudu vody řeky Oslavy a vzniká zde místo s minimální rychlostí proudění, v kterém nedochází k odplavení nečistot a dochází k zanášení přítoku.



Obrázek 16: Přítok- Balinka

ř. km 4,8630- Betonový práh

Práh ve dně je vytvořen jako přelivná betonová hrana v jedné části dna toku a v druhé části toku je práh tvořen kameny. V okolí tohoto prahu jsou svahy opevněny dlažbou a kameny. Na levém břehu jsou vytvořeny ve svahu schodu pro lepší přístup.



Obrázek 17: Betonový práh

ř. km 4,9310 - přítok Ketkovický potok

Přítok na levém břehu řeky Oslavy za mostním pilířem. Potok je před městem Oslavany zaústěn do potrubí a veden pod městem až k řece Oslavě pod povrchem. Svahy potoka na přítoku jsou opevněny kameny, které jsou porostlé trávou.



Obrázek 18: Přítok Ketkovický potok

ř. km 4,9600- Silniční betonový most

Mostovka je betonová o výšce 1,2 m a šířce 10 m, na povrchu mostovky je asfaltová dvouproudá silnice a chodník pro pěší. Po obou stranách je opatřen želeným zábradlím o výšce 1,1 m.



Obrázek 19: Silniční most- pohled proti proudu

4. PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

S rozvojem výstavby a zvětšování měst i k blízkosti vodních toků a následnými příchody povodní je nezbytné věnovat se protipovodňové ochraně. V intravilánu obcí je hlavním úkolem ochránit lidské životy a majetek před ničivými účinky povodní. V minulosti se většinou při úpravě vodních toků postupovalo necitlivě a příliš se nebral ohled na životní prostředí a začlenění úpravy toku do okolní krajiny.[22]

4.1. Technické úpravy

Původní přírodní koryta jsou výrazně členitá s poměrně malými kapacitními průtoky, které vytvářejí široké říční pásy. V minulosti docházelo k velkým technickým úpravám koryt s cílem omezit prostorový rozsah a členitost toku. Hlavním cílem bylo zkapacitnění koryt rychlejším odvedením vody ze zájmové oblasti a tím lokálnímu omezení povodní.[23]

Jako technické úpravy jsou brány všechny zásahy do koryta toku, které výrazně mění jeho přirozený charakter. Při technických úpravách je většinou navrhováno prizmatické koryto s pravidelným příčným profilem a hladce opevněnými břehy a dnem. V mnoha případech je také navrhována úprava či úplná změna trasy koryta.[22]

Vlivem technických úprav koryta dochází i za běžných průtoků vody k rychlejšímu odvádění vody a může docházet k nepříznivému podporování dopadů sucha na krajinu. [23]

4.1.1. Trasa koryta

Jedná se o změnu směrových poměrů koryta, které jsou realizovány pro konkrétní účel. Dochází k napřímení a zkrácení trasy, odstranění břehových a doprovodných porostů. Při návrhu nové trasy koryta většinou dochází i k návrhu změny sklonu podélného profilu v upravovaném úseku. Při změně sklonu musí být hlavně dodržena stabilita dna a nemělo by dojít k výraznému ovlivnění hladiny podzemní vody v okolí toku. [24]

Změnu trasy lze provést několika způsoby:

- Derivační kanál

Při budování derivačního kanálu nedochází k žádným zásahům do původní trasy a stavu řeky. Je vybudován nový kanál, který částečně odvádí vodu z původního koryta a tím dochází ke zvýšení kapacity. Tato varianta je ovšem finančně velice nákladná, protože ve většině případů je nezbytné vykoupit pozemky, na kterých má být vystavěn derivační kanál.[24]

- Respektování původní trasy

Tato varianta je v případě nutnosti úpravy trasy koryta nejvhodnější. Při jejím návrhu je respektována trasa původního koryta a částečně splňuje požadavky z hlediska tvorby krajiny. [24]

Nevýhodou tohoto návrhu je ovšem nutnost na některých místech navrhnout výrazné opevnění paty svahu a svahů, protože řeka má tendenci se vracet do původního koryta a mohlo by při nedostatečném opevnění docházet k vymílání břehů a narušení stability.[24]

- Nová trasa

Tato varianta jak z hlediska ekonomického, tak hlavně z hlediska ekologického a estetického, není příliš vhodná. Dochází k návrhu úplně nového koryta toku za využití geometrických křivek, které vyhovují požadavkům hydrauliky otevřených koryt. Dochází k velkému narušení režimu v toku, odstranění vegetace a může docházet k značnému ovlivnění hladiny podzemní vody v okolí. Původní koryto se musí zasypat a v mnoha případech je obtížné začlenit nově vybudované geometrické koryto do okolní krajiny.[24]

4.1.2. Návrh příčného profilu

Při návrhu a úpravě příčného profilu je nejprve zapotřebí stanovit na jaký požadovaný návrhový průtok Q_N se návrh bude provádět. Následně dle místních poměrů na toku, tvaru a velikosti koryta nad a pod upravovaným úsekem se zvolí tvar příčného profilu. [23]

Tvar příčného profilu může být různý (obdélníkový, lichoběžníkový, složený lichoběžníkový).[23]

Navržený příčný profil se následně posoudí hydraulickým výpočtem. Nesmí docházet na dně a svazích k nadměrným deformacím a koryto musí zůstat stabilní. [23]

Na základě hydraulických výpočtů se navrhuje opevnění koryta, aby nedošlo k jeho poruše vlivem proudící vody. [23]

Navrhuje se opevnění:

- Opevnění dna
 - Příčné prachy ve dně z kamene
- Opevnění břehů
 - Dlažba do betonu
 - Dlažba na sucho
 - Prefabrikované tvárnice

- Opevnění paty svahu
 - Kamenné záhozové patky
 - Patky z betonu

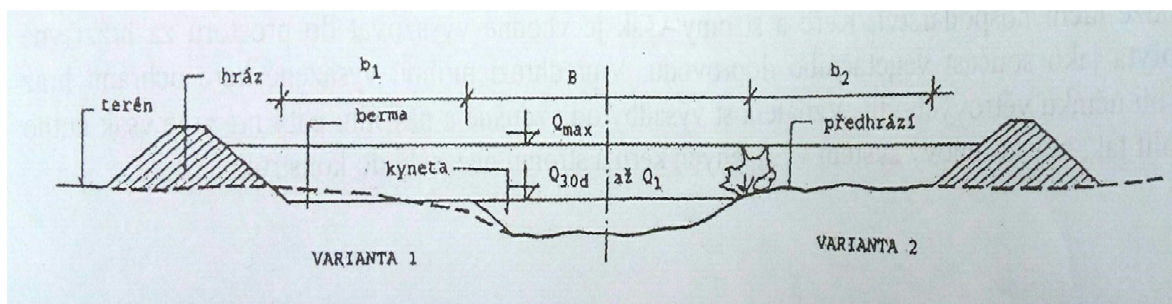


Obrázek 20: Technicky opevněné koryto bez vhodného začlenění do okolní krajiny [23]

4.1.3. Ochranné hráze

Navržení dostatečně velkého koryta, aby převedlo pod břehovými čarami maximální velké vody, není většinou hospodárné. Vznikaly by velké rozměry koryt a docházelo k ovlivnění hladiny podzemní vody. Proto jsou voleny kynety tak, aby pod úrovní terénu převedly menší průtoky. A na ochranu proti větším vodám jsou vystavěny podél toku hrázky.[25]

Hráze jsou stavěny jako liniová ochrana podél toku nebo mohou sloužit na ochranu důležitých objektů na toku a tvoří souvislý pás. Hráze se budují zpravidla lichoběžníkového příčného profilu se sklonem svahů 1:2 až 1:4 z homogenních materiálů dostatečně písčitohlinitých, které jsou těženy v místě výstavby. V případě, že není vhodný materiál v místě výstavby, navrhuje se hráze nehomogenní z propustných materiálů se středním nebo návodním těsněním.[25]



Obrázek 21: Návrh ohrazování. Varianta 1 - kyneta s hrází, Varianta 2 - odsazení hráze od koryta [25]

Z ekonomického hlediska je zapotřebí vyhodnotit, jak hodně odsadit hráz od koryta toku. Vzniklý prostor před hrází, kynetu a samotnou hráz nelze zemědělsky využívat, pouze jako louku. Proto je v některých případech vhodnější hráze neodsazovat od koryta toku a navázat je přímo na koryto bez odsazení. [25]

Další variantou je vybudování přírodního valu. Přírodní val je vytvořen s pozvolnějším sklonem svahů 1:5 až 1:10 z přírodních materiálů. Při výstavbě valu jsou kladeny vyšší nároky na prostor, který je pro realizaci zapotřebí. Vzhledem k tomu, že val nemá charakter ochranné hráze, je možné celý objekt osázet vegetací a vhodně začlenit do okolní krajiny.

4.1.4. Ochranné zdi

Ochranné zdi, mají stejnou funkci jako ochranné hráze nebo přírodní valy. Zadržují vodu během velkých průtoků mezi zdmi a zabraňují rozlití vody do okolí. Ochranné zdi se většinou navrhují ve stísněných prostorech v intravilánu. Dělí se na stabilní a mobilní.

Stabilní ochranné zdi jsou většinou z vodotěsného betonu vetknuté do podloží, aby byla dodržena statická rovnováha konstrukce.

Mobilní ochranné zdi se navrhují v místech, kde je zapotřebí umožnit průchod mimo období velkých vod, anebo v místech, kde není stabilní ochranná zeď z estetických důvodů vhodná. Mobilní zdi jsou ocelové demontovatelné konstrukce, které v době mimo povodňové stavy jsou uskladněny ve skladovacích prostorech. [30]

4.2. Revitalizace vodního toku

Pojem revitalizace vodního toku znamená, přestavbu technicky upraveného koryta nebo nově vybudování koryt toku do přírodě blízkého stavu. Při technických úpravách toku se v minulosti prováděly úpravy a zkapacitnění toku na nevhodných místech a nevhodným způsobem. V mnoha případech se prováděla protipovodňová opatření v okolí zemědělských

plach, aby byly chráněny před povodněmi. Tato protipovodňová opatření byla většinou navrhována na menší průtoky s větší četností výskytu.

Metody a výsledná podoba revitalizace se mohou lišit. Záleží na tom, jestli se revitalizovaný úsek nachází ve volné krajině nebo v intravilánu města. [22],[27]

4.2.1. Revitalizace ve volné krajině

V případě úseku, který se nachází ve volné krajině, je během revitalizace kladen hlavní důraz co nejvíce se přiblížit přírodnímu stavu. [27]

Hlavními cíli revitalizace jsou:

- obnova přirozeného rozsahu koryta a přirozené zaplavování niv
- koryto s přirozeným tvarem příčného profilu (mělké, velká členitost a přirozeně malý kapacitní průtok)
- přirozená migrace živočichů
- rozvoj přirozených břehových a doprovodných porostů [27]



Obrázek 22: Vlevo-před revitalizací, vpravo- revitalizace nad obcí [22]

Není vždy možné během revitalizace splnit všechny cíle, ale musí být kladen důraz alespoň z části dosáhnout podstatných ekologických a vodohospodářských efektů, mezi které patří:

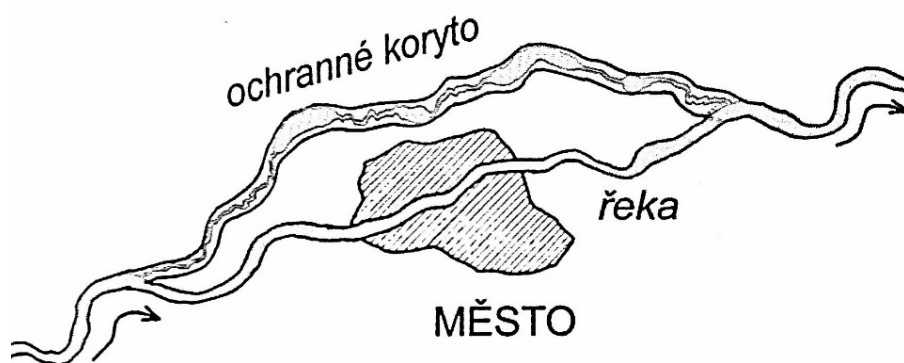
- samovolný vývoj meandrů
- přirozená obnova oživení vody
- podpora přirozených rozlivů do nezastavěných oblastí [27]

Tím, že umožníme přirozený rozliv řek do nivy na vhodných místech toku, dochází ke zpomalení povodňových proudů. Dřeviny v okolí toku pak během povodní slouží jako překážky. Zpomalují proudění a vzhledem k menším rychlostem musí voda vystoupat výše a dochází ke snížení kulminačních průtoků dále po toku. [22]

4.2.2. Přírodě blízká protipovodňová ochrana v intravilánu

Při ochraně intravilánu nelze použít všechny výše zmíněné postupy. Ve městech je na prvním místě při budování protipovodňových opatření maximální průtočná kapacita koryta a jeho stabilita. Nelze zde vytvářet přirozeně málo kapacitní koryto s rozlivem do okolí, ale vytvořit koryto dostatečně velké, které zajistí uspokojivou ekologickou úroveň vodního toku a přirozený vzhled. [28]

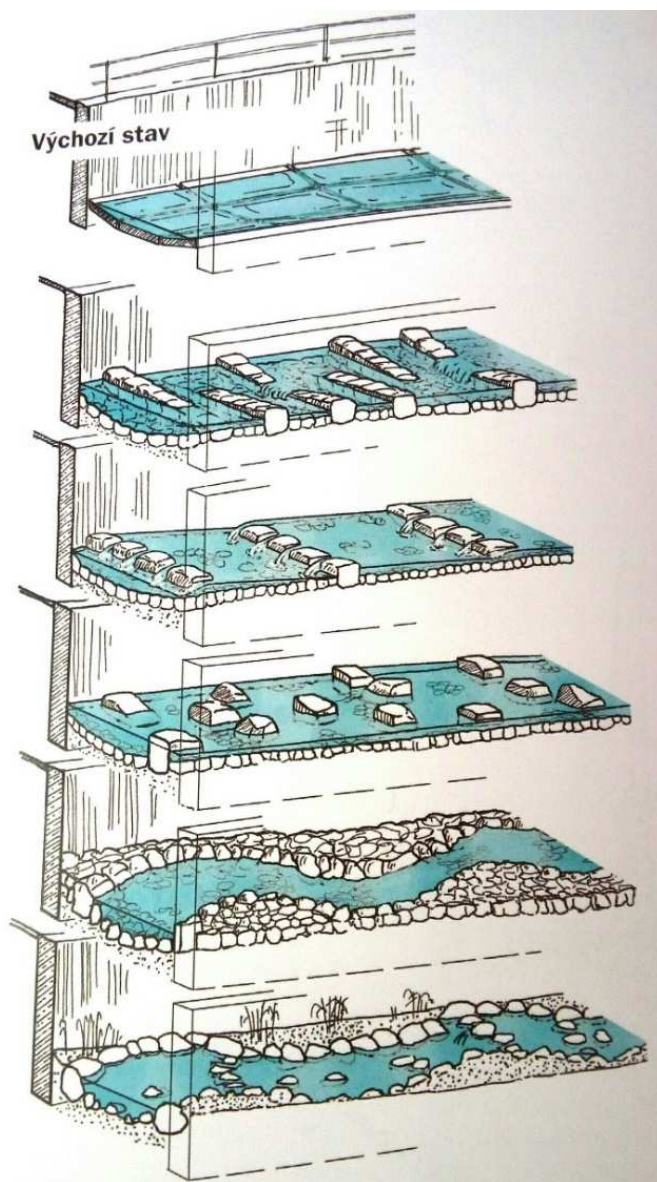
Ochranná povodňová koryta lze využít ve městech v plochých nivách. Jedná se o nově vystavěné koryto s přírodě blízkým charakterem, které vede mimo zástavbu města a slouží jako obchvat vody. Povodňové průtoky jsou odváděny do volné krajiny, kde je umožněn jejich rozliv nebo je voda vedena do soustavy suchých poldrů. Toto řešení je ovšem finančně náročné vzhledem k velkému rozsahu potřebných pozemků a samotné realizaci. [22]



Obrázek 23: Povodňové obtokové koryto [22]

Při návrhu zkapacitnění koryta toku a jeho posouzení v intravilánu se postupuje stejně jako v případě technického řešení. Při návrhu příčného profilu koryta je kladen důraz, přiblížit se tvaru přírodního koryta a nahradit nedostatečně členité koryto dna. Provedou se hydraulické výpočty a na jejich základě se navrhnu potřebná opevnění. V případě nutnosti by jako stabilizační a ochranné prvky měly být provedeny z vhodných přírodních materiálů [22] (ose- tím mimo trvale zatopené části, drnování- kladení vzrostlých drnů a přitloukání dřevěnými kolíky do půdy, haťové prvky- pruty vrby nebo olše, kámen,...). [25]

V místech, kde není možné zachovat přírodní profil koryta, lze použít na rozčlenění dna kameny volně uložené nebo zapuštěné do zemního dna, záhozy z lomového kamene nebo kamenné rovnaniny. Na břehové zdi a silně sklonité břehy se podle místních podmínek mohou použít konstrukce z gabionů, rovnaniny z kyklopského zdiva, kamenné zdi. [22]



Obrázek 24: Možnosti rozčlenění těžce upraveného koryta [22]

Přiblížení a propojení vodního toku lidem je velice důležité. Umožnění přístupů k vodě vybudováním plošin nízko nad hladinou, vhodně zvoleným posezením a propojením s městskou veřejnou zelení, vznikají rekreační a relaxační zóny přímo ve městě. V rámci parkových úprav lze vytvořit paralelní rameno, tůň a další podobné prvky. Lze kombinovat přírodní prvky s architektonickými a sochařskými výtvary nebo vybudovat vodní dětské hřiště. [22]



Obrázek 25: Vodní hřiště v Kronachu [29]

Při návrhu ochrany před povodněmi nelze říci, která z uvedených variant je ta nejlepší. Musí se vycházet z daných morfologických, ekologických a hydrologických podmínek v dané oblasti, tak aby byly dodrženy všechny požadavky na ochranu obyvatelstva a majetku a zároveň navržená opatření respektovala ekologická, biologická a estetická hlediska krajiny. V mnoha případech je využívána kombinace výše zmíněných variant, aby řešení ochrany bylo co nejefektivnější a zároveň i ekonomicky přijatelné.[22 – 27]

5. Hydrotechnické výpočty

5.1. HEC-RAS

HEC- RAS je volně dostupný program, který byl vyvinut v Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers. Tento program řeší 1D model ustáleného i neustáleného proudění v otevřených korytech, rozdělení rychlostí a průtoků v příčném profilu. Výpočet probíhá metodou po úsecích, která vychází z Bernoulliho rovnice a ze zákona zachování mechanické energie.

HEC-RAS umožňuje řešit i hydraulickou funkci mostních a jezových objektů v rámci výpočtů. V programu je také možné zadávat propustky s různým geometrickým průřezem a řešit proudění v různém hydraulickém režimu: proudění o volné hladině, tlakové proudění mostním profilem, přelévání mostních objektů, zatopený vtok a volný výtok.

5.1.1. Metoda po úsecích

„Obecné koryto proměnlivého příčného profilu se rozdělí na úseky o délkách ΔL_j . V jednotlivých úsecích předpokládáme, že průtočné profily a tedy i rychlosti se mění spojitě z hodnot S_i, v_i v horním profilu na hodnoty S_{i+1}, v_{i+1} v dolním profilu. Pak pro srovnávací rovinu proloženou dnem dolního profilu (ve směru proudění) plyne z Bernoulliho rovnice pro všechna proudová vlákna profilů 1 a 2 (obrázek 26):“ [26]

$$i_{0j} * \Delta L_j + h_i + \frac{\alpha * v_i^2}{2 * g} = h_{i+1} + \frac{\alpha * v_{i+1}^2}{2 * g} + h_{zj} \quad (5.1)$$

„označíme-li rozdíl hladin na úseku j Δh_j :

$$\Delta h_j = i_{0j} * \Delta L_j + h_i - h_{i+1} \quad (5.2)$$

po úpravě:

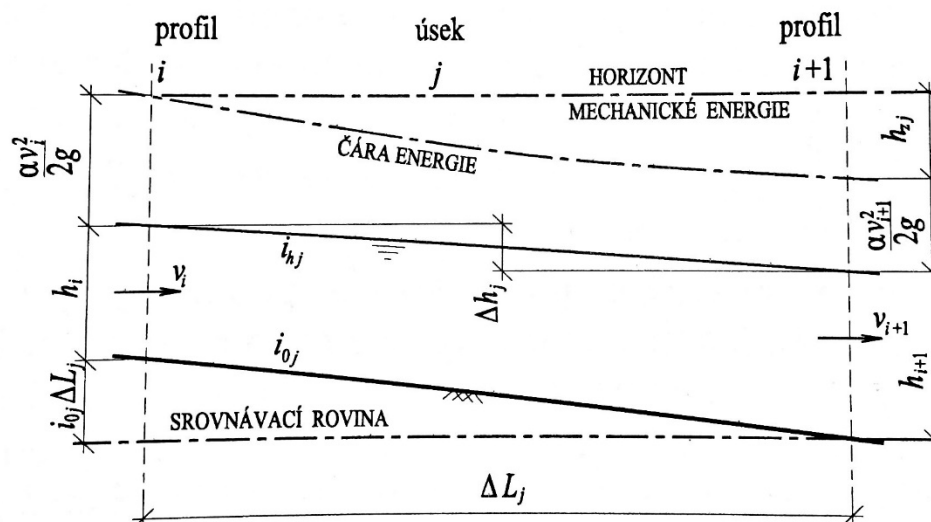
$$\Delta h_j = \frac{\alpha * (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2 * g} + h_{zj} \quad (5.3)$$

g - tíhové zrychlení (9,806 m/s²)

α - Coriolisovo číslo

v_i, v_{i+1} - rychlost v daných profilech

h_{zj} - součet ztrát třením a místních na daném úseku



Obrázek 26: Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [26]

5.2. Data pro výpočet

5.2.1. Geometrická data

Na základě dostupných podkladů bylo do programu HEC- RAS 4.1.0. zadáno 23 příčných profilů a dva objekty - silniční mosty ř. km 3,5580 a ř. km 4,9540. Celková délka posuzovaného úseku je 1,396 km. V některých místech toku zadávané profily neodpovídají přesně skutečnému stavu zjištěnému obchůzkou v lokalitě. Při obhlídce byly ve dně patrné příčné prahy, ale ve výpočtu nejsou uvažovány, protože v dostupných podkladech nebyly zaměřeny. V případě podrobnějšího návrhu, by bylo vhodné zajistit nové zaměření příčných profilů i s vyznačením břehových čar.

Byla uvažována rozdílná drsnost pro dno koryta a pro svahy. Ve výpočtech byla zvolena drsnost dle Maninnga, která je dle doporučených tabulkových hodnot pro daný materiál a stav koryta. Pro svahy které jsou zarostlé, byla zvolena drsnost $n_s = 0,05$ a pro dno, na kterém jsou, dle obhlídky v terénu, patrné větší kameny drsnost $n_d = 0,045$. Drsnosti jednotlivých materiálů jsou uvažovány na horní doporučené hranici pro jednotlivé materiály, z důvodu přiblížení k mapovým podkladům záplavového území dostupných na stránkách Povodí Moravy s.p..

5.2.2. Okrajové podmínky

Při výpočtu v 1D modelu je zapotřebí zadat okrajovou podmínku. V řešeném úseku je říční proudění, a proto je metoda po úsecích řešena od dolního profilu směrem proti proudu.

Byla použita dolní okrajová podmínka *Normal Depth*, která je definována: na základě zadání podélného sklonu dna bude vypočtena, za předpokladu rovnoměrného proudění, měrná křivka profilu. Podélný průměrný sklon dna v posuzovaném úseku je 3,2 ‰.

Ve vzdálenosti 200 m od dolního profilu posuzovaného úseku se nachází pevný jez. Bylo by vhodnější zadat okrajovou podmínku na základě známých hladin vody v dolním profilu. Ale v dostupných zdrojích tyto hladiny nebyly uvedeny, proto byla použita okrajová podmínka *Normal Depth*.

Výpočet byl proveden pro N- leté průtoky a průměrný roční průtok z hlásného profilu č. 394 - Oslavany (tabulka 3).

5.3. Výsledky z programu HEC-RAS

Tabulka 9: Hladiny Q_a , Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} v jednotlivých profilech

Staničení	N- letý průtok	Kóta dna	Hladina vody	Kritická výška vody	Čára energie	Levý břeh	Pravý břeh
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
3,2558	Q_a	212,55	213,05	212,85	213,06	216,53	216,52
3,2558	Q_1	212,55	213,89	213,44	213,97	216,53	216,52
3,2558	Q_5	212,55	214,25	213,66	214,36	216,53	216,52
3,2558	Q_{20}	212,55	214,53	213,83	214,67	216,53	216,52
3,2558	Q_{50}	212,55	214,71	213,94	214,87	216,53	216,52
3,2558	Q_{100}	212,55	214,84	214,02	215,01	216,53	216,52
3,3062	Q_a	213,20	213,45	213,45	213,51	217,25	217,26
3,3062	Q_1	213,20	214,11		214,29	217,25	217,26
3,3062	Q_5	213,20	214,43		214,66	217,25	217,26
3,3062	Q_{20}	213,20	214,69		214,95	217,25	217,26
3,3062	Q_{50}	213,20	214,86		215,15	217,25	217,26
3,3062	Q_{100}	213,20	214,99		215,29	217,25	217,26
3,3928	Q_a	213,50	213,89		213,89	217,06	216,40
3,3928	Q_1	213,50	214,76		214,86	217,06	216,40
3,3928	Q_5	213,50	215,08		215,24	217,06	216,40
3,3928	Q_{20}	213,50	215,31		215,53	217,06	216,40
3,3928	Q_{50}	213,50	215,46		215,72	217,06	216,40
3,3928	Q_{100}	213,50	215,57		215,85	217,06	216,40

Staničení	N- letý průtok	Kóta dna	Hladina vody	Kritická výška vody	Čára energie	Levý břeh	Pravý břeh
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
3,4245	Q _a	213,65	213,93		213,93	217,14	217,24
3,4245	Q ₁	213,65	214,88		214,95	217,14	217,24
3,4245	Q ₅	213,65	215,24		215,35	217,14	217,24
3,4245	Q ₂₀	213,65	215,51		215,66	217,14	217,24
3,4245	Q ₅₀	213,65	215,67		215,86	217,14	217,24
3,4245	Q ₁₀₀	213,65	215,79		215,99	217,14	217,24
3,4526	Q _a	213,80	214,02	214,02	214,09	217,77	217,00
3,4526	Q ₁	213,80	214,90		215,11	217,77	217,00
3,4526	Q ₅	213,80	215,25		215,55	217,77	217,00
3,4526	Q ₂₀	213,80	215,51		215,87	217,77	217,00
3,4526	Q ₅₀	213,80	215,67		216,08	217,77	217,00
3,4526	Q ₁₀₀	213,80	215,79		216,22	217,77	217,00
3,5129	Q _a	213,80	214,28		214,28	218,19	217,62
3,5129	Q ₁	213,80	215,36		215,47	218,19	217,62
3,5129	Q ₅	213,80	215,78		215,95	218,19	217,62
3,5129	Q ₂₀	213,80	216,07		216,30	218,19	217,62
3,5129	Q ₅₀	213,80	216,24		216,51	218,19	217,62
3,5129	Q ₁₀₀	213,80	216,37		216,66	218,19	217,62
3,5500	Q _a	213,88	214,32		214,33	219,12	217,94
3,5500	Q ₁	213,88	215,48		215,59	219,12	217,94
3,5500	Q ₅	213,88	215,93		216,10	219,12	217,94
3,5500	Q ₂₀	213,88	216,26		216,47	219,12	217,94
3,5500	Q ₅₀	213,88	216,45		216,69	219,12	217,94
3,5500	Q ₁₀₀	213,88	216,59		216,85	219,12	217,94
3,5509	Q _a	213,13	214,32		214,33	218,83	219,22
3,5509	Q ₁	213,13	215,50		215,59	218,83	219,22
3,5509	Q ₅	213,13	215,94		216,10	218,83	219,22
3,5509	Q ₂₀	213,13	216,25		216,48	218,83	219,22
3,5509	Q ₅₀	213,13	216,43		216,71	218,83	219,22
3,5509	Q ₁₀₀	213,13	216,55		216,87	218,83	219,22

Staničení	N- letý průtok	Kóta dna	Hladina vody	Kritická výška vody	Čára energie	Levý břeh	Pravý břeh
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
3,5627	Q _a	213,13	214,33	213,69	214,33	219,13	219,22
3,5627	Q ₁	213,13	215,53	214,56	215,62	219,13	219,22
3,5627	Q ₅	213,13	215,98	214,93	216,14	219,13	219,22
3,5627	Q ₂₀	213,13	216,29	215,22	216,52	219,13	219,22
3,5627	Q ₅₀	213,13	216,48	215,40	216,75	219,13	219,22
3,5627	Q ₁₀₀	213,13	216,61	215,53	216,92	219,13	219,22
3,6098	Q _a	213,70	214,34		214,34	216,23	217,83
3,6098	Q ₁	213,70	215,62		215,74	216,23	217,83
3,6098	Q ₅	213,70	216,09		216,31	216,23	217,83
3,6098	Q ₂₀	213,70	216,42		216,72	216,23	217,83
3,6098	Q ₅₀	213,70	216,62		216,98	216,23	217,83
3,6098	Q ₁₀₀	213,70	216,76		217,16	216,23	217,83
3,6885	Q _a	213,80	214,38		214,39	216,53	217,23
3,6885	Q ₁	213,80	215,84		215,95	216,53	217,23
3,6885	Q ₅	213,80	216,40		216,58	216,53	217,23
3,6885	Q ₂₀	213,80	216,79		217,03	216,53	217,23
3,6885	Q ₅₀	213,80	217,03		217,31	216,53	217,23
3,6885	Q ₁₀₀	213,80	217,20		217,51	216,53	217,23
3,7336	Q _a	214,10	214,44		214,47	218,29	217,05
3,7336	Q ₁	214,10	215,95		216,08	218,29	217,05
3,7336	Q ₅	214,10	216,53		216,73	218,29	217,05
3,7336	Q ₂₀	214,10	216,94		217,20	218,29	217,05
3,7336	Q ₅₀	214,10	217,18		217,48	218,29	217,05
3,7336	Q ₁₀₀	214,10	217,36		217,68	218,29	217,05
3,9221	Q _a	214,33	215,05		215,07	217,60	217,85
3,9221	Q ₁	214,33	216,60		216,74	217,60	217,85
3,9221	Q ₅	214,33	217,24		217,42	217,60	217,85
3,9221	Q ₂₀	214,33	217,73		217,92	217,60	217,85
3,9221	Q ₅₀	214,33	218,00		218,21	217,60	217,85
3,9221	Q ₁₀₀	214,33	218,18		218,40	217,60	217,85

Staničení	N- letý průtok	Kóta dna	Hladina vody	Kritická výška vody	Čára energie	Levý břeh	Pravý břeh
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
4,0231	Q _a	215,10	215,43		215,47	217,30	218,21
4,0231	Q ₁	215,10	216,97		217,11	217,30	218,21
4,0231	Q ₅	215,10	217,60		217,78	217,30	218,21
4,0231	Q ₂₀	215,10	218,07		218,30	217,30	218,21
4,0231	Q ₅₀	215,10	218,32		218,58	217,30	218,21
4,0231	Q ₁₀₀	215,10	218,49		218,77	217,30	218,21
4,0811	Q _a	215,21	215,70		215,71	219,57	218,32
4,0811	Q ₁	215,21	217,17		217,29	219,57	218,32
4,0811	Q ₅	215,21	217,80		217,97	219,57	218,32
4,0811	Q ₂₀	215,21	218,27		218,48	219,57	218,32
4,0811	Q ₅₀	215,21	218,53		218,77	219,57	218,32
4,0811	Q ₁₀₀	215,21	218,70		218,97	219,57	218,32
4,1856	Q _a	215,70	216,04		216,08	219,20	218,45
4,1856	Q ₁	215,70	217,52		217,67	219,20	218,45
4,1856	Q ₅	215,70	218,13		218,34	219,20	218,45
4,1856	Q ₂₀	215,70	218,60		218,85	219,20	218,45
4,1856	Q ₅₀	215,70	218,87		219,14	219,20	218,45
4,1856	Q ₁₀₀	215,70	219,04		219,34	219,20	218,45
4,2716	Q _a	215,52	216,21		216,22	218,89	220,20
4,2716	Q ₁	215,52	217,83		217,96	218,89	220,20
4,2716	Q ₅	215,52	218,44		218,64	218,89	220,20
4,2716	Q ₂₀	215,52	218,91		219,16	218,89	220,20
4,2716	Q ₅₀	215,52	219,17		219,46	218,89	220,20
4,2716	Q ₁₀₀	215,52	219,35		219,66	218,89	220,20
4,4206	Q _a	216,13	216,50	216,50	216,62	219,04	219,87
4,4206	Q ₁	216,13	218,28		218,42	219,04	219,87
4,4206	Q ₅	216,13	218,95		219,13	219,04	219,87
4,4206	Q ₂₀	216,13	219,45		219,66	219,04	219,87
4,4206	Q ₅₀	216,13	219,73		219,97	219,04	219,87
4,4206	Q ₁₀₀	216,13	219,92		220,18	219,04	219,87

Staničení	N- letý průtok	Kóta dna	Hladina vody	Kritická výška vody	Čára energie	Levý břeh	Pravý břeh
		[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
4,5113	Q _a	216,97	217,30		217,31	219,30	220,12
4,5113	Q ₁	216,97	218,62		218,73	219,30	220,12
4,5113	Q ₅	216,97	219,29		219,41	219,30	220,12
4,5113	Q ₂₀	216,97	219,78		219,92	219,30	220,12
4,5113	Q ₅₀	216,97	220,06		220,22	219,30	220,12
4,5113	Q ₁₀₀	216,97	220,26		220,43	219,30	220,12
4,7799	Q _a	217,70	218,10		218,11	220,65	220,94
4,7799	Q ₁	217,70	219,45		219,55	220,65	220,94
4,7799	Q ₅	217,70	220,12		220,23	220,65	220,94
4,7799	Q ₂₀	217,70	220,54		220,66	220,65	220,94
4,7799	Q ₅₀	217,70	220,80		220,93	220,65	220,94
4,7799	Q ₁₀₀	217,70	220,98		221,10	220,65	220,94
4,8635	Q _a	218,17	218,69	218,69	218,76	221,13	220,72
4,8635	Q ₁	218,17	219,73		219,94	221,13	220,72
4,8635	Q ₅	218,17	220,38		220,61	221,13	220,72
4,8635	Q ₂₀	218,17	220,76		221,04	221,13	220,72
4,8635	Q ₅₀	218,17	220,99		221,31	221,13	220,72
4,8635	Q ₁₀₀	218,17	221,14		221,48	221,13	220,72
4,9350	Q _a	217,20	218,78		218,78	223,80	223,58
4,9350	Q ₁	217,20	220,03		220,05	223,80	223,58
4,9350	Q ₅	217,20	220,69		220,72	223,80	223,58
4,9350	Q ₂₀	217,20	221,12		221,17	223,80	223,58
4,9350	Q ₅₀	217,20	221,38		221,44	223,80	223,58
4,9350	Q ₁₀₀	217,20	221,56		221,63	223,80	223,58
4,9550	Q _a	217,20	218,78	217,50	218,78	223,80	223,58
4,9550	Q ₁	217,20	220,06	218,40	220,08	223,80	223,58
4,9550	Q ₅	217,20	220,73	218,72	220,76	223,80	223,58
4,9550	Q ₂₀	217,20	221,17	218,92	221,22	223,80	223,58
4,9550	Q ₅₀	217,20	221,43	219,04	221,49	223,80	223,58
4,9550	Q ₁₀₀	217,20	221,61	219,13	221,68	223,80	223,58

Pozn. Červeně označená čísla- vyběžení vody mimo koryto

Při vyhodnocování výsledků byl posuzován hlavně pravý břeh toku, na kterém se nachází zástavba domů, fotbalové hřiště a zámek. Levý břeh je přirozeně vyvýšen a je tvořen převážně skálou.

Na základě výpočtů z programu HEC-RAS je patrné, že koryto řeky Oslavy v zájmové lokalitě je schopné bez problémů převést maximálně průtok $Q_5 = 112 \text{ m}^3/\text{s}$. Při průtoku $Q_{20} = 154 \text{ m}^3/\text{s}$ již dochází na pravém břehu a v krátkém úseku i na levém břehu k vybřežení vody. V tabulce 10 jsou vypsány nekapacitní příčné profily pro pravý břeh a v tabulce 11 profily pro levý břeh.

Tabulka 10: Nekapacitní profily na toku- pravý břeh

Profil	Staničení	Průtokové řady
36	3,7336	Q_{100}, Q_{50}
37	3,9221	Q_{100}, Q_{50}
38	4,0231	Q_{100}, Q_{50}
39	4,0811	Q_{100}, Q_{50}
40	4,1856	Q_{100}, Q_{50}, Q_{20}
42	4,4206	Q_{100}
43	4,5113	Q_{100}
44	4,7799	Q_{100}
45	4,8635	Q_{100}, Q_{50}, Q_{20}

Tabulka 11: nekapacitní profily na toku- levý břeh

Profil	Staničení	Průtokové řady
34	3,6098	Q_{100}, Q_{50}, Q_{20}
35	3,6885	Q_{100}, Q_{50}, Q_{20}

Ve výpočtu byla posuzována kapacita dvou silničních mostů, které kříží řeku Oslavu. Z výsledných hodnot výpočtu průběhu hladin vyplývá, že oba mosty jsou dostatečně kapacitní. Splňují minimální převýšení dolní hrany mostovky nad návrhovou hladinou vody. Dle normy (ČSN 73 6201- Projektování mostních konstrukcí) je min. převýšení 0,5 m. Oba mosty jsou schopny převést průtok $Q_{100} = 205 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabulka 12: Hladina při Q_a , Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} u jednotlivých mostů

Stani- čení	N-letý průtok	Dolní hrana mostovky	Hladina vody
		[m n.m.]	[m n.m.]
4,9540	Q_a	222,40	218,78
	Q_1		220,60
	Q_5		220,73
	Q_{20}		221,17
	Q_{50}		221,43
	Q_{100}		221,61
3,5580	Q_a	217,87	214,33
	Q_1		215,53
	Q_5		215,98
	Q_{20}		216,29
	Q_{50}		216,48
	Q_{100}		216,61

Z výpočtů je patrné, že je zapotřebí v dané lokalitě navrhnout dílčí protipovodňová opatření, aby byl ochráněn majetek a lidské životy v obci Oslavany.

6. TEORETICKÝ NÁVRH OPATŘENÍ

6.1. Návrhový průtok

Vzhledem k rozmanitosti zástavby, kde na pravém břehu se nachází rodinné domy, zámek ze 13. století a sportoviště a na levém břehu je rozptýlená zástavba, je několik možností pro stanovení návrhového průtoku.

Podle Plánu hlavních povodí České republiky, který byl schválen usnesením vlády 23. května 2007 č. 562, je stanovena doporučená míra ochrany podle pravděpodobnosti opakování povodňového nebezpečí. [31]

Tabulka 13: Doporučená ochrana území dle Plánu hlavních povodí ČR [31]

Návrhová ochrana	Popis území
Q₁₀₀	Historická centra měst, historická zástavba
Q₅₀	Souvislá zástavba, průmyslové areály
Q₂₀	Rozptýlená obytná a průmyslová zástavba a souvislá chatová oblast
individuálně	Izolované objekty

Na základě doporučení dle Plánu hlavních povodí ČR byla navržena kombinovaná ochrana. Pro zájmový pravý břeh v úseku ř. km 4,3620 – ř. km 4,8902 ochrana na $Q_{100} = 205 \text{ m}^3/\text{s}$. Nachází se zde historický zámek ze 13. století. V úseku ř. km 3,7048 – ř. km 4,2171 ochrana na $Q_{50} = 183 \text{ m}^3/\text{s}$ na kterém je souvislá zástavba. Pro levý břeh je navržena ochrana na $Q_{20} = 154 \text{ m}^3/\text{s}$, protože se zde nachází pouze rozptýlená zástavba.

6.2. Navrhovaná protipovodňová opatření

Vzhledem k tomu, že se jedná o úsek toku v intravilánu města, je návrh komplikovanější. V rámci protipovodňové ochrany zájmového úseku je možné použít několik způsobů opatření: ochranná zídka, ochranná hrázka a přírodní val.

Při navrhování ochranných zídek a hrází je zapotřebí navrhnout jejich potřebnou výšku. Vzhledem k nejistotám, spojenými s hydrologickými údaji, s nepřesností geodetického zaměření a hydraulickými výpočty koryta, je nezbytné navrhnout převýšení ochranného prvku nad úroveň hladiny návrhového průtoku. [30] Podle vyhlášky 590/2002 Sb. „Při ochraně území na návrhový průtok, který se vyskytuje s periodicitou 100 let, se navrhuje převýšení

ochranné hráze 0,3 m - 1,0 m, při ochraně nižší se navrhuje převýšení ochranné hráze do 0,5 m.“[32]

Levý břeh není dostatečně kapacitní pro návrhový průtok $Q_{20} = 154 \text{ m}^3/\text{s}$ pouze v úseku ř. km 3,6024 – ř. km 3,7042. Vzhledem k tomu, že se jedná o stísněný úsek a na břehu se nachází zahrady s rodinnými domy, byla navržena ochranná zídka s celkovou délkou 101,8 m a maximální výškou 0,56 m. Zídka byla navržena s převýšením o 0,3m nad návrhový průtok. Návrh opatření je graficky zpracován v příloze A3, A4, A5.

Pro zájmový úsek na pravém břehu bylo navrženo několik variant řešení ochrany. Bylo uvažováno s ponecháním stávajícího stavu koryta dle poskytnutých podkladů. Pro zvýšení kapacity byla navržena ochrana v úrovni břehové čáry.

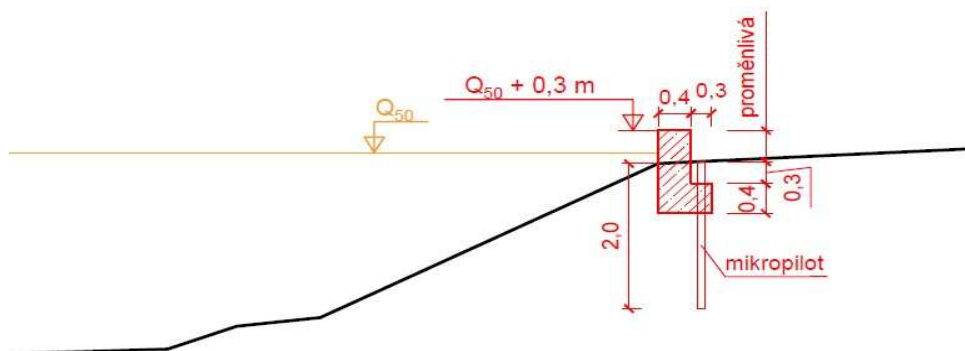
Tabulka 14: Navržené varianty protipovodňové ochrany

Varianta 1	ochranná zídka
Varianta 2	ochranná zídka
	ochranná hrázka
Varianta 3	ochranná zídka
	přírodní val

6.2.1. Varianta 1

Na pravém břehu v úsecích, kde dochází k vyběžení vody (kap. 6.1. Návrhový průtok), byla v první variantě navržena ochranná zídka, aby došlo k navýšení břehové čáry. Zídka byla navržena z vodostavebního betonu s kotvením pomocí mikropilotů.

Celková délka navržených ochranných zdí je 1040,5 m s výškou od 0,34 m do 0,72 m nad terénem. Zídky jsou převýšeny o 0,3 m nad hladinou návrhového průtoku. Ve vzdálenosti 50 m budou zídky opatřeny výpustnými objekty, v případě že by se voda během povodní dostala za ochranný prvek.

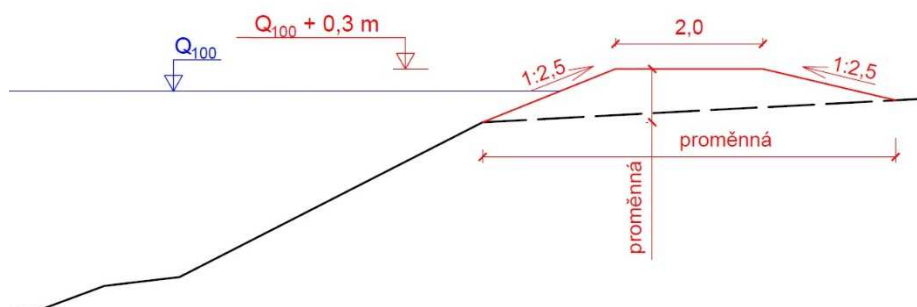


Obrázek 27: Schéma návrhu ochranné zídky

6.2.2. Varianta 2

V druhé variantě byla navržena ochranná zídka v úsecích ř. km 3,7048 – ř. km 3,9221 a ř. km 4,7799 – ř. km 4,8902, které jsou ve stísněných prostorách, a není zde na břehu dostatek prostoru pro ochrannou hrázku. Rozměry a kotvení zídek bylo navrženo totožné s variantou 1. Celková délka ochranné zdi je 327,6 m s výškou od 0,34 m do 0,72 m nad terénem.

V úsecích ř. km 3,9221 – ř. km 4,2171 a ř. km 4,3620 – ř. km 4,7799 byla navržena ochranná hráz se sklonem svahů 1:2,5. Hrázky byly převýšeny nad hladinou návrhového průtoku o 0,3 m. Maximální šířka hráze je 5,6 m s výškou 0,72 m nad terénem. Šířka v koruně hráze činí 2 m. V celé délce 712,9 m bude oseta travní směsí.



Obrázek 28: Schéma návrhu ochranné hrázy

6.2.3. Varianta 3

Jako třetí varianta byla navržena kombinace ochranného prvku a revitalizačního prvku na zvýšení břehové čáry.

Ochranné zídky v úsecích ř. 3,7048 – ř. km 3,9221 a ř. km 4,7799 – ř. km 4,8902 byly navrženy totožné s variantou 2.

Na rozdíl od druhé varianty byly v úsecích ř. km 3,9221 – ř. km 4,2171 a ř. km 4,3620 – ř. km 4,7799 navrženy přírodní valy. Přírodní val byl navržen se sklonem svahu 1:8. Maximální šířka valu je 11,52 m a výška 0,72 m s celkovou délkou 712,9 m.

6.3. **Zhodnocení variant**

Varianty 1 a 2 nebyly z estetických důvodů zvoleny jako nejvhodnější. Vzhledem k tomu, že se jedná o intravilán obce, ale s přírodním charakterem, není příliš vhodné daný prostor příliš narušovat výstavbou ochranných zídek nebo hrázek. Tyto prvky se obtížněji začleňují do okolní krajiny.

Jako nejvhodnější se jeví varianta 3, kdy dojde k ochraně před povodněmi a zároveň bude ponechán přirozený charakter toku. Pouze ve stísněných prostorách bude využita

ochranná zídka. Pro ochranu zámku a fotbalového hřiště s okolními domy bude sloužit přírodní val, který bude oset travní směsí a vhodně osázen břehovým porostem.

Navržená opatření varianty 3 jsou graficky zpracovány v přílohách A3, A4, A6, A7 a v příloze B1 jsou průběhy hladin z programu HEC-RAS pro návrhové N-leté půtoky.

7. ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala posouzením kapacity stávajícího stavu vodního toku Oslavy v ř.km 3,2558 – ř. km 4,9550, posouzením kapacity dvou silničních mostů a následným návrhem vhodných protipovodňových opatření, které jsou popsány v přílohách bakalářské práce.

Pro výpočet kapacity zájmového úseku byl použit program HEC-RAS. V programu byl vymodelován řešený úsek a na základě okrajových podmínek byly vypočítány průběhy hladin pro vybrané N-leté průtoky a průměrný roční průtok. Na základě výsledků bylo zjištěno, že koryto řeky je schopné bezpečně převést maximálně průtok $Q_5 = 112 \text{ m}^3/\text{s}$. Oba mosty byly dostatečně kapacitní pro převedení průtoků $Q_{100} = 205 \text{ m}^3/\text{s}$. Nejméně kapacitní byl úsek toku v ř. km 4,0950 – ř. km 4,1910 v blízkosti fotbalového hřiště. Na základě provedených výpočtů byl proveden návrh několika variant protipovodňové ochrany.

Jako nevhodnější varianta protipovodňové ochrany byla zvolena varianta 3. Jedná se o přírodní val a ochrannou zídku na pravém břehu. Přírodní val byl zvolen z důvodu možného osázení vegetačním doprovodem, který umožňuje vhodně začlenit protipovodňové opatření do okolního prostředí. Ochranná zídka byla navržena v místech, kde není dostatečný prostor pro vybudování přírodního valu.

8. ZDROJE INFORMACÍ

8.1. Internetové zdroje

- [1] Oslava. Prameny řek na Vysočině [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://pramenyreknavysocine.huu.cz/menu/oslava>
- [3] Podklady pro rozbor udržitelného rozvoje území. Územně analytické podklady Jihomoravského kraje [online]. 2009 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://up.kr-jihomoravsky.cz/download/UAP_prezentace/TEXTOVA_CAST/2_cast_A/05_A_1.pdf
- [4] Detail měřicího bodu: Oslava, Oslavany. Povodí Moravy [online]. [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/stav/1023/>
- [5] VD Mostišť. Povodí Moravy [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/mostiste/>
- [6] Popis oblasti povodí. Plán oblasti povodí Dyje [online]. Povodí Moravy, s.p., 2009 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/a-popis/a-1.html>
- [7] Územní srážky v roce 2015. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2015 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [8] Územní teploty v roce 2015. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2015 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>
- [9] Evidenční list hlásného profilu č. 394. Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307000
- [10] Evidenční list hlásného profilu č. 393a. Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=20491235
- [11] Přehled lokalit zátěží ve správě o.z. GEAM. DIAMO státní podnik Stráž pod Ralskem [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://www.diamo.cz/lokality-geam>
- [12] Údolí Oslavy a Chvojnice. Turistický web [online]. 2007 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.turistickyweb.cz/vylet/udoli-oslavy-a-chvojnice/>
- [13] Údolí Oslavy a Chvojnice. Kraj Vysočina [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: http://www.dedictvivysociny.cz/priroda/zvlaste_chranena_uzemi-11/prirodni_rezervace-40/?id=435
- [14] CHKO Žďárské vrchy. Vítejte na Vysočině- Turistický průvodce [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.region-vysocina.cz/chko-z-darske-vrchy-cx1064>

- [15] Odstraňování ledové bariéry na řece Oslavě v Oslavanech 25.02.2012.[online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: http://mestooslavany.rajce.idnes.cz/Odstranovani_ledove_barier_na_rece_Oslave_v_Oslavanech_25.02.2012/#23-Oslava-ledova_bariera-25.02.2012.jpg
- [16] Jakost vody v profilu: Dlouhá Loučka. Jakost povrchových vod [online]. [2016-03-27]. Dostupné z: http://voda.gov.cz/portal/isvs/chmu/jvp/cz/mereni_PMO_XPPOa010.htm
- [17] Jakost vody v profilu: pod Oslavany. Jakost povrchových vod [online]. [2016-03-27]. Dostupné z: http://voda.gov.cz/portal/isvs/chmu/jvp/cz/mereni_CHMI_1189.htm
- [18] Jakost vody v profilu: na Balinkou. Jakost povrchových vod [online]. [2016-03-27]. Dostupné z: http://voda.gov.cz/portal/isvs/chmu/jvp/cz/mereni_PMO_JPPOs014.htm
- [19] Jakost vody v profilu: Mostiště - přítok (u limnigrafu). Jakost povrchových vod [online]. [2016-03-27]. Dostupné z: http://voda.gov.cz/portal/isvs/chmu/jvp/cz/mereni_PMO_JPTMo002.htm
- [20] O městě. Oslavany [online].[cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://www.oslavany-mesto.cz/o-meste/d-79057/p1=1476>
- [21] www.mapy.cz
- [23] Technické úpravy vodních toků. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/technicke-upravy-vodnich-toku/>
- [27] Revitalizace vodních toků. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/>
- [28] Přírodě blízká protipovodňová ochrana. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/priode-blizka-protipovodnova-ochrana-pbppo/>
- [29] Ekologické úpravy řek Rodach, Haßlach a Kronach ve městě Kronach. *Ústav pro ekopolitiku o.p.s.*[online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <http://www.ekopolitika.cz/en/ochrana-pred-povodnimi/ekologicke-upravy-rek-rodach-hasslach-a-kronach-ve-meste-kr-3.html>
- [31] Plán hlavních povodí České republiky [online]. Praha, 2007 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: [http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan_hlavnich_povodi/\\$FILE/OOV-PHP-20070523.pdf](http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan_hlavnich_povodi/$FILE/OOV-PHP-20070523.pdf)

8.2. Použitá literatura

- [2] RNDr. Pospíšil, Martin. Zpráva o hydrogeologickém průzkumu pro odstranění nebo rekonstrukci prvního betonového jezu na řece Oslavě u silničního mostu v Oslavanech. Červen 2009, Brno.
- [22] JUST, Tomáš. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: 3. ZO ČSOP Hořovice, 2005. ISBN 80-239-6351-1
- [24] PATOČKA, Cyril a Lukáš MACURA. *Technický průvodce 36: Úpravy toků*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00203-6
- [25] MALEŇÁK, Jaroslav, Otto PODSEDNÍK a Miloslav ŠLEZINGR. *Vodní stavby I: Úpravy toků, Jezy, Vodní cesty a plavby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2165-7
- [26] JANDORA, Jan a Jan ŠULC. *Hydraulika: Modul 01*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-512-9
- [30] ŘÍHA, Jaromír. Ochranné hráze na vodních tocích. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 223 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3570-2

8.3. Normy

Zákon 254/2001 Sb. Zákon o vodách

ČSN 73 6201- Projektování mostních objektů

ČSN 75 7221- Jakost vod- Klasifikace povrchových vod

ČSN 75 2101- Úpravy vodních toků

[32] Vyhláška 590/2002 Sb O technických požadavcích na vodní díla

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

9.1. Použité zkratky

ř.km	- říční kilometr
CHKO	- Chráněná krajinná oblast
ČR	- Česká republika
Fe	- železo
Mn	- mangan
Al	- hliník
ČOV	- čistírna odpadních vod
1D	- jednorozměrný model

9.2. Použité symboly

Q_a	- průměrný roční průtok	$[m^3/s]$
Q_1	- 1- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_2	- 2- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_5	- 5- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_{10}	- 10- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_{20}	- 20- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_{50}	- 50- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_{100}	- 100- letý průtok	$[m^3/s]$
Q_N	- návrhový průtok	$[m^3/s]$
Q	- průtok vody	$[m^3/s]$
ΔL_j	- délka úseku j	$[m]$
S_i, S_{i+1}	- daný průtočný profil	$[m^2]$
v_i, v_{i+1}	- rychlost v daném profilu	$[m/s]$
α	- Coriolisovo číslo	$[1]$
g	- tíhové zrychlení ($g = 9,806 \text{ m/s}^2$)	$[m/s^2]$
h_{zj}	- součet ztrát třením a místních ztrát na daném úseku	$[m]$
Δh_j	- rozdíl hladin na úseku j	$[m]$
n_d	- drsnost dna koryta	
n_s	- drsnost svahů	

10. SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1: Zájmový úsek toku- Oslavany	4
Obrázek 2: Geologické poměry v části povodí Dyje [6]	5
Obrázek 3: Hydrogeologie části povodí Dyje [6]	6
Obrázek 4: Pedologie- část povodí Dyje [6].....	8
Obrázek 5: Průměrný roční úhrn srážek [6].....	8
Obrázek 6: Průměrné roční teploty v povodí Dyje [6]	9
Obrázek 7: Ledové kry před pevným jezem v Oslavanech- rok 2012 [15].....	11
Obrázek 8: Mapa zalesnění- část povodí Dyje [6].....	12
Obrázek 9: Chráněná území ochrany přírody a krajiny [6]	16
Obrázek 10: Oslavany [21]	17
Obrázek 11: km 3,5500- km 3,7336- pohled po proudu.....	18
Obrázek 12: km 3,9221- pohled po proudu	19
Obrázek 13: km 4,7799- pohled po proudu	19
Obrázek 14: Silniční most- pohled proti proudu	20
Obrázek 15: Silniční most- pohled po proudu	20
Obrázek 16: Přítok- Balinka	21
Obrázek 17: Betonový práh	22
Obrázek 18: Přítok Ketkovický potok	22
Obrázek 19: Silniční most- pohled proti proudu	23
Obrázek 20: Technicky opevněné koryto bez vhodného začlenění do okolní krajiny [23] .	26
Obrázek 21: Návrh ohrazování. Varianta 1 - kyneta s hrází, Varianta 2 - odsazení hráze od koryta [25].....	27
Obrázek 22: Vlevo- před revitalizací, vpravo- revitalizace nad obcí [22].....	28
Obrázek 23: Povodňové obtokové koryto [22].....	29
Obrázek 24: Možnosti rozčlenění těžce upraveného koryta [22]	30
Obrázek 25: Vodní hřiště v Kronachu [29]	31
Obrázek 26: Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [26]	33
Obrázek 27: Schéma návrhu ochranné zídky	42
Obrázek 28: Schéma návrhu ochranné hrázky	43

11. SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1: Územní srážky v roce 2015- kraj Vysočina a Jihomoravský kraj [7]	9
Tabulka 2: Územní teploty z roku 2015 [8].....	10
Tabulka 3: N-leté průtoky- profil č. 394 [4],[9]	11
Tabulka 4: N- leté průtoky- profil č. 393a [10]	11
Tabulka 5: Jakost vody v profilu ř. km 2,5 [17]	14
Tabulka 6: Jakost vody v profilu ř. km 4,3 [16]	14
Tabulka 7: Jakost vody v profilu ř. km 61,3 [18]	14
Tabulka 8: Jakost vody v profilu ř. km 72,0 [19]	15
Tabulka 9: Hladiny Q_a , Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} v jednotlivých profilech	34
Tabulka 10: Nekapacitní profily na toku- pravý břeh.....	39
Tabulka 11: nekapacitní profily na toku- levý břeh.....	39
Tabulka 12: Hladina při Q_a , Q_1 , Q_5 , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} u jednotlivých mostů.....	40
Tabulka 13: Doporučená ochrana území dle Plánu hlavních povodí ČR [31]	41
Tabulka 14: Navržené varianty protipovodňové ochrany.....	42

12. SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová část:

A1 - Situace – současný stav	1:5000
A2 - Přehledný podélný profil- současný stav	1:1000/100
A3 - Situace s navrženými opatřeními	1:5000
A4 - Podélný profil s navrženými opatřeními	1:1000/100
A5 - Vzorový příčný řez – LB ochranná zídka	1:100
A6 - Vzorový příčný řez – PB přírodní val	1:100
A7 - Vzorový příčný řez – PB ochranná zídka	1:100

Textová část:

B1- Průběhy hladin