

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
Ústav vodního hospodářství krajiny
Faculty Of Civil Engineering
Institute of Landscape Water Management

Studie možností revitalizačních opatření příměstského vodního toku
Study of river restoration measures of suburban watercourse

DIPLOMOVÁ PRÁCE

master's thesis

AUTOR PRÁCE

Bc. RADEK ŠEBESTA

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. HELENA KRÁLOVÁ, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. RADEK ŠEBESTA
Název	Studie možností revitalizačních opatření příměstského vodního toku
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Helena Králová, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012

.....

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

Vedoucí ústavu

.....

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Mapové podklady historické i současné

Projektová dokumentace k řešenému toku

Šlezinger, M.: Hydrotechnické stavby I. Studijní opora FAST VUT Brno, 2006

Mareš, K.: Úpravy toků. Navrhování koryt. ČVUT Praha, 1997

Just, T.: Vodohospodářské revitalizace. ČSOP, MŽPČR. Praha 2005

Králová, H.: Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy. Veronica 2001

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách

ČSN 752101 Ekologizace úprav vodních toků

ČSN 751400 Hydrologické údaje povrchových vod

ČSN 736530 Názvosloví hydrologie

TNV 752102 Úpravy potoků

a další podklady dle pokynů vedoucího

Zásady pro vypracování

Zmapujte současný stav vybraného vodního toku (s použitím technicko provozní dokumentace toku) včetně land use přilehlého území. Tytipujte lokality, kde by bylo možné provést revitalizační opatření. Na vybrané lokalitě navrhnete konkrétní revitalizační opatření. Uveďte problémy a překážky, které by bylo třeba řešit v případě realizace revitalizačních opatření. Práce bude obsahovat hydrotechnické výpočty, mapové výstupy a výkresy dle pokynů vedoucího.

Předepsané přílohy

.....

doc. Ing. Helena Králová, CSc.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou vodohospodářských revitalizací. Vybraný vodní tok, který byl v minulosti nevhodně technicky upraven, byl podrobně zmapován a byla zpracována mapa využití území. Tok byl rozdělen na menší úseky, které byly podrobně popsány a posouzeny z hlediska vhodnosti pro návrh revitalizačních opatření. Na vybraném úseku byl proveden návrh nového přírodě blízkého koryta. Byla zpracována výkresová dokumentace.

Klíčová slova

Revitalizace vodních toků, revitalizační opatření, Ivanovický potok, posouzení stavu, trasa toku, mapa využití území, biokoridor, biocentrum, kapacita koryta, technické úpravy, vegetační doprovod.

Abstract

This diploma thesis deals with the problem of river restoration. Selected watercourse, which was inappropriately technically modified, had been mapped in detail and land use map was compiled. The watercourse was divided into sections, which were described in detail and assessed for suitability for restoration action. The new nature-friendly channel was designed on the selected section of the watercourse. Technical graphic documentation was designed.

Keywords

River restoration, restoration measure, Ivanovice river, condition assessment, route of watercourse, land use map, biocorridor, biocentre, channel capacity, technical adjustment, vegetation strip.

Bibliografická citace VŠKP

ŠEBESTA, Radek. *Studie možností revitalizačních opatření příměstského vodního toku*. Brno, 2013. 69 s., 11 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Ing. Helena Králová, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11.1.2013

.....
podpis autora
Radek Šebesta

OBSAH

1. Úvod.....	11
1.1. Obecné.....	11
1.2. Cíl.....	11
2. Teoretická část – současný stav poznání	12
2.1. Revitalizace vodních toků	12
2.2. Nepříznivé dopady vodohospodářských technických úprav	13
2.3. Technické revitalizace	14
2.3.1. Koncepce revitalizačních opatření, hodnocení jejich potřeby	16
2.4. Návrh revitalizačních opatření [2] [3].....	19
2.4.1. Návrh nové trasy.....	19
2.4.2. Kapacita koryta a návrh příčného průřezu.....	19
2.4.3. Příčný profil.....	20
2.4.4. Podélný profil	21
2.4.5. Stabilizace koryta opevněním.....	21
2.4.6. Návrh tůň	22
2.4.7. Návrh ozelenění	23
2.5. Metodika.....	24
3. Praktická část	25
3.1. Výběr a charakteristika lokality	25
3.1.1. Geomorfologie	26
3.1.2. Geologie.....	27
3.1.3. Pedologie	28
3.1.4. Klimatologie	29
3.1.5. Hydrologické poměry	30

3.1.6.	Získané podklady	30
3.2.	Analýza současného stavu	31
3.3.	Průzkum a mapování terénu	32
3.3.1.	Úsek č. 1	32
3.3.2.	Úsek č. 2	35
3.3.3.	Úsek č. 3	37
3.3.4.	Úsek č. 4	41
3.3.5.	Úsek č. 5	44
3.4.	Posouzení vhodnosti úseků pro návrh revitalizačních opatření	47
3.4.1.	Výběr úseku pro návrh revitalizačních opatření	50
3.5.	Zvolení části úseku a výběr lokality pro návrh revitalizačních opatření 52	
3.5.1.	Hydrologické údaje pro vybranou lokality	55
3.5.2.	Vlastnické vztahy	56
3.6.	Podrobný průzkum a zaměření zájmové lokality	57
3.6.1.	Zaměření zájmové lokality	57
3.6.2.	Současný stav vegetace	58
3.7.	Návrh revitalizačních opatření	60
3.7.1.	Návrh nové trasy	60
3.7.2.	Kapacita koryta	60
3.7.3.	Návrh příčného průřezu	61
3.7.4.	Podélný profil	61
3.7.5.	Stabilizace koryta opevněním	62
3.7.6.	Návrh tůň	63
3.7.7.	Návrh ozelenění	63
3.8.	Výpočet kapacity navrženého koryta	64

3.9.	Problémy a překážky v případě realizace revitalizačních opatření	65
4.	Závěr	66
5.	seznam použitých zdrojů	67
6.	SEZNAM PŘÍLOH.....	69

1. ÚVOD

1.1. Obecné

Revitalizace vodního toku může být obecně definována jako dlouhodobý soubor opatření nebo činností vedoucích k obnově přírodě blízkého hydrologického režimu povodí z hlediska kvality i kvantity. Hlavním cílem revitalizací vodních ekosystémů je obnova a péče o optimální vodní režim krajiny.

1.2. Cíl

Cílem práce je zmapování současného stavu vybraného vodního toku a návrh revitalizačních opatření na zvoleném úseku.

2. TEORETICKÁ ČÁST – SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

2.1. Revitalizace vodních toků

Účelem revitalizace úprav vodních toků je odstranit nebo zmírnit negativní důsledky úprav vodních toků na říční biotu, obnovit nebo zlepšit jejich ekologickou funkci v krajině se zohledněním účelových funkcí vodního toku, kvůli nimž byla původní úprava provedena.

Revitalizační úpravou teprve začíná obnovný proces, tedy postupná obnova ekologické funkce vodního toku. Je nastartován proces postupné stabilizace říčního ekosystému. Revitalizační opatření na vodním toku jsou jedním z článků revitalizačního procesu v povodí (měly by být posledním článkem) procesu, který usměrňuje vývoj toku a jeho okolí ke stavu, který by byl dosažen kontinuálním přirozeným vývojem.

Základem revitalizačních návrhů v povodí je podrobná prohlídka stavu dané lokality, získání podkladů – především o úpravách toku a zásazích v povodí v minulosti, o důvodech a cílech těchto úprav. Velmi vhodné je také zjistit, zda důvody úpravy toku nepominuly (především v případě existence starých příčných staveb na toku). Účelné je provést hodnocení stávajícího stavu vegetačního doprovodu a říčního koryta podle některé z užívaných metod (např. metoda QBR aj.). Důležité informace je možné získat u správce toku, na stavebním odboru obecního úřadu, na odborech životního prostředí aj.

Koncepci revitalizace říční sítě je nutno navrhovat vždy komplexně, nesoustředit se pouze na tok, na daný krajinný segment či dílčí narušení říčního ekosystému. Podstatná jsou také vhodná opatření v povodí. Z důležitých opatření v povodí se zaměřujeme především na minimalizaci smyčů okolních pozemků, eliminaci zvýšené povrchové eroze.

Dalším významným problémem v rámci revitalizace toku je minimalizace znečištění přicházejícího z bodových zdrojů, především se jedná o černé výusti, přepady z jímek, soustředěný odtok z polní trati apod. I zde jsou nutné nápravné zásahy před realizací úpravy říčního koryta a jeho okolí, jelikož právě tyto zdroje představují významné hygienické problémy a problémy s chodem splavenin. [1]

2.2. Nepříznivé dopady vodohospodářských technických úprav

Při nevhodných úpravách toků v minulosti došlo obecně k zmenšování rozsahu, členitosti a stability vodního a zvodnělého prostředí, přičemž každý z těchto parametrů má rozměr vodohospodářský i ekologický. Některé příklady uvádí tabulka 1.

Tab. 1: Příklady poškození vodního a zvodnělého prostředí nevhodnými úpravami [2]

Druh poškození	v aspektu vodohospodářském	v aspektu ekologickém
ZTRÁTA ROZSAHU	<ul style="list-style-type: none"> - zmenšení množství vody v korytech - zbytečné odvádění zásob mělkých podzemních vod - zúžení říčních a potočních pásů - redukce ploch pro přirozený rozliv povodní 	<ul style="list-style-type: none"> - likvidace biotopů koryta a jeho okolí - zmenšení aktivního omočeného povrchu koryta
ZTRÁTA ČLENITOSTI	<ul style="list-style-type: none"> - zmenšení drsnosti koryt a zkrácení tras – zrychlení odtoků - zmenšení členitosti hloubek a rychlostí proudění 	<ul style="list-style-type: none"> - ztráta stanovišť a úkrytů vodních živočichů - ztráta biodiverzity
ZTRÁTA STABILITY	<ul style="list-style-type: none"> - oslabení schopnosti niv zmírňovat nedostatky a přebytky vody - odvodnění půd - destabilizace koryt narušením přirozeného vývoje podélného profilu a příčných průřezů toku, což se projevuje na schopnosti samočištění vody 	<ul style="list-style-type: none"> - destabilizace společenstev vodních živočichů omezením možností pro migrace

Technické úpravy koryt přinesly řadu problémů, ato zejména:

- nepříznivé změny průtokového a splaveninového režimu
- riziko nestability koryt, tedy větší nároky na jejich pevnost
- zrychlení odtoku velkých vod
- zmenšení členitosti povodňových záplav v nivách
- zmenšení zásob podzemní vody v nivách
- ztížení až znemožnění migrace vodních živočichů
- zmenšení biodiverzity na přilehlých odvodněných pozemcích
- zhoršení vzhledu koryta

Negativní vlivy nabyly značného rozsahu. Proto vznikají snahy o nápravu. V plochách povodí jde o soubor opatření ke zlepšení srážkoodtokových poměrů a k protierozní ochraně. V síti vodních toků a nádrží se hovoří o revitalizacích. [2]

2.3. Technické revitalizace

V krajině se nachází velké množství upravených (tj. opevněných, zatrubněných a napřímených) vodních toků, které čekají na revitalizaci. Tyto toky mají za následek rychlý odtok vody z povodí. Nejvíce nevhodně upravených toků najdeme v zemědělsky obhospodařované krajině, kde v minulosti toky plnily meliorační funkci. V dnešní době, kdy se převážná část zemědělské půdy zatravnjuje, se řeší návrhy úpravy vodního toku v souladu s požadavky krajiny.

Cílem revitalizace je snaha o uvedení vodního toku do takového stavu, aby mohly probíhat přirozené geomorfologické procesy bez dalších umělých zásahů. Podstatná je obnova přirozeného vodního režimu a retenční schopnosti krajiny, vyrovnání vláhové bilance krajiny, obnova přirozených retenčních prvků v krajině s důrazem na údolní nivy. Principem revitalizace v extravilánu je vymezení dostatečně širokého koridoru, ve kterém mohou probíhat přirozené korytotvorné procesy v závislosti na geomorfologických podmínkách. Tím se obnoví přirozená délka a trasa toku, podélný i příčný profil, nezbytná je i obnova břehových porostů. Na území vhodných pro rozliv může dojít k vyběžení toku i při nižších průtocích. [2]

Nejdůležitější efekty, které mohou přinášet revitalizace:

- Zadržování vody v krajině. Kompenzace ochuzování malého vodního oběhu. Nejdůležitější je zadržení vody ve zvodnělém půdním a zeminovém prostředí, v nivách, v mokřadech a v korytech vodních toků.
- Obnovování přirozeného zamokření území, které mimo jiné omezuje mineralizaci půd a jejich degradaci.
- Vyrovnání odtokových poměrů. Tlumení průběhů velkých vod a to zejména podporou rozlivu v nivách, zpomalením postupu povodňových vln a využitím retenčních objemů. Vyrovnání dopadů sucha na odtokové poměry.
- Obnova a zkvalitňování vodních, mokřadních a na ně navazujících biotopů.
- Zlepšování kvality vody.
- Zlepšování vzhledu a pobytové hodnoty částí volné krajiny i zastavěných území.

V oboru technických revitalizací se vyskytují zejména tyto úlohy:

- Obnova přirozenějšího charakteru koryt vodních toků a jejich niv. Obnova povodňového rozlivu a v nivách podpora přirozených forem povodňové retence.
- Obnova či vytváření tůní, mokřadů a podobných vodních biotopů v nivách.
- Obnova starých říčních ramen a tůní. Vytváření přírodně blízkých retenčních prostorů v nivách.
- Revitalizace nevhodně odvodněných ploch, opatření pro podporu vsakování vody a tvorby zásob podzemní vody, rehabilitace pramenišť.

V podmínkách působnosti Rámcové směrnice EU o vodách mají vodohospodářské revitalizace významné a nenahraditelné postavení [2]:

- Jako technologie vedoucí v oblasti morfologie toků k obnově požadovaného příznivého stavu vodních útvarů.
- Jako významná součást komplexních opatření k ochraně před povodněmi.
- Jako kompenzace nezbytných technických zásahů, zhoršujících stav toků a jejich niv.
- Jako extenzivní opatření ke zlepšování kvality vody.

2.3.1. Koncepce revitalizačních opatření, hodnocení jejich potřebnosti

Pro jednoduché, orientační hodnocení stavu dílčích homogenních úseků vodního toku lze použít systém základních deseti kritérií dle přiložené tabulky (Tab. 2). Podle každého kritéria se třístupňově hodnotí odchýlení daného úseku od přírodního stavu. Odchýlení od přírodního stavu žádné až nepatrné znamená hodnocení 0 bodů, částečné 1 bod, významné až úplné odchýlení 2 body. Čím větší hodnoty dosahuje součet bodů podle všech kritérií, tím horší, přírodně vzdálenější je stav daného úseku a tím větší je potřeba zlepšujících opatření. Celý tento systém je pouze orientační pomůckou, jejíž výstupy mohou být jenom jednou z okolností, k nimž se bude přihlížet při rozhodování o skutečných opatřeních. [2]

Tab. 2: Návrh systému hodnocení z hlediska potřebnosti revitalizačních opatření [2]

Odchýlení od přírodního stavu:			
Kriterium	žádné nebo nepatrné = 0 bodů	částečné = 1 bod	významné až úplné = 2 body
1. Vedení trasy koryta	tok neupravený nebo jenom s nevýznamnými korekcemi, trasování odpovídající danému morfologickému typu	změny trasy v částech úseku, zmenšení situační členitosti trasy, významná zkrácení trasy	zcela nové, nepřirozené geometrizovaných tvarech, zkrácení trasy v desítkách procent původní délky
2. Tvary příčných průřezů koryta	přirozeně členité a proměnlivé tvary příčných průřezů, s různými sklony svahů	omezení členitosti částečnou geometrizací, typicky poněkud rozvolněné lichoběžníkové průřezy starších úprav nebo úprav, které nebyly stabilizovány tuhým opevněním	prizmatická koryta s typickými úpravářskými tvary, zejména lichoběžníkovými nebo obdélníkovými
3. Zahloubení koryta, poměr šířky k hloubce	koryta přirozeně zahloubená, tedy většinou přirozeně mělká; poměr šířky k hloubce odpovídající	koryta nadměrně zahloubená částečnými úpravami nebo nepřirozenou hloubkovou erozí (v	nadměrná zahloubení, vyvolaná typickými technickými úpravami – nejčastěji

	velikosti toku a danému morfotypu (např. u většiny našich drobných toků meandrujících a zvlněných poměr 4:1 a více, u přímých a divočících koryt orientačně 10:1)	minulosti mohla být vyvolána nevhodným pročišťováním apod.)	lichoběžníkový průřez o poměru šířky k hloubce cca 2,5:1 nebo i méně
4. Povrch dna a břehů	dno a břehy přirozené, neopevněné	částečná opevnění, která částečně omezují členitost povrchu koryta, typicky např. netuhá (kamenitá) opevnění břehů, vytvářející částečně geometrizovaný průběh břehových čar, ale zachovávající přirozený charakter dna	tuhá technická opevnění (tvárnice, polovegetační tvárnice, dlažby, zdivo,...) v březích nebo dokonce i ve dně
5. Šířka potočního, říčního, resp. meandračního pásu (území, v němž jsou možné bezeškodné posuny koryta a vylévání větších průtoků; případně území vymezené ochrannými hrázemi)	přirozený pás v celé šířce údolí nebo nivy nebo v šířce, která neomezuje posuny koryta a rozlivy, popř. pás umožňující dokonalý rozvoj meandrů (u toku příslušného typu)	částečná tvarová nebo uživatelská omezení údolního perimetru vodního toku, která vyvolala opatření, částečně omezující posuny koryta a vyhřezování větších průtoků; systémy odsazených hrází	potoční/říční pás výrazně redukován až redukován na krajní minimum, doprovázející tvrdě technicky upravená koryta; systémy přisazených hrází
6. Kapacita koryta (zejm. ve vztahu k rozlivům větších průtoků)	přirozená kapacita, neovlivněná technickými úpravami ani progresivní erozí (většinou vyvolanou též technickými zásahy), nevyvolávající nadměrné	kapacita částečně zvětšená dílčími úpravami nebo nadměrnou erozí koryta, orientačně v oblasti Q_1 až Q_2	nadměrná kapacita, charakteristická pro technické úpravy koryt – orientačně nad úroveň Q_2 ; významně omezuje tlumivé rozlivy velkých vod v nivě

	koncentrace velkých průtoků a neomezující přirozené rozlivy; u většiny našich toků menší než na úrovni Q_1		
7. Využitelnost nivy pro rozlivy	rozlivy do nivy neomezené	částečná omezení rozliv – vyřazena jedna strana nivy, odsazené hrázování, rozptýlená zástavba	zásadní až úplná omezení rozlivů do nivy – přisazené hráze, zástavba
8. Migrační překážky	přirozené tvary koryta bez neprostupností, vyvolaných příčnými objekty (jezy, stupně) nebo technickými úpravami (mělký sloupec vody, velká rychlost proudění); sem patří i toky, jejichž prostupnost se zmenšuje sezónně přirozeným poklesem hladiny	částečná omezení prostupnosti, daná příčnými objekty a technickými úpravami – omezení migrace některých druhů nebo velikostních skupin ryb, sezónní působení umělých migračních bariér	úplná porušení prostupnosti následkem umělých zásahů (jezy, stupně, technické úpravy, měnění hloubky a rychlosti proudění)
9. Doprovodné porosty	stanoviště odpovídající, ekologicky a krajinařsky hodnotné dřevinné nebo bylinné porosty	porosty nedostatečně bohaté, podřadné kvality – základ porostů může být zachován a využit, ale vyžaduje podstatné zlepšující zásahy	porosty chybějí nebo jsou ve zcela nevyhovujícím stavu, takže v podstatě je žádoucí celková obnova; porosty invazních rostlin
10. Ekologický stav ploch v nivě	plochy souvisle pokryté přírodovědecky a krajinařsky cennými formacemi (mokřady, vlhké louky, louky, háje, lesní porosty přírodního charakteru,...)	částečná degradace ploch – některé plochy degradované, niva po jedné straně toku degradovaná apod.	plochy v nivě zcela ekologicky degradované – zejm. zástavba nebo souvislé zornění

2.4. Návrh revitalizačních opatření [2] [3]

2.4.1. Návrh nové trasy

Při revitalizacích malých vodních toků je dobrou metodou napodobování přirozených nebo přírodně blízkých koryt toků, existujících ve srovnatelných podmínkách. Projektant revitalizace hledá vzorový úsek toku v blízké krajině. Přirozený nebo přírodně blízký vzorový úsek by měl mít podobný průtokový režim, sklonitost a geologické poměry jako tok určený k revitalizaci.

Ze vzorového úseku toku odvodíme geometrii revitalizačního koryta, kterou však lze popisovat pouze rozsahy hlavních parametrů. Z hlediska trasování jsou hlavními parametry šířka pásu meandrace, poloměry a tvar oblouků, délka přechodových úseků mezi jednotlivými oblouky.

2.4.2. Kapacita koryta a návrh příčného průřezu

Návrh revitalizačního koryta začíná znalostí průtokové řady, kterou pro konkrétní lokalitu nejspíše poskytne Český hydrometeorologický ústav, a rozvahou o potřebné kapacitě koryta jaké průtoky má koryto pojmout a při jakých již dojde k vybřežení.

Kapacita koryta, která představuje průtok korytem zaplněným po okraj, závisí na velikosti a tvaru příčného průřezu, na drsnosti a podélném sklonu. Ze základní Chézyho rovnice vychází pro ustálený průtok korytem vztah:

$$Q = C \times S \sqrt{R \times I} \quad (m^3 s^{-2}) \quad (1)$$

kde Q je průtok ($m^3 s^{-2}$), C je rychlostní součinitel ($m^{1/2} s^{-1}$), S je plocha průtočného průřezu (m^2), R je hydraulický poloměr (m), I je sklon dna.

$$R = \frac{S}{O} \quad (m) \quad (2)$$

kde O je omočený obvod (m) průtočného průřezu.

Rychlostní součinitel C se může uvažovat například podle Manninga:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \quad (m^{1/2} s^{-1}) \quad (3)$$

kde n je stupeň drsnosti, tabelovaný v hydraulické literatuře.

Od zvolené kapacity koryta se pomocí těchto vztahů postupuje k návrhu rozměrů příčného průřezu. K tomu je třeba současně řešit tvarové proporce koryta, jeho drsnost a trasu, z níž vychází podélný sklon koryta.

Technické úpravy koryt byly prováděny s cílem zajišťovat velké průtočné kapacity. Revitalizace jdou ve většině případů opačným směrem a vytvářejí koryta, která se přírodním podobají mimo jiné malou průtočnou kapacitou. Přírodní koryta mívají malou kapacitu, odpovídající přirozeným korytotvorným průtokům, orientačně v rozmezí Q_{30d} až Q_1 . Číselně je interval Q_{30d} až Q_1 velmi široký, jednoletý průtok může být stonásobkem třicetidenní. Návrh koryta je tedy nutno stavět na vhodně zvolené rozložitosti příčného profilu, tedy vycházet z dostatečně velkého poměru šířky k hloubce.

V zastavěných územích, kde tok může zastavěná území ovlivňovat, je prioritou ochrana zástavby zaplavováním. V těchto situacích se mohou návrhové kapacity pohybovat na úrovni Q_{50} , Q_{100} i více. Nejde však o revitalizace v pravém slova smyslu a řešení probíhá dle obvyklých hydrotechnických zásad úprav toků.

Koryta uprostřed intenzivněji zemědělsky využívaných ploch, tedy zejména obklopená ornou půdou, se navrhují individuálně, se zřetelem k typu kultur, tvarům terénu a dalším místním podmínkám. Kapacita Q_{30d} je vzhledem k revitalizaci příznivá, ale vzhledem k hospodářským zájmům těžko prosaditelná. Naproti tomu kapacity dříve navrhované Q_2 až Q_5 jsou neúnosně velké. Přijatelným kompromisem bývá často kapacita v blízkosti Q_1 .

Louky nebo nivní háje není třeba chránit před dvou až pětiletou vodou, protože některé rostlinná společenstva jsou na pravidelných záplavách přímo závislá. Navrhuje se tedy kapacita Q_{30d} .

2.4.3. Příčný profil

Přirozená koryta mají nejčastěji tvar pekáče, jehož šířka je několikanásobkem hloubky. Poměr šířky k hloubce koryta se u stabilních koryt běžně pohybuje v rozmezí 4 : 1 až 10 : 1. Tento tvar se při revitalizacích ovšem běžně nenavrhuje. Jako kompromis mezi přírodou a technikou byl zvolen tvar mělké, ploché mísy. Vhodným tvarem průřezu revitalizovaných koryt vodních toků je plochá mísa se sklonem svahů nanejvýše 1 : 3.

2.4.4. Podélný profil

Revitalizace co nejvíce respektují přirozený průběh terénu a členitost podélného profilu je pro ně předností. Oproti upraveným tokům dochází při revitalizaci ke změně koryta střídáním pasáží s větším a menším sklonem dna, resp. hladiny. Soustřeďuje větší spád, a tedy potřebu odolnějšího provedení, do kratších částí koryta. Dále rozčleňuje koryto ekologicky, vytváří místa proudová i tišinná. Toto je příznivé z hlediska samočisticí schopnosti.

Je také možné členit podélný sklon koryta příčnými objekty – prahy a stupni. Tyto objekty by však měly být využívány uvážlivě. Mají totiž i podstatné nevýhody, zejména ochuzení koryta o důležité proudové úseky a vytvoření migračních překážek.

2.4.5. Stabilizace koryta opevněním

V ideálním případě by se revitalizace měla obejít bez dodatečného opevnování , i jinak by mělo mít spíše doplňkový charakter.

Pro účely revitalizací lze opevnění rozdělit na:

- vhodná pro místní i podélnou stabilizaci: kamenné pohozy a záhozy
- vhodná pro místní i podélnou stabilizaci, avšak omezeně použitelná vzhledem k pracnosti : drnování, vrbové konstrukce (haťové válce, vrbové rohože...)
- použitelná jen ve zvláštních případech, v návaznostech na inženýrské stavby apod. : kamenné dlažby, drátokamenné konstrukce, haťové plůtky a podobné dřevěné konstrukce
- nevhodná : betonové desky, tvárnice a žlabovou, polovegetační tvárnice, fólie, pneumatiky

Za nejvhodnější ke stabilizování revitalizovaných koryt lze pokládat tvárná kamenná opevnění – pohozy a záhozy. Pokud možno by neměla být kladena souvisle, ale pouze v ohrožených pasážích koryt.

Zához z hrubého kamene je zapuštěn pod úroveň dna nebo břehu. Vytváří paty svahů, plošná opevnění koryt, stabilizační a vzdouvací příčné figury, které se charakterem blíží balvanitým skluzům.

Pohoz je ukládán na opevňovaný povrch. Pokud je proveden z hrubého kameniva a je do povrchu vtlačován, od záhozu se ve výsledku příliš neliší.

Pohozy a záhozy doplňují jednotlivé velké kameny. Tyto kameny koryto především rozčleňují.

2.4.6. Návrh tůň

Tůně jsou prohlubně v terénu nebo v korytě vodního toku zaplněné vodou. Jejich přirozenou předlohou jsou tůně v korytech běžných přírodních toků, zbytky starých postranních ramen a povodněmi vytvořené izolované prohlubně v nivách. Z technického hlediska se tůně liší od malých vodních nádrží tím, že nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze a nejsou vypustitelné, případně jejich ohrazování není vysoké a má spíše doplňkový charakter. Pokud jsou vytvářeny záměrně v rámci revitalizací, základní metodou je hloubení. Oproti stejně velkým vodním nádržím by měly mít tůně významně menší pořizovací náklady.

Hlavní funkce tůní:

- Prostředí pro rostliny a živočichy, například pro chráněné obojživelníky. Tato funkce je oproti malým vodním nádržím podpořena tím, že tůně zpravidla neslouží chovu ryb. Některé drobné druhy se v nich však mohou přirozeně vyskytovat.
- Obohacení zásob povrchové vody v území
- Zlepšení vzhledu v území.

Hlavní typy tůní:

- Mikrotůně ve dně vodního toku – běžná rozšíření a prohloubení koryta, která se pravidelně střídají s proudovými úseky. Jejich přirozené místo je v nárazových stranách oblouků, kde tlumí vymílací účinky příčného proudění.
- Protékané tůně, postranní tůně
- Tůně mimo koryto toku, napájené odbočkami z koryta
- Tůně mimo koryto, závislé na hladině podzemní vody – jedná se o nejpřirozenější napodobení přírodních povodňových tůní v nivě. Menší závislost na vodním toku je zpravidla pro funkci a trvanlivost tůně příznivá. Hladina v tůni kolísá spolu s nivní vodou.

2.4.7. Návrh ozelenění

Obnova a posilování břehových a doprovodných porostů jsou významnými součástmi revitalizačních opatření, neboť porosty jsou přirozenou a nezbytnou součástí koryt vodních toků a jejich niv. V první řadě je třeba chránit stávající zeleň, která se přirozeně vyvíjí, a využívat samovolného zarůstání z náletů a vegetativní obnovou. Tato zeleň, která uspěje v přírodním výběru, zpravidla dobře vyhovuje místním podmínkám a nejlépe prospívá. Tento způsob ozeleňování je také nejlevnější.

Před rozhodováním o dalších opatřeních je třeba správně zhodnotit stav existujících porostů. Při tomto hodnocení by měla být brána v potaz hlediska dendrologická, ochranná, ale také vodohospodářská.

Cíle a koncepce ozeleňování:

- Obnovení břehového porostu přírodního charakteru. Takový porost nevytvoří jedna linie sazenic, vysázených v pravidelných rozestupech. Nejlepší jsou hustší skupiny protáhlého tvaru, rozložené podél břehu.
- Vytvoření vegetačního lemu, který oddělí revitalizované území od okolí a ztlumí jeho nepříznivé vlivy. Typické je ozeleňování svahů po okraji nivy, které má dát revitalizaci obvodovou kulisu a omezuje erozní smyky z okolních ploch.
- Obnovení nebo doplnění soliterních stromů v nivě.
- Vytvoření nivního háje, který bude mimo jiné zpomalovat rozlité povodňové průtoky

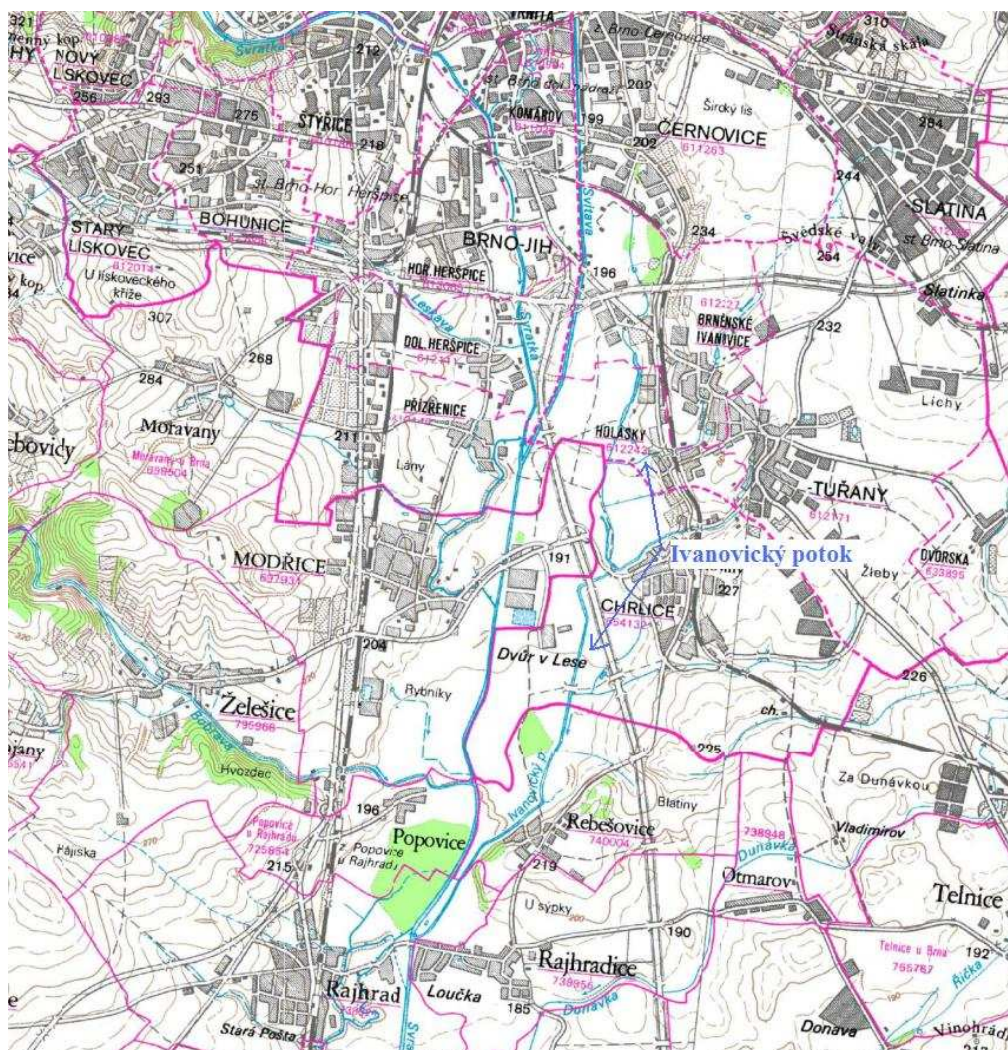
2.5. Metodika

Prvním krokem bylo získávání a prostudování vhodných podkladů pro vybraný vodní tok. Dále byla provedena rekognoskace, fotodokumentace a zmapování území. Na základě poznatků zjištěných z podkladů a vlastního pozorování v terénu byl tok rozdělen na jednotlivé úseky různých charakterů. Poté byly tyto úseky posouzeny z hlediska vhodnosti provedení revitalizačních opatření. Byla vybrána nejvhodnější část zvoleného úseku, která byla podrobně zaměřena a byl pro ni zpracován návrh přírodně blízkých revitalizačních opatření. Pro takto navržené úpravy byla zpracována výkresová dokumentace.

3. PRAKTICKÁ ČÁST

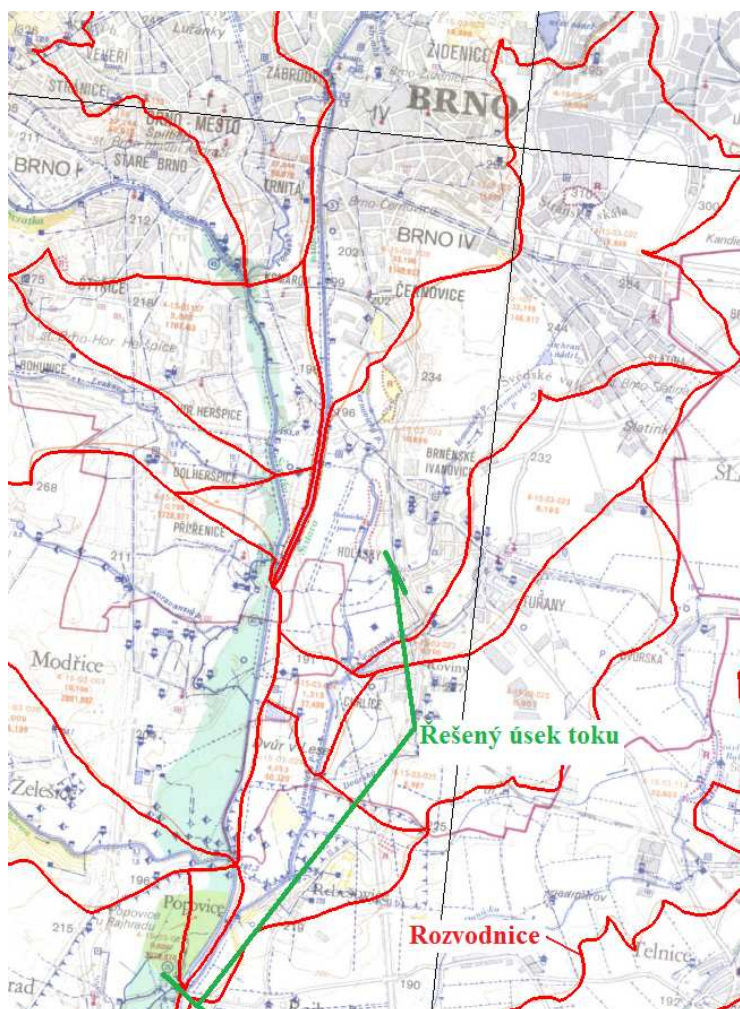
3.1. Výběr a charakteristika lokality

Byl vybrán malý příměstský vodní tok v zemědělské krajině jihovýchodně od Brna. Jedná se o Ivanocký potok pramenící severně od Brněnských Ivanovic v nadmořské výšce zhruba 230 m. n. m.. Plocha povodí činí 38,316 km², délka toku je zhruba 8,3 km a ústí zleva do Svatky u Rajhradice ve výšce 186 m. n. m.. Nejvýznamnější přítoky jsou Černovický potok, závlahový kanál K1, Tuřanský potok a Dvorský potok. Dlouhodobý průměrný průtok u ústí je 0,08 m³/s. Nad obcí Holásky je tok částečně zatrubněn.



Obr. 1: Znárodnění toku na podkladu katastrální mapy [7]

Pro účely této práce byl zvolen úsek mezi ústím do Svatky a vyústěním ze zatrubnění v obci Holásky (km 6,882), který je zobrazen na podkladu vodohospodářské mapy na obrázku 2.



Obr. 2: Znáznornění řešeného úseku na podkladu vodohospodářské mapy [8]

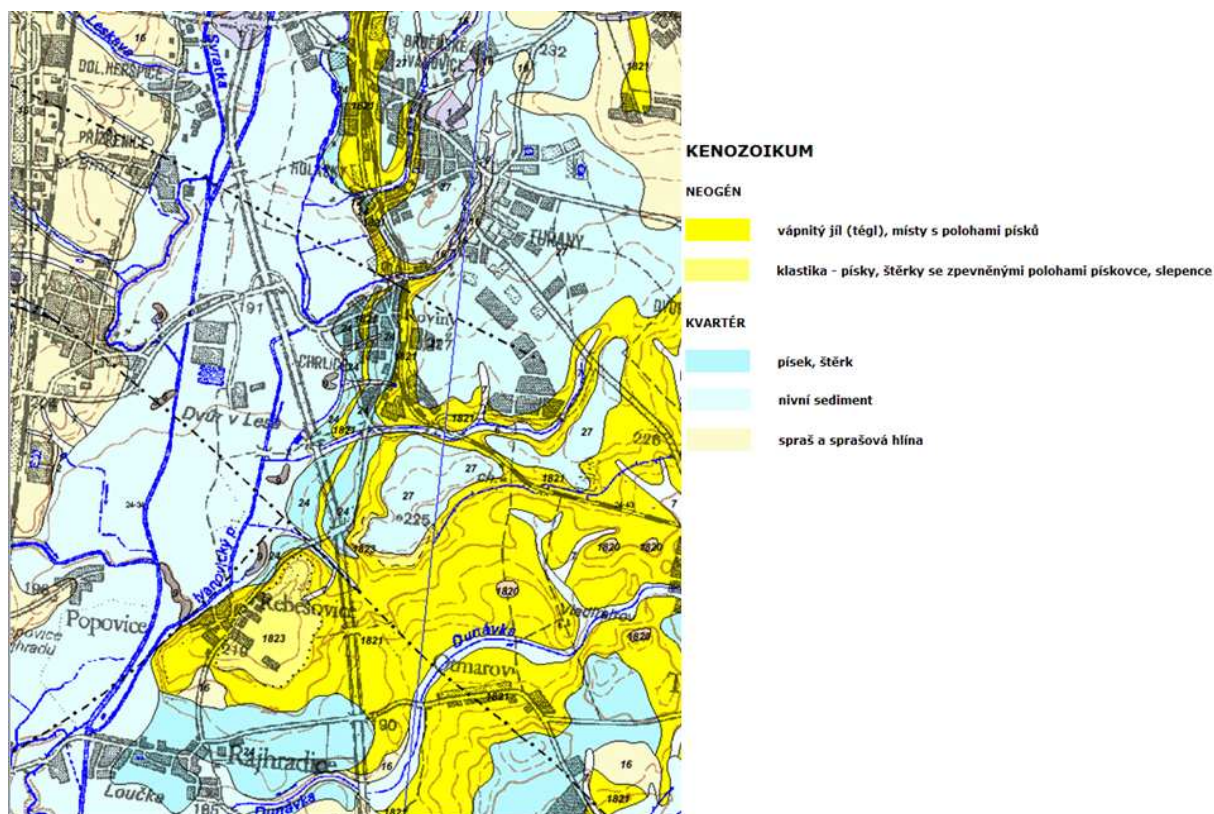
3.1.1. Geomorfologie

Podle autorů Demka a Macovčina [5] se dané území může charakterizovat členěním na geomorfologické jednotky. Okolí Ivanovického potoku leží na rozhraní dvou hlavních provincií v ČR, a to provincie Česká vysočina a Západní Karpaty. Východní část území leží v provincii Západní Karpaty, dále v soustavě Vněkarpatské sníženiny, podsoustavě Západní Vněkarpatské sníženiny, celku Dyjsko – svratecký úval se střední výškou 210 m. n. m.. Západní část zájmové lokality leží v provincii Česká vysočina, dále v soustavě Česko – moravské, podsoustavě Brněnská vrchovina, celku Bobravská vrchovina s nejvyšším bodem Kopeček (479 m.n.m.).

3.1.2. Geologie

Bobravská vrchovina má zarovnaný povrch, na východě se mírně sklání a prohýbá a vnikají do ní zálivy miocenních hornin Dyjsko-svrateckého úvalu se kterým tvoří vlnitou hranici.

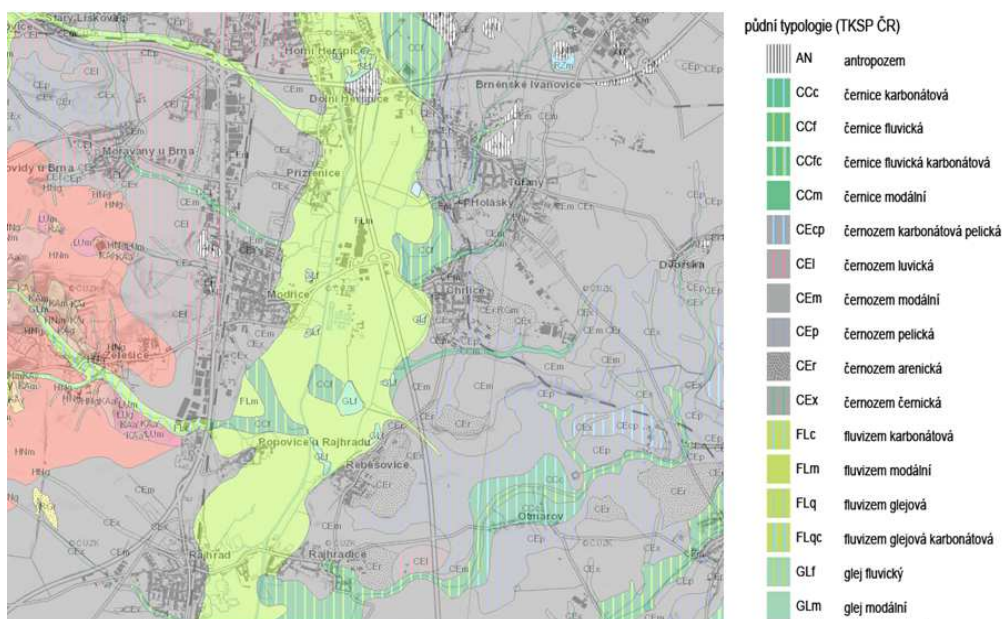
Podle geologické mapy ČR se na tomto území vyskytují vápenaté jíly, písky, štěrky a slepence. Toto je výsledkem nejmladší geologické éry kenozoika - kvartéru. Vněkarpatské sníženiny včetně Dyjsko-svrateckého úvalu vznikly poklesem rozsáhlých území, která byla pokryta mořem, potom vnitrozemskými jezery. Souší se staly díky zdvihům a říčním nánosům. Na tomto území se vyskytují převážně nivní sedimenty a dále písek, pískovec, štěrk a vápnitý jíl. [17]



Obr. 3: Geologie úseku [9]

3.1.3. Pedologie

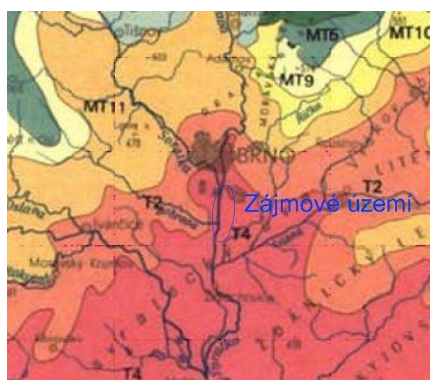
Převažujícími půdními typy v okolí Ivanovického potoka jsou fluvizemě, které jsou charakterizovány jako půdy vrstevnaté s nepravidelným rozložením organických látek s obsahem $> 0,5\%$ v celém profilu. Tyto půdy se vytvářejí v nivách řek a potoků z povodňových sedimentů. Dalším obvyklým typem půd v zájmové lokalitě jsou černice - hlubokohumózní (0,4 – 0,6 m) semihydromorfní půdy vyvinuté z nezpevněných karbonátových nebo alespoň sorpčně nasycených substrátů s černickým horizontem s třetím stupněm hydromorfismu, indikovaným vyšším obsahem humusu než mají okolní černozemě. Vyskytují se v depresních polohách černozemních oblastí a na těžších substrátech v relativně humidnější oblasti rozšíření černozemních půd. Dále se v okolí lokality objevují již výše zmíněné černozemě - hlubokohumózní (0,4 – 0,6 m) půdy s černickým horizontem, vyvinuté z karbonátových sedimentů. Jsou to sorpčně nasycené půdy s obsahem humusu 2,0 – 4,5 % (od nejlehčích přes nejtypičtější středně těžké k těžkým) v horizontu. Vytvořily se v sušších a teplejších v podmínkách ustického vodního režimu. Dále se vyskytují gleje - půdy s výrazným horizontem v hloubce do 0,5 m v důsledku dlouhodobého provlhčení podzemní ale i povrchovou vodou ze svahových pramenišť při výskytu vrstvy s malou hydraulickou vodivostí při povrchu. Jejich výskyt svědčí o (historické) intenzitě a délce provlhčení, stejně jako hydrogenní akumulace humusu až k tvorbě rašelinného horizontu. [16]



Obr. 4: Pedologie území [10]

3.1.4. Klimatologie

Podle Quittovy klasifikace [11] se zájmové území nachází v teplé oblasti T 4, která je charakterizována velmi dlouhým létem, velmi teplým a velmi suchým. Přechodné období je velmi krátké, s teplým jarem a podzimem, zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Jedná se na území ČR o nejteplejší a zároveň i velmi suchou oblast. Zájmové území není příliš vzdáleno od teplé oblasti T 2. Charakteristiky obou klimatických oblastí jsou uvedeny v tabulce 3. Zájmové území je zobrazeno na výseku klimatické mapy ČR [12].



Obr. 5: Zájmové území na teplotní mapě [12]

Tab. 3: Tabulka tepelných oblastí [12]

PODOBLAST	TEPLÁ OBLAST	
	T2 oranžová	T4 červená
POČET LETNÍ DNŮ	50-60	60-70
POČET DNÍ S TEPLOTOU ALESPŮŇ 10°C	160-170	170-180
POČET MRAZOVÝCH DNÍ	100-110	
POČET LEDOVÝCH DNŮ	30-40	
PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V LEDNU [°C]	1	
PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V DUBNU [°C]	8,9	9,1
PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ČERVENCI [°C]	8-19	19-20
PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ŘÍJNU [°C]	7.9	9.10
POČET DNŮ SE SRÁŽKAMI ALESPŮŇ 1mm	90-100	80-90
SRÁŽKOVÝ ÚHRN VE VEGET. OBDOBÍ [mm]	350-400	300-350
SRÁŽKOVÝ ÚHRN V ZIMNÍM OBDOBÍ [mm]	200-300	
POČET DNŮ SE SNĚHOVOU POKRÝVKOU	40-50	
POČET DNÍ JASNÝCH	120-140	110-120
POČET DNÍ ZATAŽENÝCH	40-50	50-60

3.1.5. Hydrologické poměry

Tab.: 4 Tabulka hydrologických poměrů Ivanovického potoka [13]

Hydrologické pořadí	4-15-03-022 až 4-15-03-026
Plocha povodí	36,316 km ²
Délka toku	8,3 km
Nadmořská výška pramene	230 m. n. m.
Nadmořská výška ústí	186 m. n. m.
Q ₁₀₀	15,0 m ³ /s
Q ₅	3,2 m ³ /s
Q _{355d}	0,0019 m ³ /s
Správce povodí	Povodí Moravy, s.p.

3.1.6. Získané podklady

Základní mapa zájmového území v měřítku 1 : 10 000

Generel odvodnění města Brna

C. Část vodní toky

C.3.14. Ivanovický potok č. 28

Hydrologické údaje ČHMÚ z roku 2007

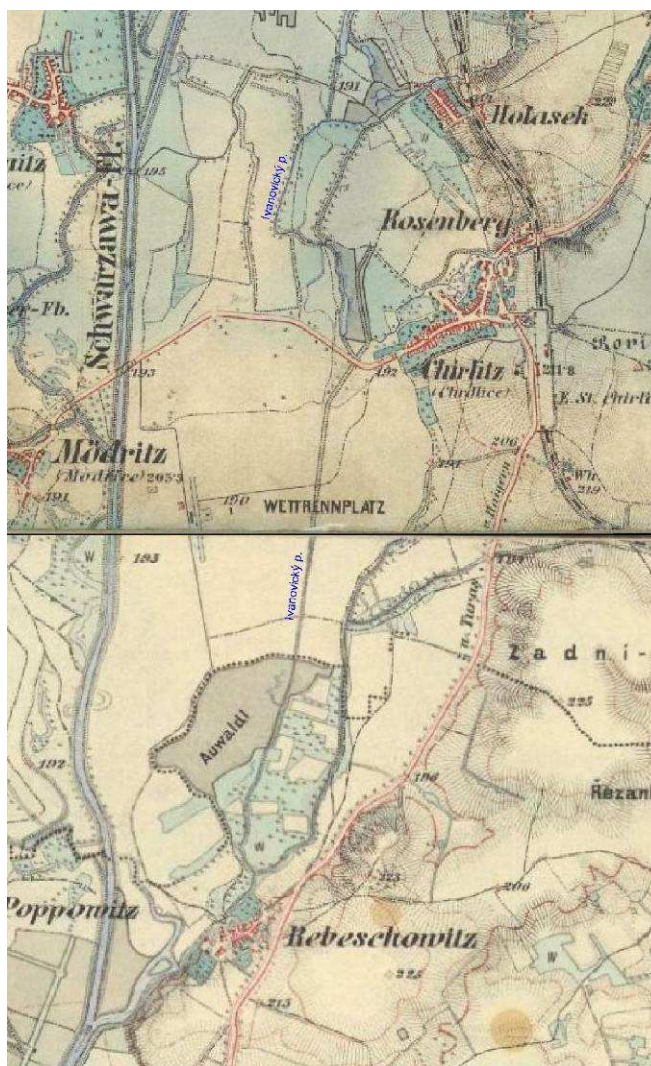
Studie hydrotechnického posouzení průtokových poměrů Ivanovického potoka

Digitální model terénu v měřítku 1:5 000

Digitální katastrální mapa zjednodušené evidence 1: 5 000

3.2. Analýza současného stavu

Při porovnání obrázku současné mapy vybrané lokality (Obr.1) s historickou (Obr.6) je patrné, že v minulosti došlo k výrazným změnám ve využití území. Krajina byla odlesněna, spousta ploch byla zastavěna novou výstavbou, rozšířily se intravilány obcí, došlo k vybudování dálnice D2 a další. Tyto změny se podepsaly i na trase toku Ivanovického potoka, z obrázků je zřejmé že došlo k vybudování nové napřímené trasy, také byl vybudován závlahový kanál K1, který je pravostranným přítokem pod obcí Holásky. Tento kanál přivádí vodu z řeky Svitavy a byl vybudován za účelem zajištění dostatku závlahové vody pro závlahové čerpací stanice dále po toku. V současné době se již zemědělské závlahy v této lokalitě neprovozují.



Obr. 6: Historická mapa III. vijenské mapování 1876 - 1878 [15]

3.3. Průzkum a mapování terénu

Před vybráním konkrétní lokality, která bude nejvhodnější pro návrh revitalizačních opatření bylo nutné zvolenou část toku nejprve podrobně zmapovat a provést fotodokumentaci. Proto byla ve dnech 27.3. 2012, 11.8. 2012 a 15.11. 2012 provedena rekognoskace terénu. Následně zpracována landuse situace zájmového území (příloha 3) s vyznačením významných krajinných prvků v okolí toku, je to rybník Splavisko a přírodní památky Holásecká jezera a Velká Druždava.

Po průzkumu byla trasa toku mezi ústím do řeky Svratky a vyústěním ze zatrubnění v obci Holásky rozdělena na pět dílčích úseků různých charakterů viz. tabulka 5, ty jsou společně s objekty na toku a staničením zakresleny v příloze 4.

Tyto úseky jsou níže podrobně popsány a doplněny fotografiemi. Uváděné údaje o kapacitě koryta byly převzaty z generelu odvodnění města Brna [22].

Tab. 5: Tabulka úseků

	začátek úseku [km]	konec úseku [km]	délka [km]
ÚSEK č. 1	0,020	1,139	1,119
ÚSEK č. 2	1,139	2,112	0,973
ÚSEK č. 3	2,112	5,007	2,895
ÚSEK č. 4	5,007	6,204	1,197
ÚSEK č. 5	6,204	6,882	0,678

3.3.1. Úsek č. 1

První úsek začíná výustním objektem se stavidlem (Obr. 7) na soutoku s řekou Svratkou u obce Rajhradice, má jeden levostranný přítok (Obr. 8) a končí mostem se stavidlem pod obcí Rebešovice (Obr. 11).

Tasa toku je přímá, příčné průřezy jsou zpravidla pravidelného lichoběžníkového tvaru. Koryto je nadměrně zahloubeno poměr šířky k hloubce je zhruba 3:1. V dolní části, kde tok hraničí s intravilánem jsou břehy a dno v délce asi 50 m upraveny tuhým technickým opevněním v podobě betonové dlažby. Kapacita koryta je vyšší než Q_{100} . V tomto úseku je několik stavidlových objektů, které vzdouvají hladinu a jsou migrační překážkou v toku (Obr. 8, obr. 9). Vegetační doprovod tvořený dřevinnými a bylinnými porosty je druhově pestrý a lemují tok po obou březích (obr. 10). Plochy v nivě tvoří orná půda, která je intenzivně zemědělsky využívána.



Obr. 7: Ústí Ivanovického potoka do Svatky km 0,000



Obr. 8: Levostranný přítok a stavidlo km 0,304



Obr. 9: Stavidlový objekt km 0,802



Obr. 10: Vegetační doprovod



Obr. 11: most se stavidlem km 1,139

3.3.2. Úsek č. 2

Navazuje na první úsek, levý břeh v celé délce hraničí s intravilánem. Koncem úseku je most u čistírny odpadních vod v Rebešovicích.

Tasa je přímá, příčné průřezy jsou zpravidla pravidelného lichoběžníkového tvaru. Koryto je nadměrně zahloubeno poměr šířky k hloubce je zhruba 2,5:1. Dno a břehy jsou zpevněny betonovou dlažbou zhruba na třetině z celkové délky úseku (Obr. 12). Šířka potočního pásu je výrazně redukována a kapacita koryta je vyšší než Q_{100} . Zhruba v polovině úseku je betonový objekt se stavidlem (Obr. 13), který zajišťuje součinnost haldiny v toku s hladinou vodní nádrže na pravém břehu. Při zvýšených průtocích může být nádrž využita pro retenci určitého objemu vody, po naplnění kapacity voda opět přepadá do toku. Vegetační doprovod (Obr. 14) je tvořen převážně dřevinnými porosty s malou druhovou pestrostí a lemují tok pouze v malé části z celkové délky úseku. Plochy v nivě jsou tvořeny ornou půdou, intravilánem, lesními porosty a vodní nádrží.



Obr. 12: Opevnění dna a břehů



Obr. 13: Stavidlový objekt km 1,547



Obr. 14: Vegetační doprovod druhého úseku

3.3.3. Úsek č. 3

Trasa toku navazuje na druhý úsek. Protáká intenzivně zemědělsky využívanou nivou, je křížena dálnicí D2 (Obr.: 19) a má dva přítoky. Z levé strany přitéká závlahový kanál K2 a Dvorký potok. Konec úseku je tvořen lávkou se stavidlem u čerpací stanice (Obr.: 20), která je v těsné blízkosti křížení toku se silnicí Chrlice – Modřice.

Tasa je přímá, příčné průřezy jsou zpravidla pravidelného lichoběžníkového tvaru (Obr. 16). Koryto je částečně zahloubeno poměr šířky k hloubce je zhruba 4:1 až 5:1. Dno a břehy jsou opevněny pouze v blízkosti stavidlového objektu u ústí závlahového kanálu K2 (Obr.: 17). Kapacita koryta je vyšší než Q_{100} , pouze v malé části úseku při ústí Dvorského potoka dochází k rozlivům již při Q_{20} . Doprovodné porosty jsou nerozmanité a jsou tvořeny především bylinami s menším zastoupením dřevin. Plochu nivy tvoří orná půda (Obr.:18).



Obr. 15: Vyústění potrubí z ČOV Rebešovice km 2,125



Obr. 16: Tvar koryta a doprovodné porosty



Obr. 17 Soutok s kanálem K2 km 2,947



Obr. 18: Vegetační doprovod a plocha nivy



Obr. 19: Křížení s dálnicí D2 km 4,612



Obr. 20: Stavidlo s lávkou, soutok s Tuřanským potokem a nátok do ČS km 5,007

3.3.4. Úsek č. 4

Tento úsek navazuje na třetí a hned za lávkou se stavidlem do něj ústí z levé strany Tuřanský potok, a také je zde nátok do čerpací stanice (Obr. 20). Trasa pokračuje podél rybníku Splavisko (Obr. 21), kde je další levostraný přítok a dále až k soutoku se závlahovým kanálem K1(Obr. 25).

Tasa toku je přímá, příčné průřezy jsou zpravidla pravidelného lichoběžníkového tvaru. Koryto je nadměrně zahloubeno poměr šířky k hloubce je zhruba 4:1. Břehy jsou opevněny v celé délce úseku tuhým technickým opevněním z betonových dlaždic (Obr. 22). Šířka potočního pásu je výrazně redukována. Kapacita koryta je vyšší než Q_2 , při průtoku Q_5 již dochází k rozsáhlým rozlivům do nivy. Doprovodné porosty nemají charakter souvislého pásu podél toku, jedná se spíše o občasné skupiny dřevin nebo solitérní stromy(Obr.: 23). Plochu nivy tvoří orná půda a vodní nádrž splavisko.



Obr. 21 Splavisko



Obr. 22: Opevnění břehu betonovými dlaždicemi



Obr. 23: Doprovodná vegetace



Obr. 24: Stavídlo km 5,568



Obr. 25: Soutok s kanálem K1 km 6,024

3.3.5. Úsek č. 5

Začíná soutokem s kanálem K1 pod obcí Holásky (Obr. 25), má jeden pravostranný přítok, tím je Černovický potok. Dále protéká kolem souvislé plochy krajinné zeleně s lesem (Obr. 26) až do intravilánu obce Holásky, kde končí vyústěním ze zatrubnění (Obr 29).

Tasa toku je přímá, příčné průřezy jsou zpravidla pravidelného lichoběžníkového tvaru. Koryto je nadměrně zahlobbeno poměr šířky k hloubce je zhruba 3:1. Břehy jsou ve spodní polovině úseku přirozené, bez opevnění a s výraznými abrazními nátržemi (Obr. 27). V horní části kde tok protéká intravilánem jsou dno i břehy technicky opevněny polovegetačními tvárniciemi (Obr. 28). Kapacita koryta je vyšší než Q_{100} . Vegetační doprovod chybí je zde pouze několik solitérních stromů (Obr. 28). Plochu nivy tvoří orná půda, les, souvislá plocha krajinné zeleně a intravilán.



Obr. 26: Trasa toku směrem k obci Holásky



Obr. 27: Břehová abraze



Obr. 28: Opevnění koryta a doprovodná vegetace



Obr. 29: Vyústění ze zatrubnění km 6,882

3.4. Posouzení vhodnosti úseků pro návrh revitalizačních opatření

Pro jednoduché, orientační posouzení dílčích úseků byl použit systém hodnocení podle kapitoly 2.3.1..

Tab. 6: Posouzení současného stavu úseků

Kriterium	Odchylení od přírodního stavu:				
	ÚSEK č. 1	ÚSEK č. 2	ÚSEK č. 3	ÚSEK č. 4	ÚSEK č. 5
1. Vedení trasy koryta	2	2	2	2	2
2. Tvary příčných průřezů koryta	1	1	1	1	1
3. Zahloubení koryta, poměr šířky k hloubce	2	2	1	2	2
4. Povrch dna a břehů	1	1	0	1	1
5. Šířka potočního, říčního, resp. meandračního pásu	2	2	2	2	2
6. Kapacita koryta	2	2	2	2	2
7. Využitelnost nivy pro rozlivy	1	1	1	0	1
8. Migrační překážky	2	2	2	1	0
9. Doprovodné porosty	0	1	1	1	2
10. Ekologický stav ploch v nivě	1	2	1	1	1
Výsledné hodnocení	14	16	13	13	14

Výsledky hodnocení u všech úseků jsou podobné a pohybují se od hodnoty 13 do 16. Z toho je zřejmé, že je vodní tok výrazně odchylen od přírodního stavu a bylo dobré současný stav zlepšit.

Předmětem této práce je i návrh přírodě blízkých revitalizačních opatření včetně návrhu nové trasy koryta, je tedy nutné zvolit jeden úsek nebo jeho část a zde tyto úpravy navrhnout.

Proto byly zohledněny ještě jiné aspekty, především stabilita břehů koryta, stav vegetačního doprovodu a celkové začlenění toku do krajiny:

- U prvního úseku by byl návrh nové trasy toku výrazně ztížen množstvím objektů na toku. Tento úsek má stabilní nenarušené břehy technicky opevněné pouze v části, kde hraničí s intravilánem. Má bohatý vegetační doprovod a v krajině působí jako komplexní celek.
- Úsek č. 2 hraničí nebo protéká intravilánem téměř v celé délce, proto byla část břehů technicky opevněna betonovou dlažbou. Koryto a doprovodné porosty jsou v dobrém stavu a tok plynule navazuje na intravilán (Obr. 30).



Obr. 30: Hranice toku s intravilánem

- Třetí úsek protéká intenzivně zemědělsky využívanou nivou. Koryto toku je přímé, břehy jsou stabilní bez technických úprav. Vegetační doprovod je tvořen převážně bylinnými porosty.
- Úsek č.4 vede podél rybníku Splavisko, který byl zapsán jako významný krajinný prvek, proto na první pohled nepůsobí dobře opevnění břehů toku betonovou dlažbou. Břehy jsou místy narušeny abrazí. Vegetační doprovod má charakter skupinek dřevin nebo solitérních stromů s malou druhovou pestrostí.

- Pátý úsek hraničí s přírodní památkou Holásecká jezera. Ve spodní části je bez technických úprav, stabilita břehů je výrazně narušena břehovou abrazí a dochází k zahlubování koryta (Obr. 31). Dále protéká podél plochy souvislé krajinné zeleně, kde je zcela nedostatečný stav doprovodných porostů tvořený pouze úzkým pásem rákosí. V horní části tok vtéká do intravilánu, kde jsou břehy a dno technicky opevněny a vegetační doprovod je tvořen soliterními stromy.



Obr. 31: Narušená stabilita břehů

3.4.1. Výběr úseku pro návrh revitalizačních opatření

Bylo rozhodnuto, že nejvhodnějšími lokalitami pro návrh revitalizačních opatření jsou čtvrtý a pátý úsek. Tyto lokality byly zvoleny i proto, že mohou být součástí větších významných krajinných prvků (Splavisko, PP Holásecká jezera).



Obr. 32: Splavisko - informační tabule

Na obrázku č. 33 je zobrazen plán využití území z konceptu územního plánu města Brna. Je z něj vidět, že nad obcí Chrlice má být vybudována v těsné blízkosti úseku č. 4 u rybníka Splavisko nová vodní nádrž a vysázena plocha rekreační zeleně. Projekt vodní nádrže už byl vypracován a v současné době probíhá výběrové řízení na zhotovitele této stavby – „Biocentrum Chrlice - realizace“. Předmětem tohoto projektu je i vybudování polních cest, výsadba plochy ozeleňení a úprava části toku Ivanovického potoka. Z tohoto důvodu byl pro návrh revitalizačních opatření zvolen úsek č.5.

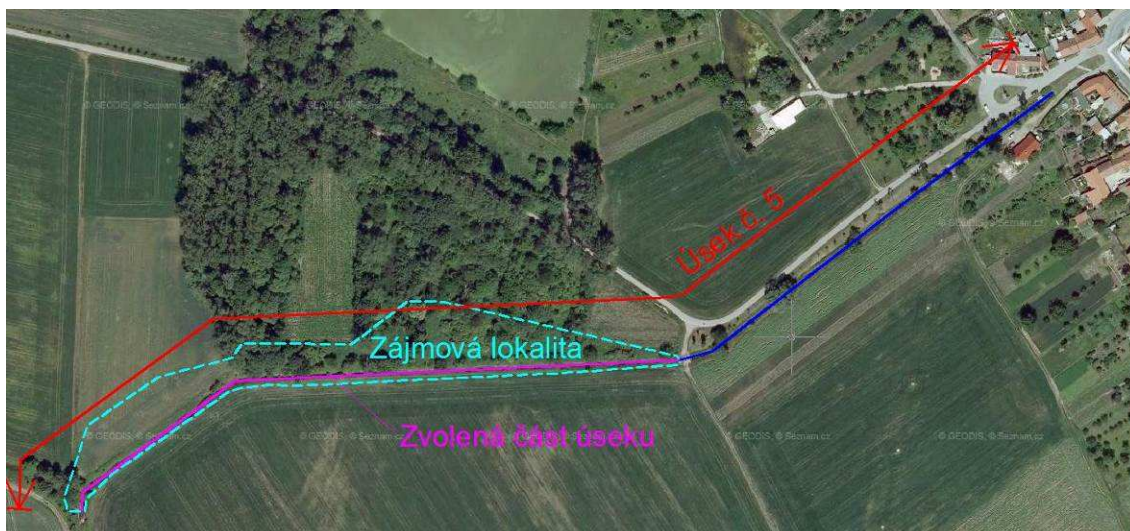


Obr. 33: Plán využití území [18]

3.5. Zvolení části úseku a výběr lokality pro návrh revitalizačních opatření

Pro návrh revitalizačních opatření byla zvolena část úseku od soutoku s kanálem K1 v nadmořské výšce 190,05 m a mostem, který kříží tok v km 6,606. Kóta dna koryta před tímto mostem je 192,16. Černovický potok je jediným přítokem (km 6,339), ústí zprava ve výšce 190,60 m. n. m..

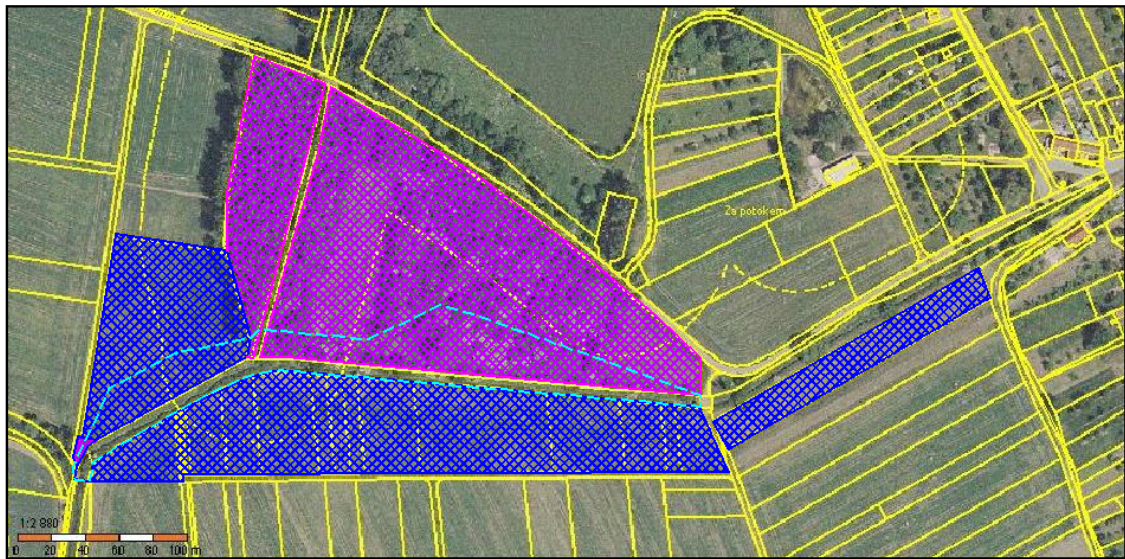
Také byla vybrána lokalita pro budoucí návrh nové trasy koryta, jde o území při pravém břehu zvolené části (Obr. 34). Hranice byly zvoleny tak, aby byl pás území dost široký pro návrh nové meandrující trasy a zároveň nezasahoval do nově zasázených pasek lesních porostů.



Obr. 34: Zájmová lokalita [19]

Hlavními důvody proč byla zvolena tato lokalita jsou:

- výhodná poloha z hlediska vlastnických vztahů
- soulad s navrhovaným územním plánem města Brna
- soulad s konceptem územního systému ekologické stability



Legenda:

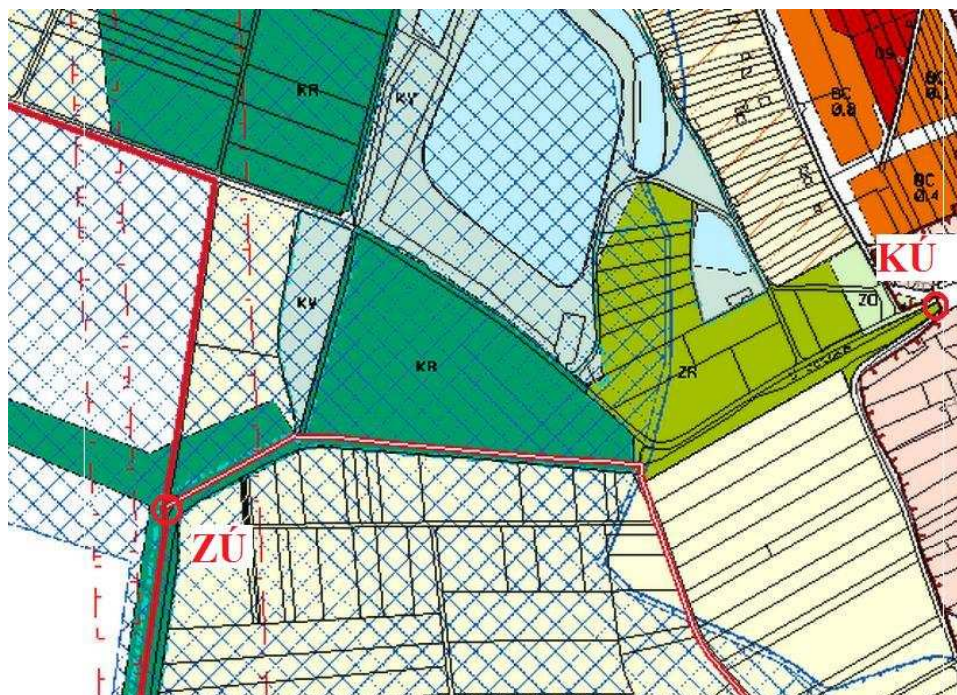
- POZEMKY VE VLASTNICTVÍ STATUTÁRNÍHO MĚSTA BRNA
- SOUKROMÉ POZEMKY
- HRANICE ZÁJMOVÉ LOKALITY

Obr. 35: Vlastnické vztahy [7]

Na obrázku 35 jsou barevně vyšrafovány pozemky, které by mohli být využity při návrhu nové trasy toku. Modrou barvou jsou označeny pozemky v soukromém vlastnictví a fialovou pozemky ve vlastnictví statutárního města Brna. Z obrázku je zřejmé, že vybraná lokalita zasahuje pouze do jedné parcely v soukromém vlastnictví. Zbytek plochy je ve vlastnictví statutárního města Brna.

Z výřezu územního plánu (Obr. 36) je vidět, že je v místě mezi soutokem s kanálem K1 a soutokem s Černovickým potokem navržena nová plocha krajinné zeleň. To je vhodné z hlediska návrhu ozelenění v rámci revitalizačních opatření.

Zvolená lokalita je navíc podle konceptu územního plánu pro územní systém ekologické stability – ÚSES (Obr. 37) součástí lokálního biocentra Holásecká jezera (LBC 38) a regionálního biokoridoru (RBK 210-211). Navržené přírodě blízké revitalizační opatření by zde mohli působit jako ekologicky stabilní krajinnotvorný prvek.



Legenda:

stab. navr. funkce, funkční typy

BC	BC	PLOCHY ČISTÉHO BYDLENÍ
KV	KV	PLOCHY KRAJINNÉ ZELENĚ VŠEOBECNÉ
KR	KR	PLOCHY KRAJINNÉ ZELENĚ REKREAČNÍ
ZR	ZR	PLOCHY REKREAČNÍ ZELENĚ
Z0	Z0	PLOCHY OSTATNÍ MĚSTSKÉ ZELENĚ
		ZEMĚDĚLSKÝ PŮDNÍ FOND (ZPF)
		PLOCHY S OBJEKTY PRO INDIVIDUÁLNÍ REKREACI
		VODNÍ PLOCHY
		BEZPEČNOSTNÍ PÁSMA PLYNOVODŮ VTL
		OCHRANNÁ PÁSMA ELEKTRICKÝCH VEDENÍ VVN
		STANOVENÁ ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ
		VYMEZENÉ AKTIVNÍ ZÓNY ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Obr. 36: Výřez územního plánu [18]



Obr. 37: Výřez z mapy plánu ÚSES [20]

3.5.1. Hydrologické údaje pro vybranou lokalitu

V příložených tabulkách jsou uvedeny hodnoty m-denních a N-letých průtoků Ivanovického potoka v profilu pod obcí Holásky a Černovického potoka nad ústím.

Tab. 7: Průtoková řada Ivanovického potoka [13]

Ivanovický potok									
Q_m - m-denní průtoky [m^3/s]					Q_N - N-leté průtoky [m^3/s]				
30	90	180	270	355	1	5	20	50	100
0.078	0.059	0.031	0.016	0.002	1.3	3.2	6.0	8.0	9.0

Tab. 8: Průtoková řada Černovického potoka [14]

Černovický potok									
Q_m - m-denní průtoky [m^3/s]					Q_N - N-leté průtoky [m^3/s]				
30	90	180	270	355	1	5	20	50	100
0.040	0.020	0.010	0.005	0.001	0.7	2.4	5.1	7.6	10.0

3.5.2. Vlastnické vztahy

V příloze č. 1 této práce jsou vypsány všechny dotčené parcely z katastru nemovitostí ležící v zájmové lokalitě. Je zde vždy uvedeno parcelní číslo, číslo a název katastrálního území a číslo listu vlastnictví. Dále je zde způsob využití, druh a způsob ochrany pozemku. Koryto Ivanovického potoka je v katasru nemovitostí evidováno pod parcelním číslem 2745.

3.5.2.1. Povinnosti vlastníků pozemků sousedících s koryty vodních toků

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), udává dle § 51 Povinnosti vlastníků pozemků sousedících s koryty vodních toků [21]:

(1) Vlastníci pozemků sousedících s koryty vodních toků jsou povinni

a) umožnit správci vodního toku výkon jeho oprávnění,

b) strpět na svém pozemku bez náhrady umístění zařízení ke sledování stavupovrchových a podzemních vod a ekologických funkcí vodního toku, umístění plavebních znaků apod.,

c) strpět, po předchozím projednání s nimi, po nich průchod osob., to neplatí na pozemcích zastavěném území a na oplocených pozemcích,

d) strpět na svém pozemku přirozené koryto vodního toku.

(2) Vodoprávní úřad může vlastníkům pozemků sousedících s koryty vodních toků zakázat kácet stromy a keře zabezpečující stabilitu koryta vodního toku.

(3) Pokud výkonem těchto oprávnění vznikne vlastníkovu pozemku škoda, má nárok na její úhradu.

3.6. Podrobný průzkum a zaměření zájmové lokality

Dne 15.11. 2012 proběhl podrobný průzkum zájmové lokality za účelem zaměření polohy bodů pro návrh nové trasy a zjištění současného stavu vegetace.

3.6.1. Zaměření zájmové lokality

V ploše zájmového území byly orientačně vyznačeny body vhodné pro návrh nové trasy koryta a byla zaměřena jejich souřadnicová poloha. Zaměření se týkalo i několika bodů v ose stávajícího koryta, kde byly změřeny příčné profily. Ty byly využity při vykreslení podélného řezu stávajícím korytem a příčných řezů navržené úpravy – přílohy č. 8, 10 a 11.

Takto získané body byly společně s digitálním modelem terénu nainportovány ve formátu .DGN do programu Civil3D od společnosti AUTODESK. V tomto programu byl zpracováván návrh nové trasy a podélného profilu.

GPS souřadnice bodů byly měřeny pomocí přijímače GeoExplorer GeoXT (Obr 38) s přesností zaměření polohy na ± 15 cm.

Zaměření příčných profilů (Obr. 39) bylo provedeno pomocí výškoměrné laťe a laserového výškoměru LEICA DISTOTM A5, pracujícího s přesností $\pm 1,5$ mm.



Obr. 38: Zaměřování polohy bodů v terénu



Obr. 39: Zaměření příčných profilů stávajícího koryta

3.6.2. *Současný stav vegetace*

Část plochy zvoleného zájmového území tvoří orná půda, kde se nevyskytují žádné dřevinné porosty, a to ani u hranice se stávajícím korytem toku. Zbytek území je součástí souvislé plochy krajinné zeleně, jejíž částí je i vysoký les.

Druhovou skladbu dřevin v lese tvoří převážně topol bílý, dub letní a jasan ztepilý. Porosty ve zbytku plochy souvislé krajinné zeleně lze charakterizovat podle obrázků 40 a 41. Jedná se o souvislou plochu mladých, náletových dřevin s málo rozmanitou druhovou skladbou. Nejvíce je zde zastoupen bez černý, javor klen a jasan ztepilý. V okrajové části, kde je stávající koryto, rostou také vrby poříční.



Obr. 40: Charakteristický porost



Obr. 41: Druhovú skladbu porostů

3.7. Návrh revitalizačních opatření

3.7.1. Návrh nové trasy

Začátek úpravy (km 0,000) navazuje na stávající koryto 15 metrů nad soutokem se závlahovým kanálem K1, v místě kde končí technické opevnění stávajícího koryta kamennou dlažbou. Nová trasa toku je navržena tak, aby se co nejvíce podobala přirozenému přírodnímu stavu meandrujícího toku. V délce trasy dochází ke střídání levých a pravých oblouků vždy proložených přímou částí tak, aby na sebe oblouky plynule navazovaly. Poloměry oblouků jsou v rozmezí 7,5 až 15 m. Celková délka navržené trasy je 405 m a konec úpravy navazuje na stávající koryto v km 0,328, došlo tedy k prodloužení o 77 m.

3.7.2. Kapacita koryta

Kapacita stávajícího koryta je podle generelu odvodnění města Brna [22] vyšší než Q_{100} .

Kapacita nového koryta byla navržena na hodnoty průtoků jednoleté (Q_1) až třicetidenní vody (Q_{30d}), tak aby se přibližovala kapacitě koryt v přirozených přírodních neupravených tocích. Návrhové koryto je zapuštěno hlouběji do terénu, tak aby navazovalo na stávající. V případě překročení návrhových průtoků tak nejprve dojde k rozlivu do navrženého potočního pásu a pak až do širšího okolí.

Protože ve zvolené části úseku do toku ústí Černovický potok jsou uvážovány dvě hodnoty návrhových průtoků a to pod a nad soutokem. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 9. Ve sloupci IP jsou uvedeny hodnoty Q_1 a Q_{30d} pro Ivanovický potok a ve sloupci IP + ČP jsou sečtené hodnoty průtoků obou vodotečí.

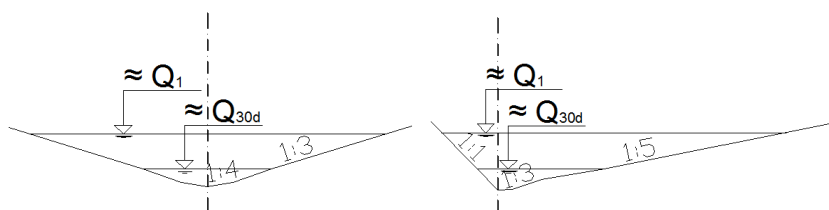
Tab. 9 Návrhové průtoky [13] [14]

	IP	IP + ČP	
Q_{30d}	0.078	0.118	m^3/s
Q_1	1.3	2	m^3/s

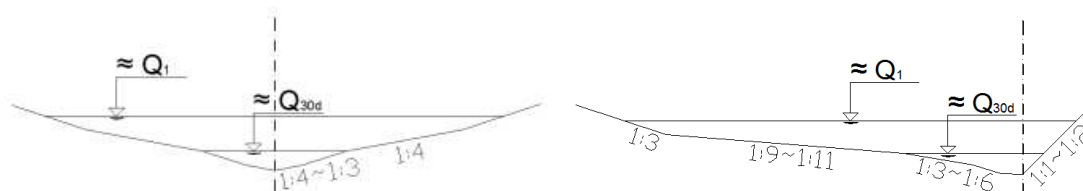
Hydrotechnické výpočty pro ověření kapacity navrženého koryta jsou přílohou č. 2 této práce a jsou popsány v kapitole 3.8..

3.7.3. Návrh příčného průřezu

Příčný průřez návrhového koryta byl opět navržen tak, aby se co nejvíce podobal přirozenému přírodnímu stavu. Poměr šířky k hloubce je u návrhového koryta zhruba 6:1. V přímé trati bylo navrženo koryto složené, miskovitěho tvaru s mírnými sklony svahů v rozmezí 1:4 až 1:3. Profil koryta v oblouku je navrženo opět jako složený průřez, kde u konkávního břehu je sklon svahu strmý, přibližně 1:1 a u konvexního břehu je berma se sklonem 1:9 až 1:11. V profilech přímé části i v profilech oblouků jsou kapacity kynet navrženy na průtok Q_{30d} a kapacity celých průřezů na Q_1 (Obr. 42, Obr. 43). Příčný průřez, především sklony svahů přímé části vždy plynule přechází na průřez charakteristický pro obluk trasy.



Obr. 42: Schéma navržené geometrie příčných průřezů nad soutokem



Obr. 43: Schéma navržené geometrie příčných průřezů pod soutokem

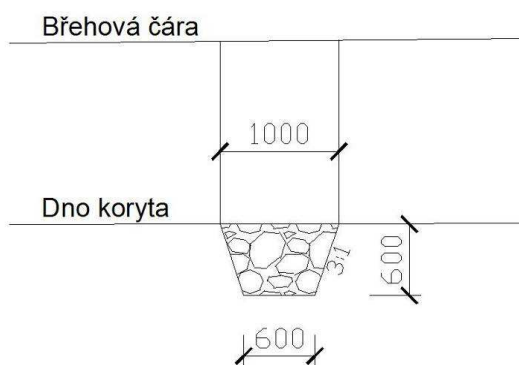
3.7.4. Podélný profil

Navržená úprava toku navazuje na stávající koryto, proto je nutné nový podélný profil umístit tak, aby začátek a konec úpravy výškově korespondoval se stávajícím korytem. Kóta nivelety dna toku v místě začátku navrhované úpravy je ve výšce 190,05 m. n. m. a nadmořská výška konce úpravy je 191,99 m. Bylo také potřeba dodržet výšku 190,89 m. n. m. na soutoku s Černovickým potokem. Sklon čáry dna je proměnlivý, bude tedy docházet ke střídání míst s různou intenzitou proudu. Hodnoty se pohybují v rozmezí 0,35 - 0,65 %, průměrný podélný sklon dna nové trasy je 0,49%.

3.7.5. Stabilizace koryta opevněním

V místech, kde by mohlo dojít k narušení stability koryta bylo navrženo opevnění kamennou rovnalinou. Jedná se o opevnění nárazového břehu a dna na soutoku s Černovickým potokem km 0,145 – 0,160 a o opevnění břehu a dna v místě odklonění nové trasy od stávajícího koryta km 0,396 – 0,404. Bylo navrženo opevnění kamennou rovnalinou z lomového kamene, tloušťky 0,3 m. Rovnanina bude proštěrkována a prosypána zeminou, tak aby došlo k samovolnému ozelenění a opevnění nepůsobilo technickým dojmem.

Dále byly za účelem stabilizace příčného profilu nového koryta navrženy celkem čtyři stabilizační pasy P1 – P4. Tyto pasy jsou tvořeny záhozovým kamenem hmotnosti do 200 kg/m². Na obrázku č. 38 je schematicky vykreslen příčný řez návrhovým stabilizačním pasem. Hloubka pasů je 0,6 m a stěny jsou ve sklonu 3:1, šířka pasu v úrovni dna je 1 m.



Obr. 44: Schématický řez pasem

Pas P1 byl navržen aby stabilizoval navržený profil před napojením na stávající koryto km 0,015, jeho délka je 7,4 m. Pas P2 je dlouhý 6 m a stabilizuje koryto před ústím Černovického potoka km 0,187. Pas P3 byl navržen v km 0,283, jeho délka je 5,4 m. Pro stabilizaci navrženého profilu v místě odklonění od stávající trasy byl navržen na konci úpravy km 0,405 pas P4 široký 6,4 m.

3.7.6. Návrh tůň

Stávající koryto bude v případě realizace navržených revitalizačních opatření zasypáno zeminou získanou při hloubení navrženého koryta. Na třech místech bude však stávající koryto využito pro vybudování osamocených tůň v potočním pásu nově navržené trasy.

Způsob návrhu tůň lze dobře popsat podle výkresu řezu PF 1 z přílohy č. 7.

Rovina tohoto příčného řezu byla proložena takovým místem, aby zobrazovala nejen řez navrženého koryta, ale i stávající koryto v místě kde je navržena tůň T1. Na tomto výkrese je dobře vidět využití stávajícího stavu, kde levý břeh a dno tůňe kopíruje profil stávajícího koryta. Pravý břeh tůňe byl navržen ve sklonu 1:5, tak aby byla zvětšena její kapacita. Úroveň navrženého terénu mezi tůňí a novým korytem byla oproti stávajícímu terénu výrazně snížena. V případě vybřežení toku z koryta pak bude díky takto navrženému terénu rozliv nejprve zasahovat pouze do potočního pásu a tůň bude využita jako přirozený retenční prvek a dojde ke zpomalení odtoku.

Podobným způsobem byly navrženy i tůňe T1 a T2.

Předpokládá se, že výšky hladin v tůňích budou odpovídat úrovním hladin v navrženém korytě.

3.7.7. Návrh ozelenění

Návrh ozelenění upraveného koryta je rozdělen na dvě části. První je v místě, kde nová trasa vede stávajícím polem a druhá, kde navržené koryto protéká souvislou plochou krajinné zeleně.

V první části je vegetační doprovod navržen formou skupinek křovinných a stromových porostů rozmístěných střídavě po obou březích, aby nedošlo k úplnému zastínění koryta. Rozmístění těchto skupinek bylo navrženo tak, aby na první pohled nepůsobilo liniovým dojmem, ale jako přirozený prvek v krajině.

V druhé části bude v případě realizace nutné některé stávající porosty odstranit. Jde o stromy a keře, které leží v trase navrženého koryta, a také ty, které by překážely při provádění zemních prací. Ostatní stávající porosty zde budou ponechány. Návrh ozelenění v této části má spíše charakter doplňující. Nová výsadba zde bude provedena jen na určitých místech. Především v místech, kde jsou navrženy osamocené tůňe T2 a T3. Dále při hranici s polem, na ploše zasypaného stávajícího koryta a podél navržené trasy pouze v místech kde je stávající doprovodný porost příliš řídký.

V místě zasypání stávajícího koryta a v ploše orné půdy bude povrch oset vhodnou travní směsí.

Půdorysné rozmístění vegetace nové výsadby je patrné v příloze č.7 – Situace ozelenění.

Druhá skladba nově vysazených dřevin je navržena tak aby korespondovala se skladbou charakteristickou pro toto území a je uvedena v příloze č.7.

3.8. Výpočet kapacity navrženého koryta

Pro ověření, zda kapacita koryta podle navržené geometrie odpovídá návrhovým průtokům byly provedeny hydrotechnické výpočty (Příloha 2).

Výpočty byly provedeny podle vzorců z kapitoly 2.4.2.. Bylo je třeba rozdělit na dvě části. První část výpočtů je pro koryto toku nad soutokem s Černovickým potokem, návrhové průtoky jsou zde označeny jako Q_{30dI} , a Q_{II} . V druhé části pro oblast pod soutokem jako Q_{30dS} , a Q_{IS} .

Hodnoty plochy průtočného průřezu S a omočeného obvodu O byly změřeny z navržené geometrie příčných průřezů. Sklony dna označené I_I a I_S jsou průměrnými sklony a byly zjištěny z podélného profilu. Stupeň drsnosti koryta n byl převzat z tabulky [2].

Z výsledků hydrotechnických výpočtů je patrné, že průtoky spočítané pro geometrii nově navrženého příčného průřezu koryta přibližně odpovídají průtokům návrhovým.

3.9. Problémy a překážky v případě realizace revitalizačních opatření

Tato práce je řešena jako studie, rozhodující slovo v případě realizace návrhu by měl správce toku, tím je Povodí Moravy, s.p..

V tomto případě vyjímečně nenastává problém s rozsáhlým vykupováním soukromých pozemků, který je častý u většiny projektů tohoto typu. Dotčené parcely jsou převážně ve vlastnictví statutárního města Brna. Před případnou realizací by se musela vykoupit pouze část parcely jednoho soukromého vlastníka viz. Příloha č. 1.

Zájmová oblast zasahuje do bezpečnostního pásma vysokotlakého plynovodu a ochranného pásma přírodní památky Holásecká jezera. K realizaci by se musela vyjádřit plynárenská společnost a příslušný orgán státní správy.

Při studování podkladů a samotném zpracování diplomové práce nebyly nalezeny žádné jiné okolnosti, které by byly překážkou při realizaci navrhovaných revitalizačních úprav toku.

4. ZÁVĚR

Současný stav Ivanovického potoka a jeho nivy je výrazně odchylen od přirozeného přírodního stavu.

Tento tok je jedním z mnoha, které byly v minulosti nevhodně technicky upraveny. Hlavním důvodem těchto úprav bylo intenzivní zemědělské využití krajiny jihovýchodně od města Brna.

V dnešní době je vyvíjena snaha o nápravu a zlepšení stavu takto znehodnocené krajiny. A to nejen z důvodu obnovení přirozeného hydrologického režimu, ale i z atraktivnější a zlepšení estetického dojmu krajiny, která je hojně využívána k příměstské rekreaci.

Revitalizační opatření, navržená v rámci této diplomové práce, by mohly být jednou ze součástí celkového obnovového procesu daného území.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ŠLEZINGR, Miloslav. *Revitalizace toků : Příspěvek k problematice úprav vodních toků*. 1. vydání. Brno : VUTIUM, 2010. 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9.)
- [2] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 1. vyd. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005, 102 s. ISBN 80-239-6351-1.
- [3] *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu*. Praha: Consult, 2004, 60 s. ISBN 80-902-1329-4.
- [4] ŠIMÍČEK, Václav. *Břehové a doprovodné porosty vodních toků. Součást lužních ekosystémů*. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 1999, 102 s.
- [5] BALATKA, Břetislav. *Zeměpisný lexikon ČR*. [2. vyd.]. Editor Jaromír Demek, Peter Mackovčín. Brno: AOPK ČR, 2006, 580 s. ISBN 80-860-6499-9.
- [6] *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003, 144 s. ISBN 80-860-6472-7.
- [7] Nahlížení do katastrální mapy. *Státní správa zeměměřictví a katastru* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z:
<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=612243&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [8] Nahlížení do vodohospodářské mapy. *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z:
http://heis.vuv.cz/data/spusteni/wmstart.asp?../webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&
- [9] *Česká geologická služba: Geologická mapa* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z:
http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g500&y=670000&x=1070000&r=250000&s=0
- [10] *Česká geologická služba: Půdní mapa* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z:
<http://mapy.geology.cz/pudy/>

- [11] Charakteristiky klimatických oblastí ČR dle Quitta. *Ovocnářská unie* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/klimreg/tabreg.html>
- [12] Klimatické regiony ČR. *Ovocnářská unie* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/klimreg/mapa1.jpg>
- [13] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV BRNO. *Hydrologická data Ivanovického potoka*. Brno, 2007.
- [14] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV BRNO. *Hydrologická data Černovického potoka*. Brno, 2007.
- [15] III. vojenské mapování. *Laboratoř geoinformatiky* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_viewer.pl?z_height=500&lang=cs&z_width=800&z_newwin=0&map_root=3vm&map_region=25&map_list=4357_4
- [16] *Pedologie* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.pedologie.cz/>
- [17] MACEK, Josef a kol. *Československá vlastivěda 1. díl: Geologie*. Praha: ORBIS, 1968.
- [18] Územní plán města Brna. *Oficiální stránky města Brna* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: http://gis.brno.cz/tms/uzemni_plan_a/index.php#c=-596072%252C-1166863&z=5&l=up_tiles,parcely_vnk,mc_tiles&p=&hs=1&
- [19] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#t=s&x=16.635235&y=49.138035&z=12&l=15>
- [20] Koncept územního plánu města Brna: Ochrana přírody, ÚSES. *Oficiální stránky města Brna* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: http://gis.brno.cz/tms/konceptup_a/index.php#c=-595994%252C-1166735&z=5&l=vektory_upk,upk_35_1_r&p=&
- [21] Česko. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1992, 4, s.17 – 18.
- [22] STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO. *General odvodnění města Brna: C. Část vodní toky* [C.3.14. Ivanovický potok č. 28]. 2007.

6. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Výpis dotčených parcel

Příloha 2 – Hydrotechnické výpočty

Příloha 3 - Výkres č. 01 - Mapa využití území

Příloha 4 - Výkres č. 02 - Mapa úseků a objektů na toku

Příloha 5 - Výkres č. 03 - Situace dotčených parcel

Příloha 6 - Výkres č. 04 - Situace technického řešení

Příloha 7 - Výkres č. 05 - Situace ozeleňení

Příloha 8 - Výkres č. 06 - Podélný řez stávajícím korytem

Příloha 9 - Výkres č. 07 - Podélný řez navrženým korytem

Příloha 10 - Výkres č. 08 - Příčné řezy PF1, PF2

Příloha 11 - Výkres č. 09 - Příčné řezy PF3, PF4