

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra krajinného managementu

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studie revitalizace malého vodního toku v urbanizované
krajině

Autor diplomové práce:

Bc. Lukáš Podhola

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Moravcová Ph.D.

2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš PODHOLA**

Osobní číslo: **Z16456**

Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**

Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Studie revitalizace malého vodního toku v urbanizované krajině**

Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Teoretická část.

Základní pojmy spojené s problematikou revitalizací.

Definice revitalizace vodních toků a jejich historický vývoj.

Možnosti řešení revitalizací vodních toků.

Prvky využívané při revitalizacích vodních toků .

Možnosti financování revitalizačních akcí.

Praktická část.

Výběr vhodného území v zemědělské krajině s člověkem upravenou vodotečí.

Průzkum vybraného povodí s důrazem na plánovanou revitalizační akci.

Průzkum zvolených lokalit s důrazem na možné povodňové riziko.

Návrh na celkovou revitalizaci povodí.

Návrh revitalizace vodoteče včetně technického řešení akce.

Posouzení provázanosti revitalizační akce s územním plánováním.

Posouzení návaznosti revitalizační akce na rozvoj území.


Zhodnocení možností financování a realizovatelnosti revitalizační akce.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

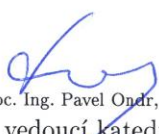
DAVIE, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Oxon: Routledge. 200 s. ISBN 978-0415220286. .
NOVOTNY, V. 2003. Water Quality. New Jersey: John Wiley Sons. 888 s. ISBN 0-471-39633-8. .
NOVOTNY, V., CHESTERS, G. 1981. Handbook of nonpoint pollution sources and management. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 555 s. .
ŘÍHA, J., DOLEŽAL, P., JANDORA, J., OŠLEJŠKOVÁ, J., RYL, T. 2002. Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování. Brno: NOEL 2000, s.r.o. 269 s. ISBN 80-86020-31-2. .
VASILIEV, O. F., VAN GELDER, P. H. A. J. M., PLATE, E. J., BOLGOV, M. V. (Eds.). 2007. Extreme hydrological events: New concepts for security. Dordrecht: Springer. 500 s. ISBN 978-1-4020-5740-3. .
WESTRICH, B., FÖRSTNER, U. (Eds.). 2007. Sediment Dynamics and Pollutant Mobility in Rivers. New York: Springer. 430 s. ISBN 978-3-540-34785-9. .
Časopisy Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Research, Soil and Water Research, Vodní hospodářství .

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Moravcová, Ph.D.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **13. března 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1868, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci Studie revitalizace malého vodního toku v urbanizované krajině jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, duben 2018

.....

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kamarádům za podporu v mém studiu. V neposlední řadě děkuji také pracovníkům firmy VHS s.r.o. za poskytnutí užitečných materiálů a rad.

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá problematikou spojenou s revitalizací malých vodních toků v urbanizované krajině. Pro zpracování studie toku bylo zvoleno povodí potoku Stoka. Studie by měla přispět ke zlepšení vodních poměrů a ekologické stability v území. Práce obsahuje teoretickou a praktickou část. Teoretická část zahrnuje pojmy spojené s úpravou vodních toků, historií revitalizačních etap, stejně tak i možnosti financování revitalizačních akcí. Praktická část obsahuje charakteristiku zájmového povodí a návrh revitalizace vodního toku.

Klíčové slova

potok Stoka, vodní tok, revitalizace, úpravy vodních toků

Abstract

This diploma thesis deals with problems connected with the revitalization of small watercourses in the urbanized landscape. For the study processing the brook Stoka stream was selected to process the flow study. The study should contribute to improve water conditions and ecological stability in the area. The thesis contains a theoretical and practical part. In the theoretical part, the reader will find terms connected with treatment of watercourses, history of the revitalization stages, but also the possibilities of financing the revitalization actions. The practical part contains characteristics of the interest basin and the proposal of revitalization of the watercourse.

Keywords

Stoka, watercourse, revitalization, watercourses regulation

Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Literární přehled.....	10
2.1	Základní pojmy spojené s problematikou revitalizací	10
2.2	Vodní toky – vznik a vývoj.....	11
2.2.1	Účinky vodních toků.....	12
2.2.2	Využívání a úpravy vodních toků v historii.....	13
2.3	Revitalizace vodního toku.....	15
2.4	Důvody pro revitalizace	17
2.5	Historie revitalizací	20
2.5.1	První generace realizace revitalizačních akcí	21
2.5.2	Druhá generace realizace revitalizačních akcí	22
2.5.3	Třetí generace realizace revitalizačních akcí	22
2.6	Prvky využívané při revitalizaci.....	24
2.6.1	Hydrotechnické řešení.....	24
2.6.2	Úprava trasy vodního toku	24
2.6.3	Úprava podélného profilu	25
2.6.4	Úprava příčného profilu	26
2.6.5	Opevnění a stabilizace koryta	27
2.6.6	Návrh vegetačního doprovodu	28
2.7	Možnosti financování revitalizačních akcí.....	29
3.	Cíl práce	31
4.	Metodika	32
4.1	Materiál	32
5.	Metodika	33
6.	Výsledky a diskuse.....	34
6.1	Popis povodí.....	34
6.1.1	Všeobecné informace	35
6.1.2	Charakteristika povodí	35
6.1.3	Hydrologické poměry.....	36
6.1.4	Geologické a půdní poměry	37
6.1.5	Srážkové poměry.....	38
6.1.6	Teplotní poměry	38

6.1.7	Fenologické charakteristiky	39
6.1.8	Směr a síla větru	39
6.2	Popis Land use	40
6.3	System ekologické stability	41
6.4	Cestní síť	42
6.5	Posouzení erozní ohroženosti území	43
6.5.1	Výpočet vodní eroze	43
6.6	potok Stoka	46
6.6.1	Popis současného stavu	46
6.6.2	Popis jednotlivých úseků toků	46
6.6.3	Výpočet Q_{max} průtoků v povodí	59
6.6.4	Podélný profil toku	60
6.7	Návrh revitalizace toku	61
6.7.1	Návrh nové trasy koryta	61
6.7.2	Návrh průtočných profilů koryta	63
6.7.3	Návrh výsadby zeleně	65
6.8	Postup realizací prací souvisejících s revitalizací toku a náklady	66
7.	Závěr	69
8.	Seznam použité literatury	70
9.	Seznam obrázků	74
10.	Seznam tabulek	76
11.	Seznam grafů	77
12.	Seznam příloh	78

1. Úvod

V České republice se nalézá velké množství člověkem upravených vodních toků. K těmto úpravám docházelo v průběhu celé historie. Úpravy se týkaly všech toků a jejich povodí od I. až do IV. řádu. Takto upravené toky jsou esteticky nepřirozené, proto došel člověk postupem času k poznání, že úpravami daného typu bylo poškozeno několik základních funkcí krajiny. V obrovské míře jimi byla poškozena také retenční schopnost krajiny. K nápravě se rozvinula nová vědní disciplína, která se nazývá revitalizace vodních toků a krajiny. Po aplikaci poznatků, které nám tento vědní obor poskytl, můžeme navrátit vodním tokům a krajině jejich přirozený vzhled a také přispět k obnově jejich funkčnosti. Při vhodném revitalizačním zásahu můžeme mimo jiné pomoci fauně a flóře ke zvýšení biodiverzity i početnosti jednotlivých druhů.

Jelikož je člověk s přírodou spojen už od dávných dob, musí jí navrátit to, co mu poskytla k přežití, a odměnit se jí aspoň tím, že ji nebude nadále devastovat, ale naopak se pokusí o její obnovu, a to nejen v negativně zasažených oblastech. Vedle této nápravy je také nutné zajistit určitou kvalitu všech našich vod.

V diplomové práci se zabývám studií revitalizace vodního toku IV. řádu. Pro studii bylo vybráno povodí potoku Stoka, který se nachází nedaleko krajského města České Budějovice. Celá praktická část je věnována studii revitalizace, která obsahuje návrh nové trasy koryta, návrh nových průtočných profilů a návrh vegetačního doprovodu toku. Dílčím úkolem diplomové práce je průzkum a výpočet erozní ohroženosti zemědělsky obdělávaných ploch v povodí. Po provedeném zásahu by mělo dojít k zadržení vody v krajině a zpomalení jejího odtoku z území.

2. Literární přehled

2.1 Základní pojmy spojené s problematikou revitalizací

Akumulace vody je dlouhodobé zadržení vody v krajině v přírodních nebo umělých nádržích, mokřadech a půdě. Akumulace vody může být přirozená či umělá (Braniš a kol., 1999).

Berma je vyvýšená plochá část koryta po straně kynety (Just, 2012).

Evapotranspirace je celkový výpar vody, který se skládá z evaporace (výpar z povrchu, vodních ploch a půdy) a transpirace (výpar vody z rostlin) (Balugani a kol., 2017).

Infiltrace je proces vsakování povrchové a srážkové vody do půdy a propustných hornin (Šlezinger, 2005).

Kyneta je koryto toku, protékané běžnými průtoky (Just, 2010).

Povodí je základní hydrologická oblast, ve které zjišťujeme odtokový proces a zkoumáme vzájemný vztah bilančních prvků. Současně je hydrologicky uzavřenou oblastí v krajině, z níž veškeré srážky spadlé na povrch odtékají předem určeným tzv. uzávěrovým profilem. Tato oblast je vymezena rozvodnicí, tj. pomyslnou čarou, která probíhá po obvodových nejvyšších místech, úbočích, vrcholech, hřbetech tak, že odděluje povodí od sousedícího (Kvítek a kol., 2006).

Retence je schopnost krátkodobého zadržení vody v krajině (Adámek a kol., 2010).

Pojmem **revitalizace** ve spojení s krajinou nebo vodními toky se rozumí obnova přirozeného stavu určité lokality nebo systému, popřípadě úprava do stavu podobného přírodě. Revitalizaci je také možno chápat jako obnovu, oživení něčeho nefunkčního či zanedbaného (Dostál, 2008). Obecně se pod pojmem revitalizace rozumí obnovení původních ekologických funkcí krajiny a s nimi i návrat přirozených společenstev rostlin a živočichů (Gergel a Husák, 1997).

Uzávěrový profil je bod na území, kterým protékají veškeré srážky spadlé v povodí (Hadač, 1982).

2.2 Vodní toky – vznik a vývoj

Voda, která se vyskytuje v přírodě, není v klidu, ale v neustálém oběhu, při němž vlivem slunečního záření (konkrétněji tepelnou složkou slunečního záření) dochází k výparu z hladin moří, jezer, tekoucí vody, půdy i vegetace do ovzduší ve formě vodní páry. Po ochlazení vodní páry se vytvářejí oblaka a jako dešťové nebo sněhové srážky se voda opět vrací k zemi. Pokud se voda z dešťových srážek z povrchu zemského ihned neodpaří, vsakuje se do půdy, nebo odtéká po povrchu půdy a vytváří srážkový odtok (Kopp a kol., 2014).

Zpožděný srážkový odtok je vyvolán táním sněhu v teplejších oblastech či v jarním období. K povrchovému odtoku dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny. Spolu s prosakující spodní vodou se poté hromadí ve vodních tocích a jezerech. Nejdříve však dochází k tzv. plošnému odtoku, kdy voda nesoustředěně stéká po povrchu terénu (Křivánek, 2014).

Pokud je půda dostatečně nasycena vodou nebo dojde k většímu dešti, začíná se voda soustřeďovat vlivem gravitačního gradientu a sklonu terénu do místních rýh, brázd, údolí a vytváří soustředěný odtok. Vlivem stékající srážkové vody dochází k tvorbě erozních rýh, které se činností vody pomalu zvětšují a prohlubují – vznik tzv. erozních stružek. Erozní rýhy, které se vyskytují lokálně, mohou znamenat značné narušení krajiny a často bývají podporovány lidskou činností. Erozní rýhy, jež jsou po velkých deštích nebo jarním tání vytvořené vymíláním měkkého, sypkého horninového podkladu nebo málo zpevněných sedimentů, mohou dosáhnout velkých rozměrů, následně hovoříme o stržích (Kopp a kol., 2014).

Soustřeďováním povrchového odtoku se vytvářejí ručeje, stružky, bystřiny a potoky. Ty se poté spojují v říčky, řeky a veletoky, jež ústí do moří. Takto vznikají vodní toky, které jsou charakterizované soustředěným průtokem v přirozeně vytvářených korytech různé délky, různých příčných tvarů a podélného průřezu (Krešl, 2001).

Vodní toky nevznikají v okamžiku, ale jsou výsledkem historického dlouhodobého procesu. V tomto procesu spolupůsobí jednotlivé faktory, které ovlivňují vývoj říční sítě. Během něj byl povrch Země, který vznikl při vývoji zemské kůry tzv. endogenními silami – sopečnou činností, tektonickou činností, zemětřeseními a přesuny ker, následně modelován. Další modelace povrchu probíhala za pomoci erozní činnosti, ať už ve svahy, údolí nebo kaňony, a to od horských poloh až k mořské hladině. Na erozní činnosti se podílely i exogenní síly – tekoucí voda z dešťů nebo tající ledovce, podpovrchová voda, chemická, biologická i větrná koroze horninového prostředí. Také mechanický účinek vegetace přispěl k modelaci (Křivánek, 2014).

Výčtem všech činností byl původní zemský reliéf, který vznikl výše zmiňovanými endogenními silami, a byl zcela náhodně utvářen a postupem času přeměněn v navzájem oddělená sběrná území. Tato území neboli povodí, ve kterých odtoky srážkových vod vytvořily vodní tok neustále dotují tento reliéf vodou. Vodní toky se postupně spojují v říční sítě (hydrografické sítě), které dál vyúsťují do říčních sítí vyššího řádu nebo přímo do moří (Vopravil, 2009).

2.2.1 Účinky vodních toků

Povodňové situace na území České republiky představují největší přírodní hrozbu. Tento fakt je dán polohou České republiky v kontinentálním i světovém měřítku. Povodně jsou přirozenou součástí krajiny, řeky samotné, rostlinných a živočišných společenstev údolní nivy, tedy i člověka, který v ní žije. Povodně představují ve srovnání s ostatními živly, které se na našem území vyskytují, největší přímé ohrožení. Vznikají v nepravidelných časových intervalech a s rozdílným stupněm extremity. U vzniku povodní v České republice jsou v naprosté většině případů rozhodující hydrologické příčinné jevy (Kopp a kol., 2014).

Pokud během povodně dojde k vylití vody z koryta toku, hovoříme o záplavě. Záplava vzniká vytvořením souvislé vodní plochy, která určitou dobu stojí nebo proudí. Záplava může také vznikat z jiných zdrojů než z vodních toků, např. dešťovými srážkami, táním sněhu a ledu, z vodních zařízení a nádrží atd. Průběh a velikost povodně jsou ovlivněny několika faktory, jako je velikost zátopového území, množství nádrží a retenční objem vodních nádrží na toku (Kvítek, 2006).

Typy povodní:

- Dešťové povodně – vznikají během vytrvalých jednodenních a vícedenních srážek především na středních a dolních úsecích vodních toků
- Sněhové povodně – pocházejí a vznikají z náhlého tání sněhu, urychleného vyššími teplotami nejčastěji během jarního tání
- Smíšené povodně – představují přechodný typ a jsou nejčastěji zapříčiněné kombinací tání sněhu a dešťovými srážkami za působení vyšších teplot vzduchu

2.2.2 Využívání a úpravy vodních toků v historii

Vodní energie byla po lidské a zvířecí jednou z prvních energií, kterou dokázal v historii člověk využívat a přeměnit ji na mechanickou práci. Provází ho dějinami už mnohá století. Už před naším letopočtem se voda používala k pohánění mlýnů, hamrů a pil na území nejstarších kultur v Egyptě a Asii, později používali vodní energii staří Řekové a Římané (Křivánová, 2000).

V českých zemích má využívání vodní energie dlouholetou tradici. V minulosti patřily české země k evropské průmyslové špičce a díky specifickým hydrologickým poměrům byl vodní pohon o malých výkonech v Čechách a na Moravě velmi rozšířen. O tom vypovídá i řada historických údajů (Demek, 1987).

V České republice, podobně jako v ostatních zemích Evropy, se vodního kola (pohonu dřevěného kola vodou) začalo využívat až koncem prvního tisíciletí našeho letopočtu. Vodní kolo je nejstarším vodním motorem. Je složeno z dřevěného kola, které je uložené na vodorovné hřídeli a po obvodě je opatřeno lopatkami, na něž se přivádí voda a kolo tak roztáčí (Štěpán, 2000).

Úpravy vodních toků v minulosti i v současnosti jsou základním stavebním projevem člověka v krajině. Tyto projevy byly nejčastěji podmíněny ekonomicko-sociálními důvody. První úpravy říčního ekosystému na našem území jsou datované již ve středověku za vlády Karla IV. Hlavním motivem úpravy říčního koryta bylo využití vodní energie pro mlýny, hamry, pily a pro říční plavbu, voroplavbu a plavení dřeva.

S technickým poznáním se činnost úpravy vodních toků stále rozvíjela, zintenzivňovala a zdokonalovala. Nejčastějšími úpravami vodních toků byly stabilizace koryt, dále budování splavů, jezů (vodních stupňů) a budování zavodňovacích kanálů nebo náhonů. Úkolem těchto úprav bylo zabránit destrukci břehů a stabilizovat okolní pozemky. Velká část úprav vodních toků proběhla zejména v 19. století. Hlavním impulzem byly i povodňové události v 90. letech 19. století, které poté vedly ke snaze zkapacitnění koryt vodních toků (Knapová, 1995).

S nástupem industrializace a rozvojem sídel vyvstala snaha využít energetický a dopravní potenciál vodních toků i chránit majetek před ničivými dopady povodní (Křivánek, 2014).

Regulace nejdříve zasáhly významné toky v nížinných oblastech s velkou hustotou obyvatel a průmyslu. Hlavním podnětem pro úpravy vodních toků byl také meliorační zákon z roku 1884. Následná realizace úprav vodních toků nastala v souvislosti s rozvojem vodního hospodářství ve 20. a 30. letech minulého století (Nováková, 2006).

V 50. letech minulého století začaly intenzivní úpravy toků v důsledku rozvoje socialistického hospodářství. V tomto období byl odvodněn a upraven více než 1 milion hektarů půdy, což zapříčinilo zúrodňování půd. Celá řada vodních toků prodělala úpravy v souvislosti s vodním stavitelstvím a rozvojem lodní dopravy (Kvítek, 2006).

K důležitým změnám v budování říční sítě docházelo také v důsledku průmyslové a důlní činnosti. Příkladem mohou být úpravy povodí severočeských řek a říček, u kterých v souvislosti s povrchovou těžbou hnědého uhlí (Bílina, Chomutovsko, Srpina) nebo těžbou uranové rudy (Ploučnice) docházelo k obrovským zásahům do říční sítě, např. k přeložkám toků, kanalizacím a zatrubnění hlavního toku, a tím pádem k celé její úpravě. Do změn vodních toků také zasáhla náhradní rekultivace a rekreace (Janda a kol., 1995).

Ne vždy přistupoval člověk zodpovědně k říčnímu ekosystému, a to nejen z hlediska minulého, současného, ale i budoucího. U velké řady vodních toků byla

v minulosti nevhodně provedena technická úprava koryt, vybudována řada objektů a často nenávratně změněn vegetační doprovod toků (Štěpán, 2000).

Technické úpravy, které byly prováděné především ve 20. století, spočívaly v napřimování, prohlubování a opevňování koryt vodních toků. Na území České republiky byly vodní toky zkráceny až o třetinu oproti přirozenému stavu. To má výrazný vliv na zrychlení odtoku vody z krajiny (Kravka a kol., 2009).

V minulosti byly při úpravách toků naprosto zničeny nejcennější říční, potoční a mokřadní biotopy. V důsledku těchto událostí se zhoršily samočistící vlastnosti vody. Vrcholem negativních úprav byly 70. a 80. léta, kdy došlo k propojení rozsáhlého odvodnění pozemků s masivní chemizací. Projevem byla značná eutrofizace vod, výrazné zhoršení kvality podzemních i podpovrchových vod. Odvodňování krajiny a pozemků se posouvalo stále dále do pahorkatinných a podhorských oblastí, kde docházelo kvůli úpravám vodních toků k jejich devastaci a k ničení přírodovědecky hodnotných lokalit (např. podhorské louky a lesy, mokřady, potoční a říční nivy). Již na začátku těchto úprav se objevovaly názory o škodlivosti zásahů a jejich nedobrému vlivu na okolní krajinu.

Po roce 1989 ekonomické a společenské změny způsobily, že většina původních úprav vodních toků ztratila smysl. Poté započalo období, kdy začaly být postupně úpravy toků nahrazovány projekty s důsledným uplatněním ekologických a vodohospodářských úprav a postupů (Zuna, 1987).

2.3 Revitalizace vodního toku

Vodní tok je složitý ekosystém zahrnující složku vodního prostředí, který obsahuje jak podzemní vodu, tak i vodu povrchovou tekoucí korytem. Vegetace doprovázející tok a navazující niva tvoří suchozemskou složku (Slavík, Neruda, 2007). Před samotnou realizací revitalizace je třeba provést studii území a vhodnost provádění revitalizace. Vyhodnocení a popis současného stavu krajiny vychází z archivních materiálů, projektů, studií, a především podrobného terénního průzkumu doplněného o informace místních obyvatel. Pro zjištění propojení a návaznosti systémů v povodí se zpracovává studie revitalizace nebo také hydroekologická studie (Vrána a kol., 2009). Dle Vrány a Berana (1998) je obsahem posouzení hlavních bodů vypsanych níže:

- Popis a vyhodnocení současného stavu krajiny
- Posouzení náchylnosti pozemků k vodní či větrné erozi
- Návrh protierozních opatření na ohrožených pozemcích
- Revitalizace vodních toků v povodí
- Revitalizace malých vodních nádrží, mokřadů nebo návrh nových
- Ozelenění krajiny
- Posouzení stavu hlavních a vedlejších polních cest

Z obsahu studie revitalizace je zřejmé, že se nelze soustředit pouze na samotný tok, aby výsledek revitalizace byl co nejlepší, je zapotřebí řešit komplexně celé nebo alespoň část povodí (Braniš a kol., 1999). Úpravy, které probíhaly v minulosti, je zapotřebí řešit v síti vodních toků a nádrží společně s jejich plochou povodí. Zde je třeba zlepšovat protierozní opatření a srážkoodtokové poměry (Just a kol., 2003).

Pro tvorbu kvalitních vodních biotopů spojených s úspěšným provedením revitalizace je velmi důležitá regulace průtoku vody krajinou. Společně s tím i posílení a obnova samočisticí schopnosti vody v recipientech a přirozené zásobování podzemních vod (Just a kol., 2003). V oblasti povodí sem spadá i omezení vzniku a následků vodní eroze a společně s tím i transportu látek do vodních recipientů (Kender a kol., 2000). Snížená kvalita vody má negativní vliv na vznik biotopů a společenstev vodního toku a jeho okolí včetně nádrží, přestože proběhla revitalizace. Z tohoto důvodu je nutná studie zdrojů znečištění, která je spojená s nadměrným přísunem erodovaných částí půdy (Kiedrzyńska a kol., 2000).

Revitalizaci malých vodních toků je třeba vnímat jako celý soubor opatření s přírodním až technickým charakterem, a to s větší či menší mírou antropogenního zásahu. Optimální stav nastává, když větší část revitalizace jako takové probíhá spíše působením přírodních sil a procesů, které mají obvykle lepší výsledek než technické zásahy (Kender a kol., 2000). Program revitalizací vodních ekosystémů MŽP České republiky definoval revitalizaci jako „komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodě blízkého režimu v povodí z hlediska kvality i kvantity“ (Langhammer, 2007).

Pro hledání nejvhodnějšího postupu provádění revitalizací by měl projektant spolupracovat se zástupci krajinného plánování, vodního hospodářství, biologie a dalších přírodovědeckých oborů. Měl by si také uvědomit, že mezi vodním tokem a jeho okolím existuje úzká spojitost (Kender a kol., 2000).

Častými problémy u revitalizací jsou místní podmínky a omezení lokalitou. Další velké problémy jsou i vlastnické vztahy k pozemkům, které nejsou ve vlastnictví státu a byly by zasaženy úpravou. Revitalizace vodních toků představují významné uplatnění jako součást protipovodňových opatření. Podmínky revitalizace v intravilánu jsou odlišné od extravilánu, a to především z pohledu protipovodňové ochrany a prostoru. Toky, které protékají neintenzivně využívanou krajinou pro zemědělskou činnost, mají mnohem lepší podmínky pro obnovu. V intravilánu se koryta dimenzují na větší průtočnou kapacitu z důvodu ochrany obytných a průmyslových částí před rozlivem vody (Just a kol., 2005). V úsecích zástavby, kde by mohlo dojít k vylití vody z koryta a tím ohrožení okolí, musí mít prioritu technická ochrana. I přesto je v některých případech možné sloučit jednotlivé prvky opatření a zajistit jak ochranu, tak částečně přírodě blízkou podobu (Novák ml., Novák st., 2011). U vodotečí revitalizovaných v extravilánu jde především o zvýšení ekologické stability, aby koryto působilo více přirozeně (Just a kol., 2005).

2.4 Důvody pro revitalizace

Gergel (1999) uvádí, že se na území České republiky vyskytuje síť drobných vodních toků o celkové délce 60 711 km. Z toho je přibližně 13 000 km drobných vodních toků a potoků upraveno.

Pokud zlepšíme vodní režim krajiny a půdy, zlepšíme stanovištní podmínky pro pěstované plodiny, čehož nejčastěji dosáhneme pomocí vodohospodářských meliorací. To spočívá v odvodnění nebo závlaze, popřípadě kombinací těchto zásahů na pozemku. Můžeme tak ovšem způsobit likvidaci malých vodních ploch, což může mít velký dopad na biodiverzitu a stanovištní podmínky v oblasti (Tlapák, 1992).

Vodní toky byly v minulosti upravovány tak, aby byla odstraněna rizika záplav a současně nebyl touto úpravou vyvolán nízký vodní stav, což by vedlo

k nežádoucímu poklesu hladiny podzemní vody. Tyto úpravy se prováděly vybetonováním a napřímením koryta, což je z přírodního a estetického hlediska nepřírozené. Takto provedené úpravy vedly ke zrychlení odtoku (Jůva, 1957, Skácel, 1998).

Dalším důvodem pro revitalizaci toků je zvětšování výměr orné půdy a změna její struktury, scelování pozemků, postupný úbytek rozptýlené zeleně, čímž se snižuje retenční schopnost krajiny. Veškeré zmíněné problémy se po proudu toku stupňují (Skácel, 1998).

Jelikož původní meandrovité toky v krajině skoro vymizely, jejich bývalé trasy se vyrovnaly. Nivy kolem se od pradávna sklízely a sloužily jako nejjistější zdroj píče v suchých létech, byly postupně odvodňovány, nebo naopak. V současnosti zarůstají jako neskliditelné plochy. Podle Gergela (1999) je to dalším důkazem alarmujícího stavu našich vodních toků.

Jako další důvod pro revitalizace je i povodňové ohrožení oblastí, které se většinou nacházejí v blízkosti toků. Povodně představují extrémní hydrologický stav povodí. Jedná se tedy o nepříznivé meteorologické podmínky, které jsou výrazně odlišné od dlouhodobého klimatického normálu. Povodeň je definována jako „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda zaplavuje území mimo koryto vodního toku a tím může působit škody“ (Slavíková a kol., 2007). Na území České republiky je výskyt povodní ve smíšeném režimu, tedy výskyt jak letních, tak zimních povodní. To je možné identifikovat pomocí metody čar kumulativní četnosti výskytů povodní. V současnosti dochází ke změnám klimatu, takže se dá předpokládat vyšší četnost těchto jevů (Čekal, Hladký, 2006).

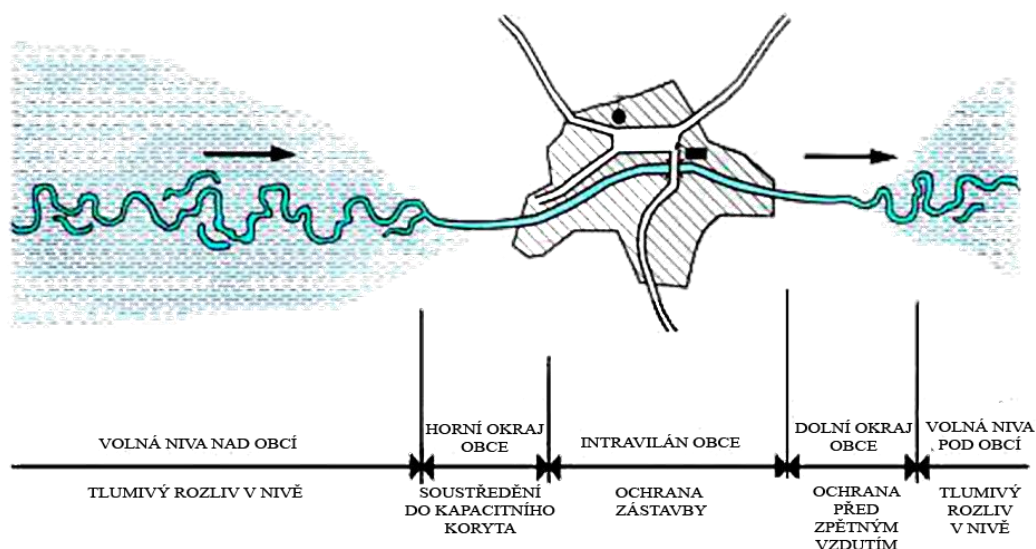
Nejčastěji bývá příčinou výrazného zvýšení hladiny extrémní průtok vody nebo ledových ker, které zablokují koryto (Slavíková a kol., 2007). Povodeň je způsobena aktivní hydrologickou bilancí a je stálou součástí hydrologického oběhu v krajině. Povodně se objevují nepravidelně a z ekologického hlediska se jedná o přírodní procesy s dlouhodobým průběhem. Proto je současný náhled na protipovodňovou ochranu jiný, než tomu bývalo v minulosti. Pokud mají být škody způsobené přívalovou vodou co nejnižší a protipovodňová opatření

co neúčinnější, je nutné jejich koordinaci využít na území celého povodí (Novák st., Novák ml., 2011)

Opatření podporující přirozený rozliv v nivách patří k základním úkolům revitalizací vodních toků. Optimálním způsobem snížení škod způsobených povodní je rozliv do volné krajiny, kde dochází k retenci (Slavík, Neruda, 2007). Plochy pro rozliv mohou být často velice užitečné, protože mohou zadržet část povodňové vlny a snížit rychlost tekoucí vody, ovšem pokud se nejedná o zastavěnou oblast. Pro rozliv vody jsou ideální lesy, louky a neúrodné půdy, kde dojde k mírným nebo žádným škodám (Soukup, 2006). Důležitým faktorem ovlivňujícím odtok v krajině je vegetace. Vzrostlý les má obrovskou schopnost zadržovat vodu v krajině na rozdíl od ploch s nepropustným krytem. (Slavíková a kol., 2007). Velmi důležitá je i obnova říčních niv, koryt toků společně se zlepšením vsakovací schopnosti půdy. Přirozená protipovodňová opatření se nejčastěji realizují v otevřené krajině a jedním z důvodů je možnost zadržení vody v krajině před lidskými domovy (Graw, Borchardt, 2003).

Návrhové základní prvky jsou tvar trasy, umístění trasy, podélný sklon nivelety, tvar průtočného profilu, návrhový průtok, zpevnění svahů a dna a vegetační doprovod (Tlapák a kol., 1992).

Dle Justa (2010) je navrženo řešení revitalizace vodního toku s použitím přechodných úseků mezi volnou krajinou a intravilánem, jak je uvedeno na obrázku č.1. V horní části obce se nachází přechodný úsek sloužící k soustředění plošného rozlivu, který by jinak ohrožoval zástavbu obce. Trasa koryta a nivy na dolním okraji obce musejí být navrženy tak, aby při povodňovém průtoku nedocházelo ke zpětnému vzduť (Just, 2010).



Obrázek č. 1: Návrh revitalizace toku s přechodnými úseky v blízkosti intravilánu obce, zdroj: Just, (2010)

2.5 Historie revitalizací

Techničtější pojetí v minulosti celou problematiku péče o vodu v krajině rozdělilo na několik oblastí. Z těchto oblastí byly některé důležité a ostatní ne. Proto byly vymezeny „vodohospodářsky významné toky“, což definovalo jejich protiklad „vodohospodářsky nevýznamné vodní toky“, a s jako takovými se s nimi zacházelo. Všude, kde bylo možné zachovat jejich přirozený charakter a přirozené ozelenění jejich okolí, jsou vždy pramenem obnovujícího se života, v krajině působí esteticky a mají významný vliv na celkový stav biodiverzity v krajině. V České republice byl v roce 1992 zahájen Program revitalizace říčních systémů na základě usnesení vlády České republiky č. 373/1992 Sb. (Vrána, 2004). Tento program má jasně stanovený cíl v péči o dosažení přirozeného vodního režimu krajiny. Proto tento program musí být trvalým a doplňujícím zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny (Ehrlich, 1994). Program revitalizace říčních systémů je řízený Ministerstvem životního prostředí České republiky a je finančně podporován ze státního rozpočtu (Vrána, 2004).

Tento program je zaměřen na:

- Podporu a zvýšení retenční schopnosti krajiny pro zvětšení objemu vodních komponentů v dané části krajiny pomocí infiltrace a schopnosti retence půdního profilu, zadržováním vody v rybnících a malých vodních nádržích, mokřadech.

- Nápravu negativních dopadů realizovaných opatření při neuvážené intenzifikaci rostlinné výroby (souhrnné pozemkové úpravy, způsoby obdělávání zemědělské půdy s úpravami jejich vodního režimu), jejímiž projevy jsou zvýšená eroze zemědělské půdy, nadměrné utužení a zhutnění půd, rozpad půdní struktury a další jevy negativně působící na přírodní prostředí.
- Regeneraci přirozené funkce vodních toků v celém komplexu, jakou jsou údolní nivy, koryta, doprovodný břehový porost aj. (Ehrlich, 1994).

Jednotlivé časové etapy realizovaných revitalizací je možno charakterizovat následujícím způsobem:

- 1. generace – původní trasa, původní profil koryta, původní opevnění – vkládání spádových objektů, prohlubní a tůň
- 2. generace – nová trasa, odstranění opevnění, nové mělčí koryto
- 3. generace – komplexní řešení v oblasti dolní nivy, napojení revitalizace toku okolí

2.5.1 První generace realizace revitalizačních akcí

První generace obnovy vodních toků byly charakteristické ponecháním upraveného koryta, tedy jeho příčného profilu, trasy, opevnění břehů a dna a většinou i vegetace. Revitalizace mělo být dosaženo pomocí vkládání příčných objektů do koryta. Rozděľující prvky tvořily kamenné a dřevěné prahy, překážky, jízky a tůně (Just a kol., 2005). Cílem bylo snížit průtočné rychlosti, okysličení vody a zvýšení sedimentace. Hloubka a kapacita upraveného koryta se zanechala a migrační prostupnost byla i nadále omezená. Umístění příčné objekty byly často poškozené nebo obtékané a neplnily svou funkci. Jak vypadá takto upravené koryto toku je znázorněné na obrázku č. 2. Tento způsob revitalizace se ve většině případů ukázal jako neúčinný a nevhodný. Výsadba stromového doprovodu probíhala liniově podél vodního toku, a to nejčastěji po obou stranách. Kladem úprav první generace byly minimální nároky na vlastnické vztahy, jelikož nebyla změněna původní trasa koryta. Jednoduchost realizovaných úprav spolu s ponecháním původní trasy s opevněním nevyžadovala vysoké náklady na provedení (Vrána a kol., 2004).



Obrázek č. 2: První generace „revitalizací“ koryta, zdroj: Just a kol., (2003)

2.5.2 Druhá generace realizace revitalizačních akcí

Revitalizace druhé generace se více zabývala morfologií koryta. Vizí bylo dosáhnout nižších průtoků s dostatečnou hloubkou pro migraci a existenci života organismů. Spolu s tím zajistit snížení rychlosti proudění a umožnit kontakt vody tekoucí korytem s okolním prostředím (Vrána a kol., 2004). Důraz byl více kladen na tvorbu nové trasy koryta, která byla meandrující, členitá bez umělého opevnění umožňující rozvoj fauny a flóry (Kender a kol., 2000). Nově navržená koryta byla mělká, o menší kapacitě a došlo také ke snížení sklonu v podélném profilu a změně tvaru průtočného profilu. Umělé opevnění dna a břehů se nevyužívalo, a to se pozitivně projevilo zvýšením zásobením podzemní vody v nivách spojeným s dopravou živin. Nově navržená koryta byla dimenzována na nižší průtoky a je umožněn rozliv při překročení stanoveného průtoku do blízkého okolí. Rychlost proudění v takto navrženém korytě je mnohem nižší oproti původnímu stavu a díky tomu není zapotřebí těžkého opevnění koryta. Pro trasování a rozvlnění toku je třeba širší pás podél vodoteče. Zde se nabízí možnost výsadby zeleně střídavě na obou březích. Ústí odvodňovacích systémů se sváděla do nově vybudovaných záchytných drenů, kterými jsou zvolna zaústěna do nového koryta. Výše popsané úpravy vedly k výraznému nárůstu nákladů oproti první generaci revitalizací, navíc tyto zásahy vyžadují vyšší nároky na údržbu, a to především vegetace (Vrána, 2004).

2.5.3 Třetí generace realizace revitalizačních akcí

Třetí etapa tvoří v současnosti nejvyšší stupeň poznání v problematice revitalizace vodních toků. Jde o komplexní pojetí revitalizační akce, kde je do realizace kromě toku zahrnuto i širší okolí (zejména údolní nivy), případně celé povodí toku. Revitalizace spočívala zejména ve zvolení nové trasy koryta, v zásadní změně hloubky dva metry (menší zahloubení) a ve výrazně menším průtočném

profilu. Vzhledem k tomu, že pás, který je vyčleněný pro revitalizaci, je zpravidla dostatečně široký, je možnost na této ploše zajistit výsadbu doprovodné vegetace. Tento typ revitalizace však vyžaduje pečlivý výběr vhodného toku pro revitalizaci a podrobnou znalost celého řešeného povodí (Vrána, 2004). Navíc se revitalizace v současné době začíná uplatňovat v protipovodňovém opatření jako místní ochrana před přívalovou vodou (Just a kol., 2005). Znovu dochází k tvorbě nové trasy koryta, jeho mělkého zahloubení a menších průtočných profilů. V otevřené krajině je průtok dimenzován pouze na Q1 a méně, proto je následně umožněn rozliv vody do krajiny, kde nezpůsobí žádné škody. Jako opevnění se používá vegetace doplněná o kameny a další naturální prvky, které jsou typické pro zdejší podmínky. Občas se navazuje na některé části původních koryt, slepých ramen nebo se nechají neprůtočné a jsou pouze zásobené spodní vodou a plní funkci tůní (Kender a kol., 2000).

Často se budují i nové boční tůně u vnitřního oblouku koryta, oproti tomu průtočné tůně jsou navrhovány nejčastěji u vnějšího oblouku meandru pro snížení kinetické energie vody. Je zde realizována výsadba zeleně obdobně, jako tomu bylo u druhé generace revitalizací. Ideální je napojit porost na stávající. Před samotným návrhem revitalizace je zapotřebí provést podrobnou studii vodního toku a celého povodí pro stanovení všech revitalizačních úkonů v povodí, upřesnění vlastnických vztahů a nákladů spojených s realizací revitalizace (Vrána a kol., 2004).



Obrázek č. 3: Návrh revitalizace vodního toku, zdroj: Just a kol., (2005)

2.6 Prvky využívané při revitalizaci

Dle Soukupa a Nerudy (2014) a normy úprav toku TNV 75 2102 (2010) revitalizace vodních toků nejčastěji zahrnují následující úpravy:

- Hydrotechnické parametry toku (průtočná kapacita)
- Úprava trasy vodního toku (půdorysné a směrové vedení)
- Úprava sklonu nivelety (podélný profil)
- Úprava příčného profilu (řezy koryta)
- Návrh opevnění dna a břehů koryta toku
- Návrh vegetačního doprovodu

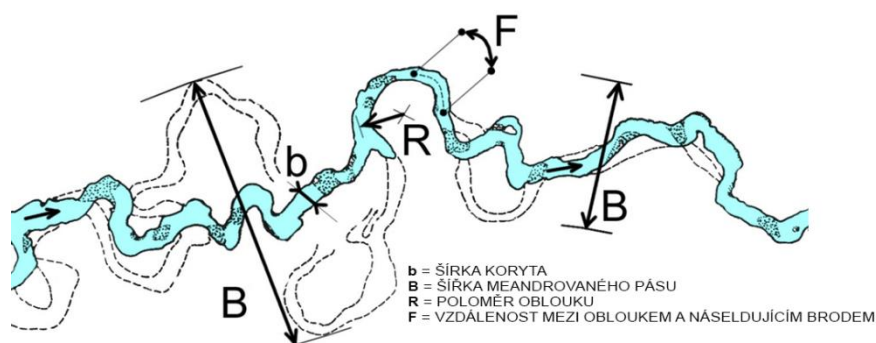
2.6.1 Hydrotechnické řešení

Pomocí hydrotechnického řešení se navrhuje průtočná kapacita koryta v průtočném profilu (Slavík, Neruda, 2014). V oblasti luk a podobných ploch je vhodné navrhnout kapacitu koryta v rozmezí Q_{30d} až maximálně Q_1 , aby při vyšších průtocích mohlo docházet k vylití vody z koryta. V případě mokřadů, neobdělávané půdy či lužních lesů může být kapacita nižší než Q_{30d} – průměrně se voda vyleje z koryta po dobu 30 dnů v roce (Just a kol., 2003). Pro udržení hygienických a hydrologických podmínek se předpokládá zachování minimálního průtoku, který určuje příslušný vodoprávní úřad. Posouzení splaveninového režimu a erozních procesů je součástí návrhu posouzení (Slavík, Neruda, 2014).

2.6.2 Úprava trasy vodního toku

Úprava trasy koryta neboli trasování vyžaduje při revitalizaci co největší členitost vycházející z přírodou daných podmínek. Při návrhu změny trasy vodního toku se respektuje přirozený a historický vývoj koryta. Využívání matematicko-geometrické funkce provází geometricky pravidelné rysy koryta, což není přirozené, a proto slouží spíše ke kontrole. Hlavními parametry pro tvorbu nové trasy jsou šířka pásu pro meandraci, poloměry a tvary oblouků, vzdálenost mezi jednotlivými úseky přechodů oblouků, viz obrázek č.4 (Just, 2012). Není však nutné vytvářet výrazné meandry všude, může postačit i mírné rozvlnění trasy. Nejčastěji se navrhuje přirozené střídání protisměrných oblouků souběžně s proměnlivou šířkou koryta. Do trasy se zapojují i odstavené části koryt nebo tůň (Just a kol., 2003). Optimální

šířkou inundačního území toku je 20 až 50 metrů. V této šíři je možné rozvlnění trasy, tvorba umělých a přirozených meandrů. Nově navržená trasa se musí napojovat na průběh koryta pod a nad úsekem úprav. Příznivým faktorem, kterého je docíleno dobře provedenou úpravou, je prodloužení délky trasy, nejlépe o 10–20 %. Morfologie koryta se postupem času utváří korytotvorným průtokem. Tento průtok se v závislosti na typu vodního toku mění. Např. pro nížinné potoky je stanoven průtok od Q_{30} až Q_1 (Slavík, Neruda, 2014).



Obrázek č. 4: Návrh nové trasy koryta, zdroj: Just a kol., (2005)

2.6.3 Úprava podélného profilu

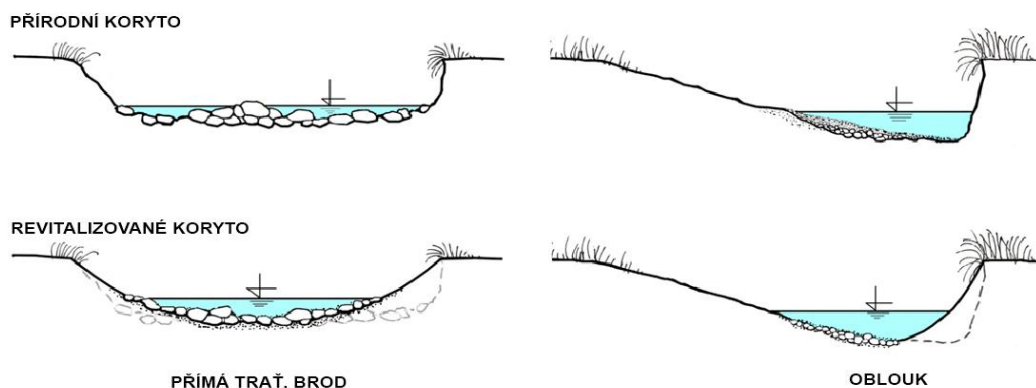
Úpravy podélného profilu byly v minulosti často ovlivňovány přesvědčením, že jednotnost a pravidelnost je důležitá a nutná. Rychlost proudění určuje podélný sklon nivelety a upravuje se ve vztahu k návrhovému průtoku, pohybu splavenin v korytě a odolnosti koryta (Just, 2012). Sklon vytváří rovnovážný stav, při kterém nedochází k nadměrnému usazování splavenin na dně ani k jejich vymílání. Tento stav se označuje za kompenzační – stabilní. Spád koryta je udáván v procentech nebo promilích (Slavík, Neruda, 2014). Cílem je tvorba úseků, ve kterých se střídají klidové a proudné části neboli hydraulická členitost, která je úzce spojena s tvorbou trasy koryta. Přírodní plochy proudných míst jako jsou brody a přejeje bývají v přechodech oblouků. Oproti tomu tůňe a prohlubně jsou při konkávním břehu, kde tlumí příčné proudění, které pozvolna utváří přirozenou cestu. Rozdělení koryta s sebou přináší zlepšení samočisticí kapacity koryta i tvorbu úkrytů pro organismy (Just a kol., 2003).

Pro stabilizaci podélného sklonu se používají příčné vzdouvací nebo spádové objekty, ale nejlepší možností je, pokud těchto objektů není zapotřebí. Podélný sklon je možno regulovat spádovými stupni např. kamenitým nebo balvanitým skluzem (Vrána a kol., 2004). Pokud požadujeme vzdouvání vody, využíváme příčné prahy, velké kameny, balvany nebo skupinu kamenů umístěnou do paty svahu střídavě proti sobě na obou březích. K rozvlnění a usměrnění proudnice se využívají usměrňovací stavby v podobě výhonů. Tyto objekty se využívají v průtočném profilu toku (Slavík, Neruda, 2014).

2.6.4 Úprava příčného profilu

Další etapou obnovy je úprava příčného profilu. U revitalizovaného koryta má příčný profil nepravidelný tvar. Tento profil je navržen tak, aby byl schopen převést stanovené průtoky. Současně s tím se vytvoří podmínky pro zachování proudění i při minimálním zůstatkovém průtoku, které zaručí přežití vodních organismů a zásobí vodou na ní závislé ekosystémy. Koryto toku se v těchto případech neopevňuje, pokud to lokální podmínky umožní (Slavík, Neruda, 2014).

Příčný profil přírodního koryta má tvar misky až pekáče. Jeho šířka je několikanásobkem hloubky. Poměr šířky k hloubce se pohybuje v rozmezí 4:1 až 10:1. V takto realizovaném korytě se snižuje soustředění příčného proudění na rozdíl od hlubokých lichoběžníkových koryt. Ideálním tvarem příčného řezu technicky revitalizovaného koryta je plochá mísa se sklonem svahů 1:3 a mírnější. Vznik bohaté příbřežní zóny a převládající boční erozi utvářející přírodě blízký stav umožňuje plochý tvar (Just a kol., 2003). Příčný profil vodního toku může být doplněn objekty v podobě stupňů, prahů či přehrážky. Dále se pro usměrnění proudnice používají výhony (Slavík, Neruda, 2014). V přírodě se objevují i koryta složená, nejčastěji u potoků s větším prouděním. Běžné průtoky proudí kynetou a v případě náhlého zvýšení hladiny se zapojuje berma (Just, 2012).



Obrázek č. 5: Průtočný profil přirozeného a revitalizovaného koryta, zdroj: Just a kol., (2005)

2.6.5 Opevnění a stabilizace koryta

Opevnění a stabilizaci koryta je možné rozdělit na biotechnické a biologické. Stabilizace koryta by měla být přiměřená využití a významu toku a jeho okolí. Opevnění by mělo působit pružně a nejlépe být realizováno z místních materiálů např. z kamenů sebraných v jiných úsecích toku atd. (Vrána a kol., 2004). Do biotechnického opatření můžeme zařadit kamenné záhozy a pohozy oživené vegetací. Tato opatření se využívají nejčastěji v ohrožených částech toku a nejsou užívána souvisle. Kamenný zához je z hrubého kamene, který je zapuštěn pod úroveň dna nebo břehu. Pohoz se ukládá na utužený povrch. Obě varianty mohou být doplněny o balvany a velké kameny pro rozdělení proudění. Velikost používané frakce se odvíjí od rychlosti proudění a vhodnost využití kamene a balvanů vychází z místních podmínek. Ideální jsou přírodou opracované kameny, ale využívá se i lomový kámen v případě nedostatku přírodního. Používají se také dřevěná opevnění, jako jsou vrbové proutí, haťošterkové válce aj. Méně vhodnými a používanými jsou laťové plůtky a drátošterkové prvky (Just a kol., 2003).

Oproti technickému opevnění má vegetační nevýhodu v plnění funkce až po určité době, a to většinou po jednom vegetačním období. Účinek vegetačního opevnění je nejvíce markantní u dřevinných porostů, jejichž hustá síť kořenů brání vodnímu proudu v odnosu zeminy (Šlezinger, 2005).

2.6.6 Návrh vegetačního doprovodu

K obnově přírodě blízkému stavu vodního toku napomáhá návrh vegetačního doprovodu. Vegetace je také prvkem, který napomáhá stabilizaci břehů, zastíňuje dno a břehy a tím omezuje výpar. Také zvyšuje stupeň drsnosti ovlivňující samočistící schopnost vody a snižuje rychlost proudění. Vegetace navíc vytváří podmínky pro rozvoj živočišných organismů, které se vyskytují jak ve vodě, tak v okolí toku. Plní krajínotvornou a estetickou funkci, snižuje proudění větru, hluk, prašnost a poskytuje dřevní hmotu. Navrhuje se pásmové členění břehového území z důvodu snášenlivosti rostlin na dobu zatopení. Pásmové členění se dělí na profundální, sublitorální, eulitorální a supralitorální (Novák a kol., 1986).

Původní druhová skladba břehové vegetace by měla být co nejlépe zachována a při návrhu nové skladby by na původní mělo být navázáno. Vegetace podél toku se odvíjí od mnoha aspektů, např. od množství živin, teploty a čistoty vody, rychlosti proudění nebo od toho, zda je dno bahnité, šterkovité či kamenné. Od těchto aspektů se odvíjí volba nejvhodnější vegetace.

Osetí travinami musí obsahovat druhy, které mají schopnost odolávat negativním klimatickým podmínkám, zatopení, odolnosti vůči chorobám a plísním. S osetím také souvisí volba travin, které mají dostatečně hustý kořenový systém. Mezi tyto traviny řadíme lipnici luční (*Poa pratensis*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) nebo kostřavu červenou (*Festuca rubra*), jiné traviny jsou většinou voleny jako doplňkové. U výše vypsanych travin je po uplynutí 3 měsíců protierozní účinnost okolo 75 % po 12-ti měsících cca 90 % (Šlezinger, 2005).

Při výsadbě dřevin je třeba dodržet, aby druhová skladba co nejvíce odpovídala druhům, které se v místních podmínkách přirozeně vyskytují a vyvíjí, tzv. autochtonní druhy. Spolu s tím je třeba přihlížet k úkolům a funkcím, které má založený porost plnit. Rozhodnutí mohou ovlivnit stanovištní podmínky nebo konkurence jednotlivých druhů (Novák a kol., 1986). Pro břehové porosty je důležité, aby snášely dlouhodobé zaplavení na kořenovém systému. Nejlépe dlouhodobé zatopení snášejí vrby rodu *Salix*. Zatopení také dobře zvládají stromy rodu olše (*Alnus*), topol (*Populus*), jasan (*Fraxinus*) nebo dub (*Quercus*) (Šlezinger, 2005). V blízkosti koryta toku jsou nejčastěji volené dřeviny rodu *Salix*, a to např.

vrba poříční (*Salix fluviatilis*), košíkářská (*Salix viminalis*), popelavá (*Salix cinerea L.*) aj. Výše do svahu břehu jsou umisťovány stromy rodu jako je dub (*Quercus*), jilm (*Ulmus*) nebo javor (*Acer*) a keře jako líska (*Corylus*), kalina (*Viburnum*) či brslen (*Euonymus*) (Novák a kol., 1986). Porost je nejlepší zakládat dvouetážovým způsobem. Dvouetážový způsob znamená kombinovat dřevinu, keř a travinu. Také je důležité vysazovat skupiny stromů tak, aby utvářely trasu koryta a netvořily liniovou výsadbu (Šlezinger, 2005).

2.7 Možnosti financování revitalizačních akcí

Revitalizace říčních systémů je program, který byl založen roku 1992 a jeho prostřednictvím bylo možno financovat revitalizace vodního prostředí, čističek odpadních vod a kanalizace. Program byl ale roku 2008 ukončen a podání žádosti o finanční prostředky pro tyto účely není možné. Veškeré finanční prostředky pro revitalizace uvolňuje ministerstvo životního prostředí. Z tohoto programu také dlouhodobě využívala finančních prostředků Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR) k budování vlastních revitalizačních projektů.

Z Operačního programu Životní prostředí a Programu rozvoje venkova pro období 2014–2020 lze žádat o finanční prostředky od roku 2014. Jednotlivé revitalizační akce projednává AOPK ČR a připravuje podklady pro závěrečná hodnocení akcí. Rozhodování o přidělení finančních prostředků a jejich výši je ale neustále v kompetenci ministerstva životního prostředí.

V letech 2008 až 2011 běžel projekt REURIS (Revitalization of urban river spaces).

Pro období 2009 až 2018 je připraven Program obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK). Tento program byl založen pro financování závazků, které má ČR k EU. Program není určen pro veřejnou podporu, ale pro podporu mimoprodukčních funkcí krajiny. V současné době je z něho možné žádat o finanční prostředky pro realizování revitalizačních akcí.

O finanční prostředky k revitalizačním pracím je také možnost žádat příslušné město, v jehož obvodu se má realizovat konkrétní revitalizační projekt.

Žadatelem o finanční podporu může být vlastník pozemku, nájemce pozemku, AOPK nebo správce toku.

K realizování celého revitalizačního projektu lze najmout některou ze specializovaných firem. Tomuto rozhodnutí by mělo předcházet řádné výběrové řízení (<http://www.dotace.nature.cz>).

3. Cíl práce

Hlavním cílem předkládané diplomové práce bylo zpracování revitalizační studie malého vodního toku v urbanizované krajině s technicky upravenou vodotečí. Pro tuto práci bylo jako řešené povodí vybráno povodí IV. Řádu, a to konkrétně povodí toku Stoka.

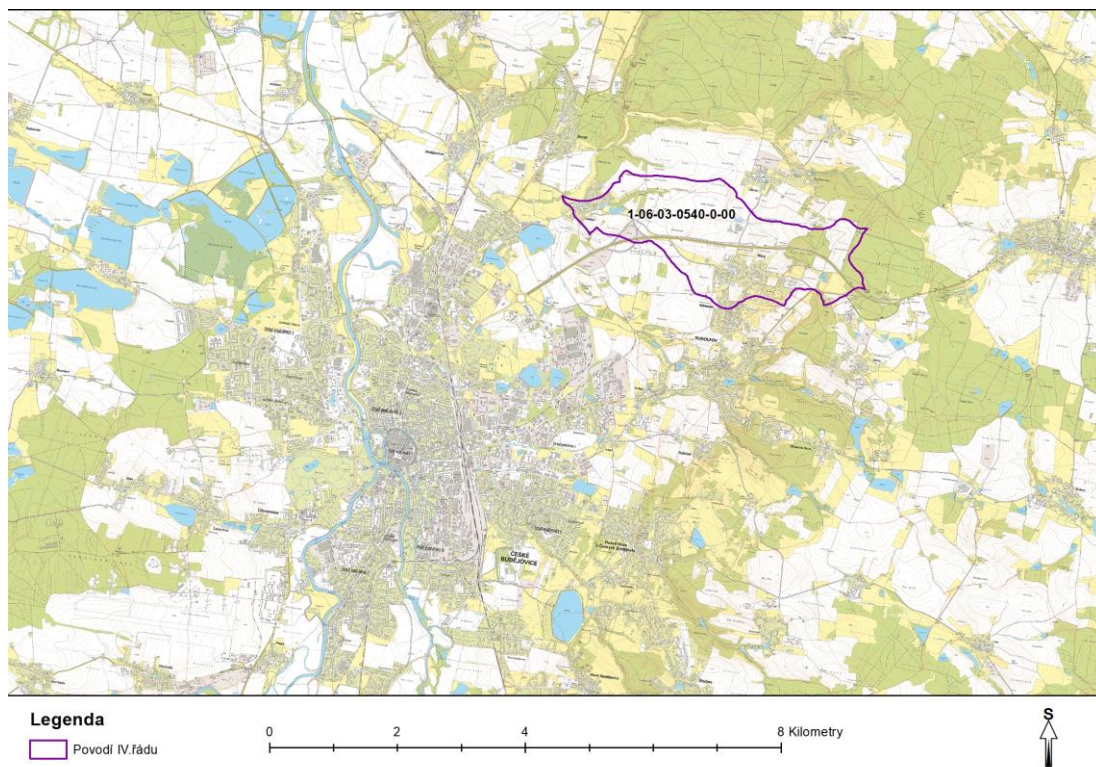
Dílčím cílem práce bylo posouzení erozní ohroženosti zemědělské půdy v řešeném povodí.

Výsledný návrh revitalizace měl být doplněn o návrh možného financování celé revitalizační akce v rámci řešeného toku a jeho povodí.

4. Metodika

4.1 Materiál

Vybraná lokalita se nachází v Jihočeském kraji, v okrese České Budějovice. Potok Stoka spadá do povodí řeky Vltavy. Vybrané povodí se nachází přibližně 5 km severovýchodně od města České Budějovice. V blízkosti povodí Stoka se nachází obce Hůry, Libnič a Úsilné. Rozkládá se v nadmořské výšce 396–630 m.n.m. Prameniště se nachází severně od obce Hůry v nadmořské výšce 548 m a ústí potoka v 396 m.n.m. nedaleko obce Úsilné.



Obrázek č. 6: Lokalizace povodí potoka Stoka, zdroj: vlastní

5. Metodika

V první řadě bylo zvoleno povodí, které splňovalo vybrané požadavky. Při jeho výběru byly zohledněny následující okolnosti, zda byl tok v minulosti technicky upraven, jaký je jeho současný stav, spadající k povodí IV. řádu, a jestli by bylo vhodné provést revitalizaci vybraného povodí.

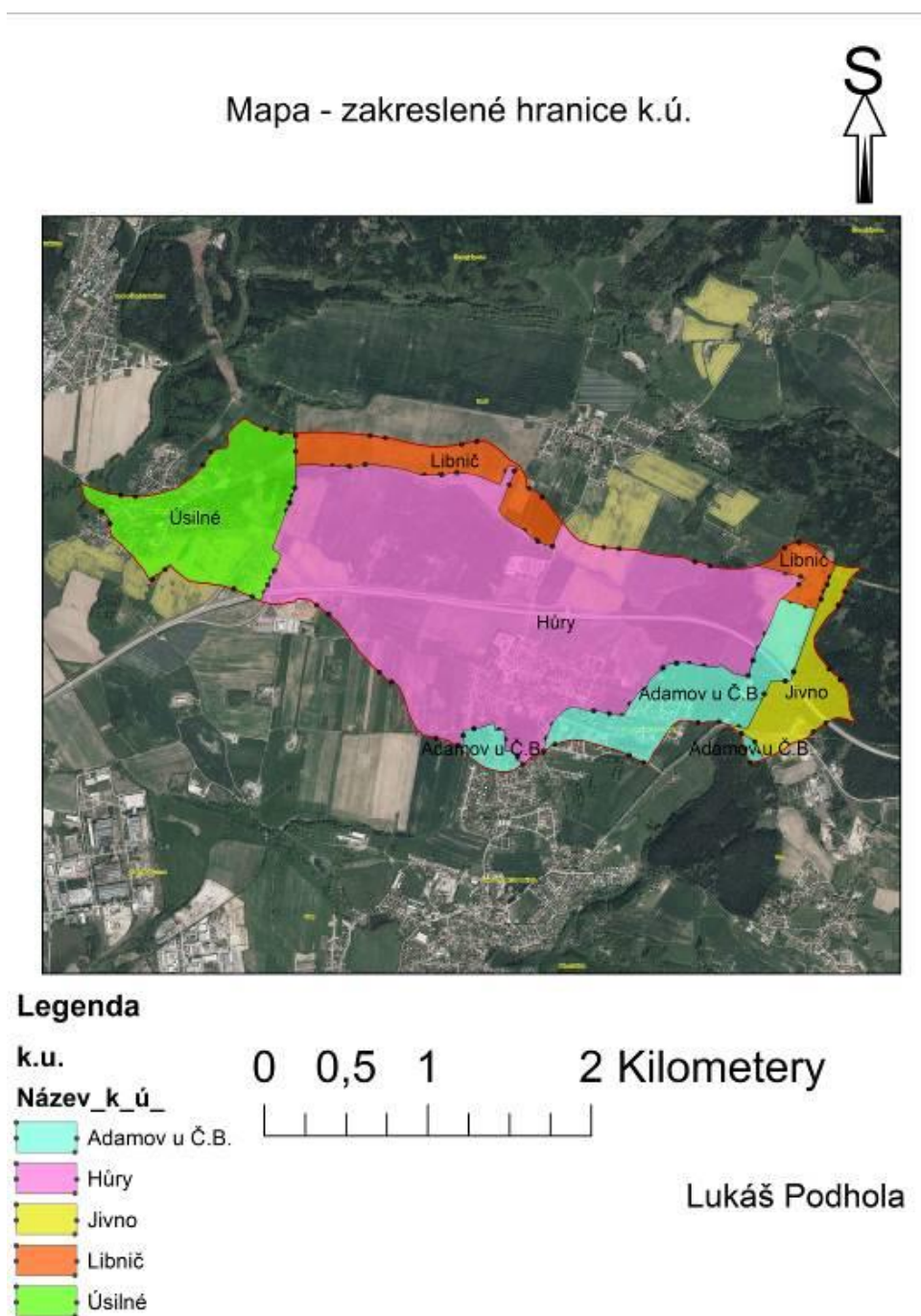
K získání potřebných dat a podkladů bylo využíváno softwarů ArcGIS a AutoCAD. Program ArcGIS umožňuje pracovat s prohlížečnými službami WMS, tedy s podkladovými mapami a různými vrstvami, které jsou poskytovány internetovými portály např. CUZK, HEIS VÚV, CENIA a mnoha dalšími. V softwaru ArcGIS bylo provedeno georeferencování vodohospodářské mapy a tímto způsobem se graficky vytyčila hranice povodí.

Jako první proběhl terénní průzkum povodí na jaře roku 2017. Rekognoskace terénu byla soustředěná na úsek potoka Stoka. Průzkum probíhal od ústí toku k jeho prameništi. Při tomto místním šetření došlo k rozdělení toku na 10 úseků. Současně došlo k zaměření a náčrtu průtočných profilů, popisu opevnění dna a břehů, popisu doprovodné vegetace. Prvním krokem bylo vypracování využití krajiny neboli landuse. Tímto krokem se získaly informace o rozloze jednotlivých kultur, jako jsou orná půda, TTP, lesy, zástavba, vodní plochy a další. Souběžně s prvním krokem došlo k vyhotovení stupně ekologické stability (SES). Podle výsledku SES se stanovila ekologická stabilita území. Druhým krokem bylo zhodnocení erozní ohroženosti u půdních bloků s ornou půdou a možným návrhem protierozních opatření. Charakteristika přírodních podmínek byla získána z Atlasu podnebí České republiky. Doplňující informace byly dohledány prostřednictvím WMS služeb, webových stránek a internetových portálů. Třetím a posledním krokem byl návrh nové trasy toku, návrh nových průtočných profilů a návrh doprovodné vegetace v blízkosti toku. Pro průtočné profily nacházející se v nové trase koryta byl spočítán maximální průtok koryta, tedy Q_{\max} . Maximální průtok koryta byl spočítán jak pro stávající průtočné profily, tak pro profily navržené. Výpočet Q_{\max} byl proveden v softwaru AutoCAD civil 3D.

6. Výsledky a diskuse

6.1 Popis povodí

Pro zpracování studie revitalizace vodního toku bylo zvoleno povodí potoku Stoka, které je vyznačeno na obrázku č. 7. Zvolené Povodí probíhá přes 5 katastrálních území: Úsilné, Libnič, Hůry, Adamov u Č. Budějovic, Jivno.



Obrázek č. 7: Katastrální hranice povodí potoku Stoka, zdroj: vlastní

6.1.1 Všeobecné informace

Číslo hydrologického povodí: 1-06-03-0540-0-00

Rozloha povodí: 5,29 km²

Hydrologický rajón: 2160 – Budějovická pánev (449,15 km²)

Celková délka toku: 4,99 km

Výšková poloha prameniště toku: 548 m.n.m.

Výšková poloha ústí toku: 436 m.n.m.

Celková délka údolnice (Lú): 5,1 km

Zalesněnost povodí: 18,04 % (954 328,31 m²)

Expozice ke světovým stranám: tok proudí z jihovýchodu na severozápad

Členitost terénu: rovinatý, mírně sklonitý terén

Prvky vyskytující se v povodí podle hydrologické mapy: evidované prameny, mostky, propustky, studny, vodojemy, vrtý

6.1.2 Charakteristika povodí

Střední šířka povodí:

$$B = \frac{F}{Lú} \text{ (km)}$$

$$B = \frac{5,29}{5,1} = 1,03 \text{ km}$$

Absolutní spád povodí:

$$\Delta H = H_{max} - H_{min}$$

$$\Delta H = 630 - 436 = 194 \text{ m}$$

Sklon údolnice:

$$Iú = \frac{H_{max} ú - H_{min} ú}{Lú} * 100$$

$$Iú = \frac{548 - 436}{5100} * 100 = 2,19\%$$

Průměrný sklon povodí:

$$Ip = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{F}} * 100$$

$$Ip = \frac{630 - 436}{\sqrt{5293675}} * 100 = 8,40\%$$

Absolutní spád toku:

$$\Delta HT = HT_{max} - HT_{min}$$

$$\Delta HT = 548 - 436 = 112 \text{ m}$$

Sklon toku:

$$It = \frac{\Delta HT}{Lt} * 100$$

$$It = \frac{112}{4990} * 100 = 2,24 \%$$

Typ povodí:

$$\alpha = \frac{F}{Lú^2}$$

$$\alpha = \frac{4,99}{5,1^2} = 0,19 \Rightarrow \text{Protáhlé}$$

Gravelliův koeficient:

$$Kg = \frac{Lr}{2*\sqrt{F}\pi}$$

$$Kg = \frac{12,7}{2*\sqrt{5,29}\pi} = 1,56 \geq 1$$

Koeficient protáhlosti koryta:

$$Re = \frac{2*\sqrt{\frac{F}{\pi}}}{L}$$

$$Re = \frac{2*\sqrt{\frac{5,29}{\pi}}}{4,95} = 0,29 < 0; 1 >$$

F – plocha povodí 5,29 [Km²]

Lú – délka údolnice 5103 [m]

Hmax – maximální nadmořská výška v povodí = 630 [m n. m.]

Hmin – minimální nadmořská výška v povodí = 436 [m n. m.]

Hmax ú – maximální nadmořská výška v údolnici = 612 [m n. m.]

Hmin ú – minimální nadmořská výška v údolnici = 436 [m n. m.]

Ht max – maximální nadmořská výška na toku = 548 [m n. m.]

Ht min – minimální nadmořská výška na toku = 436 [m n. m.]

Lt – délka toku = 4990 [m]

Lr – délka rozvodnice = 12 763 [m]

L – přímková vzdálenost od ústí k nejzazšímu bodu v povodí = 4,95 [km]

6.1.3 Hydrologické poměry

Ve vybraném povodí se nachází celkem 8 vodních nádrží. Velká část z nich je nepojmenovaná. Největší a jedinou pojmenovanou nádrží je Hůrský rybník o rozloze 0,9 ha. Zbylé vodní nádrže jsou bez pojmenování a jejich rozloha se pohybuje v rozmezí 0,1 – 0,6 ha. V povodí se nalézá odvodňovací systém, který se vyskytuje přibližně na 40 % orné půdy.

Vlhkostní poměr zájmového povodí dle Langova dešťového faktoru (LDF) má hodnotu 80, což odpovídá oblasti normální. Podle výpočtu Minářovy vláhové jistoty je lokalita dle výsledku 26 mírně vlhká.

Zájmová oblast se nenachází v žádném ochranném vodním pásmu ani nespadá do pásma povodňového ohrožení.

6.1.4 Geologické a půdní poměry

Klimatický region:	mírně teplý, mírně vlhký
Sklonitost:	mírný svah 3° – 7°
Expozice:	rovina se všesměrnou expozicí
Skeletovitost půdy:	bezskeletovitá, slabě skeletovitá (obsah skeletu 10-25%)
Hloubka půdy:	středně hluboká (do 30 cm)
Skupina půdních typů:	kambizemě (kambizem modální eubazická, kambizem modální mesobazická)
Matečná hornina:	kyselé metamorfované horniny

(<http://mapy.vumop.cz>)

Klimatologicky spadá vybraná oblast do regionu MT2, tedy mírně teplý, mírně vlhký region. V této oblasti spadá bonitovaná půdně ekologická jednotka do pátého klimatického regionu, který zahrnuje v Čechách západní, jižní a východní část Plzeňské pahorkatiny, severní a východní část České křídové tabule, značnou část Středočeské pahorkatiny, Chebskou, Sokolovskou a Budějovickou pánev. Na Moravě pak jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny, vyšší polohy Boskovické brázdy a pahorkatiny Opavsko-Hlučínské.

Hlavní půdní jednotky ve vybrané oblasti:

29 - Kambizemě modální eubazické, až mezobazické včetně slabě oglejených variet, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry.

37 – Kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podorničí od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně vysušené, závislé na srážkách.

50 – Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.

6.1.5 Srážkové poměry

Průměrný roční úhrn srážek:	600 – 650 mm
Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období:	350 – 400 mm
Průměrný počet dní s bouřkou (přivalová srážka):	25 – 30 dní
Průměrný počet srážkových dní s úhrnem:	
	> = 0,1 mm 150 – 170 dní
	> = 1,0 mm 100 – 110 dní
	> = 5,0 mm 35 – 40 dní
	> = 10,0 mm 14 – 18 dní

Průměrné měsíční úhrn srážek:

Leden	25 – 30 mm	Červenec	90 – 100 mm
Únor	25 – 30 mm	Srpen	70 – 80 mm
Březen	30 – 35 mm	Září	50 – 60 mm
Duben	45 – 50 mm	Říjen	45 – 50 mm
Květen	60 – 70 mm	Listopad	35 – 40 mm
Červen	80 – 90 mm	Prosinec	40 – 45 mm

6.1.6 Teplotní poměry

Průměrná roční teplota: 7 - 8 °C

Průměrná teplota ve vegetačním období: 13 - 14 °C

Průměrný počet mrazivých dní v roce, kde $t \leq - 0,1$ °C: 30 – 40 dní

Průměrná měsíční teplota vzduchu:

Leden	-2 – -3 °C	Červenec	16 – 17 °C
Únor	-2 – -3 °C	Srpen	18 – 19 °C
Březen	2 – 3 °C	Září	12 – 13 °C
Duben	6 – 7 °C	Říjen	7 – 8 °C
Květen	12 – 13 °C	Listopad	2 – 3 °C
Červen	15 – 16 °C	Prosinec	-1 – -2 °C

6.1.7 Fenologické charakteristiky

Počátek jarních plodin:	21. – 30. 3.
Počátek setí jarního ječmene:	21. 3. – 4. 4.
Rozkvět ozimého žita:	11. – 15. 6.
Počátek senosečí:	11. – 15. 6.
Počátek žní ozimého žita:	21. – 25. 7.
Počátek setí ozimého žita:	21. – 25. 9.

6.1.8 Směr a síla větru

Relativní četnost směru %

S 5,2 % 3°B	J 9,5 % 2°B
SV 4,8 % 2°B	JV 15,5 % 4°B
V 6,2 % 1°B	Z 21,3 % 3°B
SZ 10,2 % 4°B	JZ 25,7 % 4°B
Bezvětrí 1,6 %	

Převládající směr větru vane směrem od jihozápadu 25,7 %

Síla větru v m/s (stupnice Beaufortova):

Jaro	2,0 – 2,5 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Léto	1,5 – 2,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Podzim	1,5 – 2,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Zimě	2,0 – 2,5 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Roční	2,0 – 3,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)

(Tolazs a kol., 2007)

6.2 Popis Land use

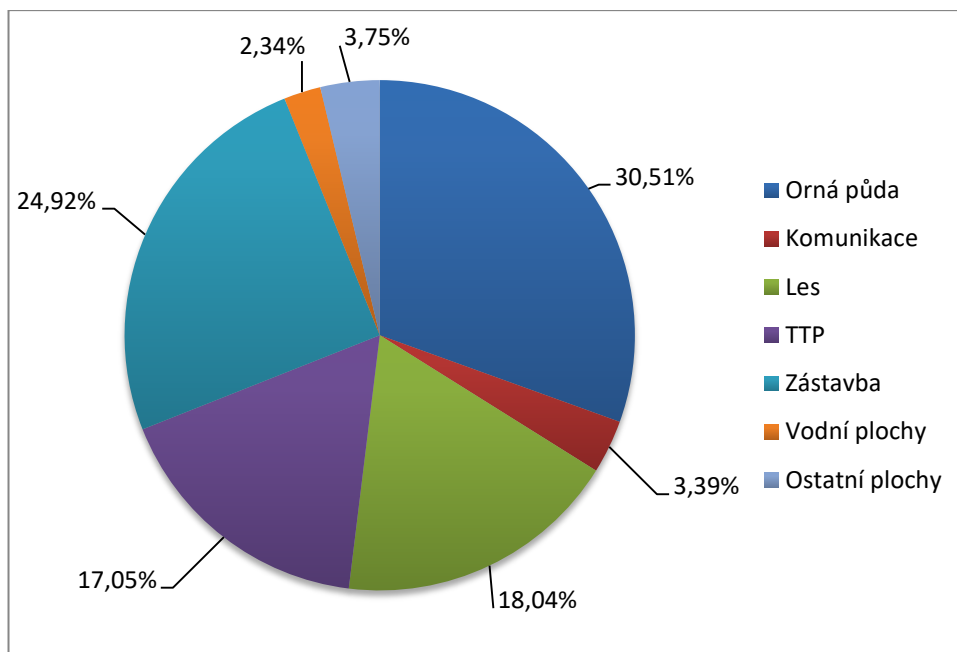
V zájmovém povodí jsou nejvíce zastoupenými kulturami orná půda a zástavba. Orná půda zde tvoří přes 30 % z celkové rozlohy povodí a je nejvíce zastoupená ve střední a severní části povodí. Druhou nejvíce zastoupenou kulturou je zde zástavba, která tvoří necelých 25 % plochy povodí. Takto velké procento zástavby se zde nachází v důsledku malé vzdálenosti od krajského města České Budějovice. Nachází se zde jedny z nejžádanějších pozemků v okrese Českých Budějovic. Lesy zabírají 18,04 % celkové rozlohy povodí a vodní plochy 2,34 %. Trvale travní porosty zaujímají 17,05 % výměry. Komunikace a ostatní plochy tvoří necelých 8 % celkové výměry povodí. Výměry a procentuální zastoupení jednotlivých kultur je rozepsáno v tabulce č.1 a ve výšečovém grafu č.1.

Nejvíce hospodařícím subjektem v povodí je Farma Hůry s.r.o. a dva soukromí zemědělci. Farma Hůry obhospodařuje 90 % celkové rozlohy orné půdy a soustředí se především na chov prasat.

Výrobní oblast je bramborářská B1 na pomezí s bramborářskou výrobní oblastí B2. K obhospodařování pozemků je využívána klasická agrotechnika. Na orné půdě se provádí podmítka, seťová orba, vláčení, smykování, setí a válcování.

Druh pozemku	Rozloha celková v m2	%
Orná půda	1614371,27	30,51 %
Komunikace	179485,17	3,39 %
Les	954328,31	18,04 %
TTP	902629,83	17,05 %
Zástavba	1318633,97	24,92 %
Vodní plochy	123820,37	2,34 %
Ostatní plochy	198561,05	3,75 %
Celkem	5291829,97	100,00%

Tabulka č. 1: Využití území – landuse, zdroj: vlastní



Graf č. 1: Využití území – landuse, zdroj: vlastní

6.3 Systém ekologické stability

Na základě výměr jednotlivých kultur v území byla stanovena kostra ekologické stability (KES) pro zhodnocení ekologické stability území.

$$KES = \frac{LP + VP + TTP + Pa + Mo + Sa + Vi}{OP + AP + Ch} = \frac{\text{stabilní ekosys.}}{\text{nestabilní ekosys.}}$$

LP – lesní půda

VP – vodní plochy a toky

TTP – trvale travní porost

Pa – pastviny

Sa – sady

Vi – Vinice

Mo – Mokřady

OP – orná půda

AP – antropogen. plochy

Ch - chmelnice

(<https://is.mendelu.cz>)

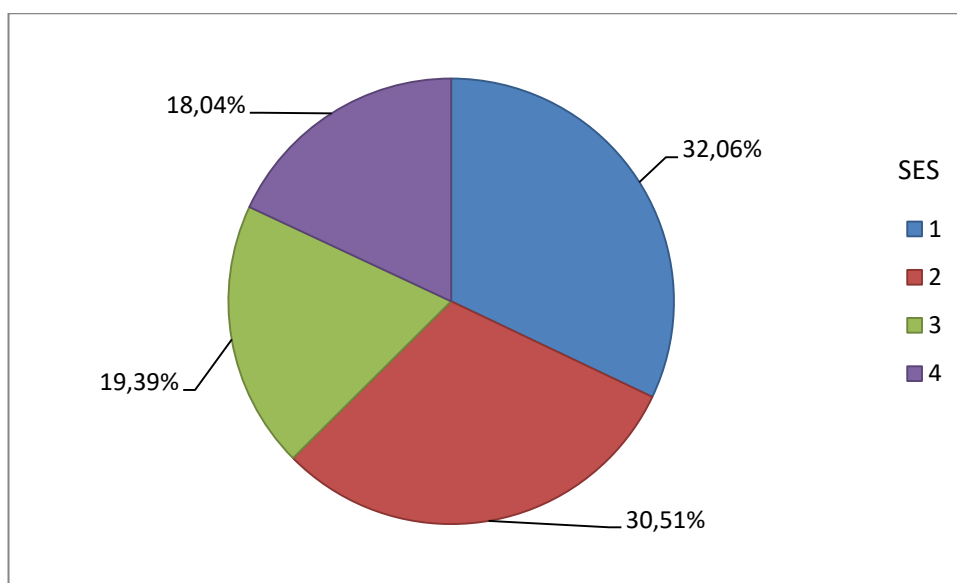
$$KES = \frac{1980778}{3311051} = \mathbf{0,59}$$

$KES \geq 0$ = Krajina umělá (denaturizované plochy)

Stupeň ekologické stability (SES) se vypočte jako vážený průměr ploch jednotlivých složek území. Na základě výpočtu vychází, že vybrané území má velmi nízkou ES – urbanizované území. Podrobněji rozepsané plochy z pohledu ekologické stability jsou uvedené v tabulce č.2 a ve výšečovém grafu č.2.

Druh pozemku	Rozloha celková v m2	%	SES	SES*rozloha
Orná půda	1614371,27	30,51 %	1	1614371,27
Komunikace	179485,17	3,39 %	0	0
Les	954328,31	18,04 %	4	3817313,24
TTP	902629,83	17,05 %	3	2707889,49
Zástavba	1318633,97	24,92 %	0	0
Vodní plochy	123820,37	2,34 %	3	371461,11
Ostatní plochy	198561,05	3,75 %	0	0
Celkem	5291829,97	100,00%		8511035,11
			SES	1,608334954

Tabulka č. 2: Stupeň ekologické stability území, zdroj: vlastní



Graf č. 2: Stupeň ekologické stability v %, zdroj: vlastní

6.4 Cestní síť

Přes celé povodí prochází od jihovýchodu na severozápad komunikace I. třídy s označením 34. Tato cesta vede z Českých Budějovic směr Lišov. Nyní přes část území prochází dálnice D3 (Obrázek č. 8), která však není dokončena a sjezd je ukončen na již zmiňovanou komunikaci 34. Dále zde vede komunikace II. třídy číslo 634, která vede v Českých Budějovic, přes Rudolfovo směr Lišov a napojuje se opět na komunikaci číslo 34. V povodí se dále nachází komunikace III. tříd. Jedna z nich je komunikace číslo 10577, která vede z obce Adamov do obce Libnič. Další komunikace III. třídy vede z Úsilného do Hůr.



Obrázek č. 8: nový úsek dálnice D3, zdroj: vlastní

6.5 Posouzení erozní ohroženosti území

Ve vybraném povodí se celkem nachází 27 půdních bloků (PB). Celková plocha povodí je mírně svažité se sklonem 2–3 %. Půdní blok s největší svažitostí přes 6 % se nachází vedle obce Hůry. Tento půdní blok je předělen pásem trvale travního porostu, jak je možno vidět v mapě č. 3. Výpočet vodní eroze byl proveden u pozemků s ornou půdou. Pro výpočet byl navržen osevní postup, viz tabulka č. 3. Vypočtené hodnoty jsou uvedené v mapě č. 3. Výpočet erozního smyvu byl proveden v softwaru ArcGIS po několikanásobném vyhlazení digitálního modelu reliéfu (DMR) pro vyšší přesnost celkového výpočtu.

6.5.1 Výpočet vodní eroze

I když byl výpočet proveden v programu ArcGIS, byly v rastrovém kalkulátoru použity všechny faktory ovlivňující erozní smyv. Výsledný výpočet byl vyjádřen rovnicí pro výpočet ztráty půdy za přívalových dešťů: W. H. WISCHMEIER a D. D. SMITH (1958).

$$G = R * K * L * S * C * P$$

- G ... ztráta půdy v t·ha-1 rok
 R ... faktor erozní účinnosti deště
 K ... faktor náchylnosti půdy k erozi
 L ... faktor délky svahu
 S ... faktor sklonu svahu
 C ... faktor ochranného vlivu vegetace
 P ... faktor účinnosti protierozních opatření

Stanovení C faktoru:

Tento osevní postup používá farma Hůry s.r.o. a C faktor je pouze přepočítán v protierozní kalkulačce. V programu ArcGIS je C faktor převeden do rastrové podoby, jako ostatní faktory a proveden výpočet eroze (<http://mapy.vumop.cz>).

Období	Plodina	Datum	C
1	Jetel	22.3.2018 - 22.9.2021	0,042
	Jetel		

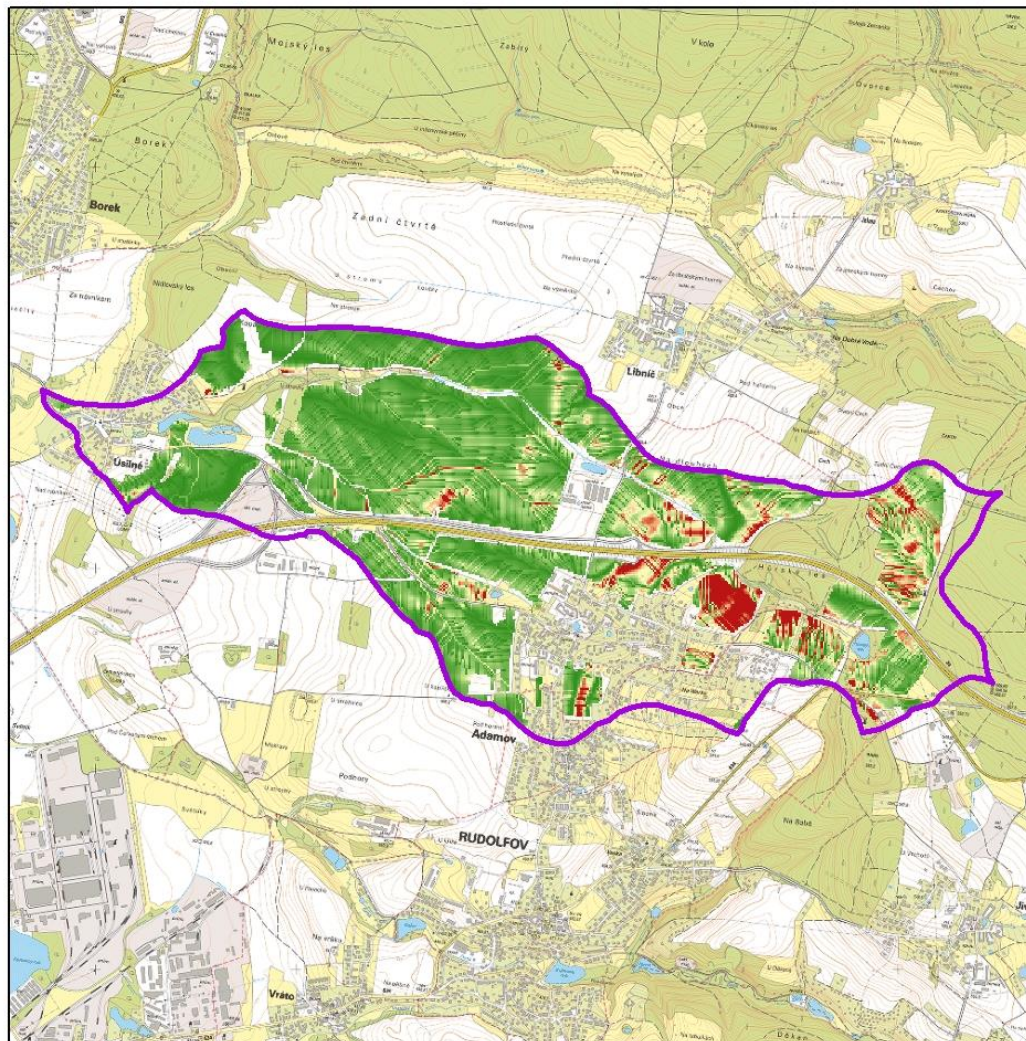
Pšenice ozimá			
1	Příprava půdy	23.9.2021	0,059
2	Setí/sázení	7.10.2021	
3	Sklizeň	29.7.2022	
4	Podmítka/orba	5.8.2022	

Kukuřice na siláž			
1	Příprava půdy	13.4.2023	0,660
2	Setí/sázení	24.4.2023	
3	Sklizeň	2.9.2023	
4	Podmítka/orba	9.9.2023	

Oves jarní s Δ			
1	Příprava půdy	20.3.2024	0,165
2	Setí/sázení	3.4.2024	
3	Sklizeň	3.8.2024	
4	Podmítka/orba	10.8.2024	
Výsledné C:			0,138

Tabulka č. 3: Osevní postup pro zvolené území, zdroj: vlastní

Eroze



Legenda

eroze

Value



Lukáš Podhola

Obrázek č. 9: Výpočet eroze pro zvolené území, zdroj: vlastní

Na mapě s výsledným výpočtem eroze je možné vidět, že erozní smyč se v zájmovém území pohybuje od 0 – 6,445 t/ ha/ 1 rok. Nejvíce ohrožený je půdní blok vedle obce Hůry, který je na mapě zvýrazněn červenou barvou. Tento půdní blok je v současné době předělen travním pásem, jak je možné vidět na fotografii

číslo 2 v seznamu příloh. Zbytek území je téměř bez eroze, a to je zapříčiněno zejména mírným sklonem povodí a předělením půdních bloků komunikacemi III. tříd.

6.6 potok Stoka

6.6.1 Popis současného stavu

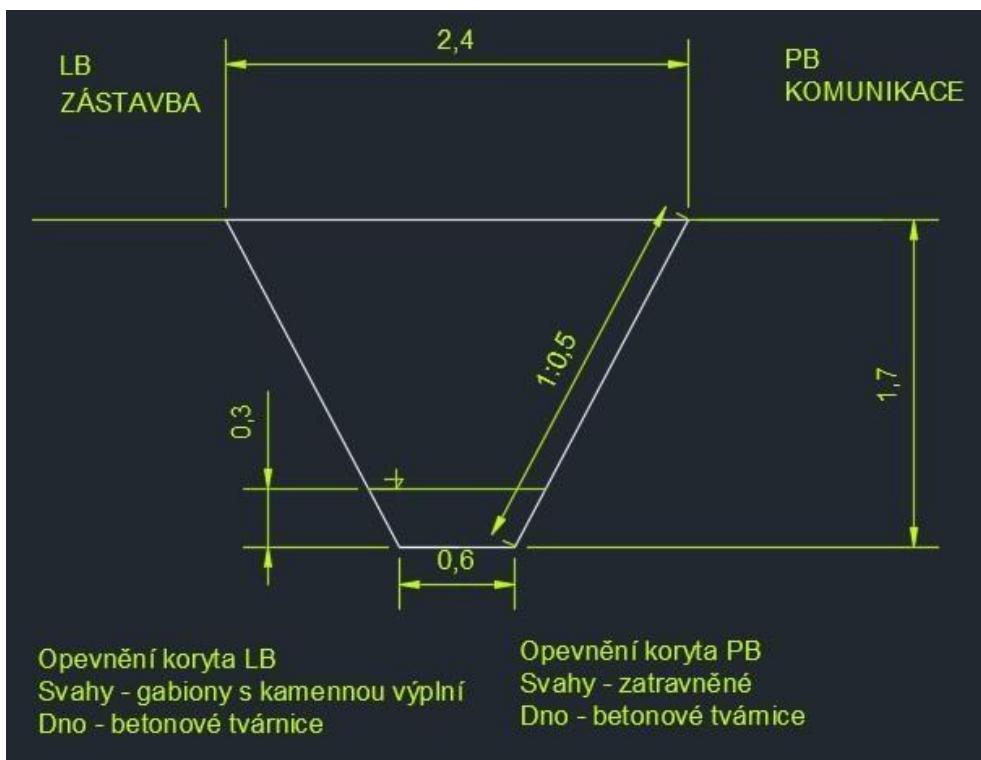
Potok Stoka v hydrologickém pořadí spadá do povodí IV. řádu a je levostranným přítokem Kyselé vody. Vybrané povodí je identifikováno číslem hydrologického pořadí 1-06-03-0540-0-00. Z tohoto čísla můžeme klasifikovat povodí I. – IV. řádu, tedy I. řád zastupuje řeka Labe, II. řád řeka Vltava a III. řád vodní tok s názvem Kyselá voda. Potok o celkové délce 4 990 m se nachází východně od malé obce Úsilné, jižně od obce Libnič. Východně od prameniště toku se nachází menší město Lišov a na jihozápadě od toku se nalézá krajské město České Budějovice. Celková rozloha povodí činí 5,29 km², ústí v nadmořské výšce 436 m. n. m. a pramení v nadmořské výšce 548 m.n.m. Do potoku Stoka se vlévá 1 levostranný přítok. Na zmíněném vodním toku leží malá vodní nádrž s názvem Hůrský rybník.

Zájmový vodní tok může zapříčinit zvýšenou možnost povodňového rizika, a to zejména v obci Úsilné, jejímž středem protéká. Nejkritičtější dobou je období jarního tání sněhu a období letních přívalových dešťů. Kvůli výstavbě dálnice D3 zde byla provedena částečná revitalizace toku v úseku, kde se protíná tok s dálnicí D3.

6.6.2 Popis jednotlivých úseků toků

Úsek č.1–ř.km.: 0 – 0,500

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů koryta nejčastěji tvořeno gabiony, opevnění dna betonové tvárnice. Charakter dna je většinou symetrický, dno i břehy prorostlé vegetací.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: mostek přes komunikaci III. třídy
- Okolí toku: po obou stranách intravilán a komunikace III. třídy



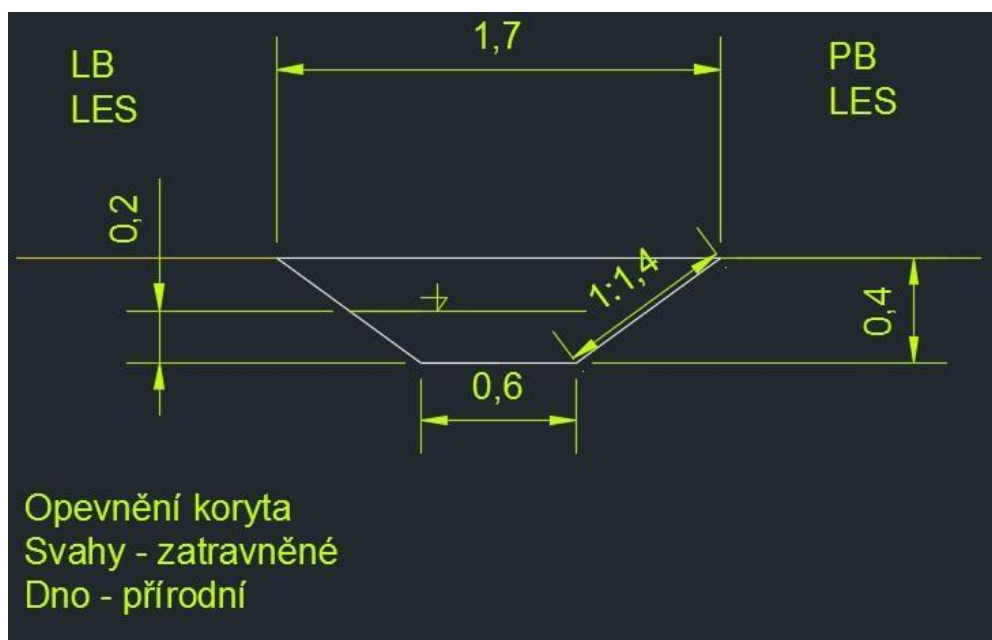
Obrázek č. 10: Příčný profil koryta úseku 1, zdroj: vlastní



Obrázek č. 11: Opevněné koryto v úseku 1, zdroj: vlastní

Úsek č.2–ř.km.: 0,500 – 1,000

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, neopevněné. Charakter dna symetrický, koryto přírodního charakteru, zatravněné.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: po obou stranách lesní porosty
- Vegetace: Stromové, keřové a bylinné patro – smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



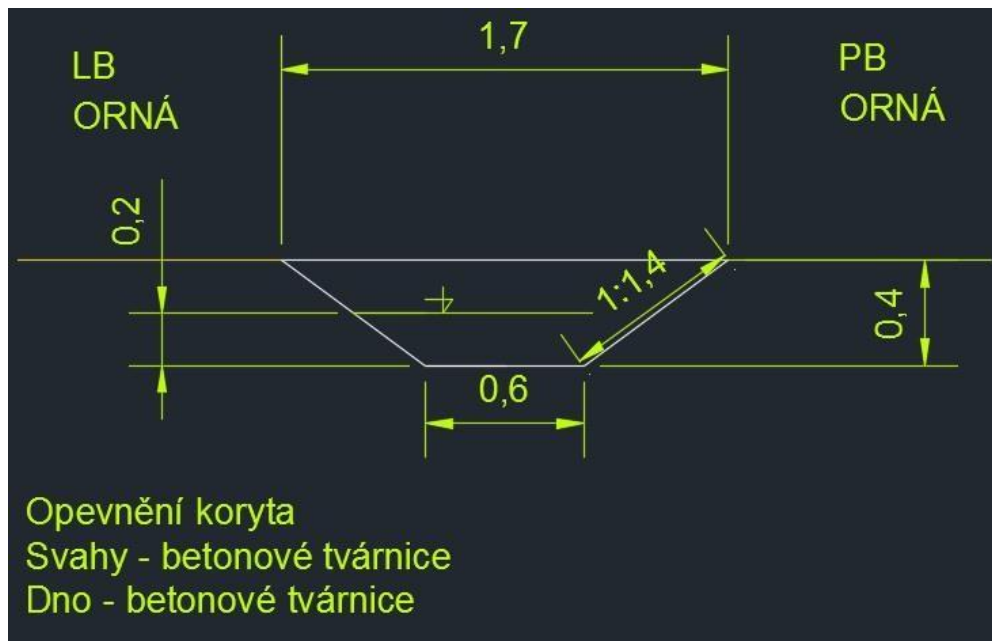
Obrázek č. 12: Příčný profil koryta úseku 2, zdroj: vlastní



Obrázek č. 13: Koryto toku v úseku 2, zdroj: vlastní

Úsek č.3–ř.km.: 1,000 – 1,500

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno betonovými tvárnicemi. Charakter dna je nesymetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto v celém profilu značně zarostlé.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: most pro pěší turistiku
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází pás travin snášející zamokření a je přibližně 8 m široký. Za tímto pásem se nachází po obou stranách orná půda.
- Vegetace: keřové a bylinné patro – bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



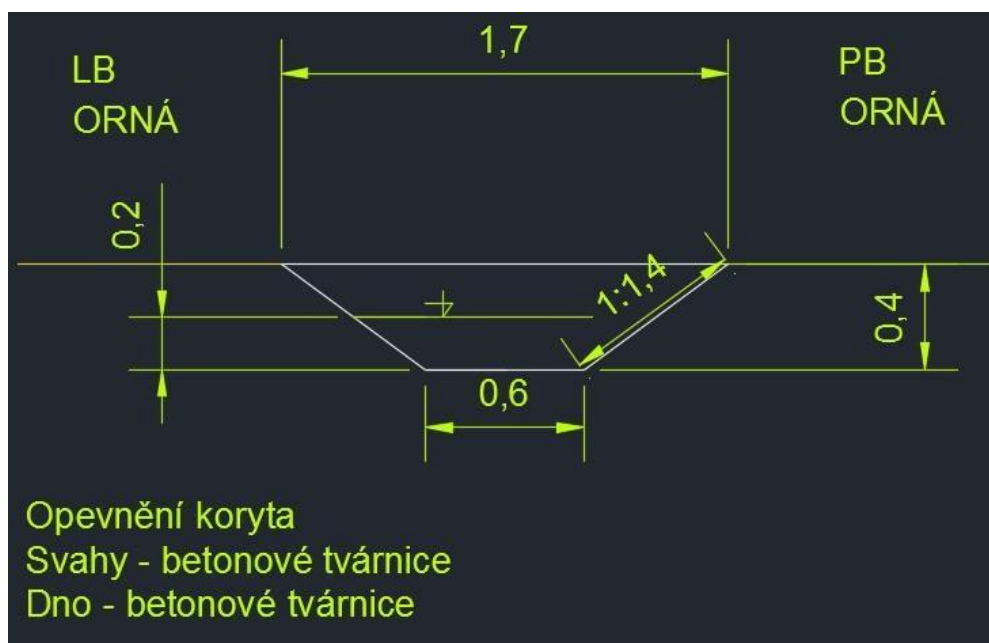
Obrázek č. 14: Příčný profil koryta úseku 3, zdroj: vlastní



Obrázek č. 15: Koryto toku v úseku 3, zdroj: vlastní

Úsek č.4–ř.km.: 1,500 – 2,000

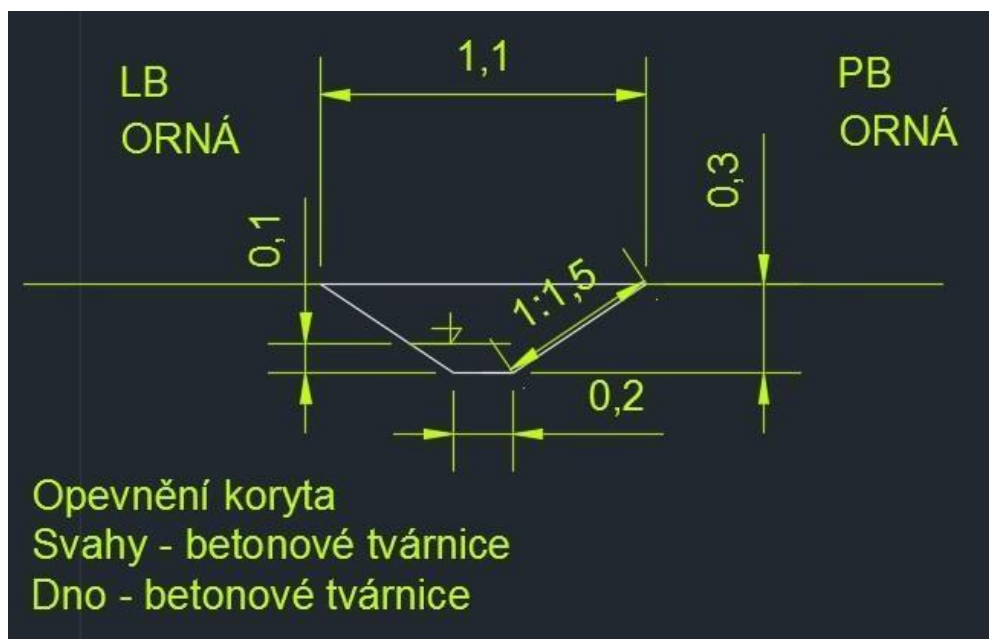
- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno betonovými tvárnicemi. Charakter dna je nesymetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto v celém profilu značně zarostlé.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází pás travin snášející zamokření a je přibližně 8 m široký. Za tímto pásem se nachází po obou stranách orná půda
- Vegetace: keřové a bylinné patro – bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



Obrázek č. 16: Příčný profil koryta úseku 4, zdroj: vlastní

Úsek č.5–ř.km.: 2,000 – 2,500

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno betonovými tvárnici. Charakter dna je většinou symetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto místy zarostlé.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází pás travin snášejíci zamokření a je přibližně 8 m široký. Za tímto pásem se nachází po obou stranách orná půda
- Vegetace: keřové a bylinné patro – bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



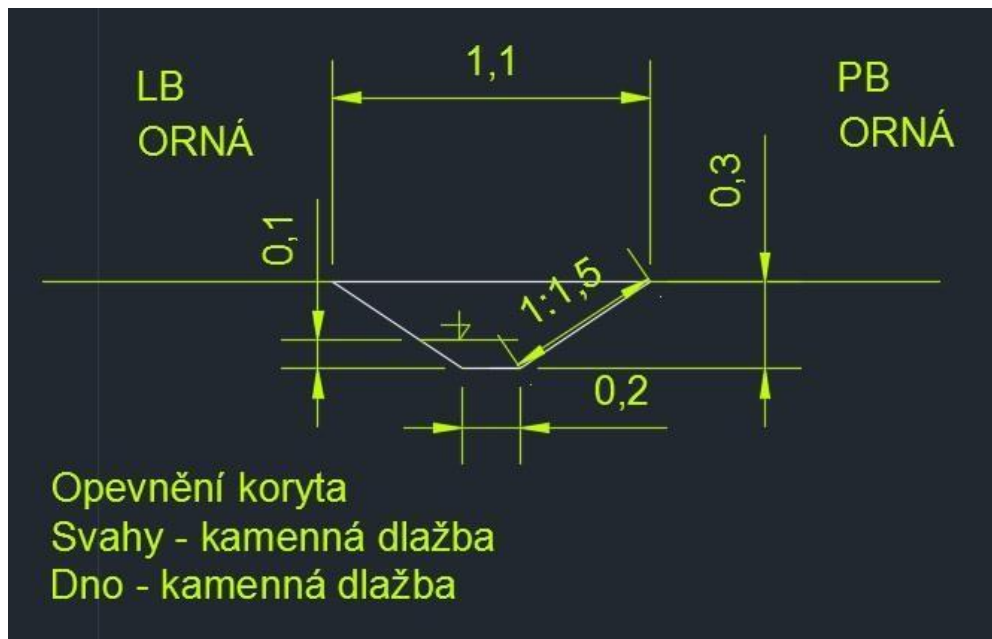
Obrázek č. 17: Příčný profil koryta úseku 5, zdroj: vlastní



Obrázek č. 18: Koryto toku v úseku 5, zdroj: vlastní

Úsek č.6–ř.km.: 2,500 – 3,000

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno kamennou dlažbou na sucho. Charakter dna je většinou symetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto místy zarostlé.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází pás travin snášející zamokření a je přibližně 8 m široký. Za tímto pásem se nachází po obou stranách orná půda
- Vegetace: keřové a bylinné patro – bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



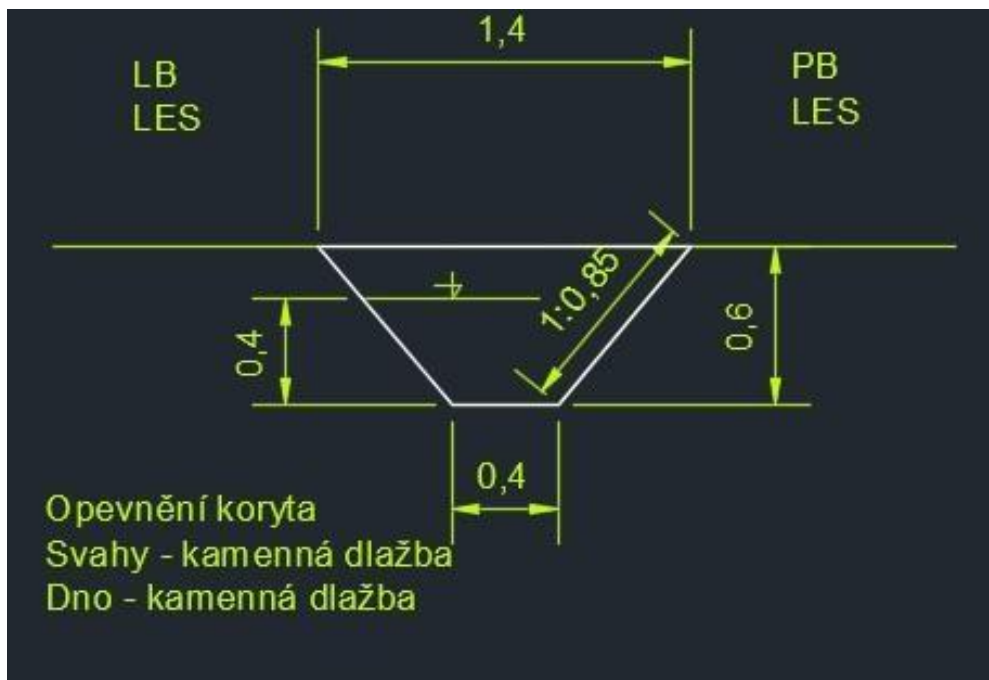
Obrázek č. 19: Příčný profil koryta úseku 6, zdroj: vlastní



Obrázek č. 20: Koryto toku v úseku 6, zdroj: vlastní

Úsek č.7–ř.km.: 3,000 – 3,500

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno kamennou dlažbou na sucho. Charakter dna je většinou symetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto zcela zarostlé vegetací.
- Odvodnění: odvodnění z komunikace I. třídy
- Objekty na toku: propustek pod komunikaci I. třídy
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází zalesněné území, okolí toku velmi neudržované, zarostlé.
- Vegetace: stromové, keřové a bylinné patro – smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



Obrázek č. 21: Příčný profil koryta úseku 7, zdroj: vlastní

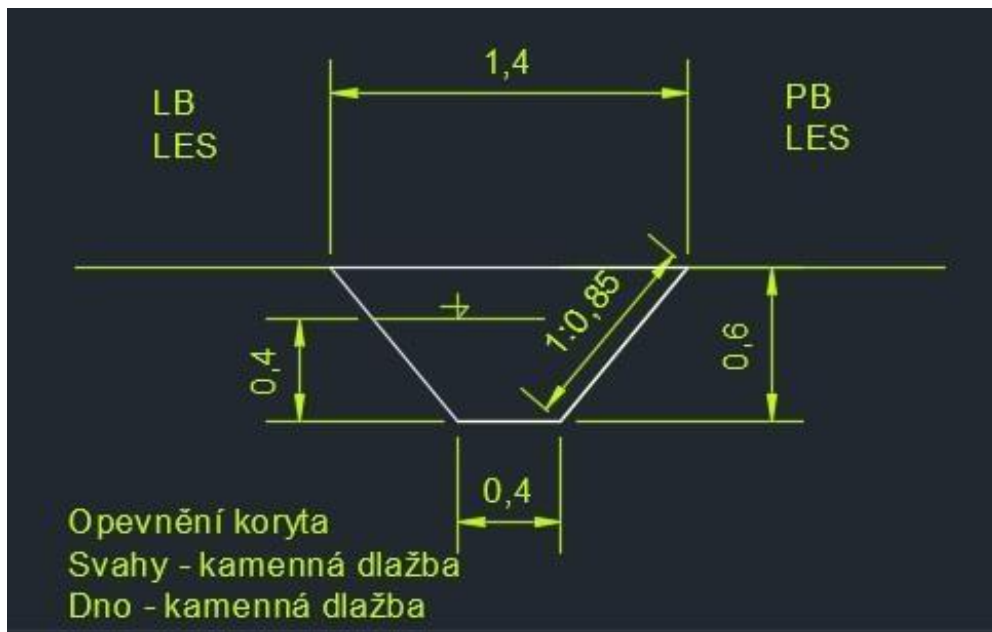


Obrázek č. 22: Koryto toku v úseku 7, zdroj: vlastní

Úsek č.8–ř.km.: 3,500 – 4,000

- Délka úseku: 500 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno kamennou dlažbou na sucho. Charakter dna je většinou symetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Koryto zcela zarostlé vegetací a zasedimentované
- Odvodnění: žádné
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází zalesněné území, okolí toku velmi neudržované, zarostlé.
- Vegetace: stromové, keřové a bylinné patro – smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus*)

nigra); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*),
bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.



Obrázek č. 23: Příčný profil koryta úseku 8, zdroj: vlastní



Obrázek č. 24: Koryto toku v úseku 8, zdroj: vlastní

Úsek č. 9, 10–ř.km.: 4,000 – 4,990

- Délka úseku: 990 m
- Popis koryta: koryto přírodního tvaru spíše miskovitého tvaru, opevnění břehů a dna koryta se zde nenachází. Charakter dna je nesymetrický. Koryto zcela zarostlé vegetací a zasedimentované, přechází pod povrch půdy
- Odvodnění: žádné
- Objekty na toku: malá vodní nádrž Hůrský rybník
- Okolí toku: po obou stranách koryta se nachází zalesněné území, které se střídá s TTP, okolí toku velmi neudržované, zarostlé.
- Vegetace: stromové, keřové a bylinné patro – smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.

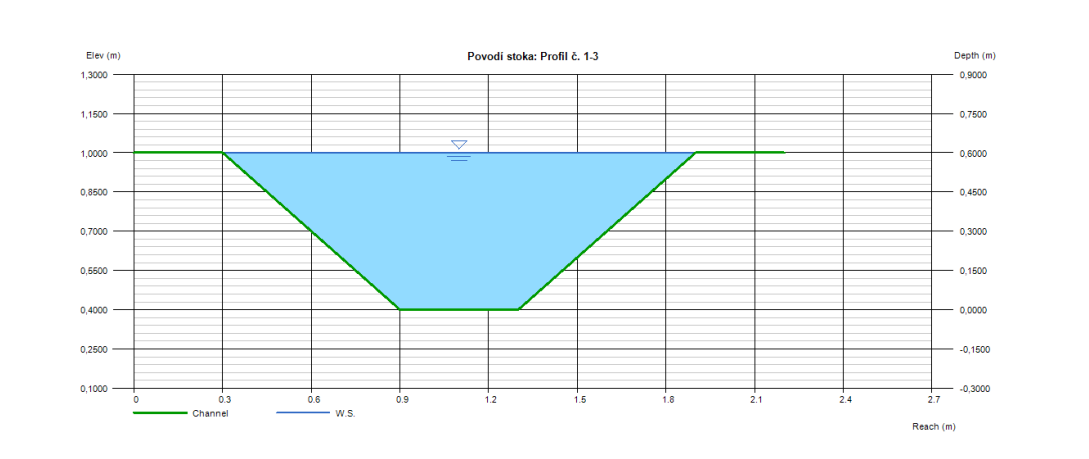


Obrázek č. 25: Malá vodní nádrž v úseku 9, 10, zdroj: vlastní

6.6.3 Výpočet Q_{\max} průtoků v povodí

Výpočet průtoků Q_{\max} proběhl pro vybrané příčné profily, kde bude probíhat návrh nového koryta toku, trasování toku a návrhu zeleně. Pro výpočet Q_{\max} průtoků, byl použit program AutoCAD civil3D.

V programu bylo nasimulováno stoupání hladiny po 0,12 m, až ke konečné hloubce koryta 0,6 m = Q_{\max} , jak je viditelné na obrázku č. 14 a v tabulce č. 4.

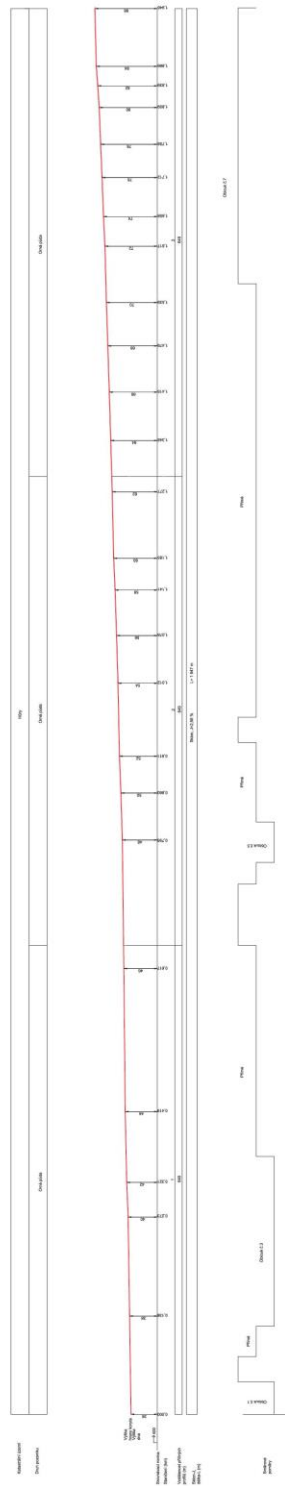


Obrázek č. 26: Příčný profil koryta a výpočet Q_{\max} , zdroj: vlastní

Hloubka	Q	Plocha	Rychlost	Šířka hladiny
(m)	(m^3/s)	(m^2)	(m/s)	(m)
0,12	0,073	0,062	1,1768	0,64
0,24	0,256	0,154	1,6681	0,88
0,36	0,559	0,274	2,0427	1,12
0,48	0,999	0,422	2,3651	1,36
0,6	1,594	0,6	2,6569	1,6
Qmax	1,594			

Tabulka č. 4: Výpočet Q_{\max} , AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní

6.6.4 Podélný profil toku



Vypracoval:	Měřitko:
Lukáš Podhola	1:1000
Akce:	
Povodí Stoka	
Výkres:	Datum:
Podélný profil	12/2017
	C. výkresu:
	1

Obrázek č. 27: Podélný profil potoku Stoka, zdroj: vlastní

6.7 Návrh revitalizace toku

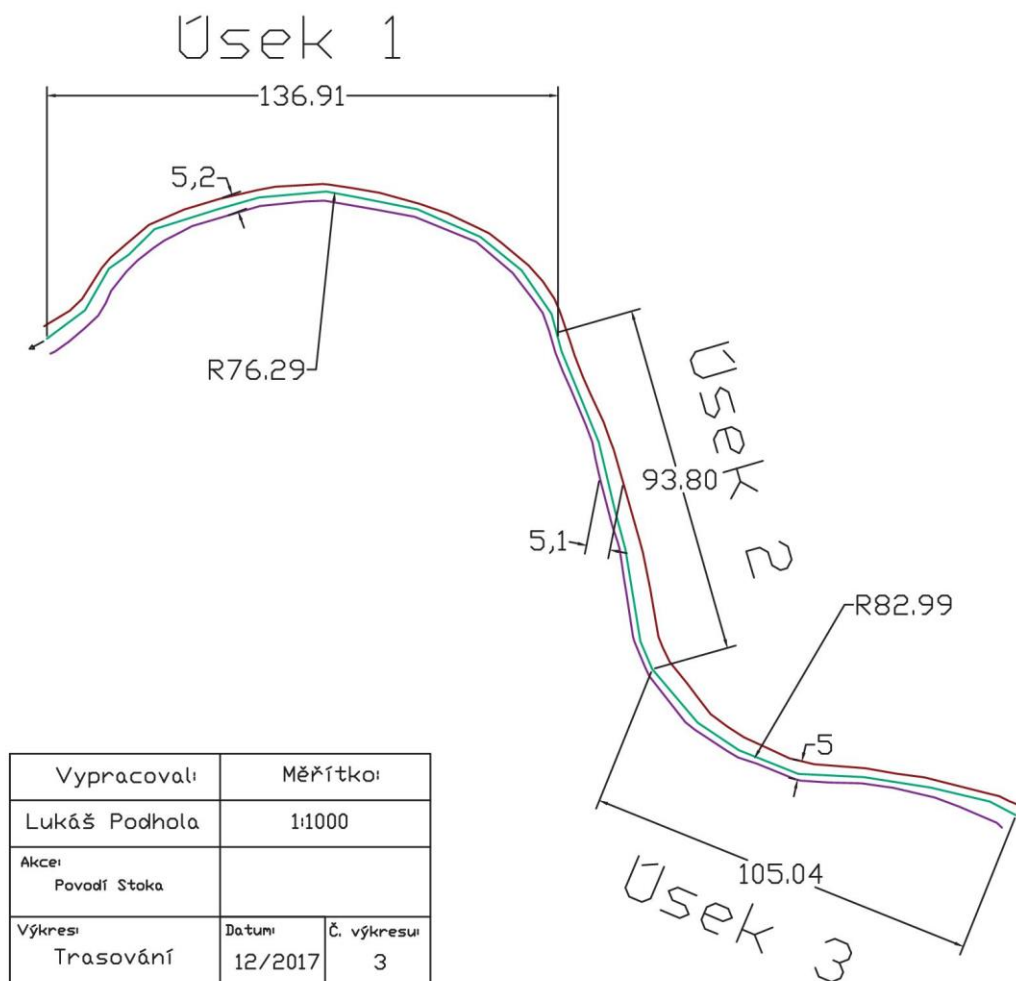
Technické úpravy na vybraném toku způsobují nadměrný a zrychlený odtok vody z povodí. To má negativní vliv na hydrologickou bilanci povodí a současně na možný průběh povodní. Při přívalových srážkách se potok Stoka vlévá do Kyselé vody a ta se vlévá do Vltavy, kde způsobuje navýšení hladiny a tím zvyšuje ohrožení měst na řece Vltavě. V povodí by mělo dojít ke zpomalení odtoku a zadržování vody. Měla by proto proběhnout revitalizace toku s cílem přiblížit se původnímu meandrujícímu toku a umožnit rozliv tam, kde by nedocházelo k žádným nebo malým škodám.

Revitalizace vodoteče by se realizovala na ř.km. 2,168 – 3,758 (úsek 6 až 8), počínaje na přechodu přírodního a uměle opevněného koryta za obcí Úsilné až k propustku, který vede pod komunikací I. třídy čísla 34. V ostatních úsecích ř.km 0,000 – 2,167 a ř.km 3,759 – 4,990 dojde pouze k pročištění koryta. Veškeré úpravy by měly zapadat do zdejšího rázu krajiny a podpořit oživení koryta. Cílem bude návrh nové trasy koryta a jeho přizpůsobení zdejšímu mírnému sklonu povodí. Dále revitalizace samotného potoka a obnova v jeho přirozenou podobu, rozvlnění jeho trasy. Součástí revitalizace bude také návrh výsadby nové zeleně, která v revitalizovaném úseku zcela chybí.

6.7.1 Návrh nové trasy koryta

V rámci návrhu revitalizace je navržena nová trasa koryta. Současná trasa koryta je uměle narovnaná se strmými břehy. Z těchto důvodů bude trasa koryta navržena zcela nová s lehce meandrujícími úseky a pozvolnými břehy se střídajícími se proudnými místy. Délka nově navržené trasy se prodlouží, dojde tak ke zmírnění podélného sklonu dna a zpomalení odtékající vody. Délka stávajícího koryta určeného pro revitalizaci je přibližně 1 802 m. Délka nové trasy koryta je 1 946 m, což znamená nárůst o 144 m oproti stávajícímu stavu.

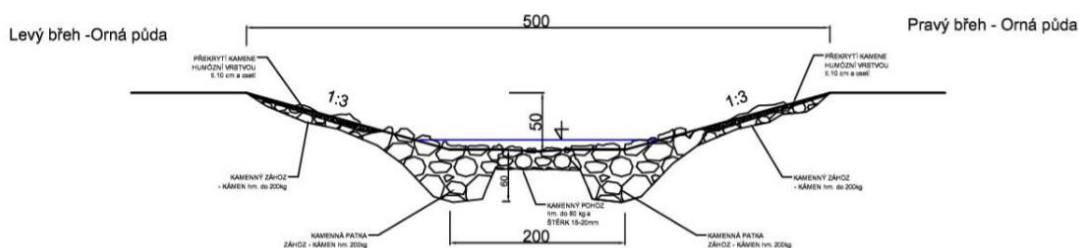
Stávající trasa bude zbavena opevnění dna a břehů a zasypána výkopem z nové trasy. Na místech, kde se stávající a nově navržené koryto střetávají, se pouze odstraní opevnění a upraví se příčný profil koryta. Jak by nová trasa mohla vypadat a jaké by byly přibližné poloměry oblouků a šířky jednotlivých příčných profilů, je znázorněno na obrázku č.28.



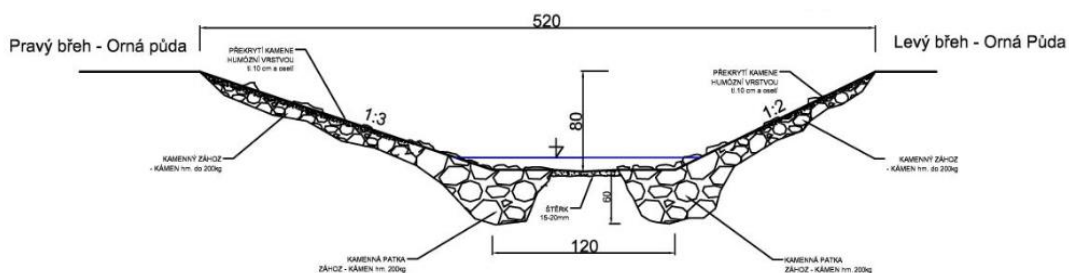
Obrázek č. 28: Detail návrhu kynety toku, zdroj: vlastní

6.7.2 Návrh průřezných profilů koryta

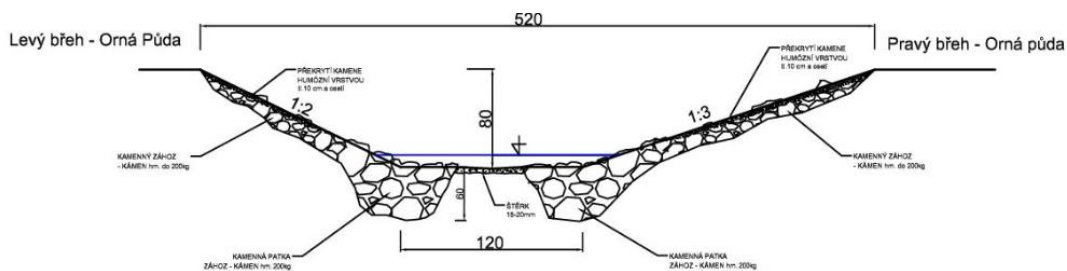
Navržené příčné profily budou mít ve dně tvar miskovitý s šířkou 1,2 – 2 m, se sklony přibližně 1:2–1:3. Sklon svahu se bude měnit podle toho, jestli je břeh v konvexní nebo konkávní straně toku. Celková šířka koryta mezi břehovými hranami se bude dle situace pohybovat od 5 do 6 m. U všech nově navržených příčných profilů bylo navrženo opevnění paty svahu v podobě kamenného záhozu o hmotnosti cca 200 kg. Překrytí humózní vrstvou je navrženo od poloviny do vrcholu svahu.



Obrázek č. 29: Návrh průřezného profilu 1, zdroj: vlastní



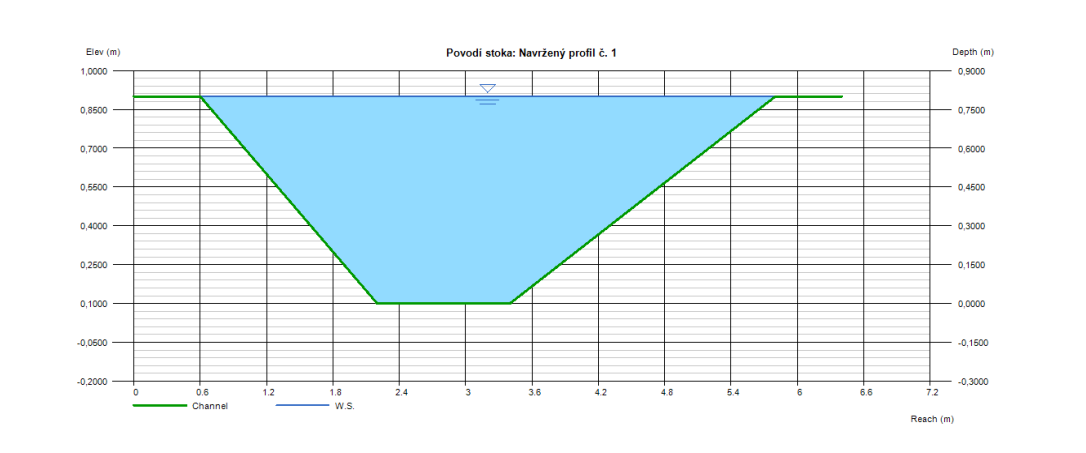
Obrázek č. 30: Návrh průřezného profilu 2, zdroj: vlastní



Obrázek č. 31: Návrh průřezného profilu 3, zdroj: vlastní

Pro tyto profily byl opět proveden v programu AutoCAD civil3D výpočet maximálního průtoku (Q_{\max}) koryta s ohledem na jeho novou drsnost a sklon. Pro příklad uvedu srovnání mezi původním a nově navrženým profilem. Nově navržený

profil má $Q_{\max} = 8,094 \text{ m}^3/\text{s}$ a Q_{\max} stávajícího profilu bylo $1,594 \text{ m}^3/\text{s}$. To je rozdíl o $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$, takže došlo k několikanásobnému zkapacitnění koryta.



Obrázek č. 32: Navržený příčný profil 1 a výpočet Q_{\max} , zdroj: vlastní

Hloubka	Q	Plocha	Rychlost	Šířka hladiny
(m)	(m^3/s)	(m^2)	(m/s)	(m)
0,2667	0,863	0,498	1,7345	2,5333
0,5333	3,412	1,351	2,5254	3,8667
0,8	8,094	2,56	3,1615	5,0
Qmax	8,094			

Tabulka č. 5: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 1, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní

Hloubka	Q	Plocha	Rychlost	Šířka hladiny
(m)	(m^3/s)	(m^2)	(m/s)	(m)
0,2	0,631	0,42	1,5015	2,7
0,4	2,368	1,08	2,1927	3,9
0,6	5,422	1,98	2,7383	5,2
Qmax	5,422			

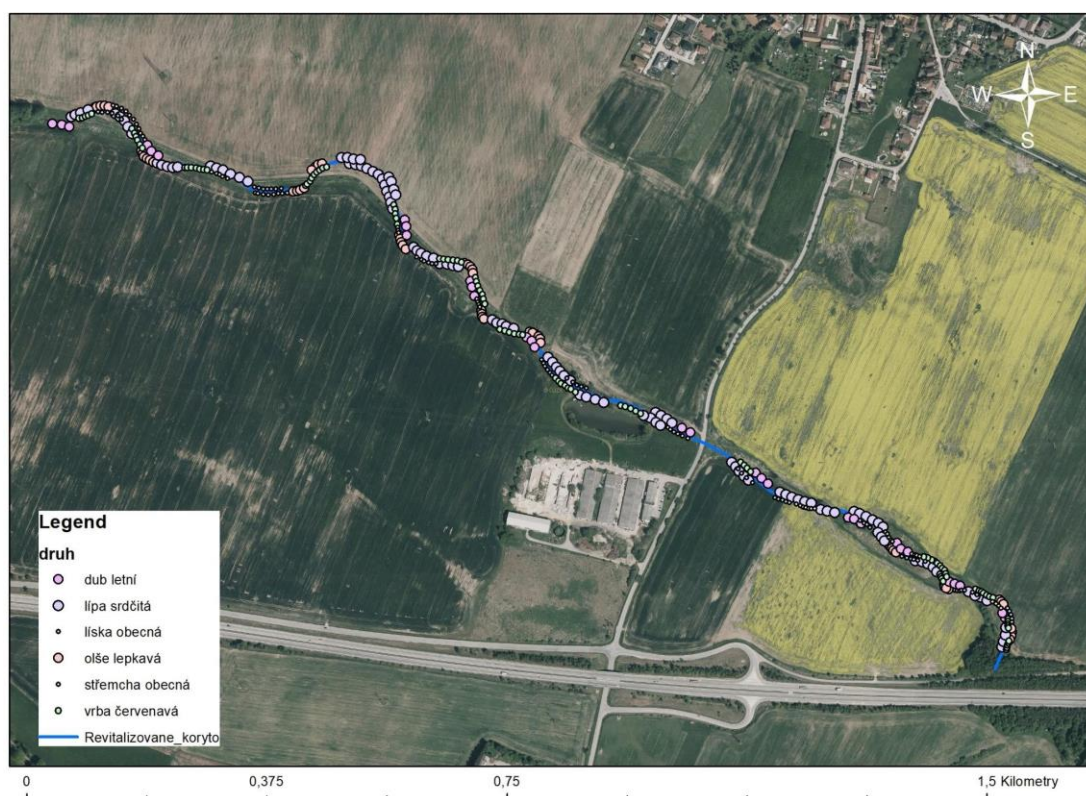
Tabulka č. 6: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 2, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní

Hloubka	Q	Plocha	Rychlost	Šířka hladiny
(m)	(m^3/s)	(m^2)	(m/s)	(m)
0,2	0,631	0,42	1,5015	2,7
0,4	2,368	1,08	2,1927	3,9
0,6	5,422	1,98	2,7383	5,2
Qmax	5,422			

Tabulka č. 7: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 3, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní

6.7.3 Návrh výsadby zeleně

Po dokončení stavby bude oblast zájmového území doplněna výsadbou autochtonních a vodomilných rostlin. Výsadba bude probíhat převážně podél koryta vodního toku pro zmenšení rizika erozní činnosti. V okolí koryta toku mohou být v menší míře vysazeny hluboko kořenicí dřeviny, které pozitivně působí na stabilitu břehů a zastíněním chrání okolní povrch před vysycháním. Pro výsadbu dřevin bude vymezen prostor revitalizované části nivy. Nežádoucí keře a dřeviny budou vykáceny.



Obrázek č. 33: Návrh výsadby doprovodné vegetace, zdroj: vlastní

Na březích bylo navrženo ozelenění z keřů a dřevin, které jsou pro danou lokalitu přirozené, prostřídaly se dřeviny rychle rostoucí a dlouhověké pro přirozené začlenění revitalizovaného toku do krajiny. Jako hlavní, stabilizační účinné druhy byly vybrány rychle rostoucí dřeviny, Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), krajinytvorná dřevina, byla umístěna především na březích vodního toku spolu s keří Líska obecná (*Corylus avellana*), Střemcha obecná (*Prunus padus*). Olše lepkavá se může osazovat i v průmyslové oblasti, poněvadž docela dobře snáší znečištěné ovzduší. Z pomalu rostoucích, dlouhověkých stabilizačních byly vybrány Lípa srdčitá (*Tilia*

cordata) a Dub letní (*Quercus robur*). Vrba červenavá (*Salix*), která dobře snáší zastínění dřevinou a zpevňuje svahy, byla vybraná jako doprovodná dřevina.

6.8 Postup realizací prací souvisejících s revitalizací toku a náklady

Prvním bodem v průběhu prací bude odstranění nežádoucí vegetace a vytrhání zbylých kořenů. Bude následovat rozebrání betonových tvárnic a kamenné dlažby. Vybourané a rozebrané části bývalého opevnění břehu a dna koryta budou odvezeny a uloženy na skládce po dobu, kterou určují zákonné podmínky. Následnými zemními pracemi bude vytvořena nová trasa toku a vymodelován podélný a příčný profil koryta. Kamenné pohozy zpevní patu svahu a část svahu samotného. Jako prvek, který bude rozčleňovat koryto, budou použity balvany, jež budou nepravidelně rozmístěny v celé délce nové trasy koryta. Dokončovací práce budou probíhat na podzim a budou spočívat ve výsadbě doprovodné zeleně a zatravnění dotčených ploch.

Časový harmonogram: práce mohou být zahájeny hned z kraje roku a spočívaly by v odstranění náletových křovin, stromů a vytrhání zbylých pařezů. Na takto připravené ploše je možné provést rozebrání betonových dlaždic a kamenné dlažby tzn. stávající opevnění koryta. Tyto práce by mohly probíhat v průběhu ledna, února a března. Během měsíců dubna, května a června je možné zahájit a dokončit zemní práce spojené s rozhrnutím kamenných záhozů a zasypáním svahů humózní vrstvou. V rámci dokončujících prací proběhne výsadba dřevin a osetí určených ploch travním semenem. Předpokládaná výše nákladů, které budou muset být vynaloženy na tuto revitalizační akci, jsou podrobně popsány v tabulce č.8 „Náklady na stavbu“.

Náklady na stavbu:

Název stavby: Revitalizace potoku Stoka

Název souboru	Cena celkem	Základ DPH 21 %	DPH celkem
Přípravné a zemní práce	4284008,00	3384366,32	899641,68
Vodorovné konstrukce	1239968,00	979574,72	260393,28
Vegetační úpravy	114416,00	90388,64	24027,36
Celkem za stavbu v Kč	5638392,00	4454329,68	1184062,32

Přípravné a zemní práce					
Položka č.:	Název položky	MJ	Množství	Cena/MJ	Celkem Kč
1	Odstranění křovin a travin, spálení	m ²	3804	60,00	228240,00
2	Odstranění pařezů	kus	12	1100,00	13200,00
3	Rozebrání betonových a kamenných dílců	m ²	3531,92	150,00	529788,00
4	Sejmutí ornice, naložení/odvoz	m ³	3896	200,00	779200,00
5	Výkop nového koryta	m ³	1948	300,00	584400,00
6	Čištění nerevitalizované části vodoteče	m ²	6057,2	300,00	1817160,00
7	Zásyp jam a rýh + zhutnění	m ³	367	60,00	22020,00
8	Průzkumné práce	Kč	20000	1,00	20000,00
9	Geodetické práce	Kč	30000	1,00	30000,00
10	Projektová dokumentace stavby	Kč	150000	1,00	150000,00
11	Zřízení staveniště	Kč	60000	1,00	60000,00
12	Příjezdové komunikace – zřízení a likvidace	Kč	50000	1,00	50000,00
Celkem za přípravné a zemní práce			4284008,00		

Vodorovné konstrukce					
Položka č.:	Název položky	MJ	Množství	Cena/MJ	Celkem Kč
1	Zához z kamene do 200 kg	m ³	329,12	1400,00	460768,00
2	Úprava dna + svahů	m ²	3896	200,00	779200,00
Celkem za vodorovné konstrukce			1239968,00		

Vegetační úpravy					
Položka č.:	Název položky	MJ	Množství	Cena/MJ	Celkem Kč
1	Založení trávníku v rovině i ve svahu	m ²	7005,6	10,00	70056,00
2	Výsadba stromu s balem do 200 cm výšky	ks	36	260,00	9360,00
3	Následná péče na rok	Kč	1	35000,00	35000,00
Celkem za vegetační úpravy			114416,00		

Tabulka č. 8: Náklady na stavbu

Jak je zmíněno v kapitole možnosti financování revitalizační akce, žadatelem o financování může být vlastník pozemku, správce toku, nájemce pozemku nebo Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR). Finanční prostředky poskytuje Státní fond životního prostředí, MŽP, vybrané dotační programy EU nebo příslušná obec, v jejímž správním obvodu se má revitalizační akce konat.

Program přirozených funkcí krajiny je plán podpory pro roky 2009–2018. V současnosti je možné čerpat z tohoto programu pro realizování revitalizačních akcí. V podprogramu Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodním ekosystému mohou žádat o dotaci fyzické osoby, právnické osoby, obecně prospěšné organizace, územní samosprávné celky, svazky obcí, občanská sdružení, příspěvkové organizace, organizační složky státu, státní podniky a státní organizace. Již zmiňovaný podprogram je otevřen s možností realizace na celém území České republiky. Sběrná místa pro podání žádosti jsou regionální pracoviště AOPK ČR, která posoudí žádosti a následně MŽP doporučí vhodná opatření k realizaci (<http://www.dotace.nature.cz>).

7. Závěr

V minulém století se prováděly úpravy toků, které jsou v současnosti charakterizovány jako nepřilíš vhodné. V minulosti byla v naší zemi preferována obzvláště některá opatření technického charakteru zabezpečující převážně ochrannou funkci s cílem odvádět vody z krajiny, a to co nejrychleji. Tato opatření jsou obvykle ekonomicky velmi nákladná a náročná na vybudování a poté i na následnou údržbu. Technická opatření velkou mírou ovlivňují přirozený ráz dotčeného území a vodní bilanci.

Současný stav potoka Stoka není ideální, a proto by bylo vhodné provést jeho revitalizaci. Narovnaná trasa toku s betonovými dlaždicemi nebo kamennou dlažbou přináší negativní následky. V takto upraveném korytě dochází k nadměrnému odtoku vody z povodí, a to má přímý dopad na její zásobu v krajině, což se negativně projevuje při nízkém úhrnu srážek. Stávající stav toku je také doprovázen nízkým stupněm oživení a druhou skladbou vegetace.

Navržená opatření popsaná v kapitole 6.7 by měla pozitivně přispět k navrácení přirozeného stavu koryta potoka Stoka. Všechny zmíněné úpravy by měly přispět zvýšenou schopností retence vody v krajině, biologickou rozmanitostí toku a jeho okolí a tím vytvořit krajínotvorný prvek. V kapitole 6.8 je naznačeno, že není důležité jen vhodné navržení revitalizačních opatření, ale současně i zhodnocení možností jejich financování. Další důležitou otázkou jsou majetkoprávní vztahy k pozemkům, které by byly dotčeny revitalizační akcí.

8. Seznam použité literatury

1. ADÁMEK, Z.; HELEŠIC, J.; MAŠÁLEK, B.; RULÍK, M. Aplikování hydrobiologie, 2nd ed.; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod: České Budějovice, 2010. 350 s.
2. BALUGANI, E.; LUBCZYNSKI, M.; REYES-ACOSTA, L.; van der TOL, C.; FRANCÉS, A.; METSELAAR, K. Groundwater and unsaturated zone evaporation and transpiration in a semi-arid open woodland. *Journal of Hydrology* 2017, 547, 54–66 s.
3. BRANIŠ, M.; PIVNIČKA, K.; BENEŠOVÁ, L.; PUŠOVÁ, R.; TONIKA, J.; HOVORKA, J. Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie, 1st ed.; Karolinum: Praha, 1999. 46 s.
4. ČEKAL, R.; HLADNÝ, J. Regionalizace povodí České republiky na základě sezonní analýzy výskytu povodní, 1st ed.; Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova: Praha, 2006. 20 s.
5. DEMEK, J.; MACKOVČIN, P.; BALATKA, B. Zeměpisný lexikon ČR, 2nd ed.; AOPK ČR: Brno, 2006. 580 s.
6. DOSTÁL, T. Zásady revitalizace drobných vodotečí, 1st ed.; České vysoké učení technické: Praha, 2008. 22 s2
7. Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu. Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu. <http://www.dotace.nature.cz/prehled-programu.html> (vlozeno 23. března, 2018).
8. EHRLICH, P.; ZUNA, J.; NOVÁK, L.; ŠLECHTA, V.; KŘOVÁK, F.; KONVIČKOVÁ, M. Revitalizační úpravy potoků: objekty, 1st ed.; Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Praha, 1994. 80 s.
9. GERGEL, J.; EHRLICH, P. Možnosti hodnocení účinnosti revitalizace drobných vodních toků, 1st ed.; Krajinotvorné programy (sborník): Envi Typo, Příbram. 1999. 72 s.
10. GERGEL, J.; HUSÁK, Š. Revitalizace vodních nádrží, 1st ed.; Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Praha, 1997. 56 s.
11. GRAW, M.; BORCHARDT, D. Ein Bach ist mehr als Wasser...: Materialien für einen fächerverbindenden, projektorientierten Unterricht zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern, 2nd ed.; Hessisches

- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Wiesbaden, 2003. 258 s.
12. HADAČ, E. Krajina a lidé, 1st ed.; Academia: Praha, 1982. 156 s.
 13. JANDA, J.; HUSÁK, Š.; HUDEC, K. Mokřady české republiky, 1st ed.; Český ramsarský výbor: Třeboň, 1995. 63 s.
 14. JUST, T. Přírodě blízké úpravy vodních toků v intravilánech a jejich význam v ochraně před povodněmi Revitalizace sídelního prostředí vodními prvky, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: Praha, 2010. 188 s.
 15. JUST, T. Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: Praha, 2012. 39 s.
 16. JUST, T.; ŠÁMAL, V.; DUŠEK, M.; FISCHER, D.; KARLÍK, P.; PYKAL, J. Revitalizace vodního prostředí, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: Praha, 2003. 144 s.
 17. JUST, T.; MATOUŠEK, V.; DUŠEK, M.; FISCHER, D.; KARLÍK, P. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3rd ed. Hořovicko: Státní zemědělské nakladatelství, 2005. 359 s.
 18. JŮVA, K. Odvodňování půdy, 1st ed.; Státní zemědělské nakladatelství: Praha, 1957. 256.
 19. KENDER, J.; PAŘÍZEK, P.; NOVOTNÁ, D.; PELC, F.; BRANŽOVSKÝ, A.; FANTA, J.; JANDURA, M.; HÁJEK, M.; KAULICH, K.; BUČILOVÁ, R. Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny, 1st ed.; ENIGMA s.r.o.: Praha, 2000. 220 s.
 20. KNAPOVÁ, M. Technologie vody, 1st ed.; VŠCHT: Praha. 147 s.
 21. KOPP, J.; NĚMEC, J.; KŘIVÁNEK, J.; KYZLÍK, P. Drobné vodní toky v ČR, 1st ed.; Praha, 2014. 284 s.
 22. KRAVKA, M.; ŠLEZINGR, M.; FIALOVÁ, J.; MARKOVÁ, J.; VYSKOT, I.; DOMOKOŠOVÁ, K. Úprava malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace, 1st ed.; MZLU: Brno, 2009. 138 s.
 23. KREŠL, J. Hydrologie, 1st ed.; MZLU: Brno, 2001. 86 s.
 24. KŘIVÁNOVÁ, M.; ŠTĚPÁN, M. Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách, 2nd ed.; Historie a technika vodních a větrných mlýnů, hamrů, pil, valch, olejen, stoup: Praha, 2000. 324 s.

25. KVÍTEK, T. Zemědělské meliorace. 1st ed.; Jihočeská universita, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2006. 165 s.
26. KVÍTEK, T.; GERGEL, J.; ONDR, P.; ZÁMIŠOVÁ, K.; Zemědělské meliorace, 1st ed.; Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2006. 163 s.
27. LANGHAMMER, J. Povodně a změny v krajině, 1st ed.; Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR: Praha, 2007. 396 s.
28. NOVÁK, L.; IBLOVÁ, M.; ŠKOPEK, V. Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží, 1st ed.; SNTL-Nakladatelství technické literatury: Praha, 1986. 244 s.
29. NOVÁK, L. st.; NOVÁK, L. ml. Protipovodňová opatření v České republice, 1st ed.; Český svaz vědeckotechnických společností: Praha, 2011. 64 s.
30. NOVÁKOVÁ, J. Možnosti revitalizace drobných vodních toků řešení na příkladu dvou případových studií, 1st ed.; Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické university: Ostrava, 2006. 236 s.
31. SKÁCEL, A. Koncepce řešení revitalizace středně velkého povodí na příkladu řeky Bílovky, 1st ed.; Spisy prací přírodovědecké fakulty ostravské univerzity: Ostrava, 1998. 99 s.
32. SLAVÍK, L.; NERUDA, M. Voda v krajině, 1st ed.; Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí: Praha, 2007. 176 s.
33. SLAVÍKOVÁ, L.; BENEŠ, R.; BAREŠ, V.; JÍLKOVÁ, J.; STRÁNSKÝ, D.; VALENTOVÁ, M. Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích, 1st ed.; IREAS, Institut pro strukturální politiku o. p. s.: Praha, 2007. 82 s.
34. Souhrnné mapy VÚMOP, 2016. Geoportál SOWAC GIS. <http://mapy.vumop.cz/> (vlozeno 27. března, 2018).
35. SOUKUP, M. Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. 1st ed. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2006. 108 s.
36. ŠLEZINGR, M. Stabilizace říčních ekosystémů, 1st ed.; Akademické nakladatelství CERM: Brno, 2005. 353 s.

37. TOLASZ, R.; BRÁZDIL, R.; BULÍŘ, O.; DOBROVOLNÝ, P.; DUBROVSKÝ, M.; HÁJKOVÁ, L.; HALÁSOVÁ, O.; HOSTÝNEK, J.; JANOUC, M.; KOHUT, M.; KRŠKA, K.; KŘIVANCOVÁ, S.; KVĚTOŇ, V.; LEPKA, Z.; LIPINA, P.; MACKOVÁ, J.; METELKA, L.; MÍKOVÁ, T.; MRKVICA, Z.; MOŽNÝ, M.; NEKOVÁŘ, J.; NĚMEC, L.; POKORNÝ, J.; REITSCHLÄGER, J. D.; RICHTEROVÁ, D.; ROŽNOVSKÝ, J.; ŘEPKA, M.; SEMERÁDOVÁ, D.; SOSNA, V.; STRÍŽ, M.; ŠERCL, P.; ŠKÁCHOVÁ, M.; ŠTĚPÁNEK, P.; ŠTĚPÁNKOVÁ, P.; TRNKA, M.; VALERIÁNOVÁ, M.; VALTER, J.; VANÍČEK, K.; VAVRUŠKA, F.; VOŽENÍLEK, V.; VRÁBLÍK, T.; VYSOUDIL, M.; ZAHRADNÍČEK, J.; ZUSKOVÁ, I.; ŽÁK, M.; ŽALUDR, Z. Atlas podnebí Česka, 1st ed.; Český hydrometeorologický ústav, Universita Palackého: Praha, Olomouc, 2007. 256 s.
38. TLAPÁK, V.; ŠÁLEK, J.; LEGÁT, V. Voda v zemědělské krajině, 1st ed.; Praha, 1992. 318 s.
39. VOPRAVIL, J. Půda a její hodnocení v ČR, 1st ed.; Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Praha, 2009. 148 s.
40. VRÁNA, K. Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu, 1st ed.; Konsult: Praha, 2004. 164 s.
41. VRÁNA, K.; BERAN, J. Rybníky a účelové nádrže, 1st ed.; České vysoké učení technické: Praha, 1998. 150 s.
42. VRÁNA, K.; DOSTÁL, T.; GERGEL, J.; KENDER, J.; ZUNA, J. Revitalizace malých vodních toků, 1st ed.; Consult: Praha, 2004. 60 s.
43. VRÁNA, K.; EHRLICH, P.; GERGEL, J.; HŮDA, J.; KENDER, J.; MORAVCOVÁ, J. Revitalizace krajiny, 1st ed.; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2009. 150 s.
44. ZUNA, J. Vodní toky s malým povodím a jejich úpravy ve vztahu k životnímu prostředí, 1st ed.; Vodní hospodářství: Praha, 1989. 33 s.

9. Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Návrh revitalizace toku s přechodnými úseky v blízkosti intravilánu obce, zdroj: Just, (2010).....	20
Obrázek č. 2: První generace „revitalizací“ koryta, zdroj: Just a kol., (2003).....	22
Obrázek č. 3: Návrh revitalizace vodního toku, zdroj: Just a kol., (2005).....	23
Obrázek č. 4: Návrh nové trasy koryta, zdroj: Just a kol., (2005)	25
Obrázek č. 5: Průtočný profil přirozeného a revitalizovaného koryta, zdroj: Just a kol., (2005).....	27
Obrázek č. 6: Lokalizace povodí potoka Stoka, zdroj: vlastní.....	32
Obrázek č. 7: Katastrální hranice povodí potoku Stoka, zdroj: vlastní.....	34
Obrázek č. 8: nový úsek dálnice D3, zdroj: vlastní.....	43
Obrázek č. 9: Výpočet eroze pro zvolené území, zdroj: vlastní.....	45
Obrázek č. 10: Příčný profil koryta úseku 1, zdroj: vlastní	47
Obrázek č. 11: Opevněné koryto v úseku 1, zdroj: vlastní	47
Obrázek č. 12: Příčný profil koryta úseku 2, zdroj: vlastní	48
Obrázek č. 13: Koryto toku v úseku 2, zdroj: vlastní.....	49
Obrázek č. 14: Příčný profil koryta úseku 3, zdroj: vlastní	50
Obrázek č. 15: Koryto toku v úseku 3, zdroj: vlastní.....	50
Obrázek č. 16: Příčný profil koryta úseku 4, zdroj: vlastní	51
Obrázek č. 17: Příčný profil koryta úseku 5, zdroj: vlastní	52
Obrázek č. 18: Koryto toku v úseku 5, zdroj: vlastní.....	53
Obrázek č. 19: Příčný profil koryta úseku 6, zdroj: vlastní	54
Obrázek č. 20: Koryto toku v úseku 6, zdroj: vlastní.....	54
Obrázek č. 21: Příčný profil koryta úseku 7, zdroj: vlastní	55
Obrázek č. 22: Koryto toku v úseku 7, zdroj: vlastní.....	56
Obrázek č. 23: Příčný profil koryta úseku 8, zdroj: vlastní	57
Obrázek č. 24: Koryto toku v úseku 8, zdroj: vlastní.....	57
Obrázek č. 25: Malá vodní nádrž v úseku 9, 10, zdroj: vlastní.....	58
Obrázek č. 26: Příčný profil koryta a výpočet Q_{max} , zdroj: vlastní.....	59
Obrázek č. 27: Podélný profil potoku Stoka, zdroj: vlastní	60
Obrázek č. 28: Detail návrhu kynety toku, zdroj: vlastní	62
Obrázek č. 29: Návrh průtočného profilu 1, zdroj: vlastní	63
Obrázek č. 30: Návrh průtočného profilu 2, zdroj: vlastní	63

Obrázek č. 31: Návrh průtočného profilu 3, zdroj: vlastní	63
Obrázek č. 32: Navržený příčný profil 1 a výpočet Q_{\max} , zdroj: vlastní.....	64
Obrázek č. 33: Návrh výsadby doprovodné vegetace, zdroj: vlastní.....	65

10. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Využití území – landuse, zdroj: vlastní.....	40
Tabulka č. 2: Stupeň ekologické stability území, zdroj: vlastní	42
Tabulka č. 3: Osevní postup pro zvolené území, zdroj: vlastní	44
Tabulka č. 4: Výpočet Q_{\max} , AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní	59
Tabulka č. 5: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 1, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní	64
Tabulka č. 6: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 2, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní	64
Tabulka č. 7: Výpočet Q_{\max} pro navržený průtočný profil 3, AutoCAD civil3D, zdroj: vlastní	64
Tabulka č. 8: Náklady na stavbu	67

11. Seznam grafů

Graf č. 1: Využití území – landuse, zdroj: vlastní.....	41
Graf č. 2: Stupeň ekologické stability v %, zdroj: vlastní.....	42

12. Seznam příloh

Příloha č. 1: Poškozené koryto toku.....	79
Příloha č. 2: Zatravnovací pás na půdním bloku u obce Hůry.....	79
Příloha č. 3: Mapa SES	80
Příloha č. 4: Mapa rozvodnice	81
Příloha č. 5: Mapa půdních bloků v povodí Stoka.....	82
Příloha č. 6: Revitalizované koryto pod dálnicí D3	83

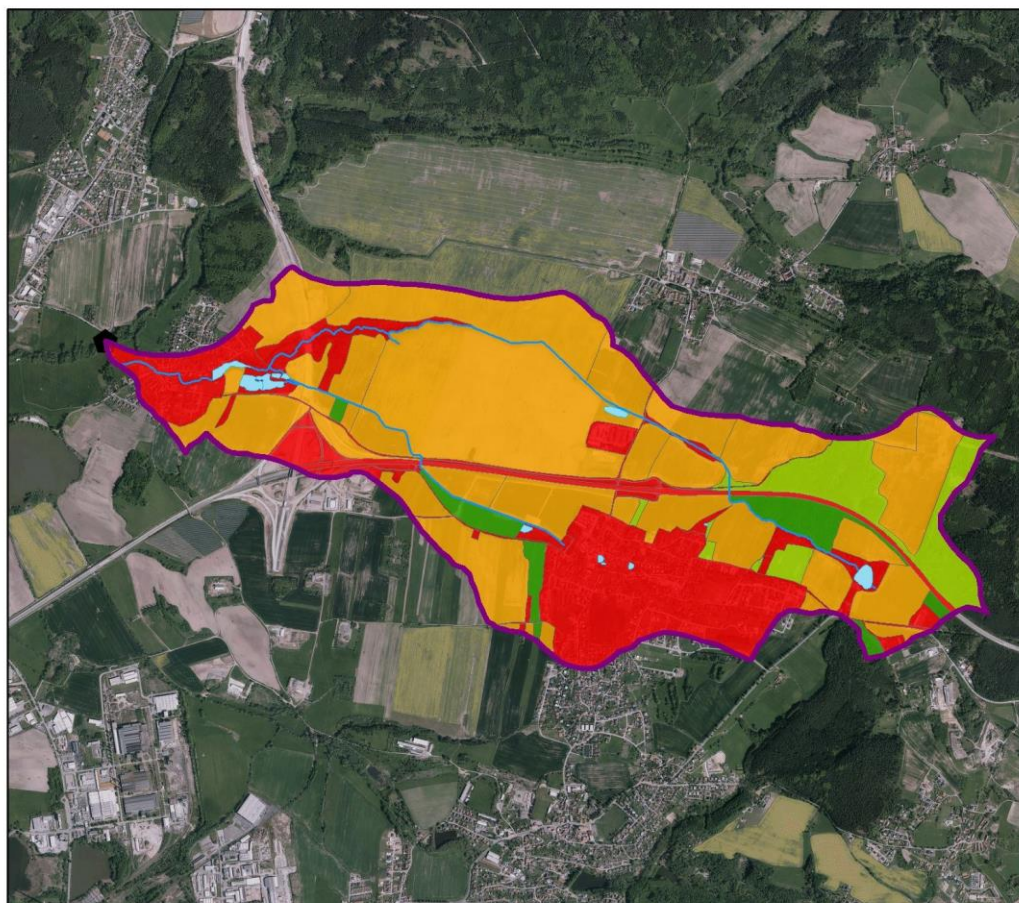


Příloha č. 1: Poškozené koryto toku






Příloha č. 2: Zatravnovací pás na půdním bloku u obce Hůry

Mapa - SES



Legenda

-  Rozvodnice
-  Vodní tok
-  Vodní plochy

SES

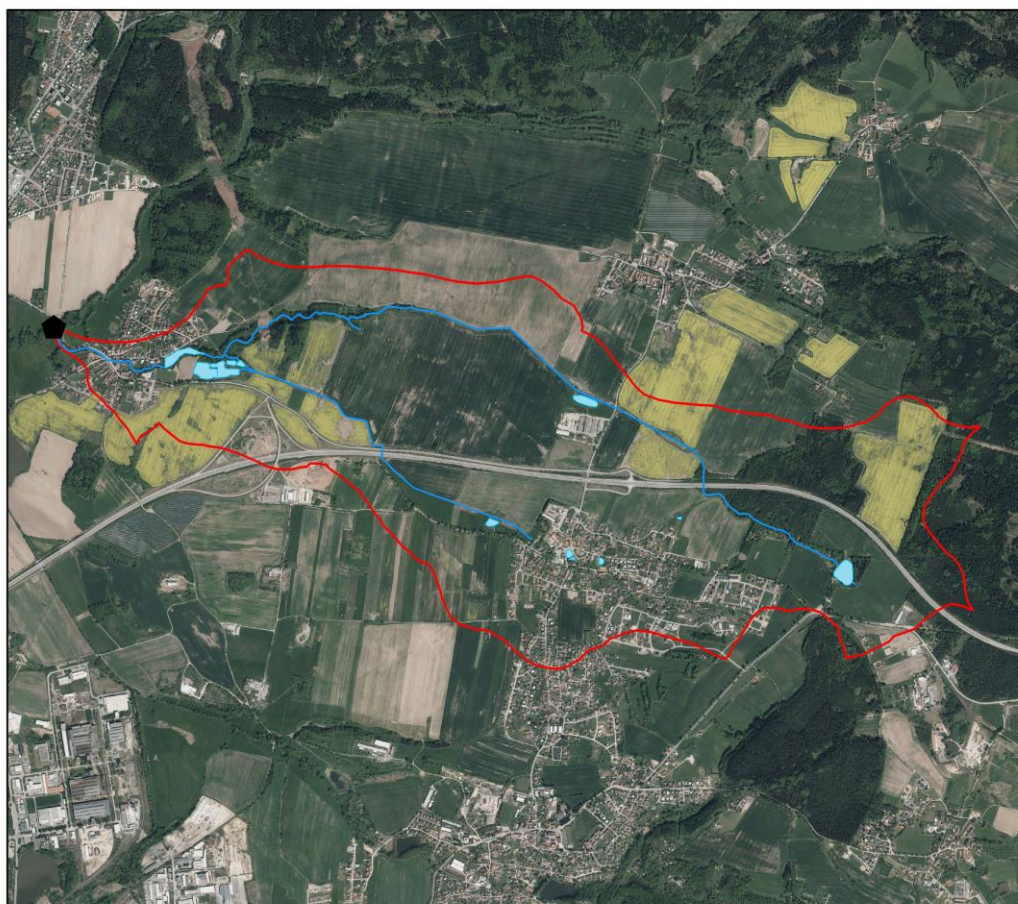
-  0
-  1
-  3
-  4

Lukáš Podhola



Příloha č. 3: Mapa SES

Mapa - rozvodnice Stoka



Legenda

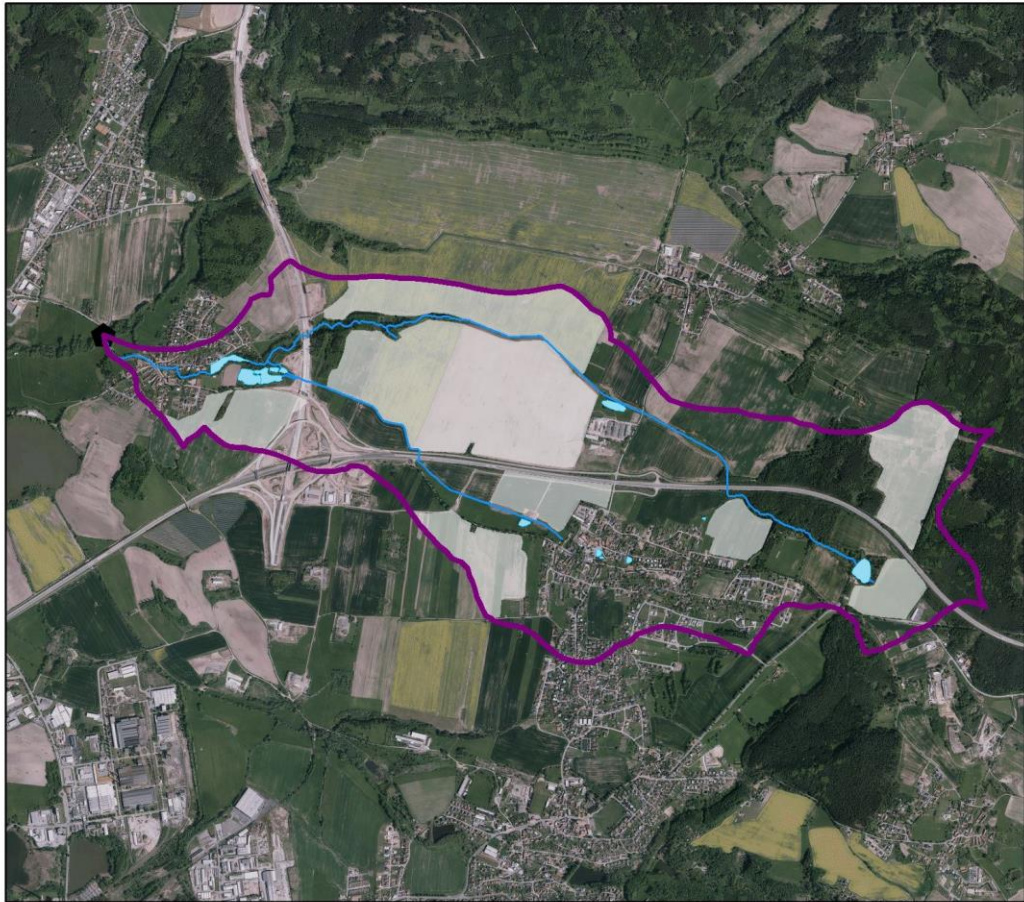
-  Uzávěrový profil
-  Vodní tok
-  Vodní plochy
-  Rozvodnice
-  Ortofoto

0 0,5 1 2 Kilometry







Příloha č. 4: Mapa rozvodnice

Mapa - Půdní bloky



Legenda

-  Rozvodnice
-  Vodní tok
-  Vodní plochy
-  Půdní bloky
-  Uzávěrový profil

Lukáš Podhola



Příloha č. 5: Mapa půdních bloků v povodí Stoka



Příloha č. 6: Revitalizované koryto pod dálnicí D3