



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra krajinného managementu

Diplomová práce

Kvantifikace vlivu revitalizace toku na změnu objemu vody
zadržené v krajině

Autor(ka) práce: Bc. Karel Pícha DiS.

Vedoucí práce: Ing. Václav Bystřický, Ph. D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Hlavním cílem této diplomové práce je zhodnocení vlivu provedené revitalizace na řece Stropnici na množství vody zadržené v krajině. Teoretická část práce se zaměřuje na popis revitalizací a na retenci vody v krajině. Praktická část se zaměřuje na popis vybraného území, popis samotné revitalizace daného úseku a na porovnání množství vody v tomto úseku před revitalizací a po ní. Revitalizace prospěla nejenom toku, jehož délka se v daném úseku značně prodloužila za pomoci meandrů, ale i širšímu okolí řeky, které v současné době vykazuje známky zamokření.

Klíčová slova: Revitalizace; Renaturace; Retence

Abstract

The main objective of this thesis is to evaluate the impact of the revitalization of the Stropnice River on the amount of water retained in the landscape. The theoretical part of the thesis focuses on the description of the revitalizations and the water retention in the landscape. The practical part focuses on the description of the selected area, the description of the revitalisation of the given section and the comparison of the amount of water in this section before and after the revitalisation. The revitalisation has benefited not only the stream, the length of which has been considerably extended by the meanders in the section in question, but also the wider river area, which is currently showing signs of waterlogging.

Keywords: Revitalization; Renaturation; Retention

Poděkování

Především bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce Ing. Václavu Bystřickému, Ph. D. za odborné vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat státnímu podniku Povodí Vltavy za poskytnutí dokumentace o revitalizaci. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární rešerše.....	8
1.1 Definice pojmu revitalizace.....	8
1.2 Historie revitalizací	9
1.3 Zvolení vhodnosti toku pro revitalizaci.....	12
1.4 Revitalizace koryt vodních toků.....	13
1.5 Vegetační doprovod revitalizovaného toku.....	17
1.6 Objekty pro revitalizaci	17
1.7 Hodnocení revitalizací.....	18
1.8 Renaturace vodních toků	19
1.9 Retenční schopnost krajiny	23
1.10 Opatření ke zvýšení retence	24
2 Metodika	27
2.1 Cíl práce	27
2.2 Materiál	27
2.3 Metody.....	28
3 Výsledky a diskuze	32
3.1 Koryto před revitalizací.....	32
3.2 Popis revitalizace toku.....	33
3.2.1 Podklady které byly použity pro revitalizaci	37
3.3 Koryto po revitalizaci a nově vzniklé laguny.....	37
3.4 Porovnání starého a revitalizovaného koryta	48
3.4.1 Porovnání průtoků.....	48
3.4.2 Porovnání okolí koryta toku před revitalizací a po revitalizaci	55
3.5 Vyhodnocení a diskuze	56

Závěr	58
Seznam použité literatury.....	59
Seznam obrázků	63
Seznam tabulek	65
Přílohy	67

Úvod

V minulém století proběhlo mnoho úprav vodních toků a většina z nich se ukázala jako nevhodná z pohledu množství vody zadržného v krajině. Šlo hlavně o napřimování toků a masivní odvodňování, což mělo velmi negativní dopad na zásoby vody v krajině. Toto byl jeden z důvodů, proč se začaly řešit revitalizace, které měly za úkol přiblížit se co nejvíce původnímu stavu podzemních a povrchových zásob vod, ale úplná obnova původního stavu již není reálná.

Teoretická část této diplomové práce je zaměřená na revitalizace, jejich vývoj, provedení, hodnocení a také na zadržování vody v krajině.

Praktická část se věnuje konkrétní revitalizaci, která byla v roce 2014 provedena v Jihočeském kraji na řece Stropnici, jejíž koryto bylo v minulosti napřimeno a uloženo do polovegetačních tvárnic, kvůli potřebě nových pozemků, které měli sloužit jako náhrada za pozemky využití při stavbě jaderné elektrárny Temelín. Tyto nově vzniklé pozemky byly zemědělsky využívány až k samému okraji koryta. Součástí revitalizačního projektu bylo obnovení původní trasy koryta, odstranění opevnění, tvorba nových lagun, obnovení vegetace, která byla v minulosti odstraněna a obnovení morfologických podmínek. Revitalizace byla v roce 2014 provedena pouze na části toku kvůli majetkovým důvodům, ale v současné době se již plánuje druhá etapa revitalizací, která bude navazovat na již revitalizovaný úsek.

1 Literární rešerše

1.1 Definice pojmu revitalizace

Pojem revitalizace se poprvé objevil v 70. letech 20. Století v západní Evropě pravděpodobně v Anglii. Tento pojem byl spojen s nápravou nepřiměřeně upravených vodních toků. Cílem revitalizací bylo vrátit vodním tokům jejich přirozený vzhled i funkce, ale snahy v prvních letech byly směřovány především na estetickou stránku (Rohon, 2004).

Obecně se pod pojmem revitalizace míní obnovení původních ekologických funkcí krajiny a s nimi i návrat přirozených společenstev rostlin a živočichů. Tedy návrat původních přírodních hodnot a vzájemných vztahů, na které byla lidská populace adaptována stovky let, a které se v průběhu posledního půlstoletí silně zredukovaly nebo úplně vymizely (Kvítek, 2004). Pojem revitalizace by měl být spojován s komplexním zásahem vedoucím nejenom k nápravě podélné a příčné geometrie koryta a úpravě celého záplavového území, ale také k úpravě břehové linie a celé nivy (Adámek, 2010). Tato úprava by měla zabezpečit obnovu a především dlouhodobou stabilitu přirozeného stavu toku podmiňujícího plné zajištění jeho ekologických funkcí (Gergel, 1999) a zvýšení zásob podzemních vod (Edwards, 2016). Druh, způsob, postup a rozsah revitalizačních úprav se navrhuje podle kategorie vodního toku, místních podmínek v zájmovém území a podle druhu navrhovaných opatření (Vrána, 2009).

U technických revitalizací se nejčastěji pracuje s obnovením přirozenějšího tvaru koryta vodního toku a niv, navrácení tlumivého povodňového rozlivu v nivách a podpora přirozených forem retence. Další nedílnou součástí technických revitalizací je revitalizování nevhodně odvodněných ploch a opatření pro podporu vsakování vody a tvorby zásob podzemní vody a rehabilitace pramenišť (Just, 2005). Pro podporu zvýšení zásob podzemních vod se provádí změlčování upravených koryt (Edwards, 2016).

Hlavním cílem revitalizací bylo vytvoření vhodných počátečních podmínek pro spontánní přirozený vývoj nové přírodní oblasti zahrnující meandrující nížinný tok s vyvinutou strukturou brodů a tůní, s přirozenými procesy a přírodními biotopy.

Další cíle revitalizací byly – zvětšení prostoru toku, úprava koryta, obnova říčních ramen a zvětšení plochy záplavové nivy (Hejnák, 2004). Velké množství revita-

lizací se zaměřuje také na zadržení většího množství vody v krajině a zmírnění účinků vodních erozí, protipovodňová opatření, obnovu rašelinišť, lužních lesů a v neposlední řadě i mokřadů (Štěrba, 2008).

Cílem revitalizací není pouze zlepšování objemu vody v toku, jde také o zlepšování stavu podzemních vod a okolní krajiny. Velký vliv na zásobu podzemních vod má odstraňování opevnění koryt, které zabraňovalo infiltraci. Odstranění opevnění a úprava parametrů koryta má vliv i na krajinu v okolí koryta (Rozman, 2020).

1.2 Historie revitalizací

V 60-70. letech minulého století vrcholil takzvaný „zápas člověka s přírodou“ o ovládnutí velmi proměnlivé vodní komponenty. Hlavním cílem bylo bezpečné převedení přebytku velkých vod z území (Gegel, 1999). Při dřívějších úpravách toků bylo velmi běžné, že délka toku byla zkrácena a koryto dna bylo částečně opevněno (Raplík, 1989). Původní meandrovité toky téměř vymizely, jejich trasy byly srovnány, nivy kolem nich byly postupně odvodňovány (Gegel, 1999). Dna koryt toků byla často opevněna pomocí dlažby z lomového kamene (Jůva, 1984). Stavby vedoucí k odvodňování a narovnávání toků, byly investičně velmi nákladné a byly prováděny nejenom na území ČR ale i v řadě dalších Evropských zemí.

Poznání následků těchto opatření směřovaných k ovládnutí přírodních procesů vedlo k zásadní změně pohledu a přijetí skutečnosti, že přírodu nelze ovládnout, ale lze s ní pouze smysluplně spolupracovat. Návrat ke stavu kdy vodní toky nebyly zasazeny lidskými aktivitami, však již není reálný (Gergel, 1999).

Vývoj revitalizací se dá rozdělit do 3 vývojových etap, takzvaných generací, které ovšem nelze přesně časově zařadit. Tyto vývojové etapy lze popsat:

1. Generace – zachování původního profilu koryta, původní trasy, původního opevnění a vkládání spádových objektů, tůní a prohlubní.
2. Generace – navržení nové trasy koryta, odstranění opevnění a změnu koryta spíše na mělčí.
3. Generace – zaměření na spíše komplexní řešení v rámci pásu údolní nivy, snaha o co nejvíce přirozené napojení revitalizační úpravy toku na okolí (Vrána, 2004).

V dnešní době považujeme za správně udělanou revitalizaci takovou akci, kdy tok dostává volnost ke svému rozvoji, korytotvorné činnosti a formování dna. Revitalizovaný tok podle dnešních kritérií vykazuje vlastnosti, kvůli kterým byl v minulosti upraven, jedná se o zamokření okolních pozemků, vybřežování, trasa koryta podléhá vývoji a mírně se mění. (Rohon,2004).

V osmdesátých letech minulého století lze zaznamenat snahu navrátit čistě technicky prováděné úpravy vodních toků přírodě a obnovit jejich přirozený charakter. Tato snaha se projevila nejprve v Německu a Nizozemsku (Plecháč, 1999). Jedním z hlavních cílů revitalizací v těchto zemích, bylo zlepšení protipovodňové ochrany (Štěřba, 2008). Revitalizace prováděné například na území Německa pro nás slouží jako poučení a inspirace při tvorbě nových revitalizací. Tyto revitalizace se projevují hlavně přírodě blízkým rozvolněním koryta (Just, 2005). Na území České republiky se stejně jako v okolních státech stalo, že díky nadměrnému využívání krajiny a rozšiřování hospodaření na půdě, že v krajině už prakticky nenajdeme přirozený vodní tok. Návrat vodních toků do jejich původního přirozeného stavu již není možný, ale je možné pomocí revitalizací iniciovat přírodní pochody, které omezí stále zhoršující se stav a podpoří obnovu přírodního prostředí (Ehrlich, 1994). Snaha o obnovu přírodního prostředí české krajiny se stala i národním programem a byly na ní přiděleny dotace (Cílek, 2004).

Roku 1992 byl schválen usnesením vlády České republiky Program revitalizace říčních systémů jako první krajinotvorný program MŽP (Dostál, 2004). Hlavním aktérem, který se zasadil o založení tohoto programu, byl Ivan Dejmal, který byl v té době ministrem životního prostředí (Cílek, 2017). Díky schválení tohoto programu mohly na našem území začít první revitalizační práce, které jsou prováděny stále efektivněji (Váchal, 2011).

Tento program se zaměřoval na:

1. Podporu a zvýšení retenční schopnosti krajiny pro zvětšení objemu vodní zásoby v dané oblasti krajiny pomocí infiltrace a schopnosti retence půdního profilu, zadržování vody v mokřadech, rybnících a malých vodních nádržích.
2. Obnovu přirozené funkce vodních toků v celém komplexu, koryt a doprovodných břehových porostů a údolních niv.
3. Systémovou nápravu negativních dopadů realizovaných opatření při neuvážené intenzifikaci rostlinné výroby, jejímiž projevy je nárůst eroze zemědělských

půd, zhutnění půd, rozpad půdní struktury a další doprovodné jevy se zhoršujícím dopadem na přírodní prostředí.

4. Zakládání a obnovu prvků s vyššími retenčními vlastnostmi území (suché poldry)

5. Obnovu hydrologické a prostorové struktury mokřadních systémů.

6. Obnovu hydrologického režimu odstavených ramen vodních toků.

Roku 1994 byl rozpočet Programu revitalizace říčních systémů zvýšen na 150 000 000 Kč. V roce 1995 činila částka rozpočtu již 215 000 000, ale i přes nárůst rozpočtu došlo k tomu, že nebylo možné uspokojit všechny doporučené žádosti a nevyřízené žádosti musely být převedeny do dalšího roku. (Dostál, 2004).

V roce 2001 bylo tímto programem podpořeno 219 revitalizačních akcí, jejichž náklady dosáhly 239,759 mil. Kč a roku 2002 179 revitalizačních akcí o nákladech v hodnotě 194,727 mil. Kč (Lágner, 2004) viz. tabulka 2.1. V současné době bohužel není prakticky možné zjistit množství financí investovaných do revitalizací, protože revitalizační program byl spojen s dalšími programy pro ochranu přírody.

Tabulka 1.1: Vývoj ročních výdajů na krajinotvorné programy v mil. Kč (Vrána, 2004)

Rok	Program revitalizace říčních systémů	Program péče o krajinu	Program drobných vodo hospodářských ekologických akcí	Celkem
1992	20,0			20,0
1993	79,9			79,9
1994	147,4			147,4
1995	196,2			196,2
1996	254,8	143,8		398,6
1997	237,5	143,9		381,4
1998	343,9	151,0	0,1	495,0
1999	435,8	223,0	236,9	913,7
2000	251,3	241,0	281,3	595,7
2001	253,3	238,1	339,3	773,6
2002	192,1	106,9	211,8	510,8
2003	473,1	209,0	103,2	785,3
Celkem	2 885,3	1 456,7	1 172,6	5 514,6

V současné době existuje několik programů, které zajišťují finanční podporu revitalizačních projektů:

1. Program Podpory obnovy přirozených funkcí krajiny – tento program je financovaný Ministerstvem životního prostředí. Tento program se dělí na 6 podprogramů označených šestimístními kódy, z nichž se revitalizacemi zao-

bírá podprogram, který se nazývá Podpora adaptace vodních ekosystémů označený kódem 115 164. Tento podprogram slouží k zajištění financí pro opatření zaměřené na zlepšování přirozených funkcí vodních toků, čímž je myšlena hlavně migrační propustnost. Tento podprogram je také zaměřen na obnovu nebo tvorbu nových tůní, mokřadů a vodních nádrží s přírodě blízkým

charakterem nebo na zakládání a revitalizace prvků, které mají dopad na systém ekologické stability vázaný na vodní režim (AOPK ČR, 2022).

2. Operační program životního prostředí – financování tohoto programu je zajištěno z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj. Jeho hlavním cílem je ochrana a zvyšování kvality životního prostředí v České republice. O podporu si mohou žádat obce, města, organizace státní správy a samosprávy, výzkumné a vědecké ústavy, neziskové organizace a fyzické osoby zabývající se podnikáním. Výše podpory může běžně dosahovat až 85% celkových výdajů projektu a ve výjimečných situacích i 100%, pokud se jedná o projekty zaměřené na ochranu přírody (OPZP, 2022).

V mnoha případech však nebude moci k revitalizacím na našem území dojít především z majetkových důvodů (Gergel, 1999).

1.3 Zvolení vhodnosti toku pro revitalizaci

Pojem vodní tok zahrnuje obvykle bystřiny, horské potoky, potoky, řeky, veletoky a uměle vytvořené toky. Vodní tok spolu se svým povodím tvoří celek, který je nedílný a vznikl dlouhým vývojem přírody a ovlivnila ho činnost člověka (Hasík, 1974). Hydrografická síť ČR je tvořena podrobnou sítí malých vodních toků, řek a potoků. Většina z těchto vodních toků, přibližně 76 000km bylo nějakým způsobem ovlivněno lidskými aktivitami a jejich přirozený stav se změnil (Ehrlich, 2005).

Pro zhodnocení jestli je vhodné v daném místě provést revitalizaci je nutné nejprve získat co nejvíce informací o lokalitě. Mezi tyto informace patří:

- 1) Hydrologické údaje
- 2) Jakost vody v toku
- 3) Písemné doklady a dokumenty vztahující se k řešenému vodnímu toku a jeho povodí – historické, současné i plánované
- 4) Terénní průzkum řešeného úseku a širšího území, zaměření současného stavu
- 5) Inženýrsko-geologický, hydrogeologický a pedologický průzkum

-
- 6) Hydrologický režim toku
 - 7) Letecké snímky a ortofotomapy
 - 8) Podklady zemědělské a lesní výroby
 - 9) Biologický a historický průzkum (Soukup, 2008).

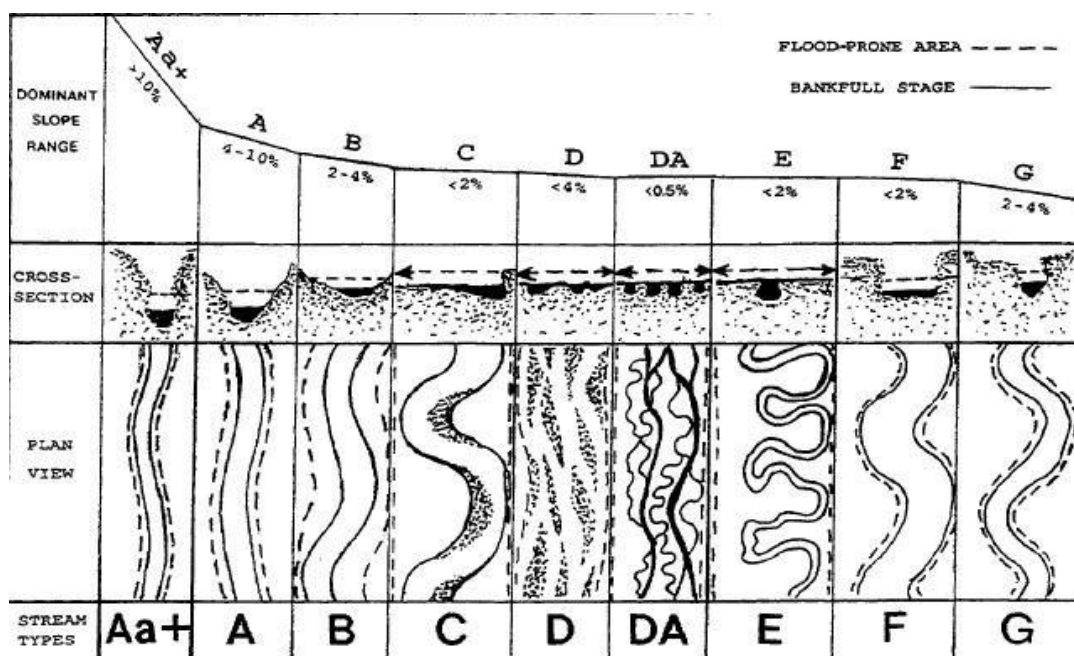
Nejlepší lokalita pro revitalizaci je taková, kde řešený vodní tok prochází luční krajinou a majitelé okolních pozemků souhlasí se změnou trasy koryta toku. Z hlediska úseku toku je nejlepší, pokud revitalizační akcí vznikne co nejdější a nepřerušovaná migrační cesta napojená na přirozené vodoteče. Nejvhodnější je, pokud revitalizací vznikne meandrující tok (Vrána, 2004).

1.4 Revitalizace koryt vodních toků

Nejlepší lokalita v kulturní evropské krajině se již v dnešní době nenajde vodní tok, který by byl zcela přírodní (Cílek, 2017). Při revitalizaci je vhodnější volit mělčí a užší tvar koryta, protože v takovém korytě voda dříve vybřeží a koryto nebude devastováno velkou vodou. Rozměry koryta by samozřejmě měly odpovídat vybrané lokalitě a vodnosti. Menší koryto je také snadnější realizovat z pohledu stability (Vrána, 2004). Značné množství technických zásahů do přirozené trasy koryt vodních toků mělo za následek ztrátu jejich přirozené členitosti. Velkým problémem bylo, že nebyla brána v potaz sklonitost terénu, díky které vznikala koryta znatelně větších hloubek a šířek. Vyrovnávání velkých sklonů terénu bylo řešeno pomocí spádových objektů (Kender, 2000). Mezi problémy co přinesly tyto úpravy patří zrychlení běžných i povodňových průtoků, větší nároky na stabilitu koryta v důsledku vyšších rychlostí a možné eroze, snížení zásob mělké podzemní vody zahloubením koryta a plošným odvodněním, půdní smyvy z intenzivně zemědělsky využívaných okolních pozemků, omezení migrace vodních živočichů nevhodným průtokovým režimem a migračními překážkami, omezení členitosti koryta a tím omezení bohatosti a rozmanitosti oživení faunou a flórou, snížení samočisticí schopnosti vodního toku zkrácením trati a odstraněním sinosti, změny průtokového a splaveninového režimu, omezení kontaktu vody v korytě s podzemní vodou v případě nepropustního opevnění, ztráta biodiverzity izolací vodního toku, ztráta přirozeného charakteru koryta. Obnova přirozené členitosti koryta částečně pomůže navrátit vodnímu toku jeho původní přirozený charakter, obnoví jeho přirozené funkce a v příznivých místních podmínkách dá impuls k tomu, aby se vodní tok dále přetvářel samovolně

a přirozeně. V případě že jsou podmínky nepříznivé je snaha tok přiměřeně usměrnit a udržet v určitých mezích (Soukup, 2008).

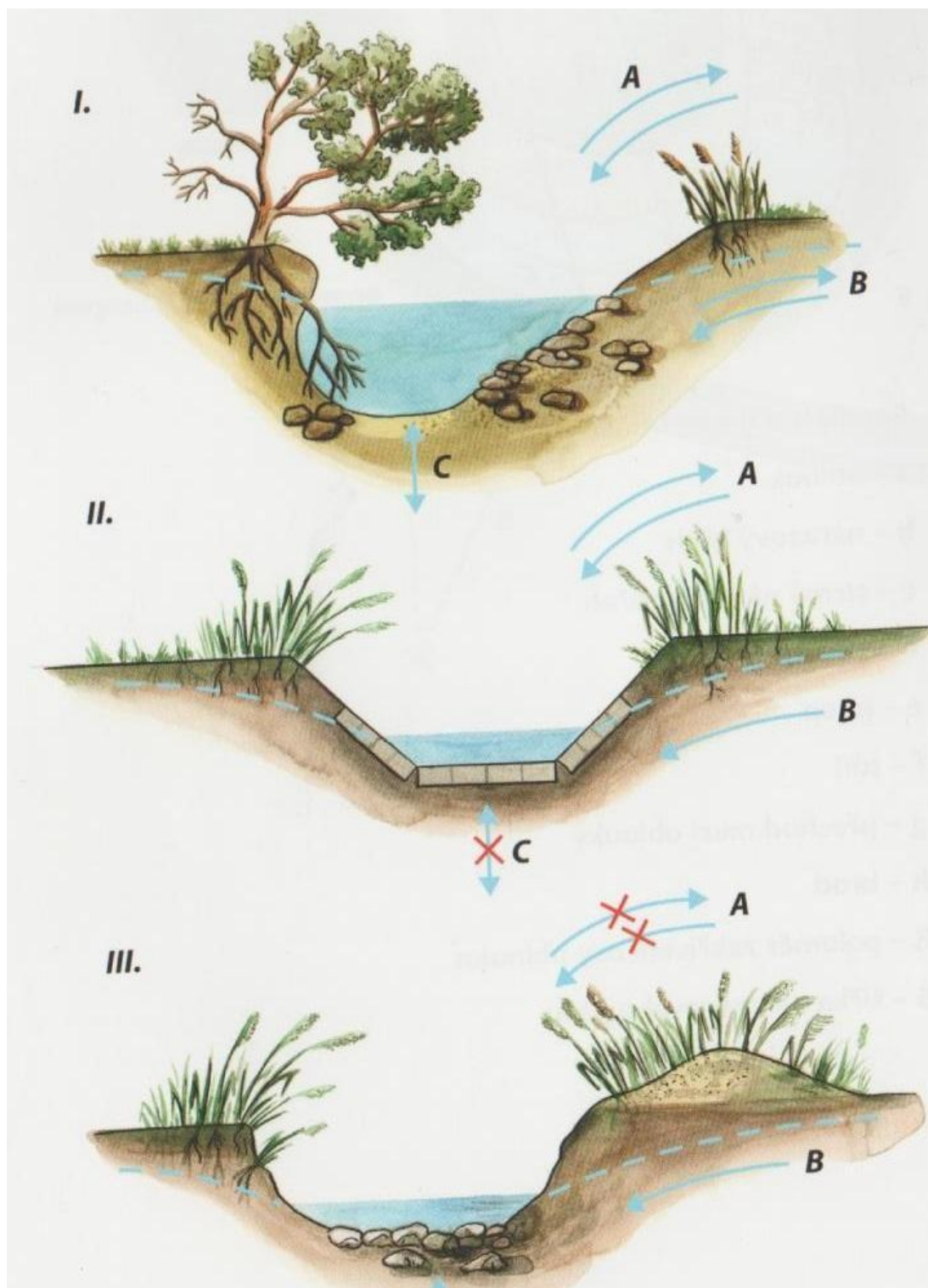
Podélný profil koryta vodního toku by měl odpovídat požadavkům na vodní biotop koryta, přičemž je potřeba podřídít odolnost koryta a zabezpečení proti velkým vodám, zabezpečením účelových funkcí koryta a minimalizaci následné potřeby provádět údržby na korytě. Podélný sklon dna, hloubka a tvar koryta, drsnost, stabilita a opevnění musí být řešeny s ohledem na účelové a ekologické funkce toku (Vrána, 2009). V krajně s velkým sklonem údolí není vhodné navrhovat meandrující tok, protože pro takovýto sklon krajiny nejsou meandry přirozené, při snížení průtoků by došlo k jejich zániku. (Rosgen, 1994). Různé typy toků s ohledem na podélný sklon lze vidět na obrázku 1.1.



Obrázek 1.1: Vliv podélného sklonu na vlnitost toku (Rosgen, 1994)

Z pohledu příčného profilu jde při revitalizacích hlavně o nápravu uměle vytvořených prizmatických tvarů koryta a o úpravu koryt s nízkou drsností. Tyto nevhodné úpravy, které byly provedeny v minulosti a zvýšily rychlost odtoku vody a prakticky znemožnily kontakt vody v toku s podpovrchovou vodou (Šlezinger, 2009). Koryto by nemělo být geometricky pravidelné. V obloucích koryta toku má být tvar nesymetrický. Symetrický tvar koryt je typický pro úseky přechodu mezi protisměrnými oblouky. Naopak v intravilánech je důležité se zaměřit na estetické a především hygienické funkce toku.

Při tvorbě opevnění koryta se musí dbát i na dopad zvoleného opevnění na komunikaci koryta s okolím (Cílek, 2017). Znázornění rozdílu přirozeného a opevněného koryta lze vidět na obrázku 1.2. Opevnění koryta se navrhuje při návrhovém průtoku, jestliže odolnost původního materiálu svahů a dna je menší než namáhání proudící vodou při návrhovém průtoku. Do plánování je důležité zahrnout i účinky zimního režimu. Druh opevnění by měl odpovídat charakteru toku, stanovištním podmínkám, kolísání hladiny v toku, hydrologickým požadavkům a podmínkám odolnosti a stability zjištěných z výpočtů. Při tvorbě návrhu je důležité upřednostnit poddajné a přírodě blízké opevnění (Vrána, 2009). Vhodným řešením stabilizace může být například kamenná rovnanina, zához nebo kamenný pohoz. Naprosto nevhodným řešením jsou fólie, betonové desky, pneumatiky, tvárnice a polovegetační tvárnice, protože tyto materiály by bránili dalšímu přirozenému vývoji koryta (Just, 2003).



Obrázek 1.2: Porovnání komunikace přírodního a upraveného koryta toku s okolím (Cílek, 2017)

Z hlediska diverzifikace prostředí je potřebné, aby břehy neměly stejný sklon (Vrána, 2004). Při tvorbě koryt je nutné dbát i na to, aby se v korytě střídali úseky

s různou hloubkou. Střídání různých hloubek koryta umožňuje přežití většímu množství organismů. Hlubší úseky jsou například nezbytné pro přezimování některých živočichů. Vedle střídání různých hloubek koryta je také nutné myslet na to, že je vhodné, aby se střídala rychlost proudu toku. Střídání různých rychlostí proudu toku má také velký dopad na biodiverzitu toku, protože různí živočichové vyhledávají k životu úseky s určitou proudností toku. Klidnější místa na tocích slouží k ukládání sedimentů, na které je vázáno velmi značné množství různých druhů živočichů. V rychleji proudících a kamenitých částech toků dochází k lepšímu prokysličování vody, což má dopad na chemismus toku a na ekologické vlastnosti toku (Just, 2005). K ovlivňování rychlosti a délky toku se využívají takzvané meandry. Meandr lze definovat jako zákrut toku. Díky vývoji volných meandrů vznikají mrtvá ramena, která mají velmi pozitivní vliv na zadržování vody v krajině (Univerzita Palackého v Olomouci, 2010).

1.5 Vegetační doprovod revitalizovaného toku

Pro vegetační doprovod je nutné vybrat dřeviny, které jsou místně vhodné a nevysazovat je v linii. Zvolená vegetace by měla být tvořena kombinací stromů a keřů, protože to nejvíce odpovídá přirozenému prostředí (Vrána, 2004). Pro vhodnou výsadbu by měl být vytvořen takzvaný plán výsadby, který slouží jako situační výkres, ve kterém je uveden kompletní přehled sadebního materiálu spolu s latinskými názvy dřevin, jejich množstvím a stářím (Čížková, 2008). Přibližně 30 - 40 % délky toku by se mělo nechat volných bez výsadeb. (Vrána, 2004). Mezi vhodné dřeviny patří například vrby, olše lepkavá, olše šedá, stremcha obecná, dub letní, dub zimní, líska obecná, jasan ztepilý, jilmy, břízy a topoly (Baroš, 2013). Po prvním roce by se měla provést náhradní výsadba, kterou se doplní odumřelé dřeviny (Vrána, 2004).

1.6 Objekty pro revitalizaci

Při revitalizacích je nutné řešit i velké podélné sklony, jak při výstavbě nových koryt tak při připojování revitalizovaného koryta na staré koryto. Pro řešení podélných sklonů je vhodné volit přírodě blízké a tvárné konstrukce. Mezi takové řešení může patřit příčný pás z kamenného záhozu ve dně koryta, skluz z velkých kamenů (Just, 2010).

Je důležité, aby konstrukční úpravy objektů umožňovali migraci ryb v korytě v obou směrech (Vrána, 2009). Překážkami pro správnou migraci mohou být ne-

vhodně řešené spádové objekty, trubní propustky nebo úseky s tvrdým opevněním a malou hloubkou (Vrána, 2004). Konstrukce těchto objektů by měla být navržena z přírodních materiálů a musí být hydraulicky účinná a má přitom tvořit podmínky pro úkryt ryb v objektu i mimo objekt. Hydraulicky se objekty posuzují zpravidla na kapacitní průtok pod objektem. Posuzuje se vliv objektů na režim průtoku Q330d a na stabilitu koryta a stanoví se očekávané změny koryta nad a pod objektem. Spádové objekty je vhodné navrhovat jako skluzy s účinnou drsností. Pod stupni a prahy musí být vytvořeno zahlobené spadiště s hloubkou minimálně 0,3 m i v případě, že se jedná o bystrinné proudění a vývar není nutno z hydraulických důvodů navrhovat. Spadiště je vhodné zabezpečit proti tvorbě výmolů kamenným záhozem ve dně a záhozem nebo rovnaninou na svazích. Tělesa prahů, stupňů a skluzů musí být zavázána do svahů a zabezpečena opevněním svahu proti vymílání (Vrána, 2009). Ideální revitalizace jsou ovšem takové, které se obejdou zcela bez spádových objektů. (Vrána, 2004). Zlepšení ekologické a hydraulické funkce spádových objektů se dosáhne úpravou přepadové hrany. Tvar přepadové sekce ve vertikálním i horizontálním řezu má umožnit soustředění přepadového paprsku k podélné ose koryta pod spádovým objektem. Je velmi důležité, aby tyto objekty byly zabezpečené proti podemletí a proti filtračním deformacím pod a nad objektem (Vrána, 2009).

Nejvhodnější jsou objekty tvořené dřevěnou konstrukcí, z lomového kamene nebo sbíraného kamene. Je-li to potřeba tak je ve výjimečných případech možné využít v konstrukcích objektů geotextílie. Objekty z dřevěných konstrukcí mají omezenou životnost (Vrána, 2009).

1.7 Hodnocení revitalizací

K hodnocení revitalizací bylo vytvořeno takzvané „hodnocení revitalizačního efektu“. Jedná se o porovnávací systém, který má 9 kritérií. Mezi tyto kritéria patří revitalizace toků, morfologie revitalizace, sanace erozního zatížení, výsadba břehových a doprovodných porostů, obnova migrační prostupnosti a průtoků, ekologická stabilita krajiny, typ vodní plochy, odstranění negativního vlivu odvodnění a ochrana nebo obnova ekosystémů a biotopů. Pro každé z těchto kritérií byl vytvořen bodový systém (Vrána, 2004).

Velmi důležitou podmínkou pro hodnocení efektu revitalizace je provedení základního vyšetření toku z hlediska biologického a chemického ještě před zahájením

samotné akce. Pro porovnání kvality vody před a po revitalizaci se doporučuje stanovení následující ukazatelů:

- 1) Hydrochemické základní - alkalita, acidita, celkový fosfor, amonný iont, nitrátový iont, anorganický uhlík a z toho odvozené poměry C/N a N/P
- 2) Ukazatelé doplňkové – pH, rozpuštěný kyslík
- 3) Ukazatelé biologické – abundance a biomasa ryb, trofický potenciál, saprobi-ta z nárostů a z bentosu

První hodnocení revitalizace by mělo proběhnout po jednom roce od uvedení stavby do provozu. Toto hodnocení slouží pouze jako orientační. Posouzení, které má nějakou hodnotu by mělo být provedeno po třech letech od uvedení stavby do provozu. V případě kdy jsou rozdíly mezi hodnoceními velmi výrazné, znamená to, že projektant se zaměřil na vlastní korytotvorné činnosti vodního toku, což je velmi žádoucí. Jestliže se provedená revitalizace přiblížila k původnímu přírodnímu stavu tak byla provedena správně (Ehrlich, 2005).

1.8 Renaturace vodních toků

Princip samovolných renaturací spočívá v samovolném zanášení uměle upravených koryt pomocí splavenin a jejich zarůstání dřevinami a bylinami a v postupném rozpadu opevnění a dalších technických úprav provedených člověkem. K renaturaci niv dochází pomocí ústupu forem intenzivního zemědělského hospodaření, vyprcháváním životnosti odvodňovacích zařízení a s tím spojeným návratem zamokřením odvodněných ploch (Just, 2005). Díky těmto procesům dochází k revitalizačním efektům zadarmo, jediné co stačí dodržet je vyhnout se údržbám vodohospodářských úprav, pokud to není opravdu nutné (Just, 2003). Příklad samovolné renaturace na toku který byl v minulosti technicky upraven lze vidět na obrázku 1.3.



Obrázek 1.3: Příklad samovolné denaturace drobného potoku, který byl v minulosti technicky upraven a snaží se vrátit k přírodně malému zvlněnému korytu (Čilek, 2017)

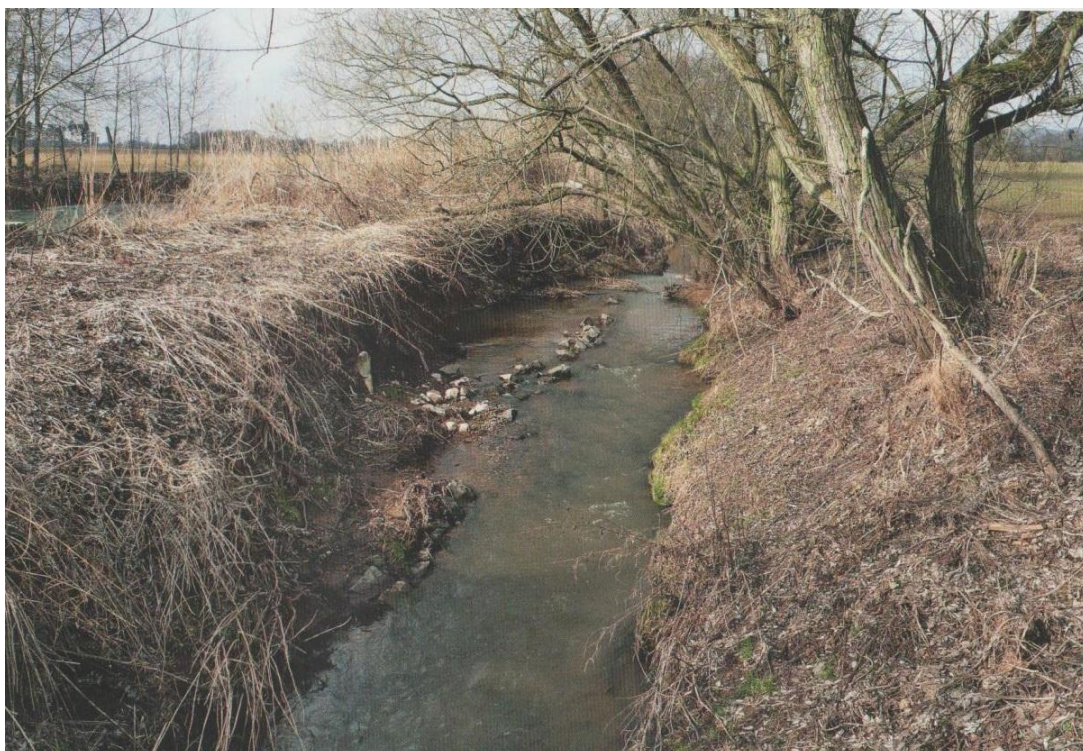
Postup samovolných renaturací je velmi pomalý a nejčastěji ho limitují dva základní faktory:

-
1. Nadměrné zahloubení koryta – když je koryto nějakým nevhodným zásahem moc zahloubeno, tak má tendenci k dalšímu samovolnému zahlubování viz. obrázek 1.4. Tento efekt se nazývá progresivní hloubková eroze a nejčastěji se vyskytuje v korytech, která byla v minulosti destabilizována nevhodně provedenými prohrábkami, nebo v korytech ve kterých došlo k rozpadu uměle vytvořeného opevnění. V případech kdy to okolní podmínky dovolují, je často lepší původní koryto v takovémto stavu zasypat a stranou vybudovat nové s přírodě blízkými tvary (Cílek, 2017).



Obrázek 1.4: Destabilizované koryto nevhodným lidským zásahem (prohloubení, napřímení bez přijatelného opevnění – dále se propadá) (Cílek, 2017)

2. Tuhé opevnění koryta – tuhé opevnění koryta bývá nejčastěji tvořeno dlažbou z plných nebo polovegetačních tvárnic. Takovéto opevnění způsobuje soustředěné proudění v korytě, které je proplachuje a brání zanášení. V mnoha případech jsou opevnění koryt provedena příliš kvalitně a dlouhodobě znemožňují přírodní vyvíjení koryta. Pro renaturaci se hodí spíše koryta upravená, ale bez opevnění a koryta s opevněním je vhodnější přenechat technické revitalizaci, při které se opevnění odstraní (Just, 2005). Příklad přirozeného rozpadu opevnění koryta lze vidět na obrázku 1.5.



Obrázek 1.5: Příklad hlubokého, napřímeného a dlažbou opevněného koryta, které pracuje na rozpadu dlažby (Cílek, 2017)

Přirozené nivy a koryta mohou průběh povodní částečně přetvářet, ale nemohou měnit jejich podstatu. Ovšem průběh renaturace za pomoci povodní v upraveném korytě a jeho nivě, může dosáhnout podstatnějšiho revitalizačního efektu než koryto přírodní. V případě kdy je koryto bez souvislého tuhého opevnění tak může soustava nánosů vzniklá z povodní a břehových nátrží do velmi značné míry obnovit přírodě blízkou trasu koryta a podélný i příčný profil koryta. Velmi příznivý je tlumivý rozliv povodňového průtoku v nivě. Z tohoto důvodu by odstraňování povodňových nánosů a břehových nátrží mělo být prováděno jenom na místech, kde může dojít k poškození majetku (Just, 2005).

Renaturační procesy je možné iniciovat, podporovat a usměrňovat rozmanitými vodohospodářsko-ekologickými opatřeními. Mohou to být velmi jednoduché nedestruktivní zásahy postupně zvětšující členitost koryta, nebo částečné revitalizace. Příklady jak podporovat renaturace:

1. Rozvolňování kynety pomocí pročišťování nebo vyžínání střídavě zprava a zleva. Toto se běžně praktikuje v málo sklonitých upravených korytech a odvodňovacích kanálech, které se v minulosti čistily souvisle v celé své šířce.

-
2. Vytváření struktur a objektů z čistě přírodních materiálů, které se hlavně uplatní jako úkryty a stanoviště živočichů.
 3. Využívání střídavého vysazování dřevin, které podporují rozvolnění proudnice. Zde jsou účinné ovšem pouze dřeviny vysazené přímo do břehové čáry
 4. Použití pomístních štěrkových nebo kamenitých vhozů do dna koryta. Tato varianta podporuje změlčení koryta a obnovu jeho hydraulické členitosti.
 5. Iniciační narušování technického opevnění
 6. Hloubení jam – tůní ve dně koryta. (Cílek, 2017).

1.9 Retenční schopnost krajiny

Retence vody je definována v ČSN 75 0101 jako dočasné umělé nebo přirozené zadržování vody na povrchu terénu, v korytě vodního toku, v půdě, vodné nádrži a podobně (Datel, 2015). Obecně se jedná o rozdíl mezi přítokem do uvažovaného prostoru a odtokem z něho za časovou jednotku. Celková přirozená retenční schopnost vody v určitém povodí se skládá ze složky půdní, povrchové, podzemní a evapotranspirační. Retence vody v půdním profilu může být velmi výrazně ovlivněna řadou faktorů, jedná se například o umělé odvodnění, typ využití území, druh vegetace na povrchu nebo agrotechnické postupy a v neposlední řadě také klimatickými podmínkami (Kvítek, 2018). Zvláště v posledním půlstoletí byla velká řada drobných potůčků vložena do drenážních trubek a podpovrchově svedeny do odvodňovacích příkopů. Narovnaní koryt potoků vede ke značnému vymizení meandrů, což mělo velmi negativní dopad na zásoby vody v krajině (Kolektiv autorů, 2012).

Jednou z nejdůležitějších funkcí krajiny je její schopnost zadržet v sobě určité množství vody (Petříček, 2003). Zvýšenou výstavbou silnic a budov byla snižována průměrná propustnost krajiny a tím docházelo ke zvýšení odtoku a snížení retenční kapacity. Zástavba neměla vliv pouze na rychlost odtoku, ale také na kvalitu vody (Stephenson, 2003). Nemalý dopad na ztráty zásob vody v krajině mělo také zemědělství, kvůli kterému docházelo k budování povrchových odvodňovacích příkopů a podzemních odvodňovacích drenáží (Jůva, 1987). Retenční schopnost půdy závisí především na hloubce půdy, obsahu skeletu, zrnitostním složení, obsahu humusu, půdním typu a půdní struktuře (Vopravil, 2011). Velikost retenční půdní kapacity lze kvantifikovat na základě měřitelných veličin. Mezi tyto veličiny patří infiltrace vody do půdy, změny obsahu vody v půdě při různých stupních zaplnění pórů a hydraulickou vodivost, která určuje rychlost, kterou voda proudí. Pro kvantifikaci retenční

kapacity půdy lze využít různé metody v závislosti na měřítku a důvodu použití. Jedná se například o laboratorní měření na půdních vzorcích, průběžný monitoring vodního režimu půd, analýzu záznamů měřených srážek a odtoků z plochy, simulaci infiltrace vody do půdy nebo o terénní infiltrační pokusy (Kvítek, 2017). Lehká písčité půda obsahuje velké póry, při kterých se více uplatňuje gravitací ovlivněná rychlá filtrace. Voda zde proteče půdním profilem, povrch má dobrou infiltrační schopnost, ale jen málo vody se zadrží mezi zrny působením kapilárních sil. Těžší hlinitá až jílovitá půda má póry spíše malé, takzvané kapilární, a zde se uplatňují síly, které mají schopnost vodu v půdě vázat po delší dobu. Propustnost takovéto půdy je značně menší a gravitačně zde filtruje voda velmi pomalu, protože překonává větší hydraulické odpory (Novák, 2017).

1.10 Opatření ke zvýšení retence

Mezi základní pomůcky pro zvýšení retence v krajině patří tvorba retenčních nádrží a rybníků, příkopů, náspů, přehrad, zatravnění drah soustředěného povrchového odtoku a průlehů, zřizování mokřadů a tůní napájených drenážním a povrchovým odtokem, suché a polosuché nádrže, obnova přirozené členitosti vodního toku v rámci koryta, vytěžení sedimentu ze dna koryta, volba vhodné vegetace.

Malé vodní nádrže

Podle ČSN 75 2410 jsou malé vodní nádrže definované jako nádrže, které mají sypanou hráz a jejichž objem po hladinu ovladatelného prostoru nepřesahuje dva miliony m³ a největší hloubka není větší než devět metrů (Šedivý, 2011). Navrhují se v zemědělsko-lesnický využívané krajině s víceúčelovým využitím. V jejich umístění hrají hlavní roly hydrogeologické a morfologické poměry. Tyto nádrže a rybníky tvoří často soustavy, jejichž účinek je z hlediska retence vody v povodí velmi pozitivní. V praxi ovšem převažuje využití rybníků k chovu ryb (Just, 2003).

Zatravnění drah soustředěného odtoku

Zatravnění drah soustředěného odtoku se navrhuje z důvodu ochrany zemědělsky využívaných pozemků, jedná se hlavně o snížení eroze půdy. Účelem tohoto opatření je neškodné odvedení přívalových vod z dílčích odtokových ploch tak, aby v povodí nedocházelo k ohrožení půd. Zatravněné průlehy jsou navrhovány nejen k odvádění krátkodobého povrchového odtoku způsobeného přívalovými dešti, ale také k zachycování splavenin a k infiltraci. Průlehy lze doplnit protierozními příkopy nebo hrázkami (Soukup, 2008)

Mokřady

Mokřady jsou přechodné útvary mezi lučním a akvatickým prostředím. V minulých letech byly tyto ekosystémy často zničeny odvodněním. V dnešní době je snaha o obnovu mokřadů. Z hlediska retence jsou mokřady důležité hlavně v pramenných oblastech a pak zejména v údolních nivních, včetně slepých ramen, mokřadních lemů podél vodních toků a nádrží, trvale podmáčených nivních luk a zarostlých malých vodních nádrží (Soukup, 2008). Mokřady mají mimo svůj retenční potenciál vysoký kladný dopad na své okolí tím, že do něj dodávají živiny uvolněné rozkladem dřeva a dalších organických hmot (Cílek, 2017). V současné době je na světě 2303 mokřadů mezinárodního významu. Nejvíce se jich nachází v Evropě, ale rozlohou jsou největší Africké mokřady (Xu, 2019).

Tůně

Jako tůně se označuje prohlubeň v terénu nebo v korytě vodního toku, která je zaplněná vodou (Just, 2005). Nejčastěji v přírodě vznikají tůně oddělením mrtvých ramen toků (Prach, 2003). Některé tůně jsou zaplněné vodou jen v určitých obdobích, takovým tůním se říká periodické tůně. Pro krajinu jsou tůně velice cenné biotopy, a proto jsou také v rámci krajino tvorných opatření obnovovány nebo nově vytvářeny. Z technického hlediska se tůně odlišují od malých vodních nádrží hlavně tím, že nemají výpusť a nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze, případně jejich ohrazování není vysoké a má spíše doplňkový význam. Když se tůně vytváří záměrně v rámci revitalizací, tak je základní metodou jejich tvorby hloubení. Velikost tůní může být různorodá, nejmenší tůně mohou mít rozlohu pouze několik čtverečních metrů a velké tůně mohou být rozlohou blízko malým vodním nádržím. Velké tůně mohou být pouze v plochem terénu. Funkčností se k tůním dají řadit i zavodněné těžební jámy a retenční prostory, hloubené v nivách v rámci revitalizačních protipodňových opatření. Tyto objekty nemají nějak omezenou velikost. V porovnání s malými vodními nádržemi by tůně měly mít znatelně menší náklady na pořízení, protože se obejdou prakticky bez technických objektů (Just, 2005).

Mimo obohacení zásob povrchové vody území je hlavní funkcí tůní tvořit prostředí pro živočichy a rostliny. Tůně jsou pro tuto funkci vhodnější než malé vodní nádrže, protože malé vodní nádrže se zaměřují primárně na chov ryb. Nejlepší jsou tůně, které jsou zaplněné vodou až po okraj a vytvářejí kolem sebe mokřadní lem.

Voda z takovýchto tůní odtéká volně po zamokřeném okolním terénu a většinou není potřeba vytvářet uměle opevněný odtokový objekt. Tůně s níže nastavenou hladinou do jisté míry odvodňují nejbližší terén. Tohoto efektu se může využívat v terénu, který je natolik vlhký, že se nedá účelně obhospodařovat, ale není hodnotným mokřadem. Vyhloubením soustavy tůní s nastavenými hladinami dojde ke zřetelnému rozčlenění plochy na vodní a na sušší terén. Tato možnost je využívána například při tvorbě parků, kdy soustředění vody do tůní umožní intenzivnější kultivace ostatních povrchů (Just, 2005).

2 Metodika

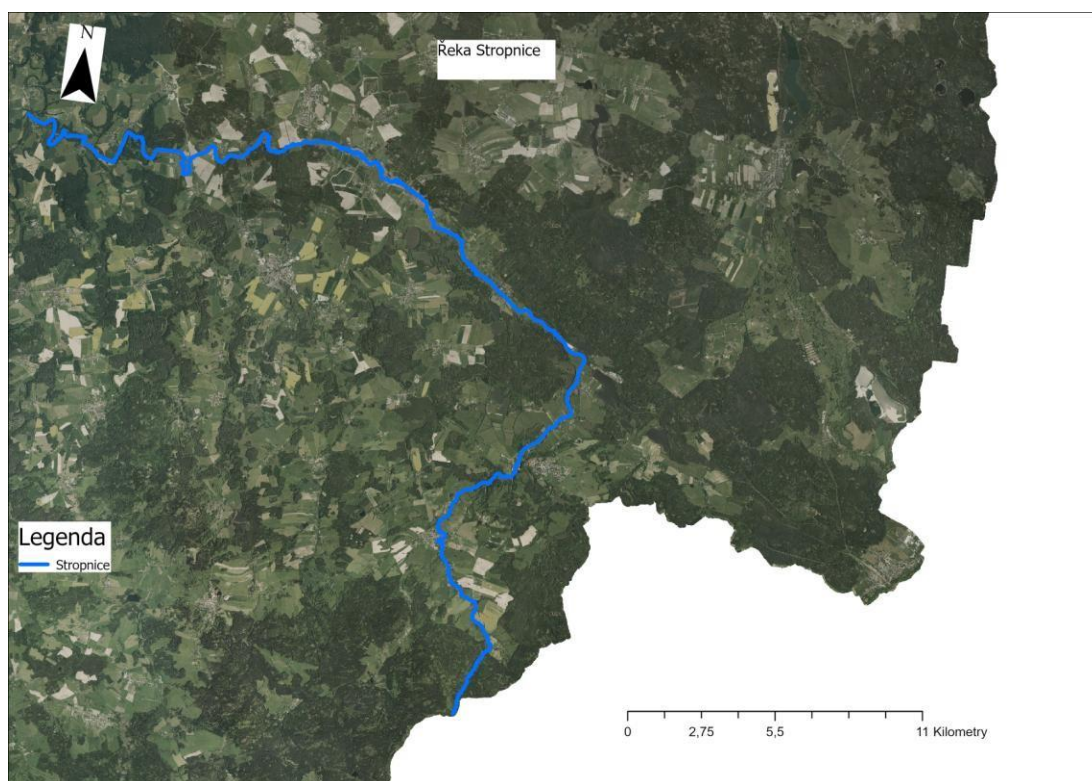
2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zjištění vlivu revitalizace části toku Stropnice u Nových Hradů na množství vody zadržené v krajině.

2.2 Materiál

Pro vypracování diplomové práce, byla zvolena revitalizace na řece Stropnici, která se nachází v Jihočeském kraji. Tato řeka je nejvýznamnější pravostranný přítok řeky Malše.

Řeka Stropnice má pramen poblíž Rakouských hranic, konkrétně v Novohradských horách na jihozápadním úpatí hory Vysoká, v nadmořské výšce 780 m. n. m. Celková délka toku je 54 km. Teče nejprve na sever a pod Novými hrady se stáčí k severozápadu a takto pokračuje až ke svému ústí. Řeka ústí zprava do Malše u obce Dolní Stropnice v nadmořské výšce 410 m. n. m. (Fortinová, 2010) viz obrázek 2.1.



Obrázek 2.1: Tok Stropnice na území ČR (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)

V 80. letech 20. století byla Stropnice svedena do umělého koryta s břehy, které byly tvořeny polovegetačními tvárnicemi. Tato úprava byla provedena kvůli projektu náhradních rekultivací za půdu zabranou pro výstavbu jaderné elektrárny Temelín (Marek, 2001) viz obrázek 2.2.



Obrázek 2.2: Napřimená část řeky Stropnice (Vlastní, 2022)

Délka koryta před revitalizací byla změřena na archivní ortofoto mapě z roku 2010 v programu ArcGIS Pro a činila 3 056 m. Revitalizace byla provedena na úseku řeky mezi Novými Hrady a Tomkovým mlýnem. K revitalizaci došlo v roce 2014. Nová délka koryta byla změřena na archivní ortofoto mapě z roku 2016 v programu ArcGIS Pro a činí 3 410 m, což se shoduje s údaji v dokumentaci revitalizace Stropnice (2011).

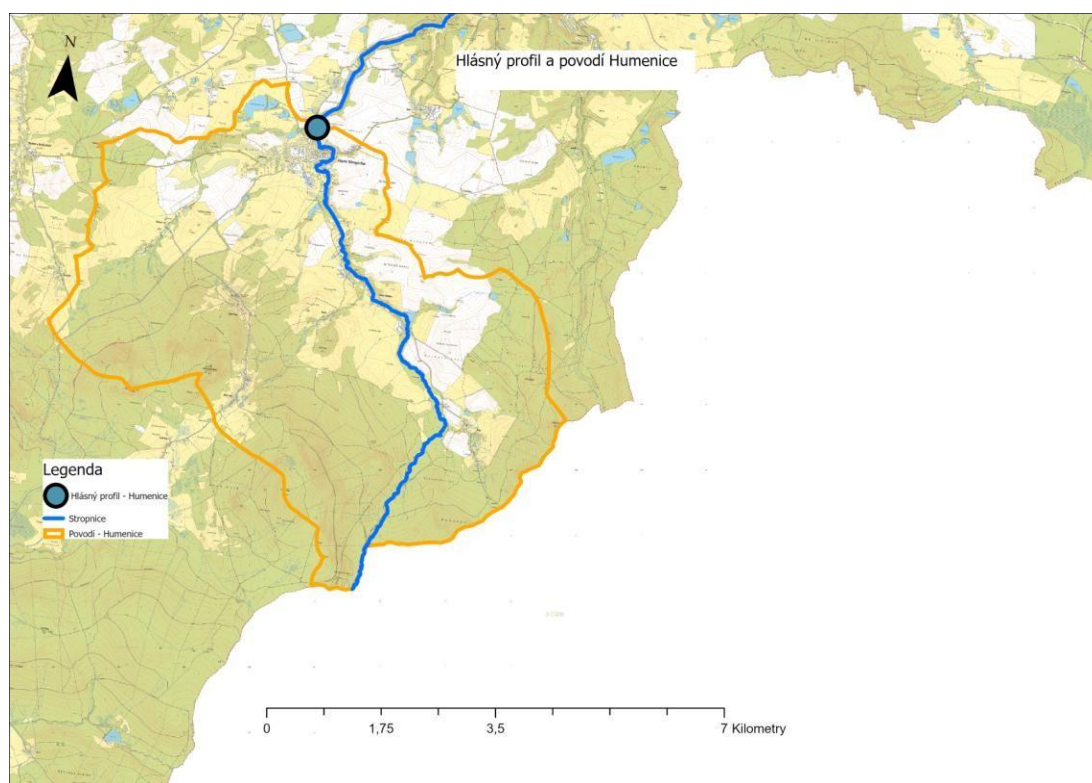
2.3 Metody

Pro vypracování této diplomové práce, byla velmi důležitá dokumentace o provedené revitalizaci na řece Stropnici. Tato dokumentace je uložena v archivu VD Římov.

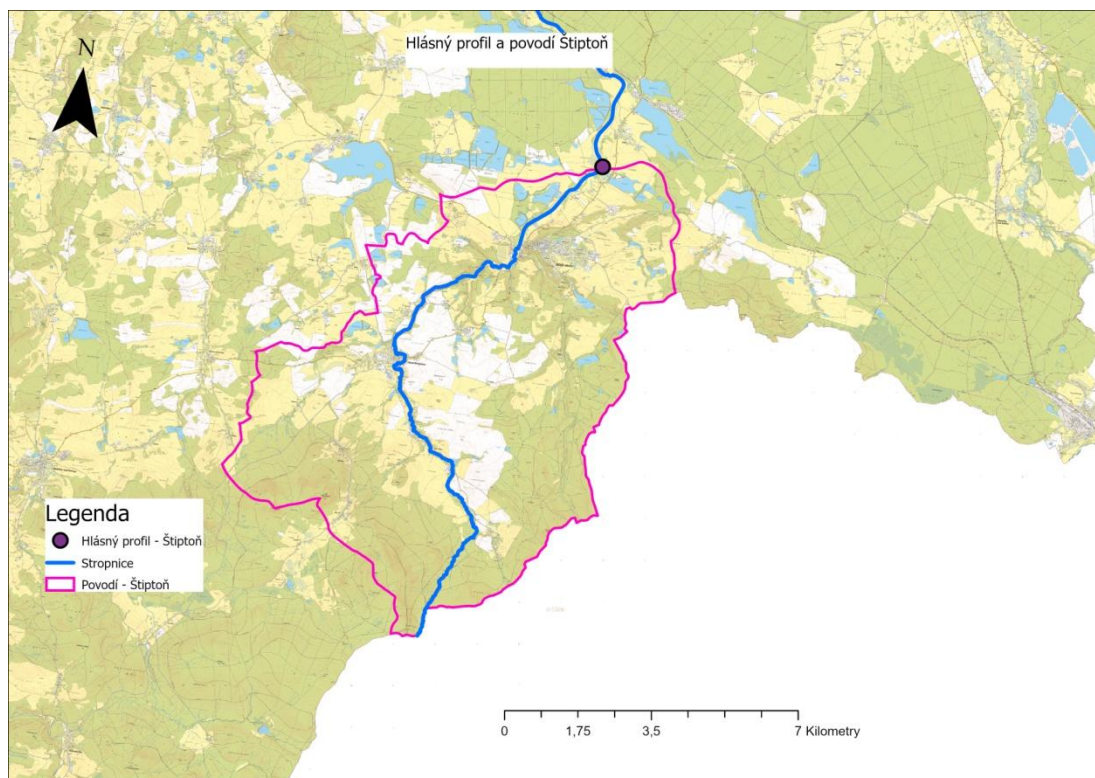
Pro porovnání délek tras koryt byl použit software ArcGIS Pro a pro porovnání objemu vody zadrženého v krajině byl vypočten přibližný objem starého koryta a porovnán s novým objemem koryta a přilehlých lagun. Pro výpočty rychlostí proudění v otevřeném korytě byla použita Chézyho rovnice, jejíž výpočty byly provedeny pomocí programu Microsoft Excel. Pro technické nákresy koryt byl použit software GstarCAD 2019 Academic.

V revitalizovaném úseku není provozována trvalá měřící vodoměrná stanice, tudíž nebyly k dispozici informace o m-denních průtocích od ČHMÚ. Proto byla pro výpočet m- denních průtoků za roky 2015 – 2020 využita veřejně dostupná data průtoků ze stanic ČHMÚ Humenice a Pašínovice (k dispozici v sekci „Historická data“,

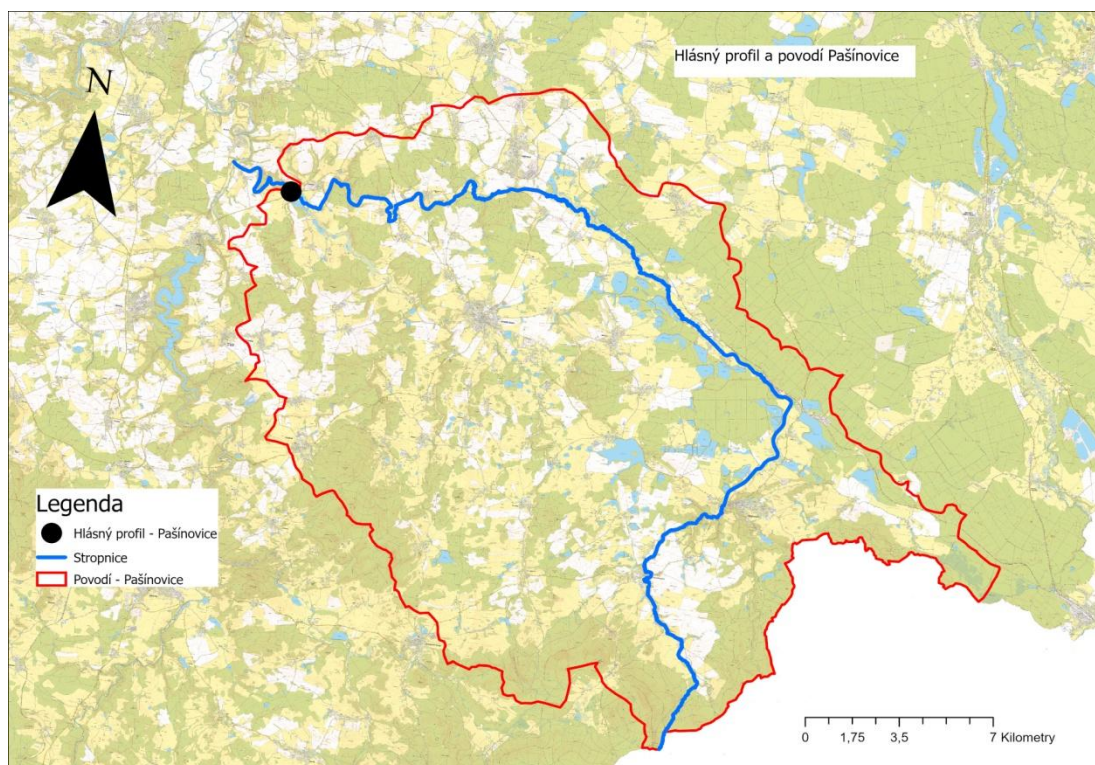
oddělení „Hydrologie“ na stránkách www.chmi.cz). Tato data bohužel nelze ze stránek přímo exportovat (kopírovat), tak musela být po jednotlivých denních údajích přepisována do programu Microsoft Office Excel, ve kterém byla následně zpracována. Za toto šestileté období (2015-2020) byly odvozeny průměrné m-denní průtoky použité při dalších výpočtech (Q_{30d} , Q_{90d} , Q_{180d} , Q_{270d} , Q_{330d} , Q_{355d} , Q_{364d}) pro oba profily (Humenice a Pašínovice). První profil se nachází nad revitalizovaným úsekem a druhý naopak níže po toku za revitalizovaným úsekem. Pro odvození m-denních průtoků odpovídajících revitalizovanému úseku (profil Štiptoň) byla použita metoda hydrologické analogie, kdy přepočítávací charakteristikou byla výměra povodí. Tento postup byl konzultován a doporučen Českým hydrometeorologickým ústavem (Klímová, 2022 - ústní sdělení). Využité profily a jejich povodí lze vidět na obrázcích 2.3, 2.4, 2.15.



Obrázek 2.3: Hlásný profil a povodí Humenice (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)



Obrázek 2.4: Hlásný profil a povodí Štíptoň (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)



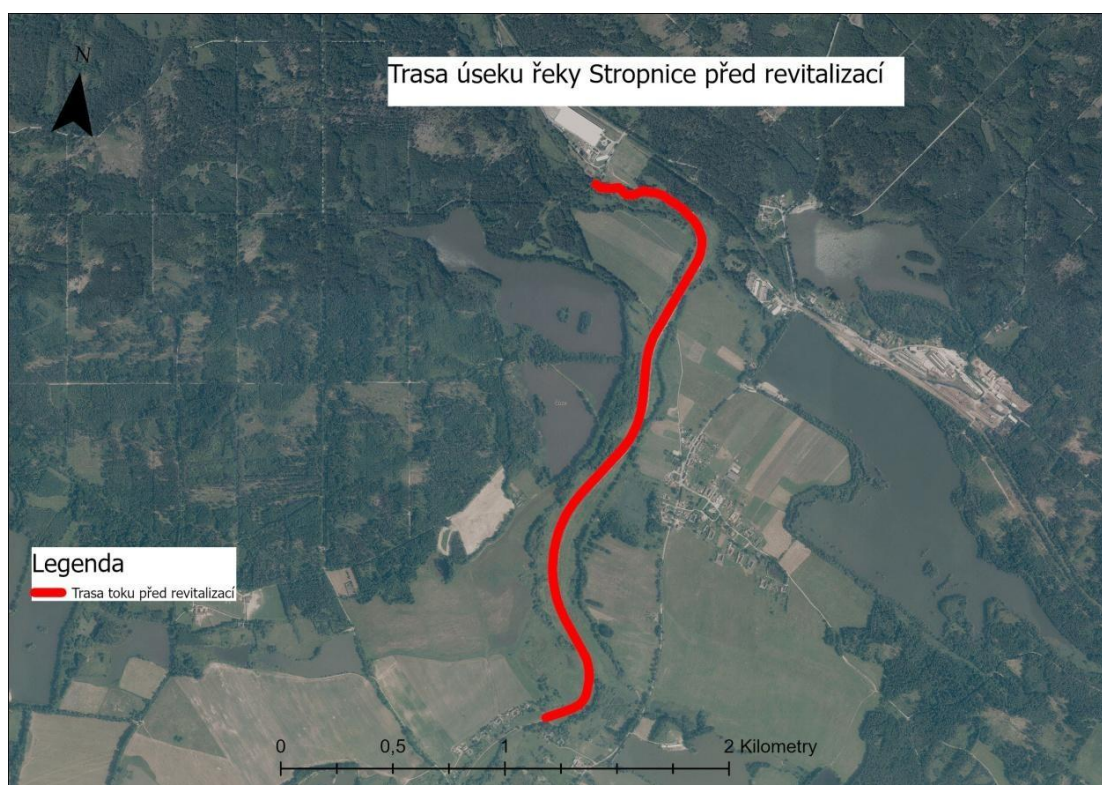
Obrázek 2.5: Hlásný profil a povodí Pašínovice (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)

Pro výpočet (odvození) N-letého průtoku Q1 byla opět použita metoda hydrologické analogie, kdy vstupními, tzn. známými (naměřenými) hodnotami byly hodnoty Q1 v profilu Humenice a Pašínovice a přepočítávací charakteristikou byla výměra povodí (Klímová, 2022 – ústní sdělení).

3 Výsledky a diskuze

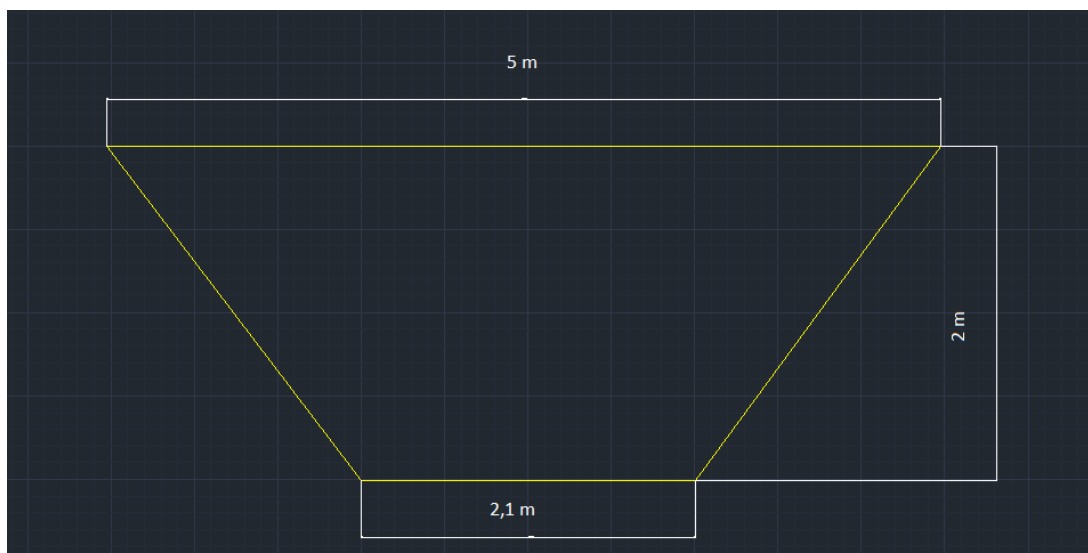
3.1 Koryto před revitalizací

V průběhu 70. let byl původně bohatě meandrující tok řeky Stropnice na úseku mezi Novými Hrady a Tomkovým mlýnem narovnan (viz obrázek 3. 1) a zpevněn pomocí polovegetačních tvárnic. Údolní niva byla tímto zásahem úplně zničena a nově vzniklé pozemky byly využívány až k hraně vodního toku. Na březích se nacházely před revitalizací pouze tři vzrostlé vrby.



Obrázek 3.1: Trasa koryta před revitalizací (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)

Rozměry původního koryta byly zjištěny přeměřením příčného profilu před revitalizovaným úsekem a za ním. Šířka dna byla 2,10 m, hloubka 2 m a délka vodní hladiny v příčném řezu 5 m viz obrázek 3.2. Při pochůzce provedené 7. 4. 2022 byl naměřen vodní stav v korytě 30 cm. Pro porovnání byly vypočteny hodnoty parametrů, které by staré koryto mělo 7. 4. 2022 viz tabulka 3.1.



Obrázek 3.2: Nákres původního koryta (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)

Tabulka 3.1: Vypočtené obsahy, objemy a omočený obvody koryta před revitalizací

Obsah prů- točného pro- filu plného koryta [m ²]	Maximální objem koryta [m ³]	Omočený obvod plné- ho koryta [m]	Obsah prů- točného pro- filu koryta 7. 4. 2022	Vypočtený objem vody v korytě pro 7. 4. 2022 [m ³]	Omočený obvod 7. 4. 2022 [m]
10	30 560	7,04	0,9	2750,4	3,18

3.2 Popis revitalizace toku

Hlavním cílem této revitalizace bylo navrátit upravený tok zpátky přírodě (Šafarčíková, 2016). Za účelem revitalizace byl v dokumentaci zvolený úsek rozdělen na tři části, které nesou označení SO 01, SO 02 a SO 03. K největším změnám došlo pouze v úseku SO 01, v úseku SO 02 šlo hlavně o pročištění původního koryta a v úseku SO 03 k obnově morfologických vlastností.

Úsek SO 01

Původní koryto bylo v úseku SO 01 zrušeno, byly z něj odstraněny opevňovací prvky (polovegetační tvárnice) a koryto bylo zasypáno místním materiálem a zhutněno. Zachovány zůstaly úseky u mostních objektů v délce 10 m pod a 5 m nad mostem. Jedná se o mosty místních komunikací v 39,137 a 41,182 km řeky. Na úseku SO 01 byl v údolní nivě byl vytvořen průleh s meandrující kynetou. Úprava byla dimenzována tak, aby nedošlo ke zhoršení průběhu velkých vod. Při průtocích nad Q₅ je vliv

úpravy na průběh hladiny v přilehlém území již téměř zanedbatelný. Ale i při těchto průtocích dojde ke snížení průměrných profilových rychlostí a tím i ke zpomalení postupu povodňových vln. To má pozitivní účinek na níže ležící území. V horní části úpravy přibližně od 40 km řeky dojde nyní při menších průtocích (přibližně do Q_2) ke zvýšení hladin oproti stavu před úpravou až o 50 cm. V tomto území bylo stávající koryto značně zahloubeno pod úroveň údolní nivy, kterou nepřiměřeně vysušovalo. Nově realizovaná úprava byla návratem k původnímu hydrologickému režimu území. Kapacita kynety byla navržena na cca Q_{30d} . Kapacita celého průlehu je proměnlivá podle místních podmínek a pohybuje se v rozmezí Q_1 – Q_{20} . V celé ploše průlehu byla před započítáním sejmuta ornice a v souladu s požadavkem Agentury ochrany přírody a krajiny již nebyla na nově vytvořený povrch průlehu opětovně rozprostřena. Průleh má šířku 20 – 70 m a hloubku oproti terénu 20 – 80 cm. Svahy na okrajích průlehu jsou navázány na stávající terén ve sklonu 1 : 10. Povrch průlehu tvoří urovnaná pláň bez osetí.

Kyneta byla navržena jako zemní koryto bez opevnění. Situačně je řešena jako meandrující tok. Stupeň křivolakosti (poměr délky toku a délky údolí) je 1,5. Tato hodnota byla navržena v závislosti na sklonu průlehu a charakteru Stropnice v přilehlých neupravených úsecích. Průměrný podélný sklon kynety odpovídá sklonu průlehu poměrně vzhledem k rozdílu délek. Lokálně je rozkolísaný. V obloucích je dno vzhledem k niveletě zahloubené a v přechodnicových úsecích (brodech) vyvýšené. Příčný profil kynety je miskovitý s hloubkou přibližně 1 m, šířkou přibližně 5 m a sklon svahů v přechodnici je ~ 1 : 2, v konvexním (vnitřního) břehu oblouku ~ 1 : 3 – 6. V obloucích se kyneta plynule rozšiřuje do konvexního břehu o přibližně 4 m a dno se zde zahlubuje přibližně o 30 cm. Vyvýšení koryta v přechodnici oproti urovnanému podélnému sklonu je 0,1 m.

Součástí revitalizace bylo také vytvoření 8 mi nových lagun.

Po obou stranách toku došlo k výsadbě vrb, dubů, olší a střemch (Dokumentace revitalizace Stropnice, 2011). V současné době je tato výsadba silně doplněna o náletové dřeviny viz obrázek 3.3.



Obrázek 3.3: Vegetace okolo toku (Vlastní, 2022)

V tomto úseku toku se nachází 7 přítoků, které byly původně zatrubněny a při revitalizaci došlo ke zkrácení trubek a zavedení přítoků do přírodě blízkých koryt viz obrázky 3. 4 – 3.6.



Obrázek 3.4: Zatrubněný přítok vlévající se do koryta řeky (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.5: Nové koryto přítoku, jenž bylo původně zatrubněno (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.6: Nové koryto přítoku, jenž bylo původně zatrubněno (Vlastní, 2022)

3.2.1 Podklady které byly použity pro revitalizaci

Hydrologické podklady

Při návrhu revitalizace byly použity hydrologické údaje ČHMÚ v profilu limnigrafu, který byl dočasně umístěn v obci Štiptov viz tabulka 3.2 a 3.3.

Plocha povodí – 67,01 km²

Roční srážky – 840 mm

Průměrný průtok – 0,893 m³/s

Tabulka 3.2: M-denní průtoky (Dokumentace revitalizace Stropnice, 2011)

M	[dny]	30	90	180	270	330	355	364
Q _m	[m ³ /s]	1,291	0,718	0,426	0,262	0,166	0,111	0,069

Tabulka 3.3: N-leté průtoky (Dokumentace revitalizace Stropnice, 2011)

n	[roky]	1	2	5	10	20	50	100
Q _n	[m ³ /s]	7,5	13	22	32	43	61	78

Rozbor zeminy

V zájmovém území byl dle dokumentace revitalizace Stropnice (2011) před začátkem realizace revitalizace proveden laboratorní rozbor vzorků zemín s vyhodnocením podle přílohy č. 9, (Limitní hodnoty koncentrací škodlivin ve vytěžených zemích a vytěžených hlušínách, včetně sedimentů z vodních nádrží a koryt vodních toků) k zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech. Rozbory byly provedeny na jednom směsném vzorku získaném z pěti odběrných míst u SO 01 a na jednom směsném vzorku získaném ze tří odběrných míst u SO 02. Limitní hodnoty koncentrací škodlivin nebyly překročeny u žádného ze sledovaných ukazatelů.

3.3 Koryto po revitalizaci a nově vzniklé laguny

Díky revitalizaci se trasa koryta za pomoci meandrů prodloužila a přiblížila svému původnímu stavu viz. obrázek 3.7 a 3.8.

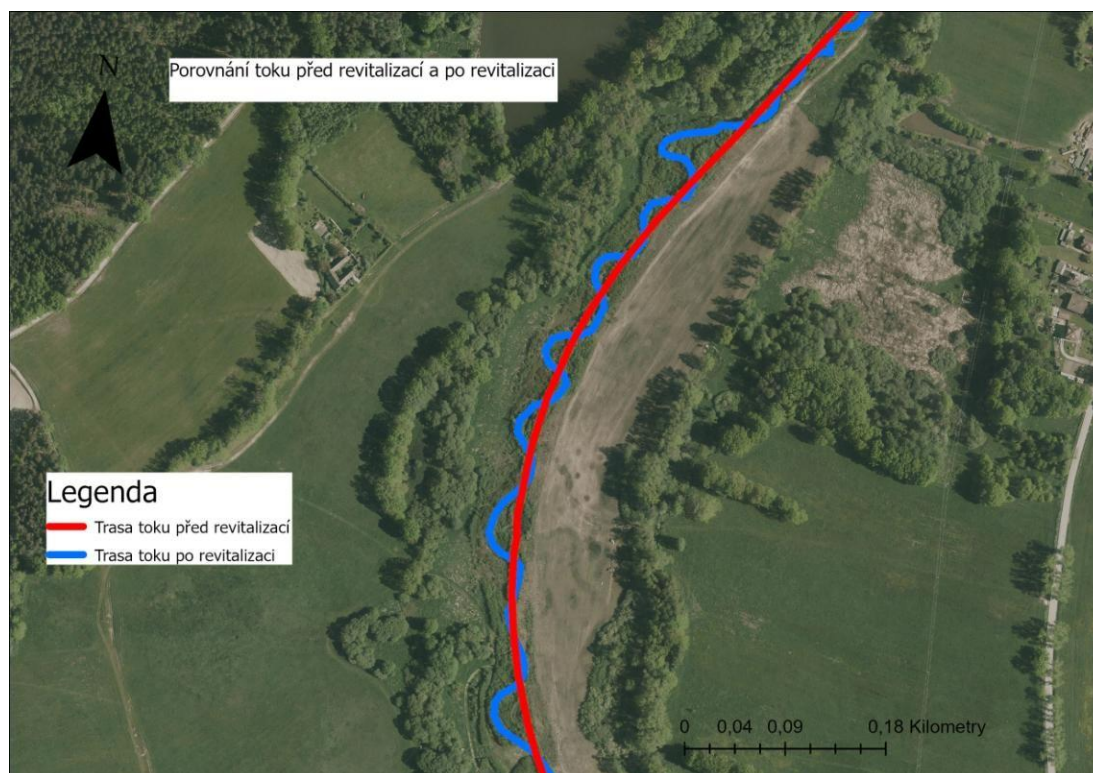


Obrázek 3.7: Revitalizované koryto řeky (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.8: Trasa revitalizovaného koryta řeky (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)

Jak lze vidět na obrázku 3.9 nová trasa koryta je zřejmě více meandrovitá.



Obrázek 3.9: Porovnání části toku před a po revitalizaci (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)

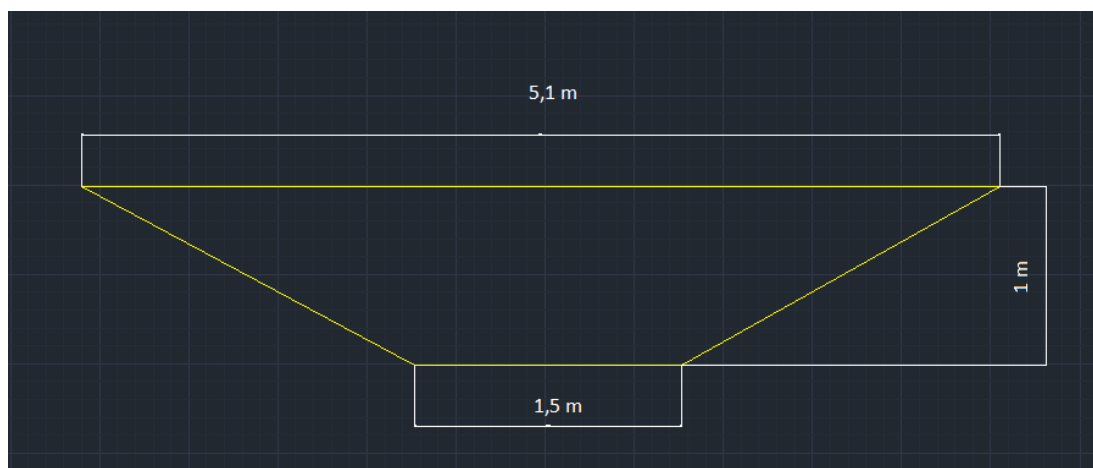
Pro revitalizovaný úsek byly podle technické dokumentace použity 4 základní typy koryt. Tato koryta jsou označena A, B, C, D viz tabulka 3.4. Tato koryta mají šterková dna a pro výpočty objemů a průtoků byla použita drsnost šterkového dna 0,055. Přibližné délky, rozměry a sklony jednotlivých typů koryt jsou brány z technické dokumentace.

Tabulka 3.4: Jednotlivé délky pro určité typy koryt

	Koryto typu A	Koryto typu B	Koryto typu C	Koryto typu D
Přibližná délka [m]	1 100	650	1 520	140

Koryto typu A

Šířka dna koryta 1,5 m, hloubka 1 m a délka vodní hladiny v příčném řezu 5,1 m viz obrázek 3.10. V tabulce 3.5 a 3. 6 jsou pro porovnání objemy koryta v plném stavu a ve stavu, který byl naměřen 7. 4. 2022.



Obrázek 3.10: Nákres koryta typu A (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)

Tabulka 3.5: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu A

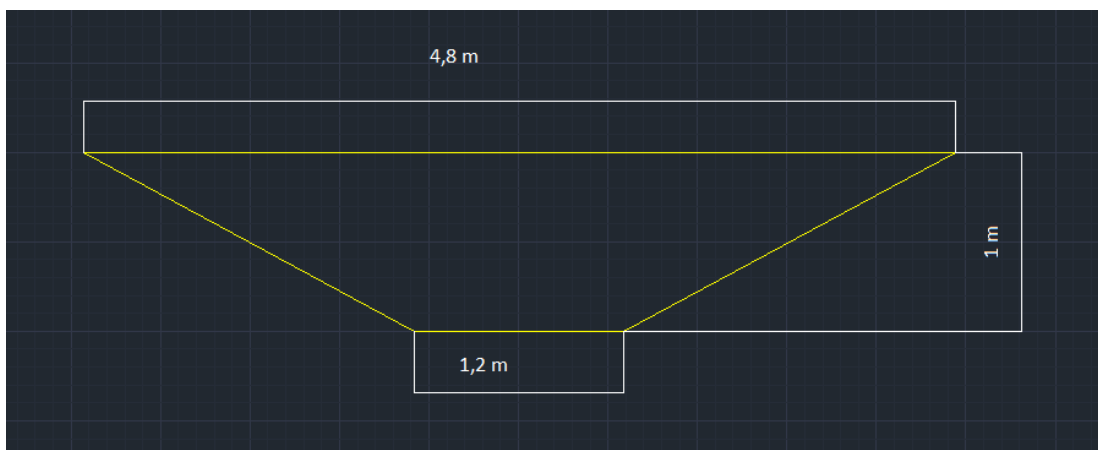
Obsah průtočného profilu plného koryta [m ²]	Maximální objem koryta [m ³]	Omočený obvod plného koryta [m]	Obsah průtočného koryta 7.4.2022 [m ²]	Vypočtený objem vody v korytě pro 7.4.2022 [m ³]	Omočený obvod 7.4.2022 [m]
5,1	5 610	5,6	2,2	2 443,7	3,8

Tabulka 3.6: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu A

Stav	C [m ^{0,5} /s]	R [m]	i	v [m/s]	Q [m ³ /s]
Při plném korytu	17,89	0,9	0,0008	0,48	2,46
7.4.2022	16,6	0,58	0,0008	0,36	0,8

Koryto typu B

Šířka dna koryta 1,2 m, hloubka 1 m a délka vodní hladiny v příčném řezu 4,8 m viz obrázek 3.11. V tabulce 3. 7 a 3. 8 jsou pro porovnání objemy koryta v plném stavu a ve stavu, který byl naměřen 7. 4. 2022.



Obrázek 3.11: Nákres koryta typu B (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)

Tabulka 3.7: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu B

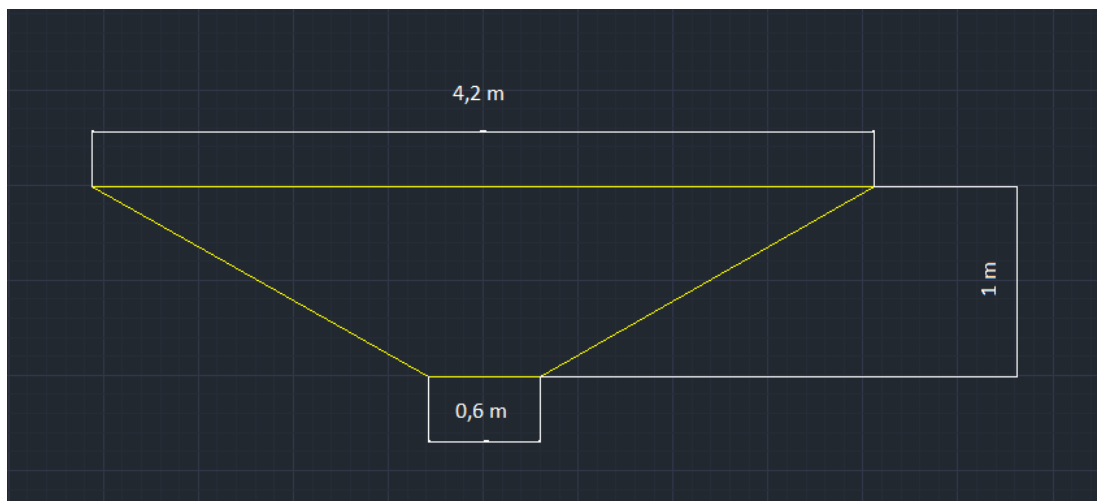
Obsah průtočného profilu plného koryta [m ²]	Maximální objem koryta [m ³]	Omočený obvod plného koryta [m]	Obsah průtočného koryta 7.4.2022 [m ²]	Vypočtený objem vody v korytě pro 7.4.2022 [m ³]	Omočený obvod 7.4.2022 [m]
4,8	3 120	5,3	1,8	1 199,3	3,4

Tabulka 3.8: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu B

	C [m ^{0,5} /s]	R [m]	i	v [m/s]	Q [m ³ /s]
Při plném korytu	17,87	0,9	0,0013	0,61	2,94
7.4.2022	16,45	0,55	0,0013	0,44	0,81

Koryto typu C

Šířka dna koryta 0,6 m, hloubka 1 m a délka vodní hladiny v příčném řezu 4,2 m viz obrázek 3.12. V tabulce 3. 9 a 3. 10 jsou pro porovnání objemy koryta v plném stavu a ve stavu, který byl naměřen 7. 4. 2022.



Obrázek 3.12: Nákres koryta typu C (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)

Tabulka 3.9: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu C

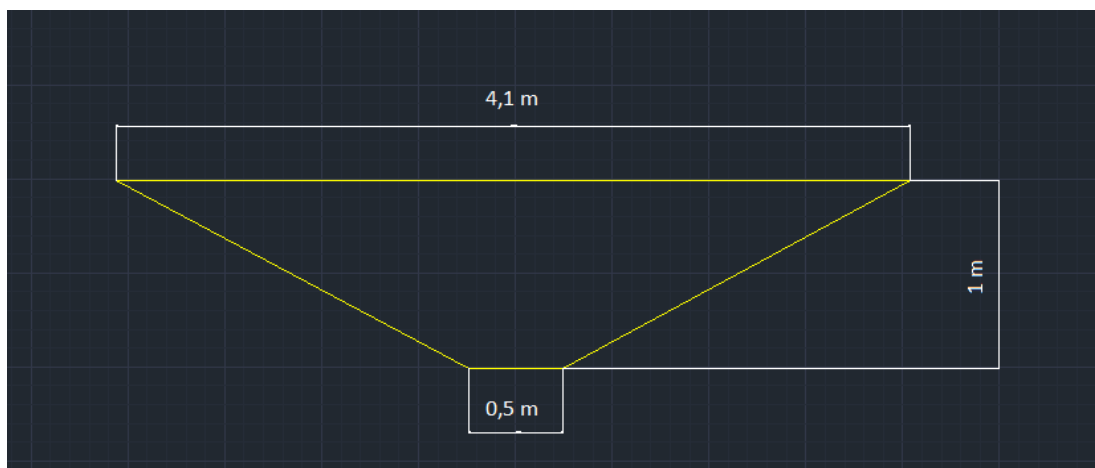
Obsah průtočného profilu plného koryta [m ²]	Maximální objem koryta [m ³]	Omočený obvod plného koryta [m]	Obsah průtočného koryta 7.4.2022 [m ²]	Vypočtený objem vody v korytě pro 7.4.2022 [m ³]	Omočený obvod 7.4.2022 [m]
4,2	6 384	4,7	1,4	2 074,16	2,7

Tabulka 3.10: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu C

	C [m ^{0,5} /s]	R [m]	i	v [m/s]	Q [m ³ /s]
Při plném korytu	17,83	0,89	0,0027	0,87	3,7
7.4.2022	16,2	0,5	0,0027	0,6	0,81

Koryto typu D

Šířka dna koryta 0,5 m, hloubka 1 m a délka vodní hladiny v příčném řezu 4,1 m viz obrázek 3.13. V tabulce 3.11 a 3.12 jsou pro porovnání objemy koryta v plném stavu a ve stavu, který byl naměřen 7. 4. 2022.



Obrázek 3.13: Nákres koryta typu D (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)

Tabulka 3.11: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu D

Obsah průtočného profilu plného koryta [m ²]	Maximální objem koryta [m ³]	Omočený obvod plného koryta [m]	Obsah průtočného koryta 7.4.2022 [m ²]	Vypočtený objem vody v korytě pro 7.4.2022 [m ³]	Omočený obvod 7.4.2022 [m]
4,1	574	4,6	1,2	173,6	2,58

Tabulka 3.12: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu D

	C [m ^{0,5} /s]	R [m]	i	v [m/s]	Q [m ³ /s]
Při plném korytu	17,8	0,89	0,0034	0,979	4,01
7.4.2022	16,1	0,48	0,0034	0,65	0,8

Laguny

Součástí revitalizace bylo také vytvoření osmi nových lagun viz obrázky: 3.14 – 3.21, které je také důležité zahrnout do porovnání množství vody zadržené v krajině před revitalizací a po ní. Jejich přibližné rozlohy a objemy jsou v tabulce 3.13.



Obrázek 3.14: Laguna 1 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.15: Laguna 2 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.16: Laguna 3 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.17: Laguna 4 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.18: Laguna 5 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.19: Laguna 6 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.20: Laguna 7 (Vlastní, 2022)



Obrázek 3.21: Laguna 8 (Vlastní, 2022)

Tabulka 3.13: Plochy a objemy lagun vytvořených při revitalizaci

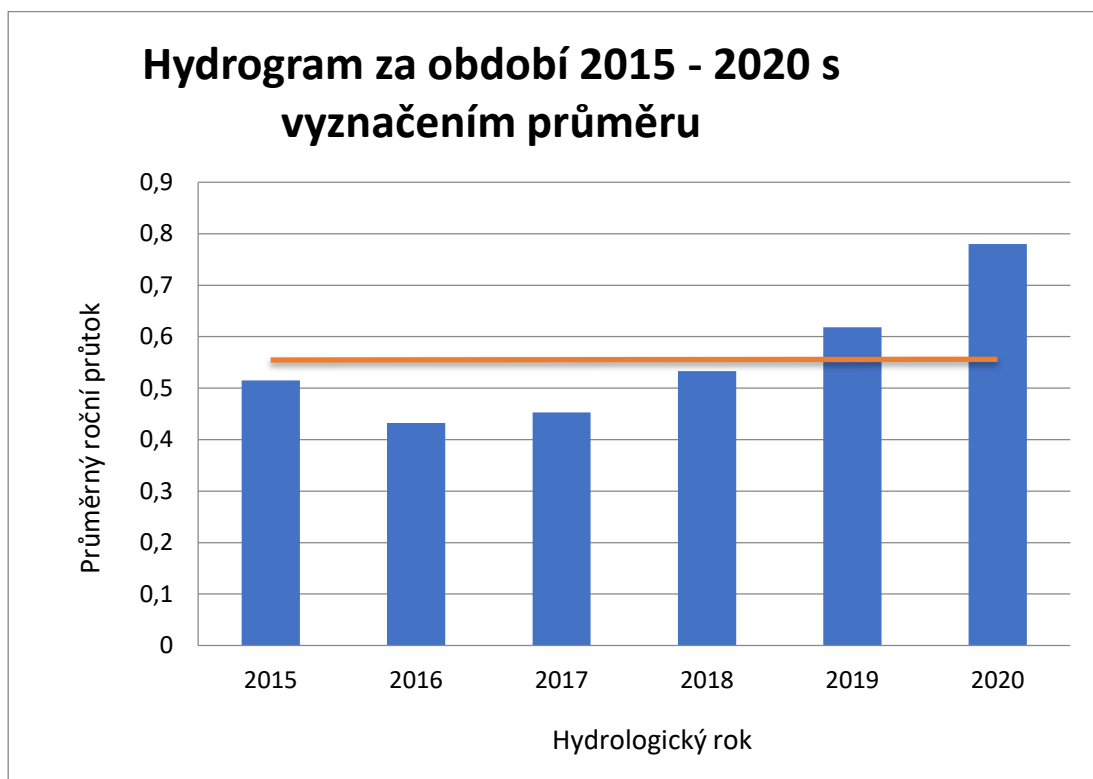
	Plocha [m ²]	Přibližný objem [m ³]
Laguna 1	116.14	93
Laguna 2	265.20	239
Laguna 3	379.45	418
Laguna 4	22.47	14
Laguna 5	155.42	134
Laguna 6	245.36	250
Laguna 7	122,06	117
Laguna 8	48.02	33
Celkem	1354,12	1298

Parametry lagun pocházejí z dokumentace o revitalizaci a hodnoty laguny 4 a 8 byly překontrolovány měřením a jejich hodnoty přibližně souhlasily.

3.4 Porovnání starého a revitalizovaného koryta

3.4.1 Porovnání průtoků

Po konzultaci s Českým hydrometeorologickým ústavem, byly pro porovnání zvoleny hodnoty m-denních průtoků Q_{30d} a Q_{330d} a z n-letých průtoků Q_1 (Klímová, 2022 – ústní sdělení). Ke zjištění nových hodnot Q_{30d} a Q_{330d} , byla použita historická data průtoků Pašínovic a Humenice od roku 2015 po rok 2020 a pomocí koeficientu, byla tato data přepočítána pro Štiptůň (viz. Metodika této DP). Průměrný roční průtok těchto roků lze vidět na grafu 3.1. M-denní průtoky za období 2015 – 2020 lze vidět v tabulce 3.14.



Graf 3.1: Hydrogram pro profil Štiptůň s červeně vyznačeným průměrem pro období 2015 - 2020

3.14: M-denní průtoky pro profil Štiptůň za období 2015 - 2020

M	[dny]	30	90	180	270	330	355	364
Q_m	[m ³ /s]	1,137	0,694	0,413	0,276	0,204	0,171	0,148

Hodnoty pro Q_{30d} a Q_{330d} z těchto 6 ti let byla zprůměrována – průměrná hodnota Q_{30d} je 1,137 m³/s a průměrná hodnota Q_{330d} je 0,204 m³/s. Pro zjištění zaplnění koryta a rychlosti průtoků při Q_{30d} a Q_{330d} byla využita metoda iterace („přibližování“), kdy ze znalosti hodnot průtoků v korytě byly opakovanými výpočty odvozeny hloubky vody v korytě a rychlosti proudění za použití Chézyho rovnice a rovnice kontinuity. Porovnání hodnot m-denních průtoků pro Q_{30d} a Q_{330d} z období před revitalizací a pro období 2015 - 2020 pro staré koryto a koryta nová lze vidět v tabulkách 3.15 – 3.22 a porovnání objemu vody pro období 2015 – 2020 lze vidět v grafu 3.2.

3.15: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{330d} za období 2015 – 2020

	Rychlost [m/s]	Výška hladiny [m]	Délka úseku [m]	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]
Původní koryto	0,512	0,199	3 056	1 210	5 913
Koryto typu A	0,247	0,403	1 100	909	4 447
Koryto typu B	0,302	0,375	650	439	2 153
Koryto typu C	0,416	0,342	1 520	747	3 653
Koryto typu D	0,457	0,33	140	63	307

3.16: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{330d} za období 2015 – 2020

	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]	Délka koryta [m]
Původní koryto	1 210	5 913	3 056
Revitalizované koryto	2 157	10 559	3 410

3.17: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{330d} z období před revitalizací (do roku 2014)

	Rychlost [m/s]	Výška hladiny [m]	Délka úseku [m]	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]
Původní koryto	0,468	0,19	3 056	1 046	6 517
Koryto typu A	0,23	0,37	1 100	768	4 783
Koryto typu B	0,285	0,35	650	382	2 278
Koryto typu C	0,397	0,32	1 520	654	3 832
Koryto typu D	0,437	0,31	140	55	320

3.18: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{330d} z období před revitalizací

	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]	Délka koryta [m]
Původní koryto	1 046	6 517	3 056
Revitalizované koryto	1 859	11 215	3 410

3.19: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{30d} za období 2015 – 2020

	Rychlost [m/s]	Výška hladiny [m]	Délka úseku [m]	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]
Původní koryto	1,027	0,333	3 056	3 389	2 977
Koryto typu A	0,395	0,751	1 100	3 164	2 7855
Koryto typu B	0,479	0,702	650	1 538	1 356
Koryto typu C	0,649	0,646	1 520	2 664	2 341
Koryto typu D	0,711	0,624	140	224	197

3.20: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{30d} za období 2015 – 2020

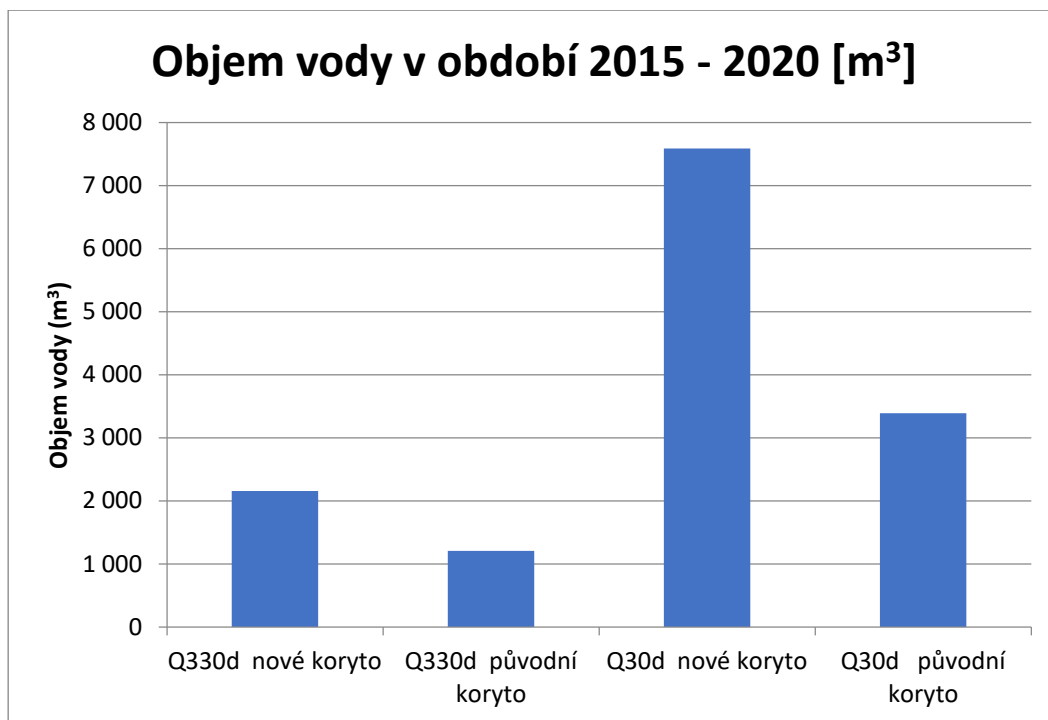
	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]	Délka koryta [m]
Původní koryto	3 389	2 977	3 056
Revitalizované koryto	7 589	6 679	3 410

3.21: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{30d} z období před revitalizací

	Rychlost [m/s]	Výška hladiny [m]	Délka úseku [m]	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]
Původní koryto	1,06	0,345	3 056	3 637	2 839
Koryto typu A	0,4	0,77	1 100	3 326	2 736
Koryto typu B	0,49	0,72	650	1 617	1 332
Koryto typu C	0,66	0,66	1 520	2 781	2 307
Koryto typu D	0,72	0,64	140	235	193

3.22: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{30d} za období před revitalizací

	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]	Délka koryta [m]
Původní koryto	3 637	2 839	3 056
Revitalizované koryto	7 9560	6 569	3 410



Graf 3.2: Grafické porovnání objemů vody starého a revitalizovaného koryta při průtocích Q_{330d} a Q_{30d} (za období 2015 – 2020)

Hodnota pro porovnání n-letého průtoku Q_1 byla získána porovnáním velikostí výměry povodí a hodnot Q_1 nejbližších měrných stanic s velikostí povodí pro Štiptoň (viz kapitola Metody). Výsledná hodnota Q_1 pro profil Štiptoň vyšla $6,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Porovnání starého koryta a koryt nových pro n-letý průtok Q_1 lze vidět v tabulkách 3.23 a 3.24.

3.23 Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_1 za období 2015 – 2020 – hodnoty pro revitalizované koryto nelze určit z důvodu vybřežení při tomto průtoku (X)

	Rychlost [m/s]	Výška hladiny [m]	Délka úseku [m]	Objem vody [m³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]
Původní koryto	2,08	0,57	3 056	9 777	1 467
Koryto typu A	X	X	X	X	X
Koryto typu B	X	X	X	X	X
Koryto typu C	X	X	X	X	X
Koryto typu D	X	X	X	X	X

3.24: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_1 – hodnoty pro revitalizované koryto nelze určit z důvodu vybřežení při tomto průtoku (X)

	Objem vody [m ³]	Doba doběhu hodnoceného úseku [s]	Délka koryta [m]
Původní koryto	9 777	1 467	3 056
Revitalizované koryto	X	X	3 410

Jak je možné vidět z tabulek 3.23 a 3.24, při hodnotě Q_1 již dojde v revitalizovaném úseku k rozlivu vody z koryta do okolní nivy, která je běžně využívána jako pastvina a v době velkých vod slouží k bezpečnému rozlivu vody z koryta bez rizika škod na majetku a svým objemem nahrazuje objem původního koryta. Staré opevněné koryto by bylo při tomto průtoku zaplněno přibližně z $\frac{1}{4}$.

3.4.2 Porovnání okolí koryta toku před revitalizací a po revitalizaci

Okolí koryta před revitalizací bylo zemědělsky využíváno až ke hraně koryta. Tímto obhospodařováním byla negativně ovlivňována kvalita vody v korytě.

V současné době je z každé strany koryta ponechán pás 2 – 10 metrů, který je zarostlý vegetací z původní výsadby a náletových dřevin, které se zde staly dominantní. Na některých vysazených dřevinách se stále nachází ochranné pletivo, viz obrázek 3.22. Po pravé straně ve směru toku, byla vytvořena niva, která slouží pro pojmutí vod v případě povodní a běžně je využívána jako pastvina. Tato niva je zahlobena pod úroveň okolního terénu přibližně 20 -80 cm a šířka nivy je 20 – 70 m.



Obrázek 3.22: Vegetace okolo koryta s ochranným pletivem (Vlastní, 2022)

3.5 Vyhodnocení a diskuze

Maximální kapacita koryta byla revitalizací snížena, ale nově vzniklé prostředí umožňuje v případě velkých vod rozliv do okolní nivy bez rizika škod na majetku. Revitalizací došlo k prodloužení koryta a ke značnému přiblížení přírodnímu stavu koryta i jeho okolí. Okolí koryta je v současné době velmi zarostlé a okolní louka jeví známky zamokření. Současný charakter revitalizovaného toku pomohla dotvořit povodeň, která zde byla krátký čas po dokončení projektu.

V roce 2015 došlo k revitalizaci Litovického potoka ve městě Hostivici. Tento potok byl v minulosti narovnan a opevněn kamennou dlažbou. Při této revitalizaci došlo k rozvolnění potočního pásu, vytěžení velkého objemu zemin, které zajistilo protipovodňovou ochranu. Byla vybudována nová přírodě blízká kyneta a v rámci možností byla zvlněna. Původní délka tohoto potoka byla 1,9 km a zvlněním se podařilo délku natáhnout na 2,4 km. Tato revitalizace přinesla zvětšení běžně zadržovaného objemu vody na 2,3 násobek oproti původnímu stavu (Cílek, 2017). Takovéto zvětšení zadržovaného objemu vody odpovídá hodnotám vypočteným v této DP (zvýšení aktuálního objemu vody v korytě toku na cca 1,8 – 2,2 násobek oproti původnímu stavu). Prodloužení nového koryta oproti původnímu bylo při revitalizaci Stropnice o něco menší z 3,056 km na 3,410 km.

Dalším příkladem již provedené revitalizace je říčka Mindel, která prodělala revitalizaci v letech 2006 – 2007. Tato říčka se nachází v Bavorsku. Původní úzké koryto, které bylo v minulosti technicky upraveno, bylo ponecháno stranou a vytvořilo se pro řeku nové koryto, které bylo dostatečně široké a členité. Dřívější koryto nebylo zasypáno a vznikly v něm nové tůně, které se ukázaly jako příhodný biotop, který obohacuje místní prostor (Just, 2018). Stejně tak při revitalizaci Stropnice bylo vybudováno 8 nových lagun, které zvyšují zadržené množství vody v krajině a navíc mají vysokou krajnotvornou a ekologickou funkci.

V roce 2015 došlo na úseku Loděnického potoka nad Nenačovicemi na Berounsku k revitalizaci, ve které se jednalo o nápravu technické úpravy potoka provedené v 70. letech minulého století. Revitalizace vedla k úpravě hlubokého geometrického koryta, tuto revitalizaci však omezovala nutnost protipovodňové ochrany. Z tohoto důvodu bylo vytvořeno nové nepřírozeně široké koryto, do dna tohoto koryta je vložena přírodě blízká a zvlněná kyneta pro běžné průtoky. Koryto bylo prodlouženo přibližně o $\frac{1}{4}$ z 1,47 km na 1,84 km (Cílek, 2017).

Jedním z dalších příkladů revitalizací je revitalizace řeky Isar v Mnichovně, ke které došlo v roce 2011. Morfologie této řeky byla značně narušena výstavbou protipovodňových opatření. V této revitalizaci šlo hlavně o znovuoobnovení ekologických funkcí toku včetně průchodnosti, přeměna v přírodě blízkou krajinu, zlepšení krajiny břehových zón a zlepšení kvality vody. V revitalizovaném úseku řeky došlo k odstranění kamenitého břehového opevnění, rozšíření řečiště ze 45 m na 90 m a zploštění břehů. Došlo také ke zploštění vysoko položené břehové louky díky čemuž je nyní tok řeky na několika místech znovu přístupný. Již po týdnu po dokončení revitalizačních prací si řeka začala intenzivně přetvářet své řečiště (Gaulke, 2018). I v případě revitalizace Stropnice byla vytvořena přírodě blízká krajina, zlepšily se břehové zóny i kvalita vody, protože intenzivně obdělávaná půda již nezasahuje až k okraji koryta a v současné době je využívána k pastevním účelům.

Dalším příkladem revitalizací je úprava části Černého potoka, kterou revitalizoval státní podnik Lesy České republiky. Jednalo se o úpravu prameniště a malé vodní nádrže. Koryto bylo upraveno do přirozené podoby a doplněno o dřevěné a kamenné překážky, které mají sloužit jako úkryt pro živočichy (Havlová, 2019).

Z těchto uvedených příkladů revitalizací lze vidět, že při revitalizacích jde hlavně o navrácení řeky a jejího blízkého okolí přírodě, což bylo i jedním z hlavních zájmů revitalizace řeky Stropnice.

Závěr

Tato diplomová práce je zaměřená na revitalizaci řeky Stropnice, která proběhla v roce 2014 na úseku Tomkův mlýn – Nové Hrady. Revitalizací došlo ke značnému prodloužení délky revitalizovaného úseku z 3,056 km na 3,410 km. Staré koryto bylo řešeno na znatelně větší kapacitu než koryto nové, jelikož bylo až ke svému kraji intenzivně zemědělsky obhospodařováno, což mělo vliv i na kvalitu vody. V současné době je v blízkosti koryta louka, která slouží jako pastvina, do které se voda může volně rozlévat v případě povodní. Součástí revitalizace byla i úprava 7 m přítoků, které se nacházejí v revitalizovaném úseku. Tyto přítoky byly v minulosti zatrubněny až k samému korytu Stropnice. V současné době jsou tyto trubky zkráceny a přítoky vedeny do hlavního koryta přírodě blízkými koryty. Mimo tyto úpravy koryt došlo v okolí řeky i k výsadbě stromů, která byla doplněna náletovými dřevinami, které se zde staly dominantními.

Hlavním cílem této práce bylo porovnání množství zadržené vody v tomto úseku před revitalizací a po ní. Pomocí výpočtů bylo dokázáno, že v novém korytě se zadržuje znatelně větší množství vody za nepovodňových průtoků.

Revitalizací došlo ke značnému přiblížení se přírodnímu stavu, nejenom koryta řeky, ale i jeho blízkého okolí.

Seznam použité literatury

Publikace

1. Adámek, Z. et al. (2010). *Aplikovaná hydrobiologie*, České Budějovice, ISBN 9788087437094
 2. Baroš, A. et al. (2013). *Břehové porosty vodních toků sborník ze semináře*, Průhonice, 92 s, ISBN 9788085116984
 3. Cílek, V. et al. (2017). *Voda a krajina*, Praha, ISBN 9788073638375
 4. Cílek, V., Kender, J. (2004). *Voda v krajině: kniha o krajinnotvorných programech*, Praha, ISBN 8090213278
 5. Čížková, S. et al. (2008): *Nelesní dřevěná vegetace*, Olomouc, 39 s, ISBN 9788090417403
 6. ČSN 752935 (2014). *Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodni*, Praha, katalogové číslo 94534
 7. Datel, J. V. et al. (2015). *Retence, ale jaká? Rozdílnost velikosti a funkce složek retence vody v krajině*, Praha
 8. Dostál, T. et al. (2004). *Revitalizace malých vodních toků*, Praha, ISBN 8090213294
 9. Edwards, B. et al. (2016). *Geomorphic adjustment to hydrologic modifications along a meandering river: Implications for surface flooding on a floodplain*, 149 - 159
 10. Ehrlich, P. et al. (1994). *Metodika 14/1994 Revitalizační úpravy potoků objekty*, Praha
 11. Ehrlich, P. et al. (2005). *Vodní hospodářství II Vodní toky*, 2005, ISBN 8023949160
 12. Gergel, J. et al. (1999). *Revitalizace drobných vodních toků*, Praha, ISSN 12101672
 13. Hasík, O. (1974). *Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka*, Praha
 14. Havlová, M. (2011). *Dokumentace revitalizace Stropnice, Tomkův mlýn – Nové Hrady, Povodí Vltavy*
 15. Hejnák, J. (2004). *Geologické podklady pro krajinnotvorné programy*, Ministerstvo životního prostředí, ISBN 8072123211
 16. Just, T. et al. (2003). *Revitalizace vodního prostředí*, Praha, ISBN 8086064727
 17. Just, T. et al. (2005). *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*, Praha, ISBN 8023963511
 18. Jůva, K. et al. (1984). *Malé vodní toky*, Praha
-

-
19. Jůva, K. et al. (1987). *Odvodňování zemědělské půdy*, Praha
 20. Kender, J. (2000) *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny*, Praha, ISBN 8072121480
 21. Kolektiv autorů (2012), *Voda ve vesmíru, na zemi, v životě a v kultuře*, Praha, ISBN 9788086212982
 22. Kvítek, T. et al. (2017). *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce*, Praha, ISBN 9788027024889
 23. Kvítek, T. et al. (2018). *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želnivce*, Praha, ISBN 9788027052448
 24. Marek, J. (2010). *Krajinou okolo řeky Stropnice prlvodce přírodou Borovanska*, České Budějovice
 25. Novák, P., et al. (2017). *Ochrana vod z pohledu klimatických změn*, Praha, ISBN 9788087262825
 26. Petříček, a V., Cudlín, P. (2003) *Máme bojovat proti povodním?*, Praha
 27. Prach, K. (2003). *Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách*, Třeboň, ISBN 8086188140
 28. Raplík, M. et al. (1989). *Úprava tokov*, Bratislava, ISBN 8005001282
 29. Rohon, P. (2004) *Stavební činnost a revitalizace krajiny sborník prací*, Praha
 30. Rosgen, D. L. (1994). *A classification of natural rivers*, Catena 1994, ISSN 03418162
 31. Soukup, M. a kol. (2008). *Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech*, Praha, ISBN 9788090402720
 32. Stephenson, D. (2003). *Water resources management*, ISBN 9058955738
 33. Šedivý, V., a Vrána, K. (2011). *Vodní hospodářství: Hydraulika, Malé vodní nádrže, Revitalizace krajiny*, Vodňany, ISBN 9788087096147
 34. Šlezinger, M. (2009). *Vybrané důvody revitalizací vodních toků*, Brno, ISSN 18034241
 35. Štěrba, O. et al. (2008). *Říční krajina a její ekosystémy*, Olomouc, ISBN 9788024422039
 36. Váchal, J. (2011). *Pozemkové úpravy v České republice*, Praha, ISBN 9788090348288
 37. Vopravil, J. et al. (2011). *Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině*, Praha, ISBN 9788087361061
-

38. Vrána, K et al. (2004). *Revitalizace malých vodních toků*, Praha, ISBN 8090213294

39. Vrána, K. et al. (2009). *Revitalizace krajiny*, České Budějovice, ISBN 9788073941604

40. Xu, T. et al. (2019). *Wetlands of International Importance: Status, Threats and future Protection*

Elektronické zdroje

Lágner, A. (2004) *Revitalizace říčních systémů*, ISSN 1801-2787 [online] [cit. 2022-25-03]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=57>

Univerzita palackého v Olomouci (2010). *Geomorfologické celky* [online] [cit. 2022-25-03]. Dostupné z: <https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/fluvialni/meandr.html>

AOPK ČR: (2022). *Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny*, [online] [cit. 2022-26-03] Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/podpora-obnovy-prirozenych-funkci-krajiny/>

OPZP (2022). *Operační program Životního prostředí 2014-2020* [online] [cit. 2022-26-03]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/zakladni-informace/>

Fortinová, L. (2010). *Řeka Stropnice – Česká republika* [online] [cit. 2022-30-03]. Dostupné z: <https://www.infoglobe.cz/reky/evropa/ceska-republika/stropnice>

Just, T. (2022). *Příklady revitalizací vodních toků ve volné krajině 11/2018* [online] [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/res/archive/410/067846.pdf?seek=1546946641>

Just, T. (2010). *Poznámky k navrhování přírodě blízkých revitalizačních koryt vodních toků ve volné krajině* [online] [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizacevodnich-toku/odborne-clanky-k-metodice-revitalizaci/>

Šafarčíková, S. (2016). *Revitalizace řeky Stropnice u Byňova* [online] [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <http://envirooskop.cz/?revitalizace-reky-stropnice-u-bynova>

Rozman, D. a Hrkal, Z. (2020). *Simulace dopadu revitalizace meandru Jordánu na řece Orlici na režim přilehlého kvartérního kolektoru* [online] [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2020/06/simulace-dopadu-revitalizace-meandru-jordanu-na-rece-orlici-na-rezim-prilehleho-kvarterniho-kolektoru/>

Gaulke, A. et al. (2018). *Revitalizace řeky Isar v Mnichově* [online] [cit 2022-08-04].

Dostupné z: http://www.wrrl-info.de/cz/docs/wrrl_steckbrief_isare_cz.pdf

Ústní sdělení

Klímová, M. (2022), *Hydrologická analogie*, ČHMÚ

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Vliv podélného sklonu na vlnitost toku (Rosgen, 1994)	14
Obrázek 1.2: Porovnání komunikace přírodního a upraveného koryta toku s okolím (Cílek, 2017)	16
Obrázek 1.3: Příklad samovolné denaturace drobného potoku, který byl v minulosti technicky upraven a snaží se vrátit k přírodně malému zvlněnému korytu (Cílek, 2017)	20
Obrázek 1.4: Destabilizované koryto nevhodným lidským zásahem (prohloubení, napřímení bez přijatelného opevnění – dále se propadá) (Cílek, 2017).....	21
Obrázek 1.5: Příklad hlubokého, napřímeného a dlažbou opevněného koryta, které pracuje na rozpadu dlažby (Cílek, 2017)	22
Obrázek 2.1: Tok Stropnice na území ČR (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022).....	27
Obrázek 2.2: Napřímená část řeky Stropnice (Vlastní, 2022)	28
Obrázek 2.3: Hlásný profil a povodí Humenice (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022).	29
Obrázek 2.4: Hlásný profil a povodí Štiptůň (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022).....	30
Obrázek 2.5: Hlásný profil a povodí Pašínovice (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)	30
Obrázek 3.1: Trasa koryta před revitalizací (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)	32
Obrázek 3.2: Nákres původního koryta (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)	33
Obrázek 3.3: Vegetace okolo toku (Vlastní, 2022).....	35
Obrázek 3.4: Zatrubněný přítok vlévající se do koryta řeky (Vlastní, 2022)	35
Obrázek 3.5: Nové koryto přítoku, jenž bylo původně zatrubněno (Vlastní, 2022)..	36
Obrázek 3.6: Nové koryto přítoku, jenž bylo původně zatružněno (Vlastní, 2022)	36
Obrázek 3.7: Revitalizované koryto řeky (Vlastní, 2022)	38
Obrázek 3.8: Trasa revitalizovaného koryta řeky (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)	38
Obrázek 3.9: Porovnání části toku před a po revitalizaci (ČÚZK, zpracování vlastní, 2022)	39
Obrázek 3.10: Nákres koryta typu A (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)	40
Obrázek 3.11: Nákres koryta typu B (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022).....	41
Obrázek 3.12: Nákres koryta typu C (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022).....	42
Obrázek 3.13: Nákres koryta typu D (GstarCAD, zpracování vlastní, 2022)	43
Obrázek 3.14: Laguna 1 (Vlastní, 2022).....	44
Obrázek 3.15: Laguna 2 (Vlastní, 2022).....	44

Obrázek 3.16: Laguna 3 (Vlastní, 2022).....	45
Obrázek 3.17: Laguna 4 (Vlastní, 2022).....	45
Obrázek 3.18: Laguna 5 (Vlastní, 2022).....	46
Obrázek 3.19: Laguna 6 (Vlastní, 2022).....	46
Obrázek 3.20: Laguna 7 (Vlastní, 2022).....	47
Obrázek 3.21: Laguna 8 (Vlastní, 2022).....	47
Obrázek 3.22: Vegetace okolo koryta s ochranným pletivem (Vlastní, 2022)	56

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Vývoj ročních výdajů na krajinotvorné programy v mil. Kč (Vrána, 2004)	11
Tabulka 3.1: Vypočtené obsahy, objemy a omočený obvody koryta před revitalizací	33
Tabulka 3.2: M-denní průtoky (Dokumentace revitalizace Stropnice, 2011).....	37
Tabulka 3.3: N-leté průtoky (Dokumentace revitalizace Stropnice, 2011)	37
Tabulka 3.4: Jednotlivé délky pro určité typy koryt	39
Tabulka 3.5: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu A	40
Tabulka 3.6: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu A	40
Tabulka 3.7: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu B.....	41
Tabulka 3.8: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu B	41
Tabulka 3.9: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu C.....	42
Tabulka 3.10: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu C	42
Tabulka 3.11: Vypočtené obsahy, objemy a omočené obvody koryta typu D	43
Tabulka 3.12: Parametry a výsledek Chézyho rovnice pro koryto typu D	43
Tabulka 3.13: Plochy a objemy lagun vytvořených při revitalizaci.....	48
3.14: M-denní průtoky pro profil Štiptoň za období 2015 - 2020.....	49
3.15: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{330d} za období 2015 – 2020	50
3.16: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{330d} za období 2015 – 2020.....	50
3.17: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{330d} z období před revitalizací (do roku 2014)	51
3.18: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{330d} z období před revitalizací.....	51
3.19: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{30d} za období 2015 – 2020	52
3.20: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{30d} za období 2015 – 2020	52
3.21: Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_{30d} z období před revitalizací	53

3.22: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_{30d} za období před revitalizací.....	53
3.23 Porovnání původního koryta s novými koryty v revitalizovaném úseku pro Q_1 za období 2015 – 2020 – hodnoty pro revitalizované koryto nelze určit z důvodu vybřežení při tomto průtoku (X)	54
3.24: Porovnání původního a revitalizovaného úseku pro Q_1 – hodnoty pro revitalizované koryto nelze určit z důvodu vybřežení při tomto průtoku (X)	55

Přílohy

Příloha č.1 revitalizovaný úsek SO – 01



Příloha č.2 sedm upravených přítoků revitalizovaného úseku

