Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav aplikované a krajinné ekologie

Zhodnocení zrealizovaných revitalizačních akcí v okrese Rychnov nad Kněžnou

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.

Vypracoval:
Jiří Suchodol

Brno 2016

Agronomická fakulta

Ústav aplikované a krajinné ekologie
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel :	**Jiří Suchodol**
Studijní program:	Zemědělská specializace
Obor:	Pozemkové úpravy a ochrana půdy
Název tématu:	**Zhodnocení zrealizovaných revitalizačních akcí v okrese Rychnov nad Kněžnou**
Rozsah práce:	30 stran textu, mapové přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s problematikou revitalizací říčních systémů včetně legislativy
2. Popis lokality, terénní průzkum
3. Metodika
4. Zhodnocení provedených a probíhajících revitalizačních akcí na přítocích do Divoké Orlice, funčnost nových poldrů
5. Návrh nových úseků vhodných k revitalizování
6. Výsledky, diskuse
7. Závěr

Mendelova univerzita v Brně

Seznam odborné literatury:

1. JUST, T. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi.* Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. 395 s. ISBN 80-239-6351-1.
2. GERGEL, J. *Metodická pomůcka-Revitalizace drobných vodních toků.* VÚMOP Praha, 1999.
3. KOUTNÝ, L. *Stabilní úpravy toků v přírodních podmínkách.* MZLU Brno, 1995.
4. EHRLICH, P. *Revitalizační úpravy potoků: Objekty.* VÚMOP Praha, 1994.
5. PUNČOCHÁŘ, P. a kol. *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. : v úplném znění k lednu 2004 s rozšířeným komentářem.* Praha: Sondy, 2004. 392 s. ISBN 80-86846-00-8.
6. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie.* 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
7. PITTER, P. *Hydrochemie.* 3. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. 568 s. ISBN 80-7080-340-1.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016

Jiří Suchodol
Autor práce

Agronomická fakulta
L. S.
Mendelova univerzita v Brně
-4-

Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Dr. Milada Šťastná
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Zhodnocení zrealizovaných revitalizačních akcí v okrese Rychnov nad Kněžnou vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 25. 4. 2016

Podpis

……..……

Poděkování: Tímto bych chtěl poděkovat hlavně Ing. Petře Oppeltové, Ph.D. za všechny cenné rady, ochotu a úpravy, dále Ing. Tomáši Mašíčkovi Ph.D. za pomoc s mapami z GIS programu a všem ostatním, kteří mě pomohli dokončit tuto bakalářskou práci.

ABSTRAKT

Tato bakalářské práce se zabývá revitalizacemi vodních toků, charakteristikou a zhodnocením vybraných třech potoků. Nejprve je v rámci literární rešerše řešena problematika revitalizací. Následně jsou zde charakterizovány tři potoky, na kterých proběhla v minulosti revitalizace a dále je zhodnocen současný stav těchto revitalizací. Cílem je vyhodnotit jejich stav, a zda mají, tyto revitalizace smysl nebo ne. Zrevitalizované potoky se nacházejí v CHKO Orlické hory a jsou přítoky Divoké Orlice.

Klíčová slova: revitalizace, tok, řeka, objekty

That is the thesis deals with an explanation of what's the revitalization of water-courses, characterization and evaluation of the existing three selected streams. First, it is explains what's revitalization and how they work. That they are characterized by three rivers on which took place in the past revitalization and assessed the current state of revitalization. The aim is that they should function the revitalization recover or not. Re-vitalization is located in the Protected Landscape Area Orlické hory and the are tributaries to the river Divoká Orlice.

Key words: revitalization, flow, river, object

OBSAH

1. ÚVOD **9**

2. CÍL PRÁCE **10**

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED **11**

3.1 Legislativa **11**

3.2 Krajina **11**

3.3 Voda **11**

3.4 Vodní tok **12**

3.5 Vzájemné působení vodního toku a okolí **16**

3.5.1 Břehová vegetace 17

3.6 Morfologie toků a základní pojmy **18**

3.7 Antropogenní změny a vliv na vodní režim v krajině **18**

3.7.1 Změny ve struktuře krajiny 18

3.7.2 Charakter využití dolní nivy 19

3.8 Revitalizace **20**

3.8.1 Historie 20

3.8.2 Vývoj 21

3.8.3 První generace revitalizací 21

3.8.4 Druhá generace revitalizace 22

3.8.5 Třetí generace revitalizace 22

3.9. Rozdělení revitalizací **23**

3.9.1 Revitalizace částečná 23

3.9.2 Revitalizace úplná 23

3.10. Dimenzování a návrh trasy toku **24**

3.10.1 Návrh trasy koryta 24

3.10.2 Koryto revitalizovaného toku 24

3.10.3 Dimenzování koryta 24

3.10.4 Stabilizace koryta 25

3.18.5 Splaveninový režim 25

3.10.6 Zásady návrhu revitalizace 25

3.10.7 Tvar koryta 26

3.11 Podélné a příčné prvky v revitalizačním toku **27**

3.11.1 Podélné úpravy koryta toku tlumící energii vodního proudu 28

3.11.2 Prvky rozvlňující proudnici v upravených napřímených korytech toků a vytvářející místa tišin pro ukládání splavenin 28

3.11.3 Revitalizační prvky působící jako vzdouvací objekty pro udržení hladiny při nízkých průtocích (prahy, stupně, výmoly a prohlubně) 30

3.11.3.1 Prahy 30

3.11.3.2 Stupně 31

3.11.3.3 Výmoly a prohlubně 33

4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ **35**

4.1 Klimatické podmínky 35

4.2 Geologická skladba lokality: 35

4.3 Pedologická skladba lokality: 36

5. METODIKA **37**

6. CHARAKTERISTIKA TOKŮ A POPIS SOUČASNÉHO STAVU **39**

6.1 T6 Jadrná **39**

6.1.1 Základní parametry toku 40

6.1.2 Hydrotechnické údaje 40

6.1.3 Vegetační úpravy 41

6.1.4 Současný stav 41

6.2 T11 jižně od statku **42**

6.2.1 Základní parametry toku 44

6.2.2 Hydrotechnické údaje 46

6.2.3 Vegetační úpravy 46

6.2.4 Současný stav 47

6.3 T12 U Kolína **48**

6.3.1 Základní parametry toku 49

6.3.2 Hydrotechnické údaje 50

6.3.3 Vegetační úpravy 51

6.3.4 Současný stav 51

7. DISKUZE A ZHODNOCENÍ **53**

7.1 T6 Jadrná **53**

7.2 T11 jižně od statku **54**

7.3 T12 U Kolína **55**

8. ZÁVĚR **57**

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY **58**

10. PŘÍLOHY **60**

1. ÚVOD

Člověk ovlivňoval krajinu od nepaměti a přizpůsoboval si ji pro svoji potřebu. Nejprve to začalo odlesňováním krajiny, úpravou krajiny pro obhospodařování a provádění staveb jakéhokoliv druhu, až po úpravu toků. Toky se upravovaly a napřimovaly z mnoha důvodů. Nejčastěji na ochranu intravilánu před povodněmi, nebo napřímení toků a říček pro lepší obhospodařování plochy. Postupem času se ale zjistilo, že ne všechny změny jsou příznivé pro krajinu, zvláště pak u toků. Opevněná koryta měla nevýhodu v tom, že rychle odváděla vodu z krajiny. Vlivem opevnění docházelo i k povodňovým vlnám na dolních částech toku. Opevnění také snižovalo hladinu podzemní vody a většinou se v nich nevyskytoval žádný život (v opevněném korytě se nemohla rozvíjet fauna a flóra). Proto začaly vznikat první úpravy toků, aby došlo k navrácení do jejich přirozeného stavu. Úpravy se začaly nazývat revitalizace. Revitalizace – obnovení (navrácení) funkcí toku zpět do přírodě blízkému stavu. Zpočátku revitalizace zahrnovala jen úpravu toku, kde se vytvořila místa pro zvýšení fauny a flóry. Až po mnoha letech monitorování je dnes možné chápat revitalizaci toku, nejen jako obnovu koryta, ale i obnovu celého jeho blízkého okolí popřípadě i povodí. To znamená zpracování projektu pro okolí toku, jako je výsadba dřevin, napojení a obnovení starých koryt, slepých ramen, nebo větví, zlepšení odtokových poměrů, zadržení vody v krajině a mnoho dalších úprav.

Nejvíce technických úprav (napřimování a odvodnění) probíhalo v druhé polovině minulého století v tehdejším Československu, kdy bylo všechno podřízeno zemědělské výrobě, a proto bylo potřeba co nejvíce zemědělských ploch. Až po revoluci v 90. letech začíná docházet k prvním revitalizacím toků. Na území České republiky se nachází množství drobných vodních toků, které mají přibližnou délku 60 711 km. Část z nich je technicky upravena, přibližně 13 000 km. Nejvíce se revitalizují drobné vodní toky třetích a čtvrtých řádů.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je přiblížení revitalizací toků – co to znamená revitalizace, charakteristika a zhodnocení konkrétních situací na vybraných třech tocích. V literární rešerši uvádím problematiku revitalizací, její historii, dělení a technické pojmy. Následně je popsán a vyhodnocen současný stav jednotlivých řešených situací. Záměrem je zjistit zdali revitalizace mají smysl a přínos pro krajinu.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Legislativa

Mezi významné zákony ohledně revitalizací patří Zákon č. 114/1992 Sb., v platném znění o ochraně přírody a krajiny a Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění o vodách.

3.2 Krajina

„*Krajina je část území zemského povrchu s charakteristickým reliéfem tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačních prvků“*. (Zákon č. 114/1992 Sb., §3 v platném znění)

Významný krajinný prvek je ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny. Utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašelinitě, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy (Zákon č. 114/1992 Sb. §3 v platném znění). Jsou chráněny před poškozováním a ničením. Pokud došlo k poškození nebo zničení významného krajinného prvku musí dotyčný podat hlášení na orgán ochrany přírody a krajiny. Nejčastěji dochází ke škodám/zásahům při výstavbě, pozemkové úpravě, odvodnění pozemků atd. (Zákon č. 114/1992 Sb., §4 v platném znění).

3.3 Voda

Voda je v neustálém hydrologickém cyklu. Hydrologický cyklus představuje proces, kdy voda se vypařuje z půdy a vodních ploch do atmosféry a v podobě srážek dopadá zpátky na zem (Brooks a kol. 2003).

Mezi nejzákladnější faktory lidské populace a aktivity je voda. Lidé ji využívají jako pitnou vodu a zároveň i pro své živobytí (rybolov, zemědělství). Na povrchu země se nachází pouze 2,7% sladké vody, a proto je nutné se ke zdrojům vody chovat tak, aby jí bylo dostatek pro další roky.

Územím České republiky neprotéká žádný velký veletok, ale pramení zde mnoho významných toků, které se řadí do třech hlavních evropských povodí (povodí Labe – Severní moře, Dunaje – Černé moře a Odry – Baltské moře). Česká republika je vlastně

takzvanou „střechou Evropy“. Důležité je, aby toky, které odtékají z našeho území, nebyly nadměrně znečisťovány např. z čistíren odpadních vod nebo ze zemědělství, a veškeré další činnosti byly dodržovány podle platné legislativy (Hubáčková, Oppeltová 2008).

3.4 Vodní tok

„*Vodní toky jsou povrchové vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku“*. Části toku jsou také slepá ramena a úseky tekoucí pod povrchem. Zda bude tok nazýván vodním tokem, rozhoduje vodoprávní úřad (Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění). Vodní tok se může tvořit v údolnici (Kravka 2009), v místech trvalého zamokření, vzlínáním podzemní vody nebo vytékáním z ledovců. Tato místa se nazývají pramen. Spojováním menších toků dochází k vytváření potoků a řek, z kterých pak vznikají velké toky a ty následně ústí do moří nebo jezer. Délka toku se uvádí od ústí po pramen, nazývá se kilometráž. Sklon toků se vyjadřuje jako absolutní spád – celkové převýšení toku od ústí po pramen, nebo relativní sklon – převýšení na 1 kilometru v promilích. U horských potoků jsou sklony dna velké (až 45°) (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Tok je dělen na základní tři úseky. Horní tok, který je charakteristický svým velkým sklonem dna a vysokou vymílací rychlostí. Vzniká eroze dna a sedimenty jsou unášeny do nižších částí toku.

Na středním toku se snižuje vymílací rychlost a sklon dna, nedochází k velké erozi dna, ale spíše k břehové erozi. Začíná se tvořit širší koryto, usazují se zde velké sedimenty a tím vznikají štěrkopískové lavice.

Dolní tok s malým sklonem dna a pomalou rychlostí je mnohem klidnější, tvoří se meandry a dochází zde k sedimentaci – ukládání jemných materiálů (Kravka 2009).

Koryto vodního toku

Vodní tok, který protéká po pozemku evidovaném v Katastru nemovitostí jako vodní plocha, je koryto toku. Pokud tok protéká po pozemku, který není zapsán v Katastru nemovitostí jako vodní plocha, je koryto tvořeno dnem a břehy koryta

až do výšky hladiny vody. Jestliže dojde k pochybnostem o hranici vodního toku, rozhodne vodoprávní úřad.

Koryto vodního toku je rozděleno na přirozenou část a na část vytvořenou lidskou činností. Přirozené koryto vzniklo přirozeným vymíláním vody. Koryto vytvořené lidskou činností zahrnuje nový podélný sklon, příčný profil a jiný směr.

Vodní díla

Vodní díla jsou stavby, které narušují přirozený vývoj toku. Jedná se o přehrady, hráze, jezy, ochrany před povodněmi a stavby sloužící k využití revitalizací, např. skluzy, stupně, prahy atd. (Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění).

Správci vodních toků

Podle zákona č.254/2001 Sb., v platném znění jsou vodní toky rozděleny na významné a drobné vodní toky, které podléhají správě orgánů. Významné vodní toky jsou uvedeny ve vyhlášce, kterou stanovuje Ministerstvo zemědělství společně s Ministerstvem životního prostředí. Správci vodotečí jsou podniky Povodí (Povodí Moravy, Povodí Labe atd.) a Lesy ČR, pod které spadají menší drobné vodoteče.

Dělení vodních toků

Bystřiny jsou krátké horské potoky ležící ve vyšších nadmořských výškách. Mají zařízнuté koryto s nesouměrným příčným nebo podélným profilem a velkým sklonem dna. Dno je tvořeno převážně kameny nebo skalnatými stupni. Velká rozkolísanost průtoků může vést v letních měsících až k vyschnutí koryta.

Potoky mají malé povodí do 100 km^2, rovnoměrnější podélný sklon, menší vymílací rychlost.

Říčky jsou přechodné úseky mezi potoky a řekami. Mají mnohem větší povodí než potoky a už tvoří hydrografické sítě.

Řeky mohou dosahovat rozlohy povodí až 2000 km^2, mají malý sklon dna, kde dochází k usazování sedimentů. Jsou široké s pomalou rychlostí. Povodně na řekách vzniklé po dlouhotrvajících deštích nebo z tání sněhu způsobují velké škody.

Veletoky jsou mocné dlouhé řeky s velkou plochou povodí až několik tisíc kilometrů čtverečných. Veletoky se řadí do kategorie prvního řádu např. Labe (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Vývoj toku

Jestliže energie vody, která proudí dolů, je větší než nevymílací rychlost, způsobuje narušení dna a břehů. Dochází tak k erozi a unášení materiálů. Tím se přetváří koryto a vznikají hlubší meandry, nebo prohlubování dna toku. Pokud je ale energie vody menší než nevymílací rychlost, dochází k akumulaci materiálu. Aby se zabránily nebo zmírnily tyto negativní dopady na koryto, je potřeba navrhnout nové koryto s rovnovážným podélným sklonem dna. Je tedy nutné spočítat kritickou nevymílací rychlost, při které bude v rovnováze přínos a odnos materiálu.

Účel úprav toků

Účelem úpravy toků je zamezení eroze břehů, dna toků, zmírnění nebo zabránění škodám na majetku (zemědělská půda, komunikace, železnice) a úpravy vodního režimu v krajině. Jedná se především o úpravy břehové neboli podélné, které usměrňují koryto, nebo příčné stavby např. stupně, prahy atd. (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Historie úprav toků

Hlavní úpravy říčních koryt začaly v 19. a 20 stol. Úpravy se hlavně týkaly opatření před povodněmi, vytvoření splavnějšího koryta pro lodě, nebo využití energie vody jako zdroj elektrické energie. Vznikaly přehrady, jezy, průplavy. Dále se narovnávala koryta řek, v jejichž důsledku dochází k rychlejšímu odtoku vody z krajiny.

V posledních přibližně 20 letech je snaha o nápravu říčních koryt a navrácení stavu koryta přírodě blízkému stavu. Tedy revitalizace (Kravka 2009).

Úprava a návrh nového koryta

Úpravy by měly být brány komplexně. To znamená, zabývat se nejen daným úsekem, ale brát v potaz okolí a povodí toku. Důležité je, aby úpravy toku zahrnovaly obě etapy úprav: srážko-odtokové poměry povodí a samostatné úpravy koryta. Nově navrženou trasu pokud možno vést v trase starého koryta a nejnižším místě údolí. Úseky

nového koryta je nutné navrhnout tak, aby vedly přes méně významné pozemky (méně hospodářsky hodnotné pozemky, mokřady, stará říční koryta).

Při návrhu trasy je nutné dodržovat správné výpočty a postupy, aby opět nedocházelo k vymílání koryta (správný sklon dna, opevnění břehů a vynutí toku) (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Podélný profil

Je to podélný řez toku. Představuje spád daného toku. Největší sklon je v horních tocích a nejnižší na dolních tocích (Kravka 2009). Rozdílná místa s větším a menším podélným sklonem dna mají více výhod. Dojde k vytvoření míst s rychlejším nebo pomalejším proudem vody, dochází lépe k samočištění vody a je velice blízké přírodnímu sklonu dna toku (Just a kol. 2003).

Stabilní sklon dna

Stabilní sklon je takový spád toku, při kterém je v rovnováze odnos materiálu a přínos materiálu (Hubačíková, Oppeltová 2008). Při návrhu stabilního sklonu je nutné dbát na dispozici okolního terénu, druhu materiálu dna a na hladinu podzemní vody (Kravka 2009). Spád nivelety dna se obvykle stanovuje 2-5‰ na drobných tocích, u horských bystřin a potoků se volí větší. Nejmenší přípustný sklon, při kterém ještě nedochází k zanášení je 0,5‰.

Příčný profil

Je to kolmý řez koryta toku. Při návrhu příčného profilu je potřeba vytvořit nepravidelný příčný profil. Nesmí se navrhnout koryto s pravidelným geometrickým tvarem. (Kupec 2009). U technických úprav toků dochází nejčastěji k tvorbě lichoběžníkového tvaru se sklonem svahů 1:1, 1:2, nebo 1:3. V případě revitalizací se navrhuje tvar mělké, ploché mísy (Just a kol. 2003).

Chemismus řek

Chemismus řek je ovlivňován prouděním, množstvím vody a podložím. Dále pak také závisí na typu vzniku a druhu napájení vody. Nejčastějším typem napájení jsou atmosférické srážky, ledovce, horské sněhy, bažiny, rašeliniště nebo povrchový odtok z půdy. Podle jejich složení je dán chemismus řeky. Řeky dělíme do čtyř kategorií

mineralizací (málo, středně, zvýšeně a vysoce mineralizované vody). Nejvíce mineralizované vody jsou podzemní vody. Mineralizace závisí na typu hornin a půdy.

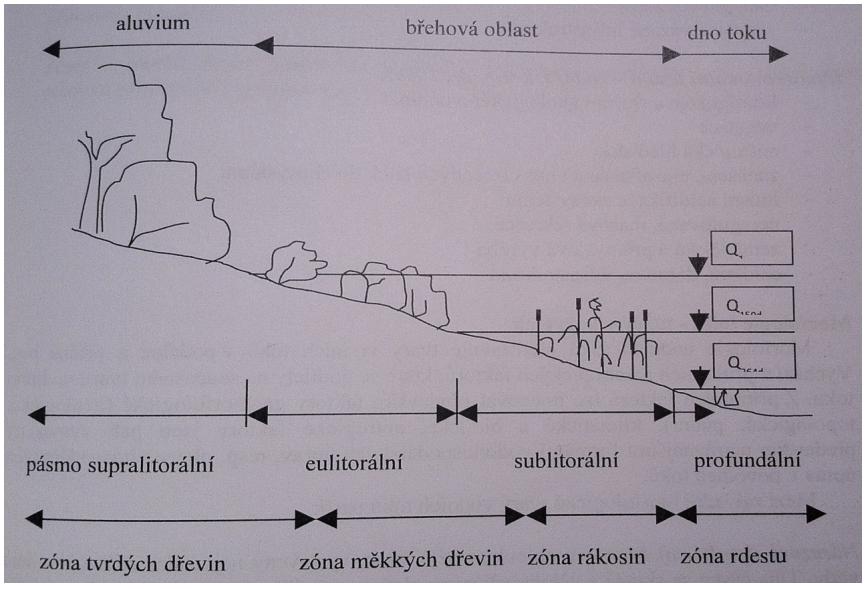
Chemismus toku je nejstabilnější ve velkých tocích, naopak v malých tocích je chemismus velmi rozkolísaný z důvodu malého průtoku a koncentrace nepříznivých látek.

Za posledních 40 let se v řekách zvýšila koncentrace dusičnanů, přibližně až pětkrát více. Za zvýšenou koncentraci mohou čím dál více používaná minerální hnojiva na polích, která se vlivem eroze dostávají do řek. Obsah dusičnanů se pohybuje od miligramů po desítky miligramů na litr vody (Heteša, Kočková 1997). Limit dusičnanů pro pitné vody je 50 mg/l (vyhláška 252/2004).

3.5 Vzájemné působení vodního toku a okolí

„*Vodní a mokřadní ekosystémy jsou otevřené systémy tvořené jednotlivými šířkami, mezi kterými probíhají neustále látkové, energetické a informační toky*“ (Kupec a kol. 2009).

Působení mezi tokem a aluviální zónou v příčném řezu je zobrazeno na Obr. 1.



Obr. 1 Zóny břehové vegetace (Kupec 2009)

- **profundální pásmo**

Stále zatopená část břehů, kde se vykytují jen vodní rostliny volně plovoucí, ponořené nebo zakořeněné i nezakořeněné např. okřehek, rdest.

- **sublitorální pásmo**

Pásmo rákosin. Vykytuje se zde rákos, puškvorec aj.

- **eulitorální pásmo**

Široký záběr, v nižších částech břehů se může vyskytovat opět rákos, nebo orobinec, ve výše položených částech břehů měkké dřeviny (vrby, olše, topoly).

- **supralitorární pásmo**

Pásmo ležící výše než navrhovaná hladina, zatopeno výjimečně, oblast vyskytujících se doprovodných porostů (dub letní, jasan, javor atd.)

Vodní tok je důležitou složkou působící na ekologickou stabilitu povodí. Mezi tokem a jeho aluviem (povodím) je vzájemná interakce (Kupec a kol. 2009).

3.5.1 Břehová vegetace

Vegetační doprovod je jeden z nejdůležitějších částí toku a jeho okolí. Slouží jako biotop nebo biokoridor pro živočichy. Vegetační doprovod je tak základem pro vytvoření územního systému ekologické stability. Břehová vegetace může plnit několik funkcí, například ochrannou, útočiště fauny, estetickou, rekreační, produkční atd., tudíž je nutné dbát na správný výběr dřevin a úpravu břehů (Šlezingr 2010).

Nejčastější nedostatky při návrhu jsou neodborný návrh, skladba a struktura dřevin, špatná technologie výsadby a nedostatečná péče a ochrana porostu.

Břehy a okolí toku se buď osejí travní směsí, nebo se nechají přirozenému průběhu. Ke zpevnění břehů a okolí se použijí dřeviny nejčastěji vrba, olše, dub a další (Just a kol. 2003).

3.6 Morfologie toků a základní pojmy

Morfologie je tvar toků v podélné a příčné ose. Morfologie toků vzniká podle dvou faktorů přírodního a antropického. Přírodní koryto se vytváří podle geomorfologických (geologické, půdní, topologické), klimatických a biotických faktorů. Antropické faktory jsou vodohospodářské úpravy.

Nárazový (konkávní) břeh – vnější břeh, musí odolat síle toku (proudu), někdy dochází vlivem proudění k rozpadu břehu až do svislého tvaru.

Vnitřní (konvexní) břeh – vnitřní břeh, proudění toků působí vzhůru, místo kde dochází k usazování částic vodního toku.

Meandr – obloukovitá trasa toku, přirozený tvar trasy, meandrování převažuje nad rovnými úseky toku.

Tůň – místo v korytě kde dochází ke zklidnění proudění, hlubší místo v toku, obvykle v nárazových březích.

Inflexe – místo kde se střídá jeden oblouk v druhý.

Brod – část toku mezi oblouky (v inflexi), často mělké dno.

Štěrková lavice – plochý tvar v korytě, který vzniká usazováním štěrkových splavenin, za nízkých průtoků vyčnívá nad hladinu, vznikají v období povodní, kdy klesá síla proudění a dochází tak k usazování, významná stanoviště pro živočichy nebo rostliny (Kupec a kol. 2009).

3.7 Antropogenní změny a vliv na vodní režim v krajině

Antropogenními změnami jsou zásahy člověka do srážko-odtokového procesu v krajině.

3.7.1 Změny ve struktuře krajiny

Prostorová struktura krajiny byla zásadně změněna ve scelování zemědělských pozemků. To mělo vliv na rozpad heterogenní krajiny a její přeměnu na homogenní krajinu.

Plošné odvodnění krajiny je děleno na otevřené a uzavřené drenážní systémy.

Otevřený drenážní systém je koncentrace povrchového odtoku a urychlený odtok vody z krajiny. Tím dochází ke zvýšení kulminačních průtoků na dolních tocích.

U uzavřeného drenážního systému se spíše jedná o pozitivní efekt (oproti otevřenému drenážnímu systému), kdy dochází k odvádění vody z půdy a zvyšuje se tím tak infiltrace půdního profilu.

Zkrácením říční sítě se rozumí, že vodní toky jsou napřimovány z důvodu využití pro lodní dopravu, odvodnění zemědělských ploch, ochrana intravilánu obcí a měst před povodněmi - urbanizace a industrializace krajiny. Zkrácením délky toku dochází ke zmenšení objemu koryta a tím zvětšení podílu odtokové vlny. Zkrácením délky toku je zrychlená a zvýšená povodňová vlna a dochází tak k vyšším hodnotám vodních stavů při kulminaci.

Úpravy koryta toku se nejčastěji provádí zahlubováním koryta za účelem zvýšení kapacity koryta. Břehy a dna jsou upravovány pomocí stavebních prvků. Při zpevňování koryta dochází ke snížení hydraulické drsnosti koryta a tím ke zvýšení rychlosti vody v toku. Příčné objekty ovlivňují akumulační a erozivní aktivitu toku, takže se mění rychlost vody a unášející síla.

3.7.2 Charakter využití dolní nivy

V údolní nivě dochází k rozlivu vody z koryta při povodních. Zde by se měly nacházet přirozené krajinné prvky jako louky, pastviny, lesy, které mají důležitou funkci a to tu, že dokáží zadržet značné množství vody a tím zmírnit povodňovou vlnu. Bohužel však dochází k negativním změnám v krajině. Nejčastěji se jedná o odlesňování krajiny, intenzivní zemědělství, urbanizace krajiny a industrializace území.

Odlesňování krajiny velice ovlivňuje srážko-odtokové poměry. Pozitivní vlastnost lesů je zadržení vody (retence) a rozložení povodňové vlny do delšího časového úseku. Tím dojde ke snížení kulminačního průtoku a zároveň ovlivní odtok povodňových vln z povodí.

Intenzivní zemědělství má za následek ztráty retenční kapacity půdy. Je velký rozdíl v retenční kapacitě mezi zemědělskou půdou a lesní půdou. Velkým problémem jsou odvodněné zemědělské plochy z důvodu zvýšení využívaní těchto ploch.

Urbanizace a industrializace je zastavování území a přeměny v krajině (např. narovnání toků), s tím souvisí vodní režim v krajině. Na velkých vybetonovaných plochách dochází ke shromažďování vody do potrubí a rychlý odtok do toků, a proto se voda nemá možnost vsáknout se do půdy (Kupec a kol. 2009). Největší vliv na toky byl v druhé polovině 20. století. Zavádění kolektivního zemědělství v 50. a 60. letech, což mělo za následek narovnání toků a rychlé odvedení vody. V 70. a 80. letech vyvrcholila chemizací zemědělství, a ve spojení s rychlým odvedením vody, jen zhoršilo kvalitu vody v tocích (Just a kol. 2003).

3.8 Revitalizace

Pojem

Revitalizaci lze chápat jako opatření, které vede k nápravě a obnově přirozených funkcí ekosystému, které byly narušeny během melioračních úprav. Revitalizace nemusí znamenat jen úpravu koryta, ale také nápravu nevhodně provedených zásahů, obnovu říčního ekosystému, ale i úpravy v nejbližším okolí toku (úprava přilehlých pozemků, odstranění nevhodné vegetace atd.) (Šlezingr 2010). Cílem revitalizace je napravení vodního režimu krajiny a okolní vegetace (Vrána a kol. 2004).

Revitalizační úpravou se rozumí proces, při kterém se obnovují ekologické funkce vodního toku.

3.8.1 Historie

Proč vlastně provádět revitalizace? V posledních cca 50 letech byla hlavní priorita „ovládnutí a podmanění vodního živlu“. Cílem úprav bylo dosažení co nejvyšší protipovodňové ochrany a rychlé odvedení vody (Vrána a kol. 2004). Představa, že rychlé odvedení vody z povodí je úspěch protipovodňové ochrany, byla špatná. To mělo za následek odvodnění krajiny. Potoky a řeky byly bez života a doprovodné vegetace. Důvod proč se toky upravovaly, byl, aby bylo mnohem jednodušší obdělávat velké pozemky a snadnější přístup k pozemkům. Technické úpravy koryt mají dopad na ohrožení lokalit níže položených po toku. Proto se stavěly nádrže a přehrady. Sice tato díla mají určitý význam (zdroj energie), avšak narušila krajinu na daném toku (Šlezingr 2010).

3.8.2 Vývoj

Přibližně v 90. letech bylo úspěchem revitalizace koryto, které se ponechalo v betonových deskách, ale vložily se kaskádové prahy. Dnes je revitalizace chápána komplexněji. Revitalizace koryta spočívá v úpravě podélného sklonu, snižování kapacity koryta, odstranění betonového nebo kamenného opevnění a i změna příčného profilu.

Postupem času se revitalizace dělily na jednotlivé generace. Můžeme je charakterizovat takto:

1. generace: původní trasa, profil koryta a opevnění. Do koryta se vkládaly příčné objekty a vytvářely se tůně a prohlubně.

2. generace: nová trasa, nové mělčí koryto, odstranění opevnění.

3. generace: komplexní řešení v rámci povodí, zapojení okolí toku.

3.8.3 První generace revitalizací

V první generaci navrhování revitalizací bylo ponecháno původní koryto (průtočný profil, opevnění, a břehová vegetace). Úprava probíhala vkládáním kamenných a dřevěných prahů, jízků, přehrážek a vytvářením tůní do původního koryta. Hlavní úkol byl ve snížení průtočné rychlosti na příčných přehrážkách. Nejčastějším materiálem byly dřevěné kulatiny zapuštěné do břehu a stabilizovány dřevěnými kůly nebo ocelovými trny. Dále také dřevěné nebo kamenné jízky, prahy a přehrážky. Na březích toku se liniově vysazovala vegetace. Většinou byla ponechána hloubka koryta pod úroveň terénu i příčný profil. Při povodňových průtocích (např. Q_2 a Q_5) byly úseky toku, na kterých se odstranilo břehové opevnění, ohrožovány erozí břehů.

Tuto etapu lze hodnotit následovně:

Tok po břehovou hranu vlastnil investor, tudíž byly prakticky nulové problémy s vlastnickými vztahy. V první generaci byly nízké finanční náklady a jednoduchá proveditelnost. V podjezí byla malá hloubka, která omezovala migraci ryb. Koryto bylo homogenní bez úkrytů pro ryby. Objekty často přetékaly nebo obtékaly, a proto se nad nimi nevytvářelo vzdutí. Vegetační výsadba na břehové hraně revitalizovaného úseku netvořila stabilizační oporu a byla často ničena zemědělskými stroji nebo pasoucím se dobytkem.

3.8.4 Druhá generace revitalizace

Druhá generace představovala velký posun vpřed oproti první generaci. Pokud koryto splňovalo určité parametry např., aby při nízkých průtocích mělo koryto dostatečnou hloubku (pro migraci ryb), různou rychlost proudící vody a koryto nebylo ničeno při vyšších průtocích, byl tím splněn efekt revitalizace.

Nová trasa už se navrhovala i mimo stávající koryto, tvořily se oblouky a meandry což znamenalo prodloužení toku, zmenšení podélného sklonu dna a snížení průtočné rychlosti. Nové koryto mělo menší kapacitu, bylo mělčí, což způsobovalo při vyšších průtocích dřívější vylití z koryta, a tak nedocházelo k ničení koryta.

Vhodných lokalit je málo a možnost realizace musí splňovat určité podmínky:

Pro vytvoření revitalizace je potřeba mnohem více pozemků, aby bylo možné trasu rozvlnit. Nejvhodnější jsou pozemky, kterým nevadí občasné vylití vody z koryta (pastviny, louky). Důležitým bodem bylo vyřešení vlastnických vztahů. Buď se pozemky odkoupily od vlastníků, nebo se svolením si nechal majitel pozemku zanést do Katastru nemovitostí jako věcné břemeno. Pozemky v okolí toku nejsou intenzivně zemědělsky využívány a v blízkosti toku se nenacházejí žádné objekty, které by mohly být zaplavovány.

Tuto etapu lze hodnotit následovně:

Nové koryto už není opevněné, to způsobí propojení podzemní vody s vodou v korytě, a protože je nové koryto mělčí, tak i podzemní voda je méně hluboko pod zemí. Další výhodou je, že pokud se podaří vykoupit pozemky, nebo je vlastní investor, je možné více rozvíjet břehovou vegetaci a tím docílit pestřejšího efektu.

Častým problémem je vyjednávání s vlastníky pozemků. Nadhodnocují cenu svého pozemku, a to pak prodraží nebo zkomplikuje celou úpravu. Pokud by se nevykoupily části pozemků a nechalo se tak koryto v původním stavu, nedosáhne se potřebného cíle celé úpravy. Musí se zajistit údržba břehové vegetace, alespoň po dobu 3 let, a to smluvně s danou firmou.

3.8.5 Třetí generace revitalizace

V současnosti nejnovější generace. Revitalizace jsou brány v komplexním pojetí, kde je zahrnuto široké okolí toku i celé povodí.

V třetí generaci jsou podobné části úprav jako u druhé generace. Nové vybudování trasy koryta, nová hloubka dna, menší průtočný profil. Nové koryto je dimenzováno na Q_{180d} až Q_1. Při těchto průtocích je malá rychlost vody v korytě, a tak nedochází k poškození koryta. Část starého koryta se může ponechat jako slepé rameno. K zavodnění dojde propojením podzemní vody z nové trasy a mohou vzniknout tůně a mokřady. Jelikož je většinou mnoho místa pro vybudování nového koryta, je možné rozvinout mnohem větší vegetaci kolem toku a poblíž, dále ji lze napojit i na jednotlivé vegetační úseky.

Třetí etapa revitalizací vyžaduje už pečlivý výběr dané lokality znalost terénu a povodí. Akce jsou už mnohem nákladnější, je potřeba řešit vlastnické vztahy, ale výsledek těchto akcí už je na vyšší úrovni než předchozí generace (Vrána a kol. 2004).

3.9. Rozdělení revitalizací

3.9.1 Revitalizace částečná

Tento typ revitalizace se provádí jen v říčním korytě po břehovou hranu – nazývá se revitalizací částečnou. Důležitou součástí je vegetační doprovod, ten může pomoci se zvýšením ekologické a biologické hodnoty v říčním ekosystému. Důležité je dbát na správný výběr typů porostů a následné rozmístění, aby se docílilo rozmanitosti. Avšak břehový doprovod nezajistí po prvním roce větší změnu dané lokality, ale postupem času se podaří dosáhnout cíle. Pokud se použijí další prvky jako biotechnické úpravy v oblastech pat svahů břehu a dna říčního koryta, je možné dosáhnout určitého efektu (zvýšení říčního života). Také je možné se zaměřit pouze na úpravu jedné strany břehu. Někdy je tato možnost jako jediná. Částečná revitalizace může také znamenat odstranění migračních bariér, zlepšení jakosti vody, nebo odstranění nevhodných technických zásahů.

3.9.2 Revitalizace úplná

Revitalizace úplná zahrnuje úpravu celého povodí, zapojení odstavných ramen, obnovu vegetačního doprovodu a odstranění nežádoucích zábran. Pomocí prostorových vegetačních změn je možné zapojení do ekologické stability (ÚSES). Většinou se provádí úpravy na horních a středních tocích, kde je snaha o navrácení do původních

koryt. Důležité je získání úplných, přesných a nejnovějších poznatků o daném toku a povodí. Ty zaručí zpracování kvalitní zprávy (projektu) (Šlezingr 2010).

3.10. Dimenzování a návrh trasy toku

Pro návrh nové trasy je nutné vyřešit odtokové poměry v údolní nivě, vynutí toku, podélný sklon dna, příčný profil koryta jeho kapacitu, hydrotechnické výpočty, splaveninový režim, opevnění koryta, objekty na toku atd. (Hubačíková, Oppeltová 2008).

3.10.1 Návrh trasy koryta

Koryto nemusí být vždy meandrující. Meandrování je přirozený vývoj toku jen v určitém složení zeminy a většinou na dolních tocích. Správný tvar toku bývá vlnovitý (Vrána a kol. 2004). Trasu je snaha navrhovat z oblouků navržených protisměrně. Parametr pro oblouky je R = 6 – 10 B (R_{min} = 4,5 B) a parametr přímých úseků je L = 2 – 4 B, kdy B je šířka koryta v úrovni hladiny navrhovaného průtoku. Nové oblouky se navrhují konkávními břehy, pokud je to možné, do rostlého terénu (Kravka 2009).

3.10.2 Koryto revitalizovaného toku

Navrhuje se menší mělčí koryto pro malé denní nebo jednoleté průtoky. Menší a mělčí koryta jsou lepší z důvodu zvýšení hladiny podzemní vody a lepé zapadají do krajiny. Při návrhu menšího koryta dojde dříve k vylití vody z koryta a není tak devastováno koryto toku. Břehy by měly mít různorodý sklon a musejí být osety vhodnou travní směsí, aby nedocházelo k jejich rozpadu.

3.10.3 Dimenzování koryta

Koryto se dimenzuje obvykle na minimální průtoky denní či jednoleté, aby revitalizace byla ještě funkční. Dimenzování bývá většinou na Q_{30d}, Q_{180d}, Q_{330d}, nebo Q_1 (Kupec a kol. 2009). Větší průtoky (Q_2, Q_5 i více) se rozlévají do údolní nivy. V tomto okamžiku začíná spolupracovat blízké okolí toku tím, že dochází zadržení vody v krajině (retence krajiny). Naplní se odstavené meandry nebo tůně (Šlezingr 2010). Při návrhu by se nemělo opomenout na zapojení odstavených meandrů a tůní, aby v době suššího období zde mohli živočichové přežít. Není potřeba budovat opevněné tůně, ale stačí jen rozšíření, zahloubení koryta a stabilizovat přítok a odtok. Dochází zde ke zklidnění proudění.

3.10.4 Stabilizace koryta

Účelem je zamezení rozpadu dna a svahů koryta. Koryto se stabilizuje z důvodu mechanického proudění vody, aby nedošlo k narušení břehů a odtoku splavenin (Kupec a kol. 2009). Stabilizace by měla být přiměřená k využití toku a okolí. Měla by být brána v potaz velikost materiálu a množství. Nejčastěji se používá kamenný pohoz (Vrána a kol. 2004).

3.18.5 Splaveninový režim

Splaveninový režim ukazuje množství a pohyb pevných rozptýlenin ve vodě. Je ukazatelem stavu vodních toků. Splaveniny jsou částice hornin různě velké, které se do vody dostávají buď smyvem půdy, erozní činností vody nebo vymíláním dna. Velké množství splavenin pochází z bystřin a horských potoků, v nižších částech toku už se jen pohybují a v dolních tocích se usazují. Splaveniny se dělí na sunuté a unášené. Rozdělení do dané skupiny je dáno rychlostí proudící vody (unášecí síla). Posouvaným materiálem jsou obvykle balvany, kameny, štěrk a drobný štěrk či písek a unášené jsou hrubý štěrk, písek, prach a jíl. Splaveniny se měří nepřímo pomocí empirických vzorců nebo přímo pomocí přístroje bathometr (Hubačíková, Oppeltová 2008). Splaveninový režim by měl být v rovnováze (stejný poměr odnosu a přínosu materiálu), aby nedocházelo k rozrušování koryta (Vrána a kol. 2004).

3.10.6 Zásady návrhu revitalizace

Základem pro život v toku je biologicky hodnotná voda. Jakost povrchových vod stanovuje nařízení vlády 401/2015. V každém povodí je důležité zamezit přístup nežádoucích látek do toku, hlavně ze zemědělských ploch, vypouštěním odpadních vod a vypouštěním vod ze zemědělských objektů (silážní šťávy, hnojůvka) (Šlezingr 2010). Jedním s důležitých ukazatelů znečištění povrchových vody je BSK - biochemická spotřeba kyslíku (Oppeltová 2015).

Zásadní účel revitalizace je znovuoživení vodního toku. Znovuoživení znamená oživení (navrácení) organismů všech druhů do vodního prostředí. Dalším bodem je obnova vegetačního doprovodu břehových a doprovodných porostů. Velmi důležitý proces je schopnost samočištění vody. Toho se dosáhne členitostí toku jak příčnými, tak i podélnými objekty. Při návrhu nové trasy toku by se měly dodržet určité zásady: střídání protisměrných oblouků, méně přímých úseků, využít co nejvíce stávající úseky a pokusit se vytvořit koryto blízké přirozenému stavu.

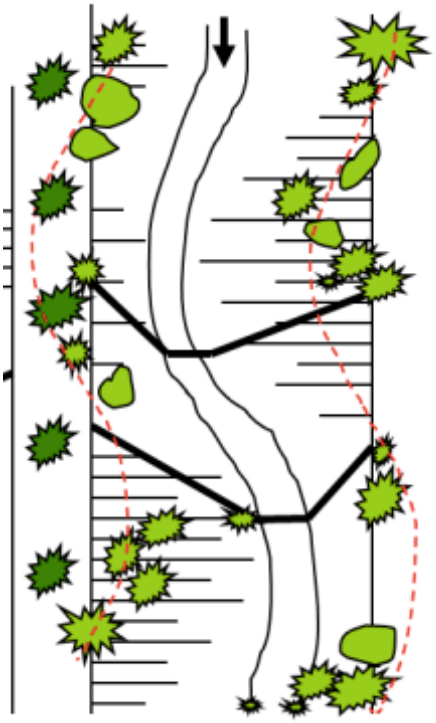
Návrh podélného sklonu by měl odpovídat požadavkům na vodní biotop koryta, ale i na požadavky odolnosti a funkce koryta. Stejný sklon po celém toku je nevhodný. Lepší je dno rozdělit na menší části s jiným sklonem dna a to pomocí úprav koryta nebo vložením příčných objektů (prahy, skluzy, stupně), a dále tůně, brody a to ve shodě s hydrotechnickým posouzením.

Při návrhu příčného profilu je důležité co nejvíce vytvořit koryto přírodě blízkému stavu, koryto nepravidelné, členité střídání klidných, rychlejších, mělčích a hlubších úseků. Je lepší se vyvarovat tvorbě pravidelných geometrických tvarů koryt (Šlezingr 2010). Při navrhování koryta by se měly dodržet tři hlavní body: zvětšení omočeného obvodu koryta, posílení stability a prodloužení doby proběhu vody (zvětšení objemu koryta) (Just a kol. 2003).

3.10.7 Tvar koryta

Koryto v částečných revitalizacích

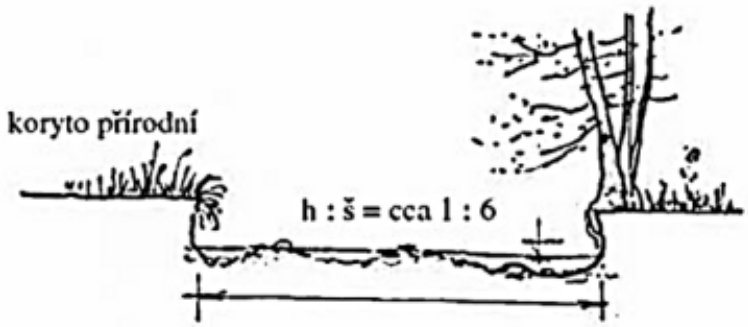
Pokud lze provést jen částečnou revitalizaci, nebo není možné vytvořit více vlnitý tok z důvodu nedostatečného místa (nemožnost odkoupení pozemků, nebo souhlas vlastníka), je eventualita pomocí změny sklonu svahů vytvořit „stěhovavou kynetu“. Stěhovavá kyneta může pomoci alespoň vytvořit přirozenější vedení toku (Obr. 2).



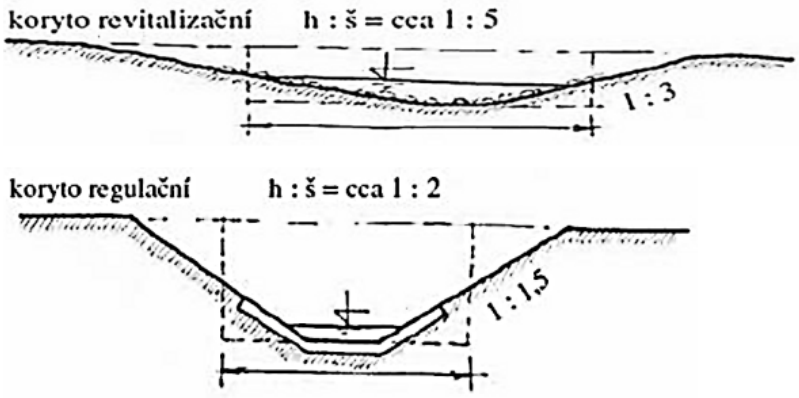
Obr. 2 Koryto v částečných revitalizacích (Šlezingr 2010)

Koryto v úplných revitalizacích

Snahou je vytvořit koryto blízké přírodnímu tvaru (nejčastěji miskovitý tvar), navrhnout malý sklonů břehů 1:3 – 5 a koryta dostatečně široká. Pokud nelze z nějakých důvodů (ochrana staveb, komunikací atd.) vytvořit revitalizační koryto, lze navrhnout koryto regulační s pravidelným geometrickým tvarem, kde jsou vyšší břehy, sklon svahu bývá 1:1-2. Viz Obr. 3 a 4 srovnání koryt (Kupec 2009).



Obr. 3 Koryto přírodní (just a kol. 2003)



Obr. 4 Koryto revitalizační a regulační (Just a kol. 2003)

3.11 Podélné a příčné prvky v revitalizačním toku

Využívají se především, kde není možné tok řešit komplexní úpravou, ale pouze vkládáním jednoduchých podélných a příčných objektů, aby se dosáhlo přírodního procesu tzv. samovolná revitalizace toku a částečně se tok přiblížil přírodnímu rázu a toku. Objekty by měly být umisťovány tak, aby netvořily monotónní tok, ale naopak

úseky toku byly pestré a střídáním jednotlivých objektů se přiblížily k přirozenému toku (Gergel a kol. 1999). Další využití podélných a příčných objektů je stabilizace dna, (Hubačíková, Oppeltová 2008) zpomalení a snížení kinetické energie toku (Kupec 2009).

3.11.1 Podélné úpravy koryta toku tlumící energii vodního proudu

Používají se u vodních toků, kde je velká rychlost proudící vody a betonové opevněné koryto. Kvůli rychlosti dochází k narušení koryta, a proto je dobré umístit prvky, které tyto faktory zmírňují.

Kamenné pásy

Kamenná rovnanina zapuštěná 2/3 do země a 1/3 vyčnívající. Tímto se zvýší drsnost omočeného obvodu koryta. Využívají se především na podhorských potocích. Kamenné pásy se použijí v místech, kde byla nepropustná dlažba a tím se vytvoří revitalizační efekt.

Skluzy

Opevnění v korytě toku sloužící k překonání výškového rozdílu nivelety dna. Nejčastěji se používá hrubý kámen, aby vytvořil drsný povrch a ztlumil tak energii vody. Dalším prvkem k tlumení vody může být vývar pod skluzem. Skluzy jsou kamenité a balvanité. Kamenité jsou z opracovaného lomového kamene o velikosti 0,3 – 0,4 m. Balvanité skluzy jsou vytvořené z různě velikých kamenů, to zaručuje mnohem větší drsnot povrhu.

3.11.2 Prvky rozvlňující proudnici v upravených napřímených korytech toků a vytvářející místa tišin pro ukládání splavenin

Výhony a usměrňovací stavby se používají na drobných vodních tocích k rozvlnění proudnice a ke zvýšení hladiny. V regulačních vybetonovaných nebo vydlážděných korytech se používají tyto prvky k vytvoření změn rychlosti vody. Výhony a usměrňovací stavby v korytě vytvoří místa, kde dochází k ukládání splavenin a umožní rozvoj hydrobiologického života v toku.

Vložené kameny

U toků, kde je dno tvořeno pohozem se umisťují kameny do paty svahu o velikosti 0,35 – 0,45m. Kameny se mohou umisťovat i po celé šířce koryta, ale musí být zabezpečeny proti posunu při větších průtocích. Vkládání jednotlivých kamenů je možné až do šířky koryta jednoho metru.

U revitalizačních úprav, kde jsou toky napřímeny a opevněny, jsou uloženy velké kameny do pat svahů za účelem rozvlnění proudnice toku a vytvoření klidnějších míst za kameny.

Usměrňovací výhony z tyčoviny

Usměrňovací výhony z tyčoviny jsou vytvořeny k rozvlnění proudnice u širších drobných toků, které mají opevněný profil polovegetačními tvárnicemi. Na povodňové straně jsou umístěny kameny, které tvoří tišiny a na kamenech může dojít k rozvoji vegetace.

Kamenné výhony

U širších toků k rozvlnění proudnice lze použít pevnější a trvanlivější kamenné výhony. V korytech opevněných betonovými panely se používají kameny o velikosti 0,3m a větší, k uchycení proti posuvu jsou kameny zajištěny ocelovými skoby do paty břehu. Vzdálenost mezi jednotlivými výhony bývá 4 metry a mezera mezi výhony přibližně 0,3 metru. Za výhony vznikají proudové stíny, což pomáhá ke zlepšení biotopu.

Tento objekt není vhodný používat na celou délku revitalizovaného úseku, je lepší když dojde ke střídání jednotlivých prvků.

Boční úkryt

V napřímených malých tocích, kde není možné použít prvky k rozvlnění proudnice, je možné aspoň využít boční úkryt neboli vytvořit nátrže v březích. Tyto nátrže pak fungují jako místa, kde dochází ke zklidnění toku a úkrytu, což přispívá k diverzitě dna toku.

Úprava spočívá v zahloubení 1 – 1,5 metru a délky 2 – 3 metru do břehu toku a vznikne břehová nátrž. Ta se následně opevní kameny (velikosti 0,5m) do paty svahu. Vznikne proudový stín a zabrání se dalšímu vymílání a podemílání nátrže (Gergel a kol. 1999).

3.11.3 Revitalizační prvky působící jako vzdouvací objekty pro udržení hladiny při nízkých průtocích (prahy, stupně, výmoly a prohlubně)

Pojmy

Zához je z hrubého kamene, který je zapuštěn pod úroveň dna nebo břehu. Záhozy tvoří opevnění paty svahů, stabilizační a vzdouvací prvky.

Pohoz je kamenivo pokládáno na opevněný povrch. Pohoz je podobný záhozu (Just a kol. 2003).

3.11.3.1 Prahy

Prahy jsou nízké příčné objekty umístěné v úrovni dna. Maximální výška prahu je 0,30 m. Při vyšších průtocích jsou prahy zatopené a při nízkých průtocích není potřeba realizovat vývar, ale pouze stačí opevnění v místě dopadiště. Prahy jsou zakomponovány do břehů a zabezpečeny proti podtékání vodou. Nejčastěji používaný materiál je kámen, beton nebo dřevo (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Práh z kulatiny

Při úpravě menších toků se používají ke zvýšení hladiny vody a zvýšení drsnosti koryta dřevěné kulatiny o průměru 0,20 – 0,24 m. Prahy jsou zavázány do břehů kamenivem, zajištěny proti posuvu dřevěnými kůly nebo ocelovými skobami a utěsněny proti podtékání vody (kameny). Pokud se použijí prahy kaskádovitě za sebou, zmírní se tím sklon dna a vznikne nám vzdutí nad jednotlivými prahy. Avšak kaskádovité dělení na toku není moc vhodné. Jedná se spíše o dočasné řešení zadržení vody v toku.

Nad prahem dochází ke zmenšení proudící rychlosti a akumulují se zde splaveniny, ty vytvářejí členitější dno, které zlepšuje vodní biotop.

Práh z kulatiny s tůní – je stejný jako předešlé prahy, ale pod prahem se navrhne zahloubení, rozšíření a opevnění koryta. A tím vznikne tůň. Tůň má výhodu, že i v sušší době zde zůstane voda, což je velmi příznivé pro život ve vodě.

Kamenný práh

Pokud se na dané lokalitě nachází vhodné kameny, lze je využít na kamenné prahy. Optimální velikost kamenů by měla být 0,3 m. Kameny musí být pevně spojeny mezi sebou a pomocí skob připevněny proti posuvu. Kameny jsou na sebe naskládány tak, aby vytvořily určitý výškový stupeň, a tím došlo k vytvoření přepadových paprsků. Kamenné prahy se používají v několika jdoucích objektech za sebou. To má za vznik zvýšení hladiny toku.

Kamenný práh s výmolem

Využívá se v opevněných, drobných korytech potoků. V korytě se vyjmou betonové panely a místo nich se koryto lehce prohloubí, vznikne výmol a nad ním se pomocí balvanů vytvoří práh. Výmol je zpevněn kamenným pohozem a práh pomocí ocelových tyčí proti posuvu. Vznikne peřejnatý úsek v narovnaném korytě.

Stupňovitý práh z kulatiny

Na tocích, kde je větší podélný sklon dna se navrhuje stupňovitý práh. Práh je tvořen dvěma nebo třemi prahy v blízkosti sebe (1,5 – 2 m). Tím dojde k vytvoření většího rozdílu hladin pod a nad prahem, ale zároveň kvůli rozchodu odstupňování je možná migrace ryb. Není proto třeba budovat jeden velký stupeň, který by byl překážkou při migraci ryb. Mezi stupni je umístěné vývařiště, které slouží ke stálému udržení hladiny vody.

Jízek

Na drobných vodních tocích, kde není opevněné koryto, se využívá jako vzdouvací objekt jízek. Výška jízku je až 0,40 m, v podjezí je malá tůň přibližně o hloubce 0,20 m, která slouží k udržení hladiny. To má pozitivní vliv vývoj na biotopu. Jízek je tvořen obvykle z kulatiny a stabilizován v březích toku. Na návodní straně jízku je kamenný zához a v tůni použit kamenný pohoz pro stabilizaci dna.

3.11.3.2 Stupně

Příčné objekty o výšce 0,30 m a více. Využívají se pro změnu podélného sklonu dna, aby se vytvořil rovnovážný (kompenzační) sklon dna. Nejčastější používané materiály jsou dřevo, kameny, drátokamenné koše nebo původní betonové desky.

Pod stupni musí být utlumena energie dopadající vody, ta se dělí na 3 části: voda dopadá na nezpevněné dno – dopadiště, voda dopadá na zpevněné dno – spadiště nebo voda padá do vodního polštáře – vývařiště. Proto je nutné spadiště a vývařiště opevnit kamenným záhozem nebo kamennou dlažbou s lomového kamene. Opevněny musí být také břehy, většinou kamennou dlažbou.

Dřevěný stupeň

Jsou dva druhy dřevěných stupňů – pro štěrkonosné vodní toky a opevněná koryta betonovými panely.

Účelem dřevěných stupňů je stabilita dna a zadržení vody v sušších obdobích. Spadiště stupňů bývá prohloubené pro zadržení vody. Základ tvoří dřevěná kulatina, která je napříč v korytě upevněna do břehů a proti posunutí zajištěna dřevěným kůlem kolmo do dna toku. Dopadiště je rozšířeno do stran, zahloubeno pod niveletu dna a zároveň opevněno kamennou rovnaninou. Břehy jsou také opevněny kamennou rovnaninou zhruba o velikosti 0,3 – 0,4 m.

U stupňů v betonových korytech je stavba podobná jako u štěrkonosných prahů, ale s rozdílem, že v betonových korytech je použito ocelových skob pro uchycení dřevěných kulatin. Pro utěsnění mezi kulatinami se použije geotextílie, která se zatíží kameny.

Kamenný stupeň

U kamenných stupňů se také používají dva druhy stupňů: pro štěrkonosné potoky a pro koryta opevněná betonovými panely.

Stupeň v štěrkonosných korytech vypadá jako přirozeného stavu. Zajišťuje stabilitu dna, zlepšuje samočisticí schopnost toku a zadržuje vodu v prohloubeném spadišti. Stupeň je sestaven z rovnaných kamenů, které musí být pevně uchyceny mezi sebou. Přepadová hrana by měla být různorodá, aby došlo k odlišnému dopadu vody do spadiště. Samotné spadiště je prohloubeno a tvořeno kamennou rovnaninou. Svahy břehů jsou také opevněny.

Stupně v opevněných korytech jsou velice podobné jako v štěrkonosných korytech. Kameny jsou zde upevněny ocelovými skobami a použitá zrnitostní frakce kamenů je větší (0,5 m), i zde by mělo být vybudované spadiště.

Stupeň z balvanů

Používá se v nezpevněných upravených drobných tocích, kde slouží k vyrovnání podélného sklonu dna a vytvoření stálé hladiny nad stupněm. Použité balvany by měly být pokud možno místní. Balvany musejí být zaklíněny do sebe, aby nedošlo k pohybu balvanů. Pod stupněm by mělo být vybudované spadiště k snížení energie vody.

Nadzvednuté meliorační desky

Jednoduchá levná revitalizace. Využití pouze v opevněných korytech betonovým panelem. U jedné z desek dojde na povodňové straně k nadzvednutí a vypodložení dřevěnými opěrkami, vznikne tak vyzdvižený panel (min 15 cm) na povodňové straně. Po stranách se utěsní geotextílií a zatíží kameny.

Stupeň s tůní

V opevněných korytech drobných vodní toků je možné využít nízký stupeň s tůní. Stupeň je tvořen dřevěnou kulatinou, nebo kameny a pod stupněm se nachází tůň o hloubce přibližně 0,4 m, která je z boku opevněna dřevěnou kulatinou. Dno a břehy jsou zpevněny kamenným pohozem. Tůň slouží jako rybí útulek, kde za snížených průtoků zůstává voda.

3.11.3.3 Výmoly a prohlubně

Při návrhu revitalizací toků je potřeba nezapomenout vybudovat prvky, které za nulových průtoků dokážou v sobě udržet vodu a zachovat určité životní podmínky pro vodní organismy. Tyto prvky nazýváme výmoly, prohlubně nebo tůňky. Je nutné je navrhnout tak, aby nedocházelo k zanášení koryta.

Stabilizovaný výmol

Jedná se o výmol, který je opevněn ze stran dřevěnou kulatinou, za kterou je štěrkový zásyp. Vtok do výmolu začíná nízkým prahem (0,2 m), dno je nezpevněné. Obvyklá hloubka tůně je 0,2 m. V sušších obdobích zde zůstává voda, což má pozitivní vliv na živočichy.

Prohlubeň

Jedná se skoro o takovou nádrž v korytě toku. Prohlubeň je vytvořena na začátku a konci stupněm nebo prahem z dřevěné kulatiny. Boky prohlubně jsou také z dřevěné kulatiny a zajištěny velkými kameny, aby při zvýšených průtocích nedocházelo k ničení objektu. Dno je opatřeno kamenným pohozem. Hloubka prohlubně je okolo 0,6 m a délka od 2 do přibližně 6 m.

Tůň

U opevněných toků je dobré vytvořit místa s hlubšími tůněmi, aby v době přísušků nebo v zimě zde zůstala voda pro udržení života v toku. V opevněných korytech se tůň buduje odstraněním betonových panelů, rozšířením koryta v místě tůně a prohloubení dna o 0,8 m. Dále se upraví svahy koryta kamenným záhozem. Vtok do tůně je opatřen skluzem a výtok předprahem.

Boční nádrž

Jedná se o vytvoření slepého ramene, které vede do menší nádrže. V této nádrži je možné v době nízkých, nulových nebo naopak vysokých povodňových průtoků či v zimním období zajistit život pro živočichy. Nádrže mohou mít plochu až 1000 m^2. Většinou se navrhují na nevyužívaných pozemcích. Napojení na tok musí být provedeno citlivě k vlastnímu biotopu toku a zabezpečená stabilita koryta v místě napojení. Hloubka nádrže se volí od 0,8 m až do 1,5 m. Břehy nádrže se osazují dřevinnou vegetací. Okolí nádrže by mělo být udržované, aby nedošlo k zarůstání (Gergel a kol. 1999).

4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

V zájmovém území se nachází tři vybrané zrevitalizované potoky s technickým názvem T6 Jadrná, T11 jižně od statku a T12 U Kolína (příloha 1). Lokalita leží v Královehradeckém kraji, obec Orlické Záhoří (Obr. 5). Potoky pramení v masivu Orlických hor v místech trvalejšího zamokření. Potoky proudí lesy a po místních pastvinách a loukách. Jsou pravostrannými přítoky do řeky Divoké Orlice. Potoky mají přibližně mezi sebou rozestupy 0,7 km a 1,6 km. Jedná se o drobné vodní toky čtvrtého řádu, které spadají pod správu Lesy ČR. Nadmořská výška dané lokality se pohybuje okolo 650 - 680 m n.m.

Potoky se nachází v CHKO Orlické hory v Orlickohorském bioregionu, který má rozlohu 644 km^2. Bioregion je tvořen vegetačními stupni od 3. dubovo-bukového do 7. smrkového. V lesích převládají kulturní smrčiny a významné jsou zde i vlhké louky a rašeliniště. Území leží v Chráněné oblasti přirozené akumulace vod – Orlické hory. Nejsou zde zranitelné oblasti.

Na daném území se vyskytuje chráněný druh chřástal polní.

4.1 Klimatické podmínky

Dle Quitta daná lokalita leží v chladné oblasti CH7, roční průměr teplot kolísá mezi 4 – 6 stupni Celsia (Culek 1995). Průměrná dlouhodobá roční výška srážek je 1288 mm (technická zpráva T6).

4.2 Geologická skladba lokality:

V Orlických horách převládají ruly, dále jsou zde zastoupeny pásma svorů, amfibolitů a fylitů (Culek 1995).

Oblast se rozkládá podle české geologické služby na:

Okrsek: Orlický hřbet

Pod celek: Deštenská hornatina

Oblast: Orlická

Subprovincie: Krkonošsko-jesenická soustava

Provincie: Česká vysočina

Systém Hercynský

Hornina: hlína, písek

Typ horniny: nezpevněný sediment (www.geology.cz)

4.3 Pedologická skladba lokality:

Potoky pramení na území, kde se rozkládají Podzolsoly – Podzosol kambický. A níže protékají po Kambisolech – Kambizem dystrická.

https://geoportal.gov.cz/web/guest/map INSPIRE [online] (2.2.2015)

Obr. 5 Přehledová mapa. Zdroj: cenia_rt_automapy (© CENIA www.geoportal.gov.cz), A07_povodí_IV (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)

5. METODIKA

Tři vybrané revitalizace jsou hodnoceny z hlediska účinnosti a plnění jejich funkcí. Je popsán stav před a po revitalizaci. Každý zrevitalizovaný potok byl upravovaný z jiného důvodu. Poslední doposud upravený v dané lokalitě je T6 Jadrná, který je upraven podle nejnovějších poznatků a zrevitalizován z důvodu navrácení do přírodě blízkému stavu. Potok T11 jižně od statku je zrevitalizován, obnoven a koryto stabilizováno. Při povodních vznikly hluboké zářezy v částech toku, a s tím souvisel velký transport splavenin do Divoké Orlice. T12 U Kolína byla revitalizace provedena podobně jako u T11 jižně od statku navrácením do přírodě blízkého stavu a odstraněním opevnění koryta. Všechny tyto úpravy byly financovány Ministerstvem životního prostředí z programu Revitalizace říčních systémů.

Nejprve jsem zažádal na pobočku Lesy ČR v Hradci Králové o materiály a vysvětlení k jednotlivým revitalizacím. Poté následovaly průzkumy daného území a pořízení vlastních fotografií za určitých podmínek.

První seznámení s územím jsem uskutečnil v létě 3. 8. 2015. Proběhlo méně intenzivní prohlédnutí daného území a pořízení fotografií. V létě bylo velmi teplé počasí, hladina Divoké Orlice na minimálním průtoku. Ve vybraných vodotečích byla hladina vody velmi nízko.

Další mé návštěvy se uskutečnily 4. 10., 16. 11., 21. 11. 2015, a 2. 4. 2016, kdy jsem podrobněji zkoumal danou lokalitu.

Dne 4. 10. 2015 proběhl velice podrobný monitoring dané lokality. Obhlídka celé části potoka, kde proběhla revitalizace a pořízení fotografií.

Dne 16. 11. 2015 proběhla třetí prohlídka lokality po vydatných několika denních deštích, kdy spadlo 80 mm srážek za tři dny. Toho dne v ranních hodinách Divoká Orlice dosáhla prvního povodňového stupně ($Q = 14{,}5\ m^3/s$). Bylo tak vidět, jak vypadají koryta vodotečí při větším průtoku (příloha 2, 3 a 14).

Dne 21. 11. 2015 byl opět monitoring lokality po deštích a znova sledování potoků při zvětšených průtocích (příloha 4).

Dne 2. 4. 2016 proběhl poslední monitoring. Na horách ve vyšších partiích (cca od 800 m.n.m) se držela tenká souvislá vrstva sněhu, která pozvolna odtávala. V korytech tak bylo možné pozorovat lehce zvýšený průtok. Nejednalo se o takové průtoky jako v předešlých návštěvách (příloha 7 a 8).

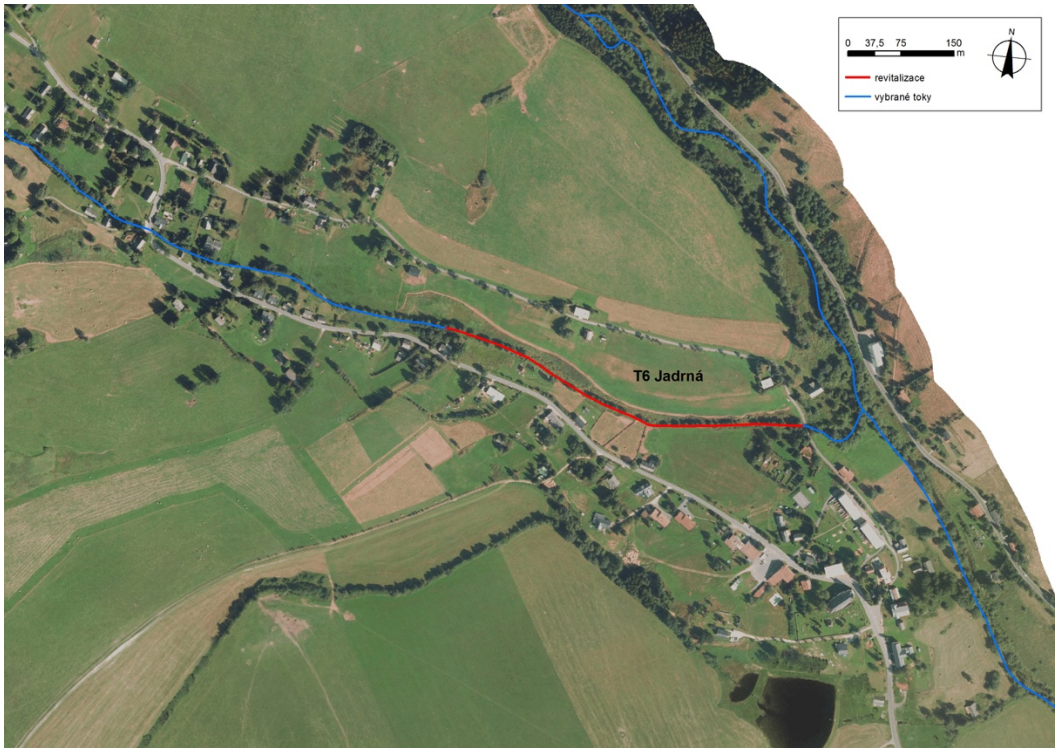
6. CHARAKTERISTIKA TOKŮ A POPIS SOUČASNÉHO STAVU

6.1 T6 Jadrná

Jedná se o nejmladší revitalizaci v dané lokalitě. První zaměření skutečného stavu proběhlo v roce 2006. Následně byl zpracován projekt a v roce 2009 byla podána žádost o stavební povolení. V roce 2010 proběhla realizace revitalizace.

Potok Jadrná T6 s hydrologickým číslem 1-02-01-001 byl upravován v úseku říční km 0,118 – 0,638 délka 520 m. Návrh počítal s rozvlněním trasy na délku 628 m.

Původní stav koryta byl opevněný, napřímený a docházelo k rychlému odvodnění krajiny (příloha 16). Financování této revitalizace probíhalo z programu Ministerstva životního prostředí – Program revitalizace říčních systému. Cílem této revitalizace byla tvorba přirozeného charakteru toku a zajištění stability koryta.



Obr. 6 Zobrazení toku T6. Zdroj: Ortofoto (© ČÚZK, www.cuzk.cz), A07_povodí_IV (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)

Obecné informace

Veškeré betonové tvárnice byly vytrženy ze dna a břehů. Nová trasa byla rozvlněna a uzpůsobena pro malé průtoky. V konkávních březích byly vytvořeny prohlubně. K zamezení zatékání vody do původního koryta byly části toku opatřeny

ochrannou geotextilií. Veškerý použitý kámen byl nepravidelného tvaru z přilehlého okolí. Opevnění koryta se týkalo jen příčných objektů, podélné opevnění zde nebylo realizováno. Dotčené plochy byly osety travním semenem.

6.1.1 Základní parametry toku

Byl navržen nový podélný profil s prodloužením trasy na 628 m. Nově se navrhla údolní niva v šířce 2 m a v koruně 6 m se střídavými oblouky. V konkávních březích byla vyhloubena kyneta o rozměrech 0,5 – 0,7 x 0,3 – 0,4 m v přibližné délce 4 m pro soustředění malých průtoků (dlouhodobý průtok 60 l/s). Okolí starého toku bylo využito v šířce 20 – 40 m na tvorbu meandrů a tůní pro nové koryto. Dále zde byly umístěny příčné objekty z balvanů o velikosti 0,4 – 1,5 m, které tvoří balvanité skluzy, a tůně s hloubkou 0,60 – 1,30 m.

Terénní prohlubně s vodní hladinou – mokřady

Celkem bylo vytvořeno 12 tůní, které byly zpevněny hutněním zeminy. Tůně byly propojeny s daným tokem, k jejich naplnění dochází pomocí nátokových koryt při zvýšeném průtoku. Parametry mokřadů jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Parametry tůní

hloubka	0,6 -1,3 m
výška vodního sloupce	0,3 – 0,8 m
sklon břehu	1:5
celková plocha hladiny	560 m^2

Příčné objekty

Celkem je umístěno v toku 25 kamenných objektů, z toho 23 se stabilizovanou tůní a 2 bez stabilizované tůně. Objekty byly vždy tvořeny kameny o velikosti od 0,4 – 1,5 m a vahou 120 – 1000 kg. Jsou tvořeny tak, aby za menších průtoků docházelo k bezproblémovému průtoku a voda se tak nikde neztrácela nebo nezůstávala nad objekty.

6.1.2 Hydrotechnické údaje

Plocha povodí daného potoka je 2,56 km^2, se srážkovým úhrnem za rok 1288 mm. Průměrný dlouhodobý průtok je 60 l/s. Pravostranný přítok do Divoké Orlice ř. km 123,7. Následné průtoku M- denní a N- leté jsou uvedeny v tabulce 2 a 3. (Technická zpráva T6)

M- denní průtoky (l/s)

Tab. 2 M denní průtoky

M (den)	30	60	90	150	210	240	300	330	364
Q_{Md} (l/s)	140	94	72	47	33	27	18	14	6,5

N- leté průtoky (m^3/s)

Tab. 3 N leté průtoky

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q (m^3/s)	1,4	2,55	4,83	7,19	10,2	15,1	19,8

6.1.3 Vegetační úpravy

Původní dřeviny byly z části ponechány, špatné stromy se vykácely. Nově bylo vysazeno 60 stromů (olše šedá – Alnus incana). Stromy jsou převážně vysazeny na březích toku.

6.1.4 Současný stav

V době mých návštěv od léta 2015 do jara 2016 bylo možné pozorovat různé stavy průtoků ve vodoteči a změny v přilehlém okolí.

Úprava okolí toku zahrnuje sečení, ale pouze jen z části. Je většinou sečen jen jeden břeh nebo část daného toku a to kvůli ochraně chřástala polního.

Podél toku se vyskytují dřeviny, kterým vyhovuje zvýšený stav vody (olše – Alnus). Břehový porost je zapojený, avšak některé stromky uhynuly, popřípadě jsou ulámány, nebo chybí jejich ochranné pletivo proti okusu zvěře. Stromy jsou vysázeny podél břehu, aby plnily zpevňující funkci, ale také se výsadba provedla i mimo břehy pro rozvoj flóry.

Od doby realizace (r. 2010) lze pozorovat, že se koryto už začlenilo do přírody. Vlivem malých průtoků jsou břehy a části koryta zarostlé trávou. Postupně dochází k zanášení určitých míst v toku. Nejvíce tvar koryta vynikne při zvětšených průtocích, kdy je dobře vidět šířka koryta a příčné objekty, jak čeří vodu (příloha 7). Odbočovací koryta, sloužící pro naplnění mokřadů za zvýšených průtoků, vlivem zarůstání skoro nejsou vidět, avšak při zvětšeném průtoku fungují. To samé platí i o mokřadech. Některé z nich hlavně v letních měsících nebyly vůbec vidět z důvodu vysoké trávy. Je to dáno tím, že malé průtoky nenaplní tak často mokřady a tudíž dochází k jejich

zarůstání. Na této lokalitě nemůže docházet k pravidelné údržbě (kosení trávy) kvůli ochraně chřástala polního.

Největším problémem této revitalizace je zaústění dvou trubek (Obr. 7), které svádí znečištěnou vodu z přilehlého okolí, kde se nachází rodinné domy a objekt s domácími zvířaty. V místě vyústění trubek je možné sledovat lehké zbarvení vody a mírný zápach. V obci není vybudována čistírna odpadních vod.

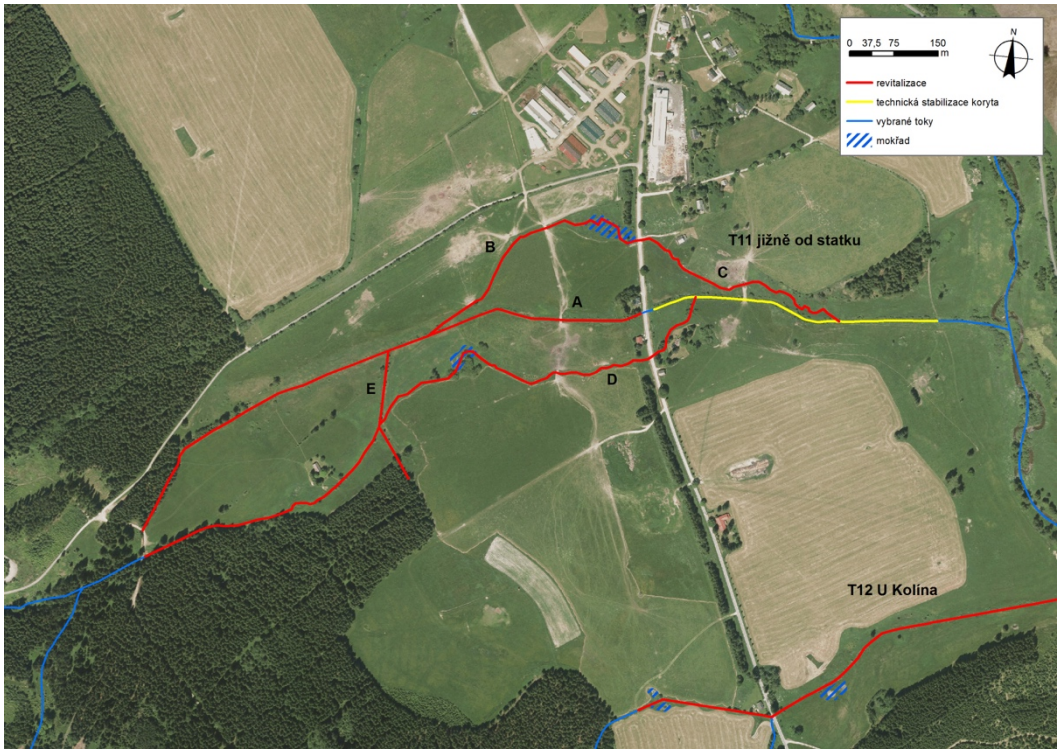
Obr. 7 Zaústění trubky do toku (autor)

6.2 T11 jižně od statku

T11 je jednou ze starších revitalizací v dané lokalitě. K záměru došlo v roce 1999 a od roku 2002 do roku 2004 byla provedena úprava toku.

Tento potok se dělí na určité větve A – E. U této revitalizace došlo k různým úpravám koryta podle typu narušení. Tok se dělí na dvě základní části pod a nad silnicí. Pod silnicí byla úprava toku hlavně z důvodu velkého zahloubení koryta, až 3 metry pod úroveň terénu. Nad silnicí se vodoteč dělí do několika větví. Rozvětvení toku bylo úplně zrušeno v roce 1963 a odvodněno do jednoho hlavního toku. Další části toku byly buď opevněny, nebo také silně vyhloubeny. Z tohoto důvodu zde bylo v letních měsících koryto bez vody.

Břehové porosty se zde vyskytovaly pouze náletové a veškerá další vegetace chybí. Okolí toku bylo proto „mrtvé“, chyběla zde vegetace a mokřadní louky, které se zde dříve vyskytovaly.



Obr. 8 Zobrazení toku T11. Zdroj: Ortofoto (© ČÚZK, www.cuzk.cz), A07_povodí_IV (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)

Jak bylo výše zmíněno, část toku se dělí na dvě základní části pod a nad silnicí.

Část pod silnicí – byla upravována souběžně s částí nad silnicí, ale hrazena z jiného finančního zdroje. Tato část toku byla obnovena hlavně po povodních, a proto zůstal tok narovnaný, ale i stabilizovány. Hluboké zařezané koryto, které se vytvořilo, bylo dosypáno a vytvořeny příčné objekty na stabilizaci toku. Financování této akce proběhlo z Ministerstva zemědělství, které hradilo povodňové škody. Tuto část toku nelze přímo nazývat revitalizací, protože zde došlo k technickým úpravám. Spíše je lepší nazvat tuto část technickou stabilizací toku.

Část nad silnicí – byla upravena jako revitalizace tzn. obnovení koryta do přírodě blízkému stavu, zmenšení podélného profilu a vytvoření mokřadů a nových koryt. Také byly obnoveny dřívější větve např. větev B. Úpravy byly financovány z Ministerstva životního prostředí – Program revitalizace říčních systémů.

Koncepce navržených opatření na úsecích A – E

- Obnoveny původní trasy vodotečí
- Snížení spádu (stávající byl až 4,2%, nyní na 0,7 – 2,2%)
- Zrušené veškeré opevnění
- Nová údolní niva
- Příčné objekty z dřevěné kulatiny nebo kamenné skluzy
- V úsecích které byly vyerodovány se zvýšila niveleta dna až o 1,8 m
- Obnovení mokřadů, jejich rozšíření a napojení na tok
- Stabilizace toku (zabránění dalšímu unášení částic)

6.2.1 Základní parametry toku

Celková délka upravovaných částí toku je 3529,0 m.

Větev A - rozdělena na dvě části

Úsek 1, část pod silnicí

Došlo k vytvoření nového profilu se šířkou 6 m ve dně a šířka v koruně toku 4,8 m. Průtočná kapacita starého koryta byla 6,8 m^3/s po úpravě je 6,25 m^3/s (tab. 4). Byl zde vytvořen úplně nový profil koryta s příčnými prahy z kulatiny. Jednalo se o stávající vodoteč.

Tab. 4 Parametry úseku 1

Délka úseku	645,7 m
Příčné prahy hydrotechnické výšky 0,4 m ze svislé kulatiny	25 ks
Příčné pásy ze svislé kulatiny	1 ks
Balvanité skluzy s hydrotechnickou výškou 0,3 m se stabilizovanou tůní	14 ks

Úsek 2, část nad silnicí

Došlo k vytvoření nového profilu se šířkou 2,8 – 4,0 m ve dně a šířka v koruně toku 5,0 – 6,2 m. Průtočná kapacita je stejná jako před úpravou. Balvanité skluzy mají nižší hydrotechnickou výšku 0,3 m. Část břehů byla stabilizována kamennou rovnaninou. Parametry v tab. 5.

Tab. 5 Parametry úseku 2

Délka úseku	841,5 m
Balvanité skluzy s hydrotechnickou výškou 0,3 m se stabilizovanou tůní	73 ks

Větev B

Průtočná kapacita koryta je 0,576 m^3/s. Došlo k obnovení koryta a jeho průtočnosti. Nový profil dna koryta 0,6 – 0,9 m šířky. Větev B začíná v rozdělovacím objektu na větvi A. Parametry uvedeny v tab. 6.

Tab. 6 Parametry větve B

Délka úseku	901,0 m
Stabilizační prahy výšky 0,2 m	24 ks
Stabilizační pásy	20 ks

Větev C

Průtočná kapacita koryta je 0,576 m^3/s. Nový profil dna koryta 0,6 – 1,2 m šířky. Trasa je tvořena protisměrnými oblouky. Větev C ústí do větve A (příloha 10). Jednotlivé parametry větve C uvedeny v tab. 7.

Tab. 7 Parametry větve C

Délka úseku	501,4 m
Stabilizační prahy výšky 0,2 m	20 ks
Stabilizační pásy	8 ks

Větev D

Průtočná kapacita koryta je 0,576 m^3/s. Nový profil dna koryta 0,6 – 1,6 m šířky. Na trase byly vytvořeny protisměrné oblouky. Na větev D byl napojen mokřad (příloha 13) a dále ústí do větve A. Parametry uvedeny v tab. 8.

Tab. 8 Parametry větve D

Celková délka	669,4 m
Délka bez úpravy (ponechání stávajícího koryta)	154,4 m
Stabilizační prahy výšky 0,2 m	32 ks
Stabilizační pásy	9 ks

Větev E

Jedná se o krátký úsek, který ústí do větve A. Celková délka úseku s počty objektů je uvedena v tab. 9.

Tab. 9 Parametry větve E

Celková délka	198,0 m
Balvanité skluzy s hydrotechnickou výškou 0,3 m se stabilizovanou tůní	19 ks

Mokřady

V úpravě byly zahrnuty dva mokřady, které jsou napojeny na větve B a D. Prohloubení mokřadů je 0,6 – 0,8 m se svahem břehů 1:2 – 6, další parametry mokřadů uvedeny v tab. 10. Přebytečná zemina při výkopu byla využita pro zvýšení břehů o 0,2 – 0,3 m.

Tab. 10 Parametry mokřadů

Prohloubení	0,6 – 0,8 m
Svah břehu	1:2 – 6
Plocha dna	198, 310 m^2
Plocha v terénu	398, 660 m^2

6.2.2 Hydrotechnické údaje

Plocha povodí daného potoka je 1,82 km^2, se srážkovým úhrnem za rok 1288 mm. Pravostranný přítok do Divoké Orlice ř. km. 121,65. Průměrný dlouhodobý průtok je 0,48 m^3/s. Jednotlivé průtoku větve A jsou uvedeny v tab. 11 a 12. (Technická zpráva T11)

M- denní průtoky (l/s)

Tab. 11 M denní průtoky

M (den)	30	60	90	150	210	240	270	330	364
Q_{Md} (l/s)	110	74	56	37	26	21	18	14	4,5

N- leté vody (m^3/s)

Tab. 12 N leté průtoky

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q (m^3/s)	1,11	2,03	3,83	5,70	8,05	12,0	15,7

6.2.3 Vegetační úpravy

Kolem toku se před úpravou vyskytovaly pouze náletové dřeviny. Ty byly pokáceny a proběhlo nové vysázení dřevin kolem toku a mokřadů. Dřeviny byly především umístěny na břehy, kde plní zpevňovací funkci.

6.2.4 Současný stav

Část pod silnicí – Jak bylo již zmíněno, nejedná se o revitalizaci, ale o technickou stabilizaci koryta, které bylo stabilizováno po povodních. Byly zde umístěny příčné prahy z kulatiny a balvanité skluzy. Na fotografiích je možné vidět srovnání profilu koryta při výstavbě (rok 2002) a po 13 letech (Obr. 6 a 7). Po určitém čase došlo k prorůstání koryta a příčné objekty už nejsou tak dobře znatelné. Při zvýšených průtocích bylo možné vidět, jak jednotlivé objekty pěkně čeří vodu a zabraňují dalšímu erodování dna a břehů, s tím souvisí zabránění posunování částic do nižších částí toku. Tento efekt je žádoucí na této části toku. Na březích jsou dřeviny, které se zde vysadily po úpravě. Jedná se už o vzrostlé stromy, ale také mladší dřeviny (přibližně 3 - 5 let), které doplňují stávající výsadbu.

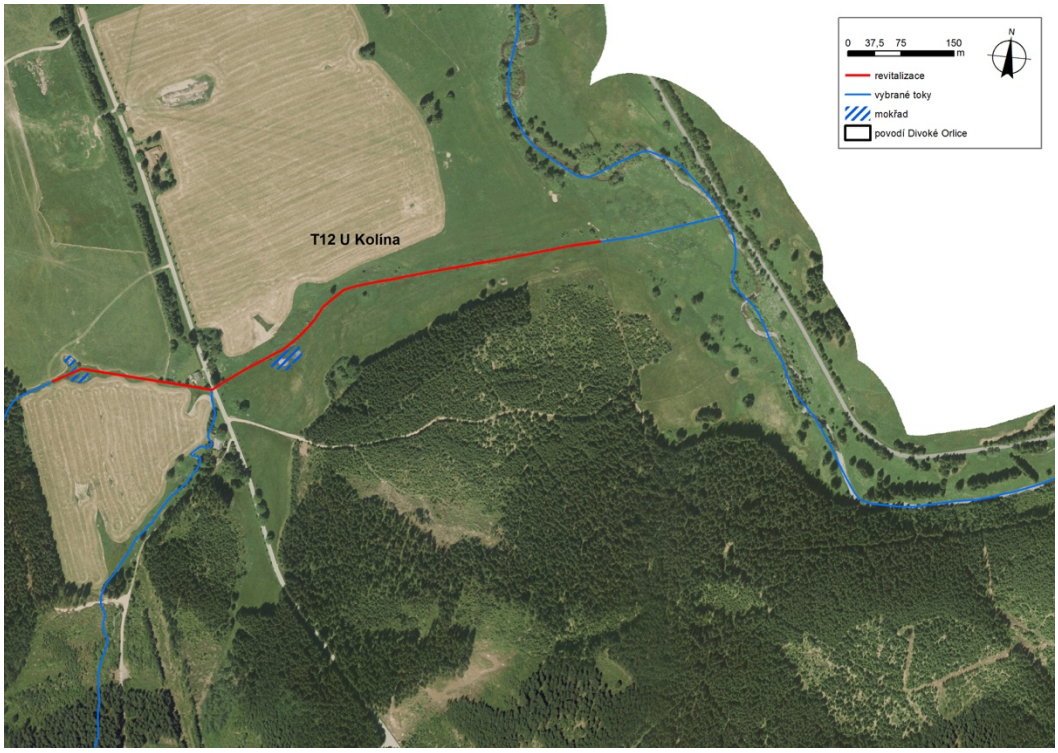
Obr. 9 Koryto po úpravě. (Lesy ČR)

Obr. 10 Koryto na podzim 21. 11. 2015. (autor)

Část nad silnicí – Je rozdělena do několika větví. Na těchto větvích probíhala klasická revitalizace. Mokřady, které byly obnoveny, jsou dnes méně viditelné. Dochází k prorůstání mokřadního společenstva. Chovají se spíše jako podmáčená část louky. V letních měsících zde bylo opravdu málo vody, ale k rozvoji určitému typu rostlinných společenstev prospívají. Jsou ukázkou toho jak zadržet vodu v krajině.

6.3 T12 U Kolína

Tok, který byl napřímen v úseku pod silnicí v letech 1986 – 1988 (příloha 5), část nad silnicí se rozděluje do dvou větví, ty byly zregulovány v letech 1963. Měřičské práce proběhly v roce 2001 a realizace v letech 2003 – 2004. Koryto bylo napřímené a zahloubené až na hloubku 0,7 – 1,0 m. Při zvýšených průtocích docházelo ke strhávání břehů a transportu splavenin do Divoké Orlice. Dřeviny se tu prakticky žádné nevyskytovaly, jen občasný nálet. Tok má nově rozšířenou údolní nivu a zvýšenou niveletu. Do toku byly umístěny příčné stabilizační objekty. Financování proběhlo z Ministerstva životního prostředí – Program revitalizace říčních systémů.



Obr. 11 Zobrazení toku T12. Zdroj: Ortofoto (© ČÚZK, www.cuzk.cz), A07_povodi_IV (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)

6.3.1 Základní parametry toku

Celková délka úpravy je 1056,60 m. Tok byl rozšířen až na 10 m v koruně a na 8 m šířky ve dně. Podélný profil má snížený spád na 1,4 – 2,2 % a hloubka koryta byla snížena na 0,4 – 0,6 m oproti původním 0,7 – 1,0 m. Na toku bylo celkem umístěno 30 příčných objektů. Dále tu byl vybudován mokřad se dvěma terénními prohlubněmi neboli rybníčky a další mokřad v úseku pod silnicí. Přítoky do mokřadů a rybníčků jsou zajištěny pomocí plastové trubky o průměru 150 mm nebo nátokovými koryty. Odtok je tvořen pomocí lichoběžníkového koryta se šířkou ve dně 0,2 m.

Tato revitalizace se opět dělí na část pod silnicí a část nad silnicí. Část pod silnicí má délku úpravy 619,20 m a nad silnicí 437,40 m. Z toho prvních 153 m na části pod silnicí je ponecháno bez úpravy. Voda teče po povrchu a rozlévá se po ploše.

Příčné objekty

Úsek pod silnicí s parametry v tabulce 13. Pro snížení nivelety dna byly na začátku (od ústí) úseku vybudovány tři prahy. Zdrsněné balvanité skluzy byly vybudovány v místech přechodu z jednoho oblouku na druhý.

Tab. 13 Parametry příčných objektů pod silnicí

Příčné prahy hydrotechnické výšky 0,2 z kulatiny průměr 25 cm	3 ks
Zdrsněný balvanitý skluz s hydrotechnickou výškou 0,4 m	13 ks

Úsek nad silnicí s parametry příčných objektů uvedených v tabulce 14.

Tab. 14 Parametry příčných objektů

Příčné prahy hydrotechnické výšky 0,2 z kulatiny průměr 20 – 25 cm	4 ks
Příčné stabilizační pásy z kulatiny	5 ks
Skluzy délky 8 m	7 ks
Skluzy délky 3 m	10 ks
Příčné prahy hydrotechnické výšky 0,4 m z kulatiny průměr 20 – 25 cm	4 ks

Mokřad

Mokřad byl vytvořen dvěma terénními prohlubněmi tzv. rybníčky. Jedná se o vymezenou část na louce, která bude trvaleji zamokřena spolu se dvěma terénními prohlubněmi. Hloubka vody v mokřadu je od 0,0 do 0,4 m s celkovou plochou 850 m^2. Parametry rybníčků uvedeny v tab. 15.

Tab. 15 Parametry mokřadů

Plocha	400 a 260 m^2
Hloubka vody	0,3 – 0,8 m
Sklon svahů	1:2 – 4

6.3.2 Hydrotechnické údaje

Plocha povodí potoka je 2,74 km^2, se srážkovým úhrnem za rok 1288 mm. Pravostranný přítok do Divoké Orlice ř. km. 120,80. Průměrný dlouhodobý průtok je 57 l/s, další průtoky uvedeny v tab. 16 a 17. (Technická zpráva T12)

M- denní průtoky (l/s)

Tab. 16 M- denní průtoky

M (den)	30	60	90	150	210	240	270	330	364
Q_{Md} (l/s)	131	88	67	44	31	26	21	12,5	5

N- leté vody (m^3/s)

Tab. 17 N- leté průtoky

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q (m^3/s)	1,36	2,49	4,71	7,01	9,90	14,7	19,3

6.3.3 Vegetační úpravy

U narovnaného koryta se vyskytovaly dřeviny jen zřídka nebo vůbec. Na březích zrevitalizované vodoteče, byly vysazeny nové dřeviny podél celého toku. Především vrba (Salix) a olše (Alnus).

6.3.4 Současný stav

Tok se již velice dobře začlenil, nejeví skoro žádné známky zregulovaného koryta, jak tomu bylo před úpravou. Dolní úsek pod silnící je pěkně zmeandrovaný a nevyskytují se žádné náznaky destrukce břehů nebo vymílání dna. Břehy jsou prorostlé trávou a dřevinami, které se zde vysadily. V letních měsících je koryto velice zarostlé a některé příčné objekty nebyly skoro vidět. Zarůstání je způsobeno nízkými průtoky a úpravou břehů (sečením). Kvůli ochraně chřástala polního je zpracován plán na osekávání břehů. Sečení břehů je proto možné pouze od 15. srpna. Při zvýšeném průtoku se projeví šíře koryta a více vyniknou jednotlivé objekty na toku viz Obr. 12. Na začátku toku těsně před ústím do Divoké Orlice byl ponechán úsek, ve kterém se voda rozlévá po louce (příloha 17). V tomto úseku není skoro žádné koryto. Při zvětšeném průtoku bylo velice dobře vidět, jak rozliv funguje a díky tomu se zde mohou rozšiřovat mokřadní společenstva. V části nad silnicí je nové koryto, které je velmi pěkně zmenadrované (Obr. 13).

Obr. 12 Tok při zvýšeném průtoku 21. 11. 2015. (autor)

Obr. 13 Meandrování na toku T11 v části nad silnicí 2. 4. 2016. (autor)

7. DISKUZE A ZHODNOCENÍ

7.1 T6 Jadrná

Tok T6 Jadrná, který ještě v 50. letech měl přírodní neupravené koryto, byl v 60 – 70. letech technicky upraven. Došlo k narovnání a opevnění celého koryta. Teprve v roce 2006 se začal zpracovávat návrh na vytvoření původního koryta jako v 50. letech. Tento návrh byl zrealizován v roce 2011.

Revitalizace byla navržena podle nejnovějších poznatků. Jadrná je tvořena 25ti skluzy, které jsou z lomového kamene, a 12ti mokřady. Tok přesně nekopíruje původní trasu z 50. let, ale i tak je značně zmeandrovaný. Just a kol. (2003) uvádí, že mokřady a nové zrevitalizované koryto slouží i mimo jiné při zvýšeném průtoku pro zachycení určitého objemu vody, který by mohl dále zvyšovat hladinu dalších řek. Po naplnění mokřadů dochází k rozlivu do přilehlého okolí toku. Po opadnutí hladiny se voda navrací pozvolna zpět do toku. Mokřady a nové koryto mají velký význam pro rozvoj fauny a flóry. Rozliv z koryta a naplňování mokřadů bylo možné sledovat při podzimním monitoringu. Gergel a kol. (1999) uvádějí, že mokřady mají příznivou funkci v letním období, kdy zadrží část vody a pomáhají k lepšímu rozvoji vegetace, což bylo možné pozorovat v letních měsících. Tohle je přesně ten správný efekt revitalizace. Kolem toku se v 50. letech nevyskytovaly žádné dřeviny. Šlezingr (2010) uvádí, aby revitalizace měla správný efekt, musí být obnoveno i okolí toku. To znamená, že kolem toku se provedlo osetí travní směsí a výsadba dřevin.

Tento tok má však několik svých negativ. První nejdůležitější problém je zaústění dvou trubek, které pravděpodobně odvádí znečištěnou vodu z přilehlého domu a objektu pro domácí dobytek. V místě vyústění dochází k rozvoji nežádoucí narezlého povlaku a jakýchsi "řas" ve vodě. To má hlavně neblahý důsledek v letních měsících, kdy tu protéká velmi malý průtok. Dochází pak k znečišťování toku. V publikaci Šlezingra (2010) je jasně uvedeno, že při návrhu je nutné zamezit přístup nežádoucím látkám do toku. Druhá negativní věc, která ovšem z jiného pohledu nemusí být chápana jako negativní, je jen částečné kosení trávy kolem toku. Výhoda je pro ochranu chráněného druhu chřástala polního, ovšem pro tok to působí negativně. Dochází k zarůstání malého koryta a nátokových koryt do mokřadů, které se vzhledem k malému průtoku ještě umocňuje. Zarůstání pak způsobuje negativní proces zmenšování profilů daných koryt.

Vodoteč působí velice pozitivním dojmem, jak po stránce technické, tak i po krajinné. Tok v části úpravy není nikde narušený a nejeví známky eroze břehů. Příčné objekty mohou působit monotónně (umístěno 25 ks stejný příčných objektů). Podle Gergel a kol. (1999) by tok měl být pestrý střídáním různých druhů příčných objektů. Vodoteč funkci plní, tak jak bylo počítáno v návrhu. Dochází k rozlivům do okolí, naplňování mokřadů a objekty při zvýšeném průtoku čeří vodu. Při nízkých stavech vody nedochází ke ztrátě vody. V korytě je celoročně voda.

7.2 T11 jižně od statku

Tato vodoteč je dělena do několika větví a upravována z více důvodů.

Část pod silnicí

Jedná se o část toku, která spíše se svým tvarem koryta přibližuje k regulačnímu korytu.

Úsek je tvořen 40ti příčnými objekty. Byl navrhován tak, aby se zamezilo další erozi dna a břehů. Poté tu vzniklo zcela nové koryto, dostatečně široké a zabraňující sunutí částic. Koryto je tedy technického stavu, takže rozvoj fauny a flóry je obtížnější, avšak pod každým příčným objektem je tůň, která přispívá k částečnému rozvoji diverzity toku. Gergel a kol. (1999) uvádějí, že tůně pod každým příčným objektem zvyšují diverzitu toku. Což lze pozorovat na této části úseku. Velká koruna koryta znamená výhodu pro velké průtoky a malá kyneta pro nízké průtoky. Problém je opět zarůstání. Mnoho příčných objektů není téměř vidět. Také u některých objektů dochází k podtékání příčných objektů, což je nežádoucí. Poté dochází k vymílání pod objektem a rozpadu objektu časem. Podle Justa a kol. (2003) je nutné dbát na správný výběr a druhovou skladbu dřevin. Na této části úseku je břehová vegetace hustá, podél toku jsou od doby realizace vysazeny stromy, takže dnes se jedná už o vzrostlé stromy. Je vidět, že později došlo k doplnění výsadby, přibližně před 4 – 5 lety.

Část nad silnicí

Úsek se dělí do několika větví A – E. Větev A je zde hlavní a ústí do ní větve C – E.

Větve A a E byly obnoveny ve stávající trase. Větve C a D byly nově vytvořeny, protože byly při melioračních úpravách úplně zrušeny. Nová trasa větve C a D nevede po původních místech. Větev B se také úplně nově obnovila a je vedena ve své původní

trase před meliorační úpravou. Mokřady jsou zde navrženy jako lužní prostor pro rozvoj mokřadní vegetace. Vrána a kol. (2004) uvádějí, že kolem obnoveného toku by se neměl vyskytovat dobytek. Působí destrukci břehů, ničení břehového porostu a znečištění vody. V okolí větve A, B a E se dobytek vyskytuje, aby však nedocházelo k narušování toku, je pastva zabezpečena elektrickým ohradníkem. Ovšem na jednom místě je ohradník veden za potok, aby se dobytek mohl napájet. Toto místo je dlouhé asi 5 m. V místě dochází k úplné devastaci břehu (příloha 15). Dle Ehrlich a kol. (1996) by měl návrh zajistit, aby nedocházelo k zarůstání a zanášení koryta. Toto bohužel je možné sledovat v tomto toku, kdy dochází k zarůstání břehů a příčných objektů. Také bylo zpozorováno, že na rozdělovacím objektu na větvi A, kde se odděluje větev B, je vytvořená z kamenů a dlažby přehrážka, tudíž většina vody neteče do větve A, ale do větve B. Zřejmě kvůli napájení dobytka viz příloha 9.

7.3 T12 U Kolína

Vodoteč, která byla technicky upravena v druhé polovině minulého století, konkrétně v letech 1963 a 1986 – 1988. Úsek byl revitalizován v celkové délce 1056,60 m.

Cílem bylo uvést koryto do původní trasy z 50. let podobně jako na obrázku v příloze 6. Koryto toku bylo před úpravou narovnané a velmi zahloubené. Docházelo proto k odnosu splavenin do řeky Divoké Orlice. Kolem toku se nevyskytovaly žádné dřeviny. Vodoteč se proto nejprve částečně zasypala, poté rozvlnila a snížil se podélný sklon dna. Podle Vrány a kol. (2004) je důležité vytvořit mělčí a užší koryto. Navrhnout na minimální průtoky denní nebo jednoleté. Poté dojde při zvětšeném průtoku k brzkému vybřežení vody z koryta a nedochází tak k velké devastaci koryta. Navrhování menších průtoků má také význam pro život ve vodě. V době malých průtoků se voda neztrácí a jsou zachovány podmínky pro organismy. Díky rozvlnění toku dochází k delšímu proběhu vody. Zpomalí se i rychlost vody v korytě. Koryto toku je dimenzováno na jednoletý průtok. Větší průtoky se rozlévají do údolní nivy nebo naplňují mokřad se dvěma rybníčky. Toto bylo pozorováno při podzimním monitoringu. V okolí toku a na březích jsou vysázeny břehové porosty. Především olše (Alnus) a vrba (Salix). Šlezingr (2010) uvádí, že dřeviny na březích mají hlavně význam jako protierozní opatření. Kořeny prorůstají zeminou a zpevňují koryto toku. Velice příznivou funkcí toku je rozlévání se po louce. Na prvních 150 m je mělké, široké

koryto kde při zvýšeném průtoku dojde k rozlivu po louce (příloha 11). Což má velice příznivý vliv na rozvoj vlhkomilných organismů a zadržování vody v krajině. Pro stabilizaci dna jsou na začátku úseku použity tři příčné objekty.

Vodoteč působí přirozeným dojmem. Téměř nelze poznat, že se jedná o revitalizaci. Opět v letních měsících je koryto zarostlé. Údržba kolem toku opět souvisí s ochranou chřástala polního.

Podlé Vrány a kol (2004) je důležité posoudit, zda má revitalizace smysl na daném území. Jestli je možné trasu rozvlnit, rozšířit území okolo toku a jestli nebude koryto poškozováno vlastníky pozemků např. zemědělskou technikou. Na řešeném území vodoteče protékají po loukách a pastvinách. U všech toků bylo možné alespoň částečné rozvlnění trasy popřípadě nové umístění trasy. Pokud dojde k vylití vody z koryta, nejsou ohroženy významné pozemky (budovy a pole). Na pozemcích v okolí toku dochází buď k pastvě dobytka, nebo k pravidelnému sečení. V bezprostřední blízkosti toku je část nesečená a to kvůli již několikrát zmiňovanému chřástalu polnímu.

Jak zmiňují Ehrlich a kol. (1996), je nutné doplnit pro zpevnění zeminy okolí toku travním semenem. Použití travní směsi musí odpovídat dané lokalitě. U všech toků bylo využito travní směsi a to v přibližné dávce 5kg/100 m^2.

Při jarním průzkumu bylo pozorováno rozmnožování žab, hlavně v tůních a mokřadech viz příloha 12.

8. ZÁVĚR

Nejprve bylo důležité seznámit se s problematikou revitalizací toků. Jaké jsou důvody revitalizací, co všechno je potřeba vyřešit a jak to bude fungovat v budoucnu. Po seznámení s teoretickou částí bylo možné pokračovat do praktické části. Na řešeném území byl proveden několikrát monitoring, aby bylo možné posoudit, jak daný tok vypadá a jak se chová při různých stavech vody. Po monitoringu bylo možné porovnat aktuální stav se stavem před úpravou a těsně po úpravě.

Vodoteče byly na tomto území revitalizovány hlavně z důvodu navrácení do stavu před melioracemi a zvýšení funkce zadržení vody. Jednotlivé tratě buď byly upraveny podle minulých tras toků, nebo byly nově vytvořeny trasy toků. Nejedná se o nějak velké toky, tudíž v nich nelze očekávat větší živočichy, jako jsou např. pstruh obecný nebo pstruh duhový, kteří se vyskytují v Divoké Orlici. Tyto potoky jsou zrevitalizovány, aby zadržely vodu v krajině (což je dnes velmi důležité) a docházelo k rozvoji vodního a suchozemského společenstva.

Hodnocení se odvíjelo podle revitalizačních zásad – jak vypadá okolí toku, zda nedochází k erodování břehů a dna, zapojení doprovodného porostu, vhodnost lokality a zda měly vůbec nějaký význam.

Všechny toky plní základní funkce, se kterými návrh počítal. Jednotlivé vodoteče se opět rozvlnily, nebo se alespoň snížil jejich podélný sklon. Toky dnes vypadají, jako by byly v přírozeném stavu. Spolu s vodotečemi byly vytvořeny mokřady a rybníčky, které mají za úkol při zvýšeném průtoku vodu zadržet a při malých průtocích udržet život. Břehové porosty jsou vysázeny tak, aby plnily jejich základní funkce, jako je zvýšení ekologické stability toku, hnízdiště atd. U vodotečí dochází k několika negativním věcem: zarůstání, zaústění nežádoucích trubek a v jednom místě k devastování břehů dobytkem.

U těchto revitalizací je možné se přesvědčit, že mají význam. Minulá narovnaná vyerodovaná koryta, která unášela částice do dalších toků, se dokázala vrátit do téměř původního stavu. Dnes je možné sledovat, že ani po tolika letech od realizace nedochází k rozpadu koryt, ničení okolí toku (vlivem samostatného vývoje, ne lidskými zásahy) apod.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BROOKS, Kenneth N. Hydrology and the management of watersheds. 3rd ed. Ames, Iowa: Iowa State Press, 2003. ISBN 0-8138-2985-2.

CULEK, Martin /ed. Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma, 1996. ISBN 80-85368-80-3.

EHRLICH, Petr. Metodické pokyny pro revitalizaci potoků [1 tabulka]. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1996. ISBN 80-239-6398-8.

GERGEL, Jiří. Revitalizace drobných vodních toků: metodická pomůcka. 1.vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1999. ISSN 1210-1672.

HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. Hydrochemie. 1.vyd. Brno: MZLU, 1998. ISBN 80-7157-289-6.

HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-243-9.

JUST, Tomáš. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003. ISBN 80-86064-72-7.

KRAVKA, Miroslav. Úpravy malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. ISBN 978-80-7375-337-5.

OPPELTOVÁ, Petra. Ochrana vodních zdrojů. Vydání první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-218-2.

ŠLEZINGR, Miloslav. Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-3942-9.

TLAPÁK, Václav a Jaroslav HERYNEK. Úpravy vodních toků a hrazení bystřin. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001. ISBN 80-7157-551-8.

VRÁNA, Karel (ed.). Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí vydal Consult, 2004. ISBN 80-902132-9-4.

Zákon č. 114/1992 Sb., ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb., ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon).

Vyhláška č. 252/2004 Sb., ze dne 22. dubna 2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Prohlížení. Národní geoportál INSPIRE. [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: *https://geoportal.gov.cz/web/guest/map*

Česká geologická služba. *Geologická mapa 1 : 50 000.* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: *http://mapy.geology.cz/geocr_50/*

Průvodní a technická zpráva T12. Bolehošť, 2001.

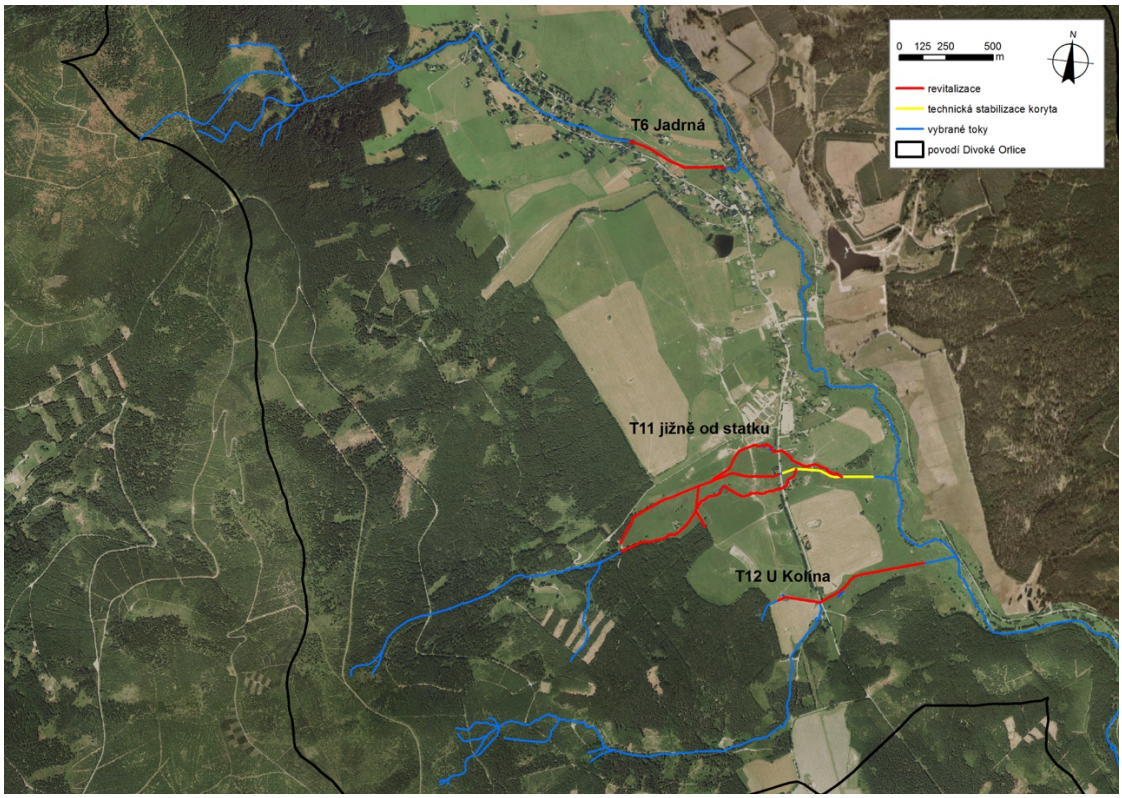
Průvodní a technická zpráva T11. Bolehošť, 2002.

Průvodní a technická zpráva T6. Bolehošť, 2008.

10. PŘÍLOHY

Příloha 1

Celková situace revitalizovaných toků. Zdroj: Ortofoto (© ČÚZK, www.cuzk.cz), A07_povodi_IV (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)



Příloha 2

T12 při zvýšeném průtoku 16. 11. 2015

Příloha 3

Tok 6 při zvýšeném průtoku s nátkovým korytem do mokřadu 16. 11. 2015

Příloha 4

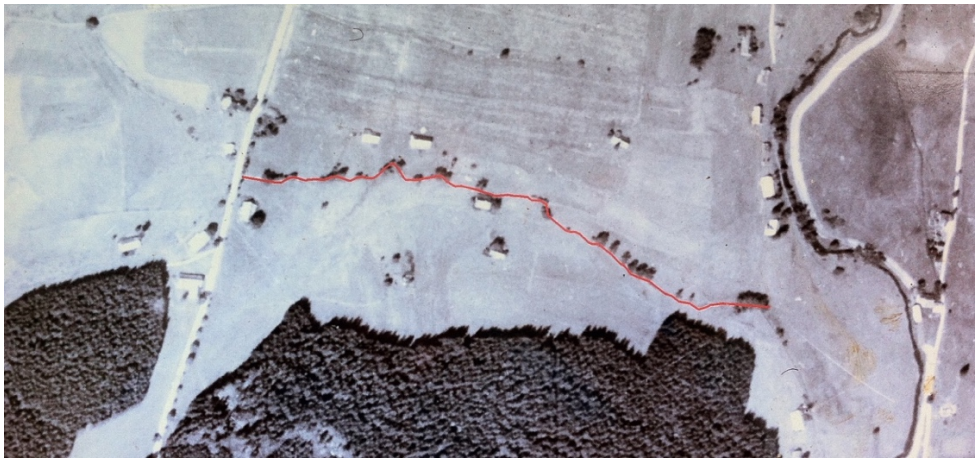
Tok T11 při zvýšeném průtoku 21. 11. 2015

Příloha 5

Tok T12 zobrazen na mapě z roku 1989

Příloha 6

Tok T12 zobrazen před technickou úpravou z 50. let



Příloha 7

Příčný objekt na toku T6 dne 2. 4. 2016

Příloha 8

Naplněné mokřady na toku T6 2. 4. 2016

Příloha 9

Rozdělovací propustek do větve B. Bohužel zasypán do větve A

Příloha 10

Vpravo přítok větve C do větve A. Technická stabilizace koryta

Příloha 11

Rozliv u vodoteče T12 po louce. 16. 11. 2015

Příloha 12

Rozmnožování obojživelníků na jaře 2. 4. 2016

Příloha 13

Mokřad na větvi D u toku T11. 2. 4. 2016

Příloha 14

Rozvodněný tok T6 16. 11. 2015

Příloha 15
Zdevastovaný levý břeh větve B na toku T11. 2. 4. 2016

Příloha 16
Původní koryto toku T6 6. 4. 2004. (Lesy ČR)

Příloha 17
Rozliv po louce u toku T12 2. 4. 2016