

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

studijní program: Zemědělská specializace (N4106)

studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

katedra: Katedra krajinného managementu

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zhodnocení ukončené revitalizace malého vodního toku

vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Moravcová, Ph. D.**

Autor diplomové práce: **Bc. Petra Kosová**

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra KOSOVÁ**
Osobní číslo: **Z16445**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Zhodnocení ukončené revitalizace malého vodního toku**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

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

Teoretická část.
Základní pojmy spojené s problematikou revitalizací.
Definice revitalizace vodních toků a jejich historický vývoj.
Možnosti řešení revitalizací vodních toků.
Prvky využívané při revitalizacích vodních toků .
Možnosti financování revitalizačních akcí.
Praktická část.
Výběr vhodného území v zemědělské krajině s ukončenou revitalizační akcí.
Průzkum vybraného povodí s důrazem na okolí revitalizované vodoteče.
Zhodnocení možného povodňového rizika.
Zhodnocení stavu před provedením revitalizace.
Posouzení úspěšnosti revitalizační akce podle zvolených metod.
Zhodnocení efektivity finanční stránky revitalizační akce.

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


Seznam odborné literatury:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **13. března 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1888, 370 05 Česká Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2017

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 22. dubna 2018

podpis studentky

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala Ing. Moravcové, Ph. D. za odbornou pomoc při vedení této práce, velikou ochotu a spolupráci.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je zpracování literární rešerše, na téma vohodospodářské revitalizace. Zhodnocení negativních znaků nevhodných úprav toků a jejich důsledky na povodí. Přínosy revitalizací vodních toků a niv, možnosti řešení revitalizací, a revitalizační přínosy na krajinu. V neposlední řadě vybrané metody zhodnocení revitalizace.

Druhá část je zaměřeně na praktické zhodnocení ukončené revitalizace malého vodního toku podle metody HEM 2014 - Hydroekologický monitoring. Hydromorfologická kvalita úseku je vypočtena jako vážený průměr skóre, vypočteného pro jednotlivé ukazatele na základě skórovacích tabulek, platných pro jednotlivé ukazatele a skupiny typů. Pro zpracování hodnocení byla vybrána revitalizovaná lokalita povodí potoka Borová u obce Chvalšiny na Českokrumlovsku.

Klíčová slova: vodohospodářské revitalizace, revitalizační přínos, metody hodnocení revitalizace

Abstract

This diploma thesis aimed to elaborate literary review which is focused on water revitalization management. An evaluation of negative character of inconvenient flow operations and their consequences on the basin. Revitalization benefits of watercourses and water niches, as well as solution potential of revitalization and natural benefits of revitalization. Last but not least, selected methods for the evaluation of revitalization.

The second part is concentrated on a practical evaluation of completed small watercourse revitalization in accordance to HEM 2014 – Hydro-ecological monitoring methods. Hydro-morphological sequence quality is calculated as an average score which is counted on the base of specific tables of score used for individual indicators and groups. The locality Borová steam, situated nearby Chvalšiny, Český Krumlov was chosen as an object of revitalization.

Key words: water revitalization management, revitalization benefits, methods for the evaluation of revitalization

Obsah

1	ÚVOD.....	11
2	CÍL PRÁCE.....	12
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	13
3.1	Voda a krajina.....	13
3.1.1	Dlouhodobá a samovolná renaturace.....	14
3.1.2	Renaturace povodněmi.....	15
3.1.2.1	Povodně jako revitalizační činitel.....	17
3.2	Revitalizace.....	17
3.2.1	Definice revitalizace vodních toků.....	17
3.2.2	Technická revitalizace.....	18
3.2.3	Revitalizace v ochraně před povodněmi.....	20
3.3	Přínosy revitalizací vodních toků a niv.....	23
3.4	Možnosti řešení revitalizací vodních toků.....	23
3.4.1	Obnova a vytváření vodních a mokřadních biotopů v nivách.....	25
3.4.1.1	Tůně.....	25
3.4.1.2	Říční ramena.....	28
3.4.1.3	Mokřady.....	29
3.5	Důvody revitalizace.....	30
3.5.1	Nevhodné úpravy v minulosti.....	31
3.5.2	Nepříznivé dopady vodohospodářských technických úprav.....	35
3.5.1	Možnosti financování revitalizačních akcí.....	36
3.6	Historie a vývoj revitalizací v ČR.....	36
3.6.1	Časové etapy.....	36
3.6.2	Současný trend.....	41
3.7	Cíle revitalizace.....	43
3.7.1	Revitalizace a povodně.....	44

3.7.2	Sucho v České republice	45
3.8	Metody hodnocení revitalizací	46
3.8.1	Metoda HEM - Hydroekologický monitoring.....	46
3.8.2	Metoda hodnocení revitalizačního efektu AOPK	47
3.8.3	Metoda EcoRivHab.....	48
3.8.4	Metoda QBR – index říční kvality	48
3.8.5	Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu.....	49
4	METODIKA	50
4.1	Materiál	50
4.1.1	Výběr vhodného území s ukončenou revitalizační akcí.....	50
4.2	Metody.....	52
4.2.1	Revitalizace potoka Borová	52
4.2.1	Průzkum vybraného povodí a okolí revitalizované vodoteče	54
5	VÝSLEDKY	55
5.1	Základní charakteristika zvolené lokality.....	55
5.1.1	Stanovení klimatického regionu.....	55
5.1.1.1	Teplota	56
5.1.1.2	Srážky	57
5.1.1.3	Vítr.....	58
5.1.2	Geomorfologické poměry a reliéf	58
5.1.3	Geologické poměry	59
5.1.4	Pedologické poměry.....	59
5.1.5	Hydrologické poměry.....	61
5.1.6	Flóra	62
5.1.7	Fauna.....	63
5.2	Revitalizace potoku Borová	64
5.2.1	Zhodnocení možného povodňového rizika	64

5.2.2	Zhodnocení stavu před provedením revitalizace.....	66
5.2.3	Koncepce revitalizace toku a pramenné oblasti.....	67
5.3	Zhodnocení současného stavu	67
5.3.1	Metoda HEM (HEM,2014)	67
5.3.2	Postup hodnocení	69
5.3.2.1	Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů ...	69
5.3.2.2	Výpočet hydromorfologické kvality úseku.....	70
5.3.3	Zhodnocení efektivity finanční stránky revitalizační akce	71
6	ZÁVĚR	72
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
7.1	Seznam literatury.....	73
7.2	Internetové zdroje.....	75
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	76
9	PŘÍLOHY	77
9.1	Seznam obrázků	77
9.2	Seznam tabulek.....	80
9.3	Mapovací formulář	81
9.4	Fotografie z řešeného území.....	83

1 ÚVOD

Prameny, potoky, řeky – to jsou cévy naší země. Roznášejí životodárnou vláhu a vytvářejí předpoklady pro nekonečnou pestrost všeho jejího života. Vodní toky jsou životodárná páteř říční krajiny.

Voda je nejvíc cenným a nenahraditelným přírodním zdrojem, neboť její spotřeba zasahuje do všech odvětví života a práce. Je nenahraditelná složka veškeré živé i neživé přírody, složkou lidské a zvířecí výživy, podmínkou zdraví, předpokladem úspěšné výroby zemědělské i lesní, důležitou surovinou v průmyslové výrobě, prostředkem energetickým, dopravním, rekreačním a výsledně základní podmínkou dalšího civilizačního a kulturního rozvoje lidské společnosti vůbec.

Česká republika v minulých letech prošla celou řadou změn, na nichž se kromě přírodních procesů, podílel především člověk. Od 50. let se struktura krajiny, především zemědělské, velmi výrazně a dynamicky změnila. V praxi to znamenalo odstranění drobných stabilizačních prvků z krajiny, zjednodušení celkové krajinné struktury a orientaci na maximalizaci produkční funkce krajiny, zmizela z krajiny mozaika pásovitě uspořádaných políček. Byla učiněna řada nelogických pozemkových úprav, které měly následně negativní vliv na fungování celé krajiny. Jedním z negativních zásahů bylo upravení vodních toků, stejně tak i rozšíření zástavby do přirozeného záplavového území. Těmito opatřeními byla podstatně snížena retenční schopnost krajiny a zároveň i pozitivní úloha přirozených rozlivů povodňových průtoků při povodňových událostech.

2 CÍL PRÁCE

Cílem první části této diplomkové práce je zpravování literární rešerše k mé diplomové práci, která se zabývá vodou v krajině, a dále pak hlavně vodohospodářskými revitalizacemi, revitalizačním přínosem a možnostmi řešení revitalizací. V neposlední řadě informovat o metodách zhodnocení ukončené revitalizace.

Druhá část je zaměřena na praktické zhodnocení ukončené revitalizace malého vodního toku. Za zásadní je kladen výzkum modelového povodí, které bylo revitalizováno a následně bylo toto povodí zasaženo povodní. Jednou z prvních lokalit v ČR, kde byl podrobně vyhodnocen průběh povodňové vlny, je povodí potoka Borová u obce Chvalšiny na Českokrumlovsku. Potok Borová byl revitalizován ve dvou etapách v roce 1998 a v roce 2000.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Voda a krajina

Řeky, vodní toky, fascinují člověka odnepaměti.

Přirozenému chování vodních toků a vývoji říční krajiny se společnost snaží porozumět už po staletí. V posledních letech je pozornost soustředěna zejména na možnosti předvídat chování vodních toků a tím eliminovat rizika s tím spojená. Chování vodního toku, respektive jeho dynamická rovnováha, jsou předurčeny podmínkami proudění (zejména průtokem a sklonem údolí) a režimem sedimentů, dále je pro chování vodního toku určující materiál břehů, dna a vegetace břehů a příbřežní zóny (Kujanová, Matoušková, 2017).

Teoreticky po celé 19. a 20. století byly nejvýraznější vodohospodářskou činností v krajině technické úpravy potoků, řek a jejich niv. Vedle odvodňování zamokřených ploch byla hlavním námětem těchto zásahů ochrana před povodněmi. Jednalo se především o lokální, místní působící pasivní ochranu, založenou a soustředování povodňových průtoků do kapacitních koryt a hrázových systémů (Just a kol., 2005).

Vodní prostředí v naší krajině bylo v uplynulých více než 100 letech intenzivně technicky reorganizováno. Povodí byla upravována pro požadavky velkoplošného zemědělského hospodaření, zásahy do sítě vodních toků sledovaly především rychlé a tzv. neškodné odvádění vody (Just a kol., 2005).

Přibližně 26 % původně zamokřených zemědělských pozemků bylo v České republice hlavně ve druhé polovině 20. století odvodněno. Realizované odvodňovací systémy i dnes slouží zemědělské výrobě, ačkoli si jejich funkci často uživatel ani neuvědomuje a systémům nevěnuje patřičnou péči (Soukup, Kulhavý, 2003).

Poznatky přírodních toků, řek a jejich niv nás výrazně utvrzuje v přesvědčení o jejich mimořádné hodnotě a nenahraditelnosti. Technickou pracností a nákladností stavebně prováděných revitalizací, nelze pochybovat o tom, že prvořadou úlohu je důsledná ochrana všech vodních prvků v krajině, které se dochovaly v přírodním a přírodě blízkém stavu, a také ochrana a využívání přírodních samorevitalizačních procesů (Just a kol., 2005)

3.1.1 Dlouhodobá a samovolná renaturace

Samovolná renaturace spočívají především v zanášení upravených koryt splaveninami, v zarůstání bylinkami a dřevinami a v postupném rozpadu umělých opevnění, příčných objektů a dalších technických prvků v korytech. Prvkem renaturačních procesů jsou také erozní změny koryt. Přijímáme je, pokud v přijatelné míře dotvářejí činnost koryta, tedy především pokud jde o umírněnou stranovou erozi, a ne o erozi hloubkovou.

Přirozená renaturace koryt a niv se dnes může v poměrně velké míře prosazovat v souvislosti s ústupem intenzivních forem zemědělského hospodaření, s dožíváním odvodňovacích zařízení a s návratem přirozeného zamokření. Většinou již také bývá požadováno věrohodnější odvodňování různých technických zásahů a s nimi souvisejícího vynakládání prostředků. Renaturační procesy pak poskytují cenné revitalizační efekty prakticky zadarmo.

Zejména je nutno předcházet zbytečnému znemožňování renaturačních efektů samoučelně prováděnou údržbou vodohospodářských úprav. Údržba by měla být vymezena jenom na reálně opodstatněné činnosti. V dnešní době by již například nemělo být přijatelné provádět čištění koryt, spočívající v likvidaci usazenin a porostů, jenom z jakýchsi zvykových důvodů – protože „tak je to správné, a tak to má správce toku udělat“, jak ještě slýcháme dodnes.

Odstraňování usazenin bývá mnohdy označováno za obecnou povinnost správců vodních toků. To však je deformovaný výklad zákona o vodách, ten v § 47, odst. 2 písm. b) uvádí, že povinnost správce toku je mimo jiné „... udržovat koryta vodních toků ve stavu, který zabezpečuje při odvádění vody, a přitom se co nejvíce blíží přírodním podmínkám...“ tím se má rozumět, že správce toku má odstraňovat usazeniny a provádět podobné činnosti, nakolik je to v daném místě potřeba, tedy v rozsahu odůvodněném. Zákon neříká nic v tom významu, že je nutné odstraňovat kdekoliv jakoukoliv usazeninu. Přitom nárok maximálního respektování přírodních podmínek je zcela jasný. Ani pravidelnou údržbu vodních děl (§47, odst. 2, písm. c), kterými jsou také technické úpravy toků, nelze vykládat jako udržování ve stavu,

prostém všech usazenin, neboť by to byl fyzikální nesmysl. I zde je odstraňování usazenin otázkou odůvodněné míry (Just a kol., 2005).

Slovo renaturace, se může vysvětlit, na příkladu betonového koryta potoka, které se hroutí, a příroda si bere zpět svůj prostor k čemu může pomoci povodeň. Revitalizace znamená projekt, renaturace proces (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

Podle Justa a kol., (2005) možnosti samovolných renaturací však nejsou neomezené, nejčastěji je mohou limitovat dva faktory:

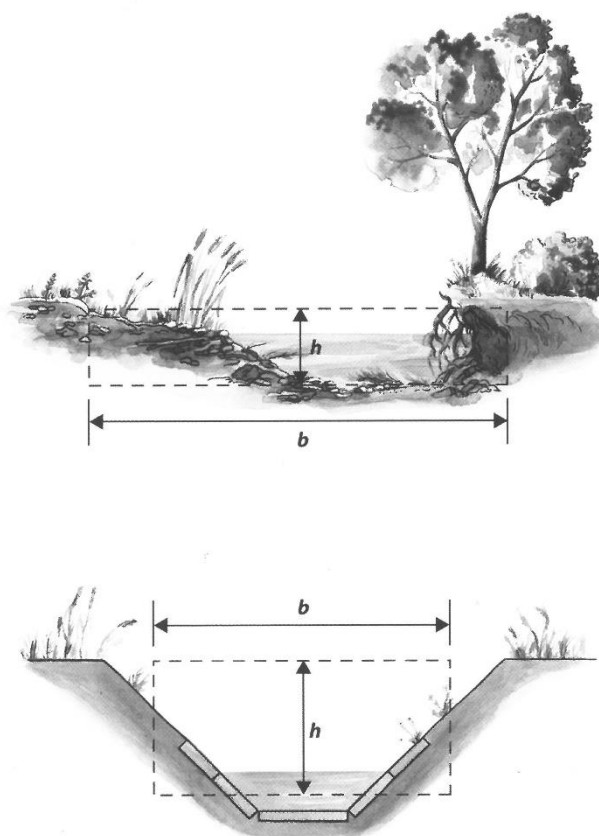
- tuhé opevnění koryta
 - např. dlažba z plných nebo polovegetačních tvárnic, způsobuje soustředěné proudění v korytě, které proplachuje a brání tak v zanášení. Ve většině případů jsou opevnění poměrně technicky kvalitní a mohou ještě po dlouhou dobu znemožňovat přirozený vývoj koryta. Samovolné renaturaci jsou spíše vhodná koryta upravená, ale neopevněná, proto opevněná koryta většinou vyžadují technickou revitalizaci, kde je základem odstranění nevhodného opevnění
- nadměrné zahloubení koryta
 - pokud bylo koryto jednou nějakým nevhodným zásahem nadměrně zahloubeno, zpravidla má pak v důsledku soustředěného proudění tendenci k dalšímu samovolnému zahlubování. Nadměrné zahloubení koryta je nutnost řešit také prostředky technické revitalizace, což ale nebývá snadná úloha. Pokud to podmínky dovolí, bývá vhodnější staré koryto opustit a zasypat a stranou v rostlé zemině, vybudovat koryto nové, přírodě blízkých tvarů

3.1.2 Renaturace povodněmi

Přirozená koryta a nivy prodělávají vývojem povodní určité změny, které však patří k přirozenému vývoji a nemění jejich opodstatnění. Odlišně je tomu v případě technicky upravených koryt. Narušení uměle vytvořených tvarů, objektů a opevnění, způsobené povodněmi, představuje minimálně nastartováním procesů, přinášejících

zásadní změny charakteru koryta. Změny mohou jít od dílčích rozdělení koryt prohlubněmi, nánosy splavenin a nátržemi břehů až po totální destrukci těžkých opevnění, nebo po vznik nových paralelních koryt. V některých případech podle povodňové destrukci těžce upravené koryto se souvislým tuhým opevněním, naruší se soudržnost konstrukce, nepřizpůsobivé ke změnám koryta, a opevnění z betonových desek, žlabovek, polovegetačních tvárnic apod. se rozpadne. Pokud nejsou přesvědčivé důvody pro to, aby byla technická úprava koryta povodněmi rekonstruována, např. blízkost komunikační stavby, je možné řešit nastalou situaci technickou revitalizací, nahrazením upraveného koryta korytem přírodě blízkého rázu (Just a kol., 2005).

Obr. 1. Nedotčená přírodní koryta a srovnatelná koryta technicky upravená se obvykle výrazně liší poměrem hloubky a šířky, upravená bývá hlubší.



(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

3.1.2.1 Povodně jako revitalizační činitel.

Za jeden z mála pozitiv povodní v roce 2002 by mohl být považován jejich revitalizační efekt. Především v síti upravených a částečně upravených vodních toků došlo průběhem povodní k významným změnám, které by mohly být posuzovány jako příspěvek k žádoucímu přiblížení jejich stavu přírodním parametrům. V komparaci s dosud skromnými výsledky záměrných revitalizací, prováděných v rámci Programu revitalizace říčních systémů, které se zatím omezují spíše na jednotlivé ověřovací ukázky byl úhrnný revitalizační efekt povodní velký (Just, 2003).

3.2 Revitalizace

3.2.1 Definice revitalizace vodních toků

Cílem vodohospodářské revitalizace toků je zpomalení odtoku vody a její zadržení v krajině. Často jsou revitalizace definovány jako náprava škod, které vznikly jejich necitlivou úpravou (Váchal a kol., 2011).

Revitalizace (znovuoživení) u vodních toků je proces navrácení do přírodě blízkého či přírodě bližšího stavu. Záměrná vodohospodářská revitalizace je soubor opatření směřující k obnově ekologické funkce toku. Opatření spočívají především v nápravě nevhodných lidských zásahů a úprav toků. Častými revitalizačními opatřeními je opětovné rozvlnění (zmeandrování), vytvoření tůní a brodů, znovu vytvoření nebo obnovení bočních ramen, odstranění betonového opevnění a vytvoření migračních možností pro ryby a jiné živočichy (Čamrová, Jílková a kol., 2006).

Hlavním cílem vodohospodářské revitalizace je nepochybně „návrat vodoteče do stavu bližšího přirozenému“, ale zdá se, že je velmi těžké tento stav definovat v praxi. Revitalizace by měla znamenat zlepšení stavu vodního toku a jeho nivy v řadě parametrů. Můžeme říci, že jde o vrácení do stavu, který vyhovuje živým organismům,

které do dané lokality patří a nastartovat tak jejich vlastní vývoj přirozenou cestou (Vrána a kol., 2004)

V krajině je nejčastější revitalizační úlohou nahrazení nadměrně kapacitního a technicky upraveného koryta korytem přírodě bližšího rázu, které se vyjímá tím, že je členitější, mělčí a méně kapacitní. Takto pojaté vodohospodářské revitalizace zpomalují postup povodní a podporují jejich tlumivé rozlévání v nivách (Machar a kol., 2012).

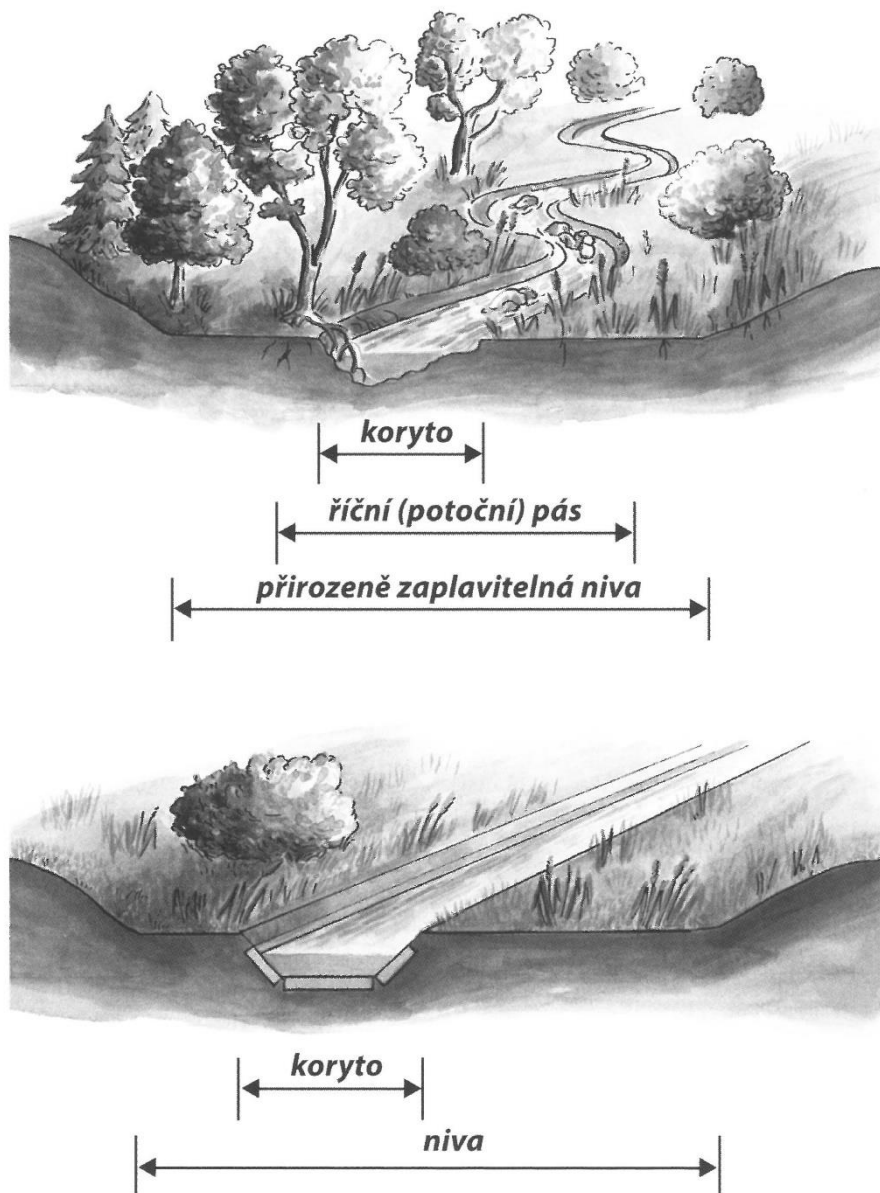
Revitalizace vodních toků by měla řešit problémy komplexním řešením, nikoli pouze jeden nebo jen některé problémy a vycházet z řady sledovaných charakteristik. Vodohospodářská revitalizace je komplex vodohospodářských efektů (doba průchodu vody revitalizovaným úsekem, objem vody v korytě, kontaktní povrch profilu koryta, zvýšení zásoby podzemní vody v údolní nivě, chování koryta za povodňových průtoků a průtok údolní nivou), dále efektů biologických a krajinářských (zvýšení biodiverzity, migrační postupnosti, zvýšení zeleně v krajině, efektů užitkových (obnovení ryb v toku), a společenských efektů (estetický vzhled, pobytová hodnota prostředí), popřípadě dalších efektů. Tyto výše vyjmenované charakteristiky lze přesně měřit, a tím určovat míru úspěšnosti realizované revitalizační akce (Vrána a kol., 2004).

Revitalizace jako předmět plánu opatření v souladu se směrnicemi o ochraně vody a životního prostředí. Na základě rámcové směrnice EU o vodě a platných směrnic o ochraně přírody je dnes v popředí zájmu řešení, podporující integraci říčních biotopů. Proto je spolu s moderní protipovodňovou ochranou lidí a infrastruktury potřebné podpořit i vývoj řek a ekologii vodních útvarů (Steiner a kol., 2014).

3.2.2 Technická revitalizace

Stavebně technická opatření, jejichž cílem je odstranění nepříznivých dopadů předešlých úprav vodních toků, a jejich opětovné přiblížení přírodě, se označují jako technická revitalizace. Revitalizace nelze vnímat pouze jako znovuoživení v biologickém smyslu, byť je jejich významnou součástí. Technická revitalizace v širším smyslu se rozumějí takové zásahy, které posilují přírodní a krajinné hodnoty a současně příznivé vodohospodářské funkce vodního prostředí (Just a kol., 2005)

Obr. 2. Říční prostor vodního toku přírodního a technicky upraveného



(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

3.2.3 Revitalizace v ochraně před povodněmi

Revitalizace podle vyhlášky MŽP ČR k Programu revitalizací vodních ekosystémů (MŽP ČR 1992) je definována jako komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodě blízkého režimu v povodí z aspektu kvality a kvantity. Hlavním cílem programu revitalizací vodních ekosystémů je obnova a péče o optimální vodní režim krajiny, z tohoto cíle lze vyvodit přímou souvislost mezi revitalizacemi a protipovodňovou ochranou (Langhammer a kol., 2007).

Povodeň – lze definovat jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodního toku způsobené náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, při kterém hrozí vylití vody z koryta nebo při kterém se voda z koryta vylévá a může způsobit škody [ČSN 75 0101]. Povodeň je tedy rychlé nebo pomalé zatopení území, které se běžně nachází mimo koryto vodního toku. Záplavové území tvoří tzv. říční krajinu neboli maximálně široké říční koryto (Čamrová, Jílková a kol., 2006).

Tradičně se od revitalizací předpokládá obnovení či pozvednutí hodnot vodních toků a niv z přírodovědeckého a krajinářského hlediska. Zřetelné jsou též dílčí vodohospodářské přínosy, jako například obnova přirozených zásob mělké podzemní vody nebo posílení samočisticí kapacity vodních toků. Je ovšem pozoruhodné, že nejvýraznější možnosti vodohospodářského uplatnění vodohospodářských revitalizací jsme zatím přehlíželi, přestože v blízkém zahraničí jde o záležitost velmi dobře známé a široce využívané. Jedná se o využití revitalizací a revitalizačních přístupů v ochraně před povodněmi. K poznatkům v této oblasti nabýváme až jaksi druhotně, díky řadě uskutečněných revitalizačních staveb, které byly inspirovány především přírodovědecky a krajinářsky, a u nichž byly vlastně až následně rozpoznány také protipovodňové účinky. Možnosti využití revitalizačních přístupů a řešení v ochraně před povodněmi jsme si také ve větší míře uvědomili po nedávných velkých povodních (v roce 1997 a 2002) a v reakci na vodohospodářské úpravy, které byly po těchto povodních prováděny jednostranně technickými metodami, na základě starých a zastaralých přístupů. Vodohospodářské revitalizace se mohou uplatňovat jako jedna ze součástí pojaté ochrany před povodněmi, vedle plošných opatření, ovlivňujících vznik povrchového odtoku, technické protipovodňové ochrany a protipovodňového organizačního systému. Ovšem v tomto komplexu mohou revitalizační a revitalizačním

blízká opatření přinášet nikoli bezvýznamné efekty, některá opatření zvětšují ekologickou hodnotu primárně technických opatření (Just a kol., 2005).

V souvislosti s protipovodňovou ochranou je významným důsledkem revitalizačních opatření podle Čamrové, Jílkové a kol., (2006) zvýšení retenční kapacity nivy, umožnění přirozeného rozlivu a zpomalení odtoku vody.

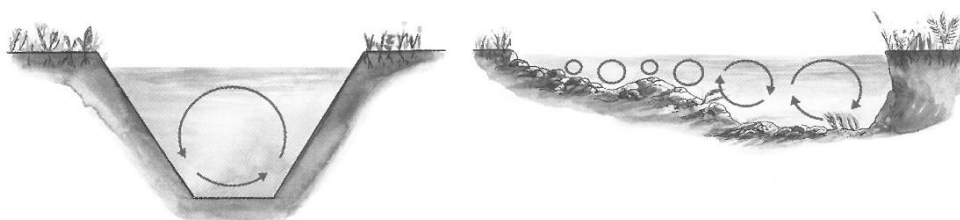
Retenční schopnost území a tím daný vliv na odtokové poměry je vhodné posuzovat s ohledem na extremitu srážky která je daná jejím trváním a intenzitou, kdy se při srážkách s menší dobou trvání a nižšími denními úhrny, přirozená retenční schopnost projeví na transformaci odtoku více, při dlouhodobějším trvání srážky, a to zejména na případech extrémních dlouhotrvajících dešťů, je tento účinek značně limitován (Konvička a kol., 2002).

Revitalizace a revitalizační přístupy v ochraně před povodněmi se mohou podle Justa a kol., (2005) uplatnit zejména v těchto situacích:

- Podpora přirozených povodňových rozlivů v nivách
 - Základní revitalizační úloha, známá z ochrannářských a krajinářských aplikací – tedy nahrazování nepřirozeně kapacitních technicky upravených koryt, koryty přírodě blízkými
- Revitalizační úpravy koryt, která musejí mít z vodohospodářských důvodů velkou průtočnou kapacitu
 - Jedná se především o koryta v zastavěných územích sídel a v jiných území, zasluhující zvláštní ochranu před rozléváním povodní.
- Vytváření přírodě blízkých ochranných koryt
 - Taková koryta slouží k ochraně zastavěných obytných nebo průmyslových území, a to tak že buď jimi povodňové průtoky neškodně provádějí, nebo je vytvářejí mimo ně (obtoky, odlehčení do sousedních povodí, či vyvedení do rozlivných ploch)
- Diferenciace niv na přírodě blízké povodňové koridory a na plochy více chráněné před zaplavováním, obnova povodňových rozlivných koridorů v nivách
- Podpora retence povodňových vod ve sníženinách, vyhloubených v nivě

- Široká typologická škála těchto objektů sahá od jam po těžbě stavebních štěrků a písků, vhodně hydricky rekultivovaných, po záměrně vytvářené repliky či napodobeniny přirozených retenčních prvků – starých ramen a tůň
- Výstavba víceúčelových, polosuchých poldrů
 - Průtočných nebo postranních, jejichž plocha se v době mimo povodně uplatňuje jako přírodní území, které může být členěno řadou zajímavých prvků
- Podpora a usměrňování plošného rozlivu a zmapování povodní nízkými zemními valy
 - Přejít mezi volným plošným rozlivem velkých vod a jejich zadržováním v poldrech, specifikem je úsporné provedení nízkých zemních valů, a to na rozdíl od hrází poldrů, které jsou, technicky vzato, hrázemi vodních nádrží
- Odstraňování povodňových překážek z koryta
 - Zpravidla též migrační překážky, připravují tok o hodnotné, přirozeně proudné úseky. Jedná se o jezy a stupně, zpravidla v obcích nebo jejich bezprostřední blízkosti, v dnešní době nepotřebné nebo velmi málo potřebné, které nevhodně vzdouvají povodňové průtoky, mohou podporovat vznik ledových bariér, ledových povodní
- Revitalizační opatření kompenzující nepříznivé dopady technických protipovodňových opatření na přirozené rozlivné plochy a na přírodu
 - Tedy vytvářejí náhradní retenční prostor přírodního charakteru a náhradních biotopů

Obr. 3. Hydraulický koncept příčných složek proudění v oblouku.



(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017)

3.3 Přínosy revitalizací vodních toků a niv

Hlavním cílem revitalizačních opatření není snížení průtoků pouze při maximálních průtocích, hlavní význam spočívá v dlouhodobém zvýšení retenční schopnosti krajiny, při všech vodních stavech.

V souvislosti s revitalizacemi vodních ekosystémů je nutné zmínit celkovou revitalizaci krajiny, při změně její struktury a využití je možné prodloužit a zpomalit dráhy odtoku. A to rozčleněním pozemků, obnovou mezí, remízků a drobných cest by bylo možné zvýšit objem vody zadržovaný mikrorelieфом krajiny (Langhammer a kol., 2007).

Podle Justa a kol., (2005) nejdůležitější efekty, které mohou přinášet revitalizace:

- zadržování vody v krajině
 - v nivách, mokřadech a v korytech vodních toků
- obnovování přirozeného zamokření území
 - přispívá k omezení mineralizace půd a jejich degradaci
- vyrovnávání odtokových poměrů
 - tlumení průběhu velkých vod, podpora rozlivu v nivách, zpomalení postupu povodňových vln, využití retenčních objemů
- obnova a zkvalitňování vodních, mokřadních a na ně navazujících biotopů
 - výskyt mnoha vzácných, a zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů
- zlepšení kvality vody (podpora samočisticích procesů)
- zlepšování vzhledu a pobytové hodnoty částí volné krajiny

3.4 Možnosti řešení revitalizací vodních toků

Metody revitalizace jsou v praxi úzce soustředěny na změnu morfometrických charakteristik koryta vodního toku – vytvoření tzv. přírodě blízkého koryta s typickými strukturami, vytvoření zatravněných vegetačních doprovodných pásů s typickou dřevinnou skladbou. Samotný termín revitalizace ani definice neobjasňuje,

jakými metodami je možné dosáhnout přírodě blízkému stavu. V obecné rovině proti sobě stojí dvě teorie:

- umělé vytvoření přírodě blízkých struktur
- osvobození od opevnění a ponechání samovolnému formování přirozených fluviaálně-morfometrických charakteristik koryta

Základním předpokladem úspěšné tzv. úplné vodohospodářské revitalizace je poskytnutí dostatečného prostoru vodnímu ekosystému. V praxi je tento bod jedním z největších problémů, a to nejen v urbanizovaných územích, ale také tam, kde je prostoru nedostatek. Z tohoto, ale i dalších důvodů se rozlišují revitalizační přístupy v intravilánu a extravilánu. Úseky vodních toků protékající urbanizovanou oblastí není možno z revitalizace zcela vyřadit, neboť vodní tok je od pramene po ústí kontinuum. V intravilánech eventuálně územích, kde není možno poskytnout vodnímu toku dostatečný prostor pro samovolný vývoj, je vhodná tzv. částečná revitalizace. Zásada spojitosti horního, středního a dolního toku je rovněž podstatná z pohledu protipovodňové ochrany. Realizovaná protipovodňová opatření na horním a středním toku, mohou zřetelně napomoci snížení povodňových extrémů na dolních tocích.

Metody vodohospodářské revitalizace jsou v praxi úzce koncentrovány na změnu morfologických charakteristik koryta vodního toku – vytvoření tzv. přírodě blízkého koryta s typickými strukturami, vytvoření zatravněných vegetačních doprovodných pásů s typickou dřevinnou skladbou. Na počátku revitalizačních projektů, v 80. – 90. letech 20. století, zcela jednoznačně převládaly tendence k antropogennímu formování přírodě blízkých poměrů. Postupně časem se však zvyšují nároky na přírodnost (ekologické funkce) vodních ekosystémů (Langhammer a kol., 2007).

Ivan Dejmal, který měl jako ministr životního prostředí vazby na ochránce přírody, se zasadil o to, že již v roce 1992 byl na půdě resortu založen dotační Program revitalizace říčních systémů. Tím začalo první desetiletí dohadů a pokusů, potřebnost alespoň částečného navrácení povodí a vodních toků blíže k přírodě (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

Při samotných revitalizačních úpravách koryt vodních toků dochází zpravidla ke snižování průtočné kapacity koryt vodních toků, tedy k opačnému postupu než při technických protipovodňových opatření (Langhammer a kol., 2007).

3.4.1 Obnova a vytváření vodních a mokřadních biotopů v nivách

3.4.1.1 Tůně

Tůně jsou prohlubně v terénu (krajíně) nebo v korytě vodního toku, zaplněné vodou. Přírozenou předlohou jsou tůně v korytech běžných přírodních toků, zbytky starých postranních ramen a povodněmi vytvořené izolované prohlubně v nivách. Některé tůně jsou stále naplněny vodou, některé jen občas – to jsou tzv. periodické tůně. V krajíně znázorňují tůně mimořádně cenné biotopy a jako takové jsou také v rámci krajino tvorných opatření v krajíně obnovovány případně nově vytvářeny. Z technického hlediska se tůně od malých vodních nádrží liší zejména tím, že nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze a nejsou vypustitelné, případně jejich ohrazování není vysoké a má ve větší míře doplňkový charakter. Pokud jsou záměrně vytvářeny v rámci revitalizací, základní metodou budování tůní je hloubení. Nejmenší tůně mohou mít v hladině pouze několik čtverečních metrů oproti tomu velké tůně se mohou blížit malým vodním nádržím, omezení jejich velikosti plyne hlavně z terénních podmínek – v plochem terénu mohou být tůně i dost velké. Účelově k tůním patří i zavodněné těžební jámy a retenční prostory, hloubené v nivách v rámci revitalizačních protipovodňových opatření. Velikost těchto objektů není nějak omezena, oproti stejně velkým malým vodním nádržím by tůně měly mít významně menší pořizovací náklady, protože se prakticky obejdou bez technických objektů (Just a kol. 2005).

Malé vodní nádrže (ČSN 75 2410) – objem nádrže po hladinu ovladatelného prostoru (normální hladinu) není větší než 2 mil. m³, hloubka u hráze do 9 m se souhrnně označují umělé nádrže, které slouží k různorodým vodohospodářským potřebám. Zřizují se v příhodných terénních polohách převážně pomocí zemních hrází a upravují se tak, aby byly ovladatelné v napouštění i vypouštění vody a v regulaci výšky její hladiny (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

Hlavní funkce tůní podle Justa a kol., (2005):

- Prostředí pro rostliny a živočichy
- Obohacení zásob povrchové vody v území

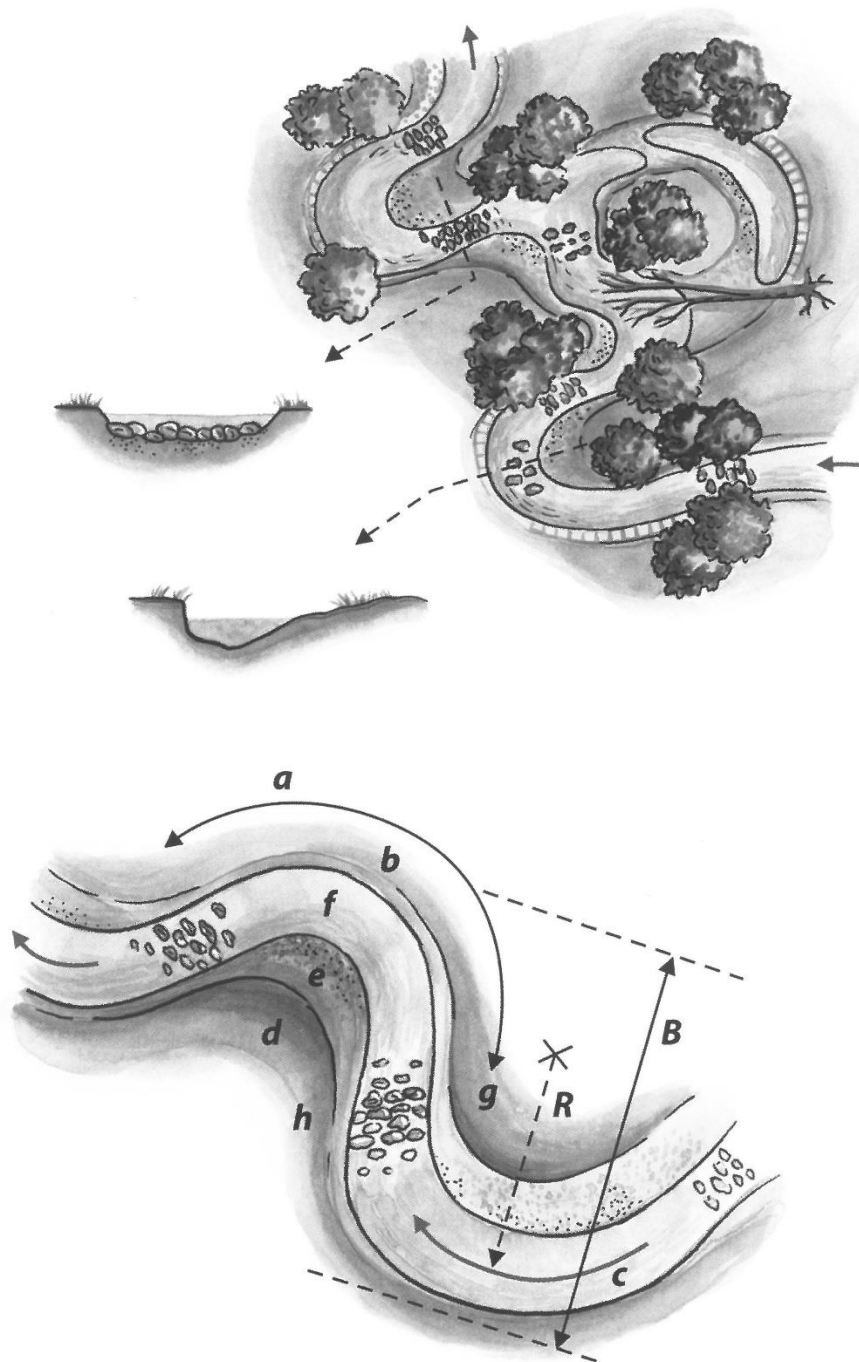
- Zlepšení vzhledu území

Tůň v řečišti vodního toku jsou obohaceny navíc o tyto funkce:

- Zvětšení aktuálního množství vody v korytě
 - rozšíření jeho aktivního povrchu ovlivňuje obecné ekologické charakteristiky koryta a intenzivní samočištění
- Prostor pro zachycování usazení
 - vhodně provedená tůň může, až do doby zaplnění, zachycovat část splavenin, to může být využito vhodným umístěním např. nad významným revitalizačním úsekem nebo nad malou vodní nádrží k ochraně těchto objektů před zanášením, naopak tůň na dolním konci revitalizovaného úseku koryta může za výstavby a v období po jejím dokončení, kdy se dílo ve větší míře dotváří, chránit níže položené části toku před nadměrnými přísunými splavenin (užitečné hlavně pro dobré vztahy se správcem toku a dalšími uživateli)
- Funkce stabilizujícího vývaru
 - umístěna pod spádovým místem nebo proudovým úsekem, pod vedlejším přítokem (soutoková tůň) nebo také pod bezpečnostním přelivem a spodní výpustí nádrže
- Tlumení vymílacích účinků proudu v korytě
 - v korytě jsou sledovanými parametry zejména plocha tůně, plocha mělkovodní části tůně o hloubce do 0,6 m, délka a členitost břehové čáry, objem vody v tůni, popřípadě i velikost okolní plochy terénu, která je v blízkosti tůně a vytváří její přírodní obvod

Neprotékané tůně mohou působit rozdílně podle toho, jaké úrovně dosahuje hladina vody. To záleží na konfiguraci a vodnosti terénu v místě tůně, dílem na úpravě odtoku z tůně. Nejlepší vliv mají tůně, které jsou zaplněné vodou po okraj a vytvářejí kolem sebe mokřadní lem.

Obr. 4. K tvarům meandrujícího koryta patří tůň, jejichž typické místo je v obloucích trasy, brody, obvykle v přechodech mezi oblouky, a odstavené meandry.



Geometrie meandrujícího koryta:

a – oblouk, b – nárazový břeh, c – strmý nárazový břeh, d – vnitřní břeh,
 e – jesp, f – tůň, g – přechod mezi oblouky, h – brod, R – poloměr zakřivení osy
 oblouku, B – šířka meandrového pásu

(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017)

3.4.1.2 Říční ramena

Postranní ramena jsou mimořádné drahocenné prvky krajiny, na něž se váže velké bohatství rostlin a živočichů. Představují rozplozovací základny a povodňová útočiště pro frekventované druhy živočichů. Z vodohospodářského aspektu jsou důležitou součástí zásoby vody v krajině. Ramena alespoň partikulárně související s vodním tokem mohou představovat povodňovou průtočnou kapacitu.

Regulační zásahy, ztráta aktivního průtoku a postupující zazemňování však způsobují zanikání postranních říčních ramen.

Typy říčních ramen

- vedlejší rameno
 - protékané rameno, probíhající souběžně s hlavním korytem
- staré rameno
 - již neprotékané rameno, které je ovšem stále jednostranně spojeno s aktivním korytem a závisí na kolísání hladiny v něm
- mrtvé (odstavené) rameno
 - rameno nepropojené a aktivním korytem, komunikují pouze podzemní vodou
- mrtvé (odstavené) rameno oddělené hrázemi
 - to postrádá i povodňovou komunikaci s aktivním korytem (o to tedy rychleji zaniká zarůstáním a zazemňováním (Just a kol., 2005)

Na zvýšení retenční schopnosti krajiny je jednou z možností vytváření obtokových povodňových koryt. Takovéto vodoteče doplňují existující koryta toků, která zůstávají zachována. Obtokové kanály mohou sloužit pro převedení koryta toků, která zůstávají zachována, mohou sloužit jako převedení určitého množství vody mimo urbanizovaná území při povodňových průtocích. Z ekologického pohledu je pozitivum, pokud zůstávají alespoň minimální průtoky v obnoveném korytě po celý rok. Ekvivalentem obtokových koryt je obnova starých říčních ramen, původní koryta vodních toků mohou po vytěžení akumulovaného materiálu velice dobře sloužit jako retenční prostor (Langhammer a kol., 2007).

3.4.1.3 Mokřady

Záležitost retenční schopnosti krajiny, a především role mokřadů byla v České republice intenzivně projednávána po povodních v roce 1997. Exaktních informací, které jsou založeny na konkrétním monitoringu v praxi, či dynamických modelech, je ale stále nedostatek. Je přesto nesporné, že údolní nivy jsou přirozeným, účinným a trvalým retenčním prostorem, v případě uskutečnitelnosti rozlivu tak mohou snižovat kulminační průtoky v úsecích níže po toku, zároveň se zvyšuje evapotranspirace ze vzniklé vodní plochy v údolní nivě (Langhammer a kol., 2007).

Existuje bezpočet rozmanitých definic mokřadů, například pro účely jejich mezinárodní ochrany. Další kapitolou jsou definice potřeby technických revitalizací, kde potřebujeme poměrně úzké vymezení, schopné definovat mokřad jako jeden z typů revitalizačních stavebních objektů.

Mokřad lze označovat jako výrazně zamokřené a zavodněné území, které administrativně není jezerem, nádrží nebo součástí aktivního koryta vodního toku. Voda v mokřadu vystupuje k terénu a nad terén a hloubky vody se pohybují převážně do 0,6 m. Jde o velmi členité přechodové prostředí s nejednoznačnou hranicí vodou a souš, které vzniká pestrostí a bohatostí rozmanitých forem života (Just a kol. 2005).

Mokřady tvoří přechodovou zónu mezi vodními a suchozemskými biotopy. Některé mokřady se mění v souš, jiné přetrvávají tisíciletí. Velmi často vznikají v blízkosti vodních toků a nádrží, a to zazemňováním stojatých vod, nebo vlivem prosakující spodní vody. Vliv na vznik mokřadu může také záviset na množství a rozložení srážek i na jejich poměru k odparu. Jindy můžou mokřady vzniknout v místech bez dostatečného otoky vody z daného území. Vliv na mokřady má podpovrchová voda a její kolísání, některé mokřady dočasně vysychají, jiné jsou adaptované pravidelným i nepravidelným záplavám (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

Hlavní funkce mokřadů podle Justa a kol., (2005)

- Prostředí mokřadů je významné velkou biodiverzitou, jsou bohatě oživené včetně mnoha vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů
- Zadržování vody v krajině

- Zásoba vody v mokřadech, disponujících hloubkovým efektem, je do značné míry aktivní, neboť za přísušků jsou schopny dotovat místní hydrografickou síť.
- Fixace uhlíku (CO₂) a jeho ukládání do sedimentů
 - Míra ovlivnění globálního klimatu, sedimenty mají v delším časovém odstupu význam jako zdroj energie a mohou najít uplatnění v zemědělství.
- Intenzivní výpar z vodní hladiny a z rostlin
 - Výpar zvlhčuje místní klima a přispívá ke stabilitě malého vodního toku
- Tlumení průběhu povodní
 - Rozlivem do plochy mokřadu a zpomalováním jejich postupu, retenční funkce může být výraznější, pokud je mokřad ohrazován a to vytváří retenční prostor. Intenzivní zanášení mokřadů větších niv povodňovými splaveninami patří k jejich přirozené dynamice a je nutno s ním počítat.
- Podpora stabilizace zdrojů pitné vody

3.5 Důvody revitalizace

V České republice bylo v minulém století odvodněno téměř 30 % plochy zemědělských pozemků. Odvodňovací systémy byly navrženy podle ČSN 754200 „Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním – hydromeliorace“ a příslušných norem starších. To znamená, že tyto systémy mají jednostrannou odvodňovací funkci, a systémy nejsou vybaveny zařízením pro regulaci odtoku nebo řízení hladin podzemní vody. Jednostrannost systémů, která byla hodnocená podle jejich funkce, zajišťovala a zabezpečovala výnosy pěstovaných plodin především v době přebytků půdní vláhy.

Při konceptu staveb na odvodnění pozemků šlo o to, aby nedošlo k více než 20 % snížení výnosů a poškození plodin zamokřením. Myšlenka jednostrannosti těchto systémů byla v minulé době oprávněná, neboť eliminovala negativní dopady, tj.

snížení úrody a je možno říci, že míra odvodnění, a to až na výjimky, odpovídala i struktuře tehdejší zemědělské výroby a požadavkům na její stabilizaci. Navíc, v 16. až 19. století, v důsledku vlhkého klimatu, bylo odvodnění pozemků prakticky nutností, za nevyhovující, a jednostrannou funkci má odvodnění až v posledních přibližně 150 ti letech.

V současné době se však mění podklady v zemědělství, které byly rozhodující při návrhu odvodnění pozemků, tak i klimatické a hydrologické podklady, tyto aspekty jsou velmi důležité pro návrh základních parametrů odvodňovacích staveb. Ze zemědělských podkladů jde o změny ve skladbě plodin, které jsou dány ekonomickými požadavky na zemědělskou výrobu (Oppeltová, Novák, Kotovicová, 2012).

3.5.1 Nevhodné úpravy v minulosti

Z hlediska retence vody v krajině je podstatná struktura i charakter využití krajiny. K zásadním změnám došlo v České republice po 2. světové válce, a to zejména v průběhu 60. až 80. let, kdy byly v době socialistické éry zcelovány pozemky a vytvářeny rozsáhlé hony (50-200 ha) bez vazby na charakteristiky reliéfu. Tímto zásahem došlo k odstranění mezí a travnatých drnů podél vodních toků a poklesl podíl přirozených luk v údolních nivách. S těmito negativními následky souvisí i velkoplošná odvodnění zemědělských pozemků a úprav vodních toků, a to zejména drobných vodních toků vyskytujících se zemědělské krajině. Modifikace říční sítě člověkem dosahuje v průměru v České republice necelých 30 % a v případě drobných vodních toků protékající zemědělskou krajinou dosahuje téměř 40 %. (Langhammer a kol., 2007)

K prvním a nejstarším u nás zaznamenaným lidským zásahům do koryt potoků a řek, a do jejich niv pocházejí již ze středověku. Tyto zásahy se týkaly hlavně mlynářských, pilařských a hamernických úprav. Potoky a řeky byly hrazeny jezy a stupni, jelikož voda byla přiváděná náhony k těmto objektům nebo do jejich zásobních nádrží. Rozsah výše vyjmenovaných úprav byl postupem času značný, málokteré údolí v naší krajině jimi nebylo ovlivněno. Velká část těchto starých úprav je však dodnes průtočná, některé byly s většími či menšími změnami téměř až do

současnosti udržovány ve funkčním stavu. Většina z nich nezpůsobovala tvarovou degradaci koryt vodních toků, a naopak mohla obohacovat údolí o biotopy, vznikající v náhonech a odpadních strouhách. Mlýnské jezy byly prvními významnými umělými překážkami v migraci vodních živočichů a řada z nich tak působí ještě dnes (Just a kol., 2005).

Od středověku jsou známy úpravy koryt toků pro plavení dřeva, pro voroplavbu a pro lodní plavbu. Již středověké úsilí odstraňovat z koryta Vltavy nebezpečné kameny a skalky mohou být zmíněny jako jeden z raných způsobů ničení geodiverzity naší krajiny (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

Podle Justa a kol., (2005) technické úpravy koryt přinesly řadu problémů, zejména:

- nepříznivé změny průtokového a splaveninového režimu
 - následkem zvětšení podélného sklonu, drsnosti a rozměrů koryt
- riziko nestability koryt
 - větší nároky na jejich pevnost, a to podporou koncentrace a zrychlování podélných a příčných složek proudění (kapacity a tvary koryt, místa soustředěného spádu)
- zrychlení odtoku velkých vod
 - větší škody v níže ležících území v důsledku zvětšení hydraulické kapacity koryt a omezení rozlivu do nivních ploch
- zmenšení četnosti povodňových záplav v nivách
 - což nepříznivě ovlivnilo až zcela zlikvidovalo některé významné nivní biotopy, jako mokřady, mokřadní a vlhké louky
- zmenšení zásob podzemní vody v nivách
 - následek plošného odvodnění niv a zahloubení koryt toků, odvodnění půd vede k jejich mineralizaci a následně zhoršování vodohospodářských vlastností

Tab. 1 Negativní znaky nevhodných úprav toků a jejich důsledky

Parametr	Popis	Důsledky	Nejčastěji používaný argument pro zdůvodnění úpravy
trasování toku	Narovnání trasy, průpich meandrů, vkládání oblouků s přesnými geometrickými parametry atd.	Celkové zkrácení trasy, zvětšení sklonu nivelety, rychlejší odtok z povodí, snížení samočisticí schopnosti toku, monotonizace vodního prostředí,... Ve výsledku vede ke ztrátě druhové rozmanitosti a ke snížení kvantitativních charakteristik rostlinných i živočišných společenstev. Z hlediska estetického jsou do krajiny vnášeny cizí geometrické struktury	Získání „nové“ zemědělské půdy, resp. ochrana stávající před úbytkem, náhradní rekultivace, zarovnání hranic pozemků, ochrana břehů před ambrazí, eliminace mokřadů v okolí toků,...
příčný profil	Šablonovité řešení příčných profilů – návrh jednoduchého nebo dvojitého lichoběžníkového profilu v dlouhých úsecích či v celé upravované trase.	Homogenní prostředí koryta determinuje monotónní charakteristiky proudění, snižuje samočisticí schopnost, retenční a retardační potenciál toku, druhovou diverzitu a biomasu organismů. Esteticky negativně v krajině působí především pravidelný tvar profilu.	Ochrana před velkými průtoky, před abrazí břehů a dna, před zanášením profilu. Pravidelný profil se lépe udržuje mechanizací.
podélný profil	Stabilní sklon nivelety znamená zpravidla dlouhé úseky s konstantním sklonem přerušené příčnými objekty (stupni) s vysokým přepadem.	Likvidace tůní, výmolů a dalších nepravidelností vede k monotonizaci proudění, vodního prostředí, často ke zrychlení proudění,... Příliš vysoké příčné objekty se stávají bariérou pro migraci a jiný pohyb bioty. Ve výsledku dochází ke snížení samočisticí schopnosti, retenčního i retardačního potenciálu toku, druhové diverzity a biomasy organismů.	Stabilní sklon je ochranou před abrazí břehů a dna toku, před usazováním splavenin (zanášením toku). Podélný profil byl často upravován z důvodu zaústění systému odvodnění okolních pozemků.
opevnění koryta	Opevnění břehů a dna technickými prvky (beton, polovegetační tvárnice,...) nebo místně nepůvodním (lomový kámen).	Stejnorodé, nepůvodní prostředí koryta determinuje monotónní charakteristiky proudění, snižuje samočisticí schopnost, retenční a retardační potenciál toku, druhovou diverzitu a biomasu organismů. Je narušeno propojení povrchové a podzemní vody. Esteticky negativně v krajině působí především nepůvodnost použitých materiálů.	Provedení velkých průtoků, ochrana před abrazí břehů a dna, vyrovnaný splaveninový režim,... Opevněný profil se lépe udržuje mechanizací.

dřevinné porosty	Likvidace původních břehových a doprovodných dřevinných porostů, případně jejich náhrada stanoviště nepříslušnými druhy a jejich rovnoměrná výsadba nad břehovou hranou.	Porušení přirozené stability koryta (kořenový systém), prosvětlení toku, snížení členitosti prostředí koryta, změna druhové skladby,... Ve výsledku vede k prosvětlení koryta, k přerušení ustálených mezidruhových vazeb, k zarůstání koryta řasami, ke snížení samočisticí schopnosti, retenčního a retardačního potenciálu, druhové diverzity a biomasy organismů.	Překážka ve výstavbě (úpravě) toku, dřeviny v korytě jsou příčinou záplav, špatný přístup mechanizace k toku, dřeviny jsou přestárlé a nemocné...
kapacita koryta	Koryto toku je předimenzované na příliš velké návrhové průtoky.	Předimenzování koryta zabraňuje pravidelnému vybřežení, na druhou stranu nesplňuje výška hladiny základního odtoku stanovištní požadavky cílových organismů. Přirozený vývoj nivy je přerušen, dochází ke změnám hydricity a troficity půd, druhové skladby rostlinných a živočišných společenstev, klesá biomasa. Esteticky působí úprava negativně z důvodu vizuálního potlačení vodního prvku v nadměrně velkém korytě.	Ochrana před povodněmi.
využití okolních pozemků	Nivní pozemky zorněné mnohdy až na břehovou hranu toku, výstavba v zátopovém území.	Likvidace původních ekosystémů vývojově spjatých s nivou a jejich zornění si většinou vyžaduje úpravy vodního režimu (odvodnění). Důsledkem jsou splachy půdy, a živin do recipientu, eutrofizace, snížení retence nivy, snížení druhové diverzity,...	Získání „nové“ zemědělské půdy, náhradní rekultivace, relativně vysoký produkční potenciál půd v nivách toků, negativní hygienický vliv mokřadů (komáři). Ochrana staveb v nivě před velkými průtoky.

(Sklenička, 2003)

3.5.2 Nepříznivé dopady vodohospodářských technických úprav

Zabezpečení potřeb novodobé společnosti se bez evidentního rozsahu upravenosti vodních toků a odvodněnosti ploch v povodí neobejde. Významnou roli nepochybně hrály nedostatečné znalosti nepříznivých dopadů technických úprav toků, které muselo přicházet postupně a po dlouhou dobu, jak bylo ovlivněno čím dál víc vodních toků a řek, a jak se projevovalo na například zrychlování postupu povodňových vln, zhoršování sucha a ekologická devastace říčního prostředí (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

Tradiční technické úpravy vodních toků a niv, ve většině případů zmenšovaly rozsah, členitost a stabilitu vodního a zvodněného prostředí, při čemž každý z těchto okruhů má dílčí aspekty jak vodohospodářské, tak i ekologické. Výčet některých příkladů poškození vodního a zvodněného prostředí nevhodnými technickými úpravami.

Druhy poškození v aspektu vodohospodářském, lze rozdělit na ztrátu rozsahu, ztrátu členitosti a ztrátu stability.

- Ztráta rozsahu
 - zmenšení množství vody v korytech
 - zbytečné odvádění zásob
 - zúžení potočních a říčních pásů
 - redukce ploch pro přirozený rozliv povodní
- Ztráta členitosti
 - zmenšení drsnosti koryt a zkrácení tras – zrychlení odtoků
 - zmenšení členitosti hloubek a rychlostí proudění
- Ztráta stability
 - oslabení schopnosti niv zmírňovat nedostatky a přebytky vody
 - odvodnění půd – jejich následná mineralizace – zhoršování vodohospodářských vlastností půd
 - destabilizace koryt narušením přirozeného vývoje podélného profilu a příčných řezů toku (uměle vytvořená místa rychlého proudění jako iniciační body hloubkové eroze) Just a kol., (2005)

3.5.1 Možnosti financování revitalizačních akcí

Historie programu revitalizace říčních systémů a jeho provázanost s dalšími krajinnými programy, sahá do 20. května roku 1992, kdy usnesením vlády České republiky č. 353 Program revitalizace říčních systémů, vznikl první krajinný program MŽP. Do začátku toho programu na něj bylo vyčleněno několik milionů korun, a byl k němu přidělen kolektiv nadšených lidí, kteří se jich podíleli na jeho přípravě (Vrána, 2004).

3.6 Historie a vývoj revitalizací v ČR

3.6.1 Časové etapy

Časové etapy lze charakterizovat následujícím způsobem:

- **1. generace** – původní trasa, původní profil i původní opevnění koryta
 - vkládání spádových objektů, tůní a prohlubní
- **2. generace** – nová trasa, nové mělčí koryto
 - odstranění opevnění
- **3. generace** – komplexní řešení v rámci pásu údolní nivy, napojení na revitalizace toku na okolí

První generace realizace revitalizačních akcí spočívala v úplném zachování původního koryta, a to z hlediska trasy, průtočného profilu, opevnění a zpravidla i příbřežní vegetace. „Revitalizační efekt“ byl dosahován vkládáním kamenných a dřevěných prahů (dřevěné prahy byly tvořeny kulatinou o průměru 10 až 20 cm, zapuštěnou na určitou délku do břehů a fixovanou dřevěnými pilotkami či ocelovými trny, osazenými do spár opevnění), jízků ze dřeva nebo kamene, přehrážek, prohlubní a tůní do původního profilu koryta.

Idea revitalizace spočívala ve snížení průtočné rychlosti ve zdržích nad vzdouvacími objekty, a tím i možnosti ukládání sedimentu v těchto prostorách, ve většině případů ale nedošlo k účinné transformaci koryta vlivem sedimentace

splavenin. Dalším v té době používaným argumentem bylo prokysličení vody přepadem na jednotlivých objektech, tento vliv se prokázal jako zcela zanedbatelný. V podjezí se pod objekty vytváří malá hloubka, která omezuje migraci ryb, chybí úkryty pro ryby. V úsecích mezi objekty nedochází k žádoucí transformaci koryta, v častých případech revitalizační objekty podtékají nebo jsou obtékány, a proto se nad nimi nevytváří ani dostatečné vzdutí.

První etapu revitalizace charakterizovat následovně:

- nulové problémy vlastnických vztahů, revitalizované koryto o břehová hrana byly ve většině případů ve vlastnictví investora revitalizační akce
- změna trasy nebyla možná bez souhlasu vlastníků dotčených pozemků, investoři změnu koryta proto ani nevyžadovali
- opevnění koryta zůstalo, nebylo tedy třeba řešit problémy se zůstatkovou hodnotou opevnění koryta
- jednoduchost provedení (rychlá výstavba, nepatrné poškození pozemků v okolí objektu, malá technika)
- nízké finanční náklady, znamenaly částky v řádech tisíců Kč na jeden objekt
- liniová výsadba vegetace na břehové hraně nevytváří potřebnou krajinnotvornou kulisu a neplní stabilizační účinek ve svazích břehů, v lokalitách s intenzivní zemědělskou výrobou dochází k poškozování vegetace zemědělskými stroji, popřípadě pasoucím se dobytkem

Druhá generace realizace revitalizačních akcí již znamenala kvalitativní posun v řešení problému, koryto není opevněné, což umožňuje dobré propojení hladiny podzemní vody v okolí s hladinou vody v toku. Řešení vycházelo ze skutečnosti, že revitalizační efekt může splnit pouze koryto, které bude mít při nízkých průtocích dostatečnou hloubku pro zajištění života a migrace organismů, zajistí různorodost rychlostí v příčném i podélném profilu, umožní kontakt vody v toku s okolím prostředím a koryto nebude současně zničeno při zvýšených průtocích, průtočná rychlost, směrové i výškové vedení trasy koryta odpovídá představám dosažení revitalizačního efektu.

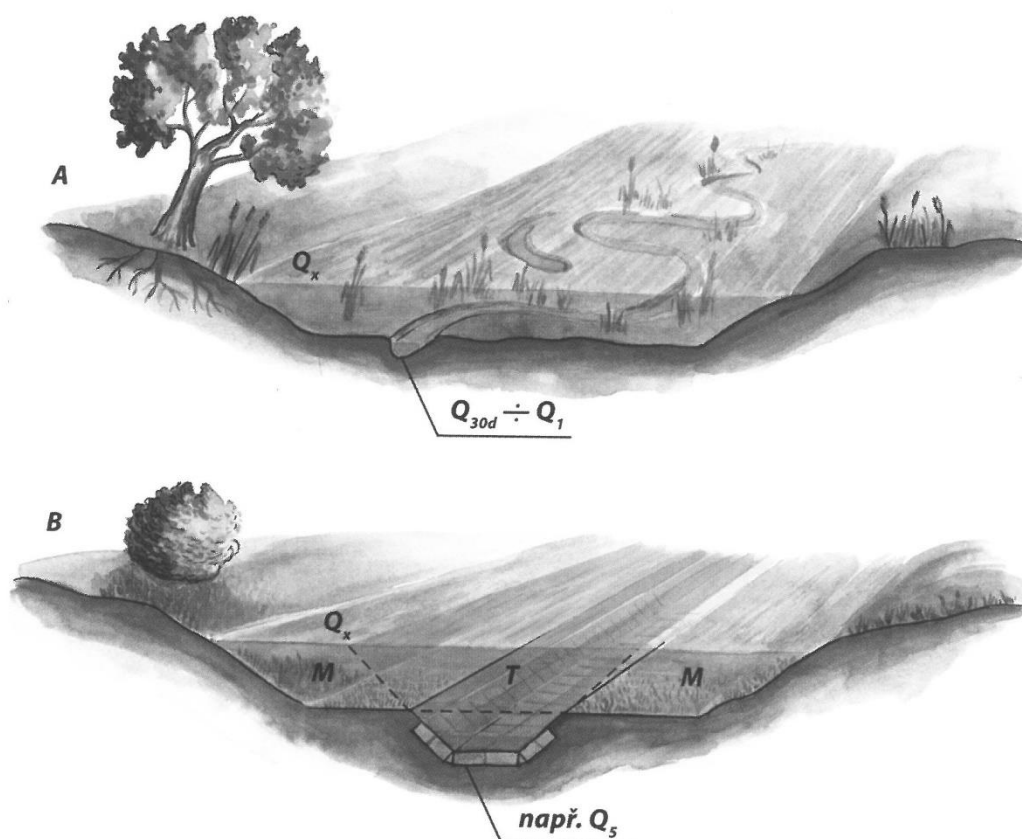
Řešení revitalizace spočívalo v návrhu trasy toku, zpravidla obloukovité až meandrující, došlo k prodloužení délky toku, a tím ke snížení podélného sklonu dna

a zmenšení průtočných rychlostí. Nové koryto bylo navrhováno podstatně mělčí, tím i významně méně kapacitní, destrukce koryta je málo pravděpodobná, pokud však k ní dojde, jedná se zpravidla o lokální poškození (místní nátrže), které mohou být chápány jako pokračování samovolné revitalizace toku. Při zvýšených průtocích došlo poměrně brzo k vybřežení vody, a tím bylo koryto chráněno před poškozením, nejvhodnější jsou luční pozemky, kterým nevaří krátkodobé občasné vybřežení vody při zvýšených průtocích. Novou trasu koryta je účelné přizpůsobit charakteru přírodních úseků stejného nebo podobného toku v daném regionu, to znamenalo vhodné vlastnické vztahy na dotčených pozemcích, pozemky ve vlastnictví investora akce nebo jsou vlastníci ochotni pozemky prodat či směnit za státní půdu či jsou ochotni přijmout věcné břemeno. Staré koryto je v této etapě zahrnuto výkopovým materiálem nové trasy, velký důraz je kladen k místům křížení staré a nové trasy. Jestliže jsou okolní pozemky odvodněny systematickou drenáží, je nutno tuto drenáž podchytit novým zachytným drénem, vedeným v mírnějším sklonu, než je dno koryta a po určitých vzdálenostech je drén gravitačně zaústěn do nového koryta (Vrána, 2004).

Třetí generace tvoří v přítomné době nejvyšší vývojový stupeň poznání v oboru revitalizace drobných vodních toků. Tato generace se zabývá komplexním pojetím revitalizační akce, kde do řešení je kromě vlastního toku zahrnuto i širší okolí (zejména údolní niva), případně celé povodí toku.

Vodohospodářská revitalizace spočívá především ve volbě nové trasy koryta, v zásadní změně hloubky dna (menší zahloubení) a ve výrazném menším průtočném profilu. Koryto je dimenzováno tak, aby bez vybřežení provedlo pouze průtok půlletý nebo jednoletý, při těchto průtocích je průtočná rychlost dostatečně malá, aby nedošlo k zásadnímu poškození neopevňeného nebo jen lokálně opevňeného koryta, při větších průtocích voda vybřeží a protéká celou údolní nivou. Části původního koryta mohou být ponechány, avšak jen za předpokladu že jsou propojeny vodou z nového koryta pouze zdola, tj. nejsou průtočné a tvoří tůně. Do těchto tůní lze vyústit při vhodných výškových podmínkách drenážní systémy. V rámci údolní nivy je možno vybudovat boční tůně, napájené buď nepřímo podzemní vodou nebo propojením s korytem revitalizovaného toku. Nová trasa koryta může být navržena s případným větvením koryta, zachováním slepých ramen, nebo vytvořením tůní (Just a kol., 2005).

Obr. 5. Koryta za povodně. Málo kapacitní, členité přírodní koryto (A) umožňuje brzký a účinný tlumivý rozliv nivy. Technicky upravené, kapacitní koryto rozliv oddaluje a zmenšuje jeho tlumivý účinek tím, že podporuje vznik soustředěného tubusu rychlého proudění (T), zatímco postranní části rozlivu jsou méně hydraulicky využity (M).

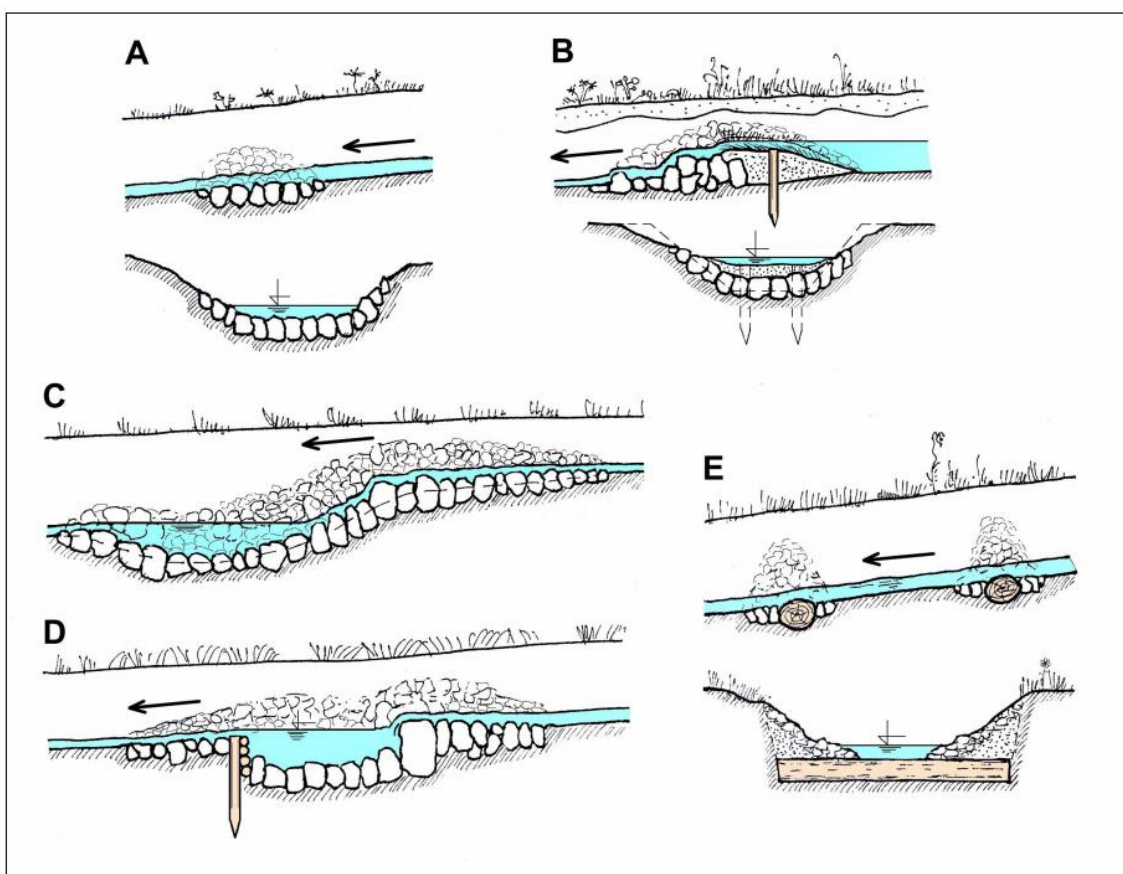


(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017)

Vzhledem k tomu, že pás, vyčleněný pro revitalizaci je zpravidla dostatečně široký, je možno na této ploše zajistit výsadbu doprovodné vegetace. Optimální je napojení dobrovolné vegetace toku na stávající vegetaci v povodí, tok pak netvoří izolovaný biokoridor, ale umožňuje migraci živočichů.

Takový typ revitalizace však vyžaduje pečlivý výběr vhodného toku pro revitalizaci a podrobnou znalost celého řešeného povodí, musí splňovat zájem investora o výstavbu a řešitelné majetkové poměry lokality. Pro takové typy revitalizačních akcí je proto účelné zpravovat nejprve v úrovni studie komplexní řešení celého povodí a vytipováním všech aktivit, které by revitalizace zahrnovala, vhodný tvar údolní nivy, hydrologické poměry toku, kvalita vody a také účelnost migrační propustnosti. Kromě toho umožní taková studie před zahájením projekčních prací posoudit přístup dotčených subjektů a také osvětu u dodavatele (Vrána, Vejvalková, 2005).

Obr. 6. Příčné objekty použité při revitalizačních stavbách



A – kamenitý práh ve dně, B - skluzový stupeň z kameniva a drnu

C - skluzový stupeň s tůň z kameniva

D - nízký stupeň s tůň z kameniva, s pomocnou stabilizační dřevnou kulatinou

E – klády ve dně

(Just a kol., 2005)

3.6.2 Současný trend

Princip vodohospodářských revitalizací upravených toků spočívá v současné době ve změně trasy koryta, tedy vytvoření nového koryta vhodného tvaru i velikosti průtočného profilu a vybudování koryta bez těžkého opevnění.

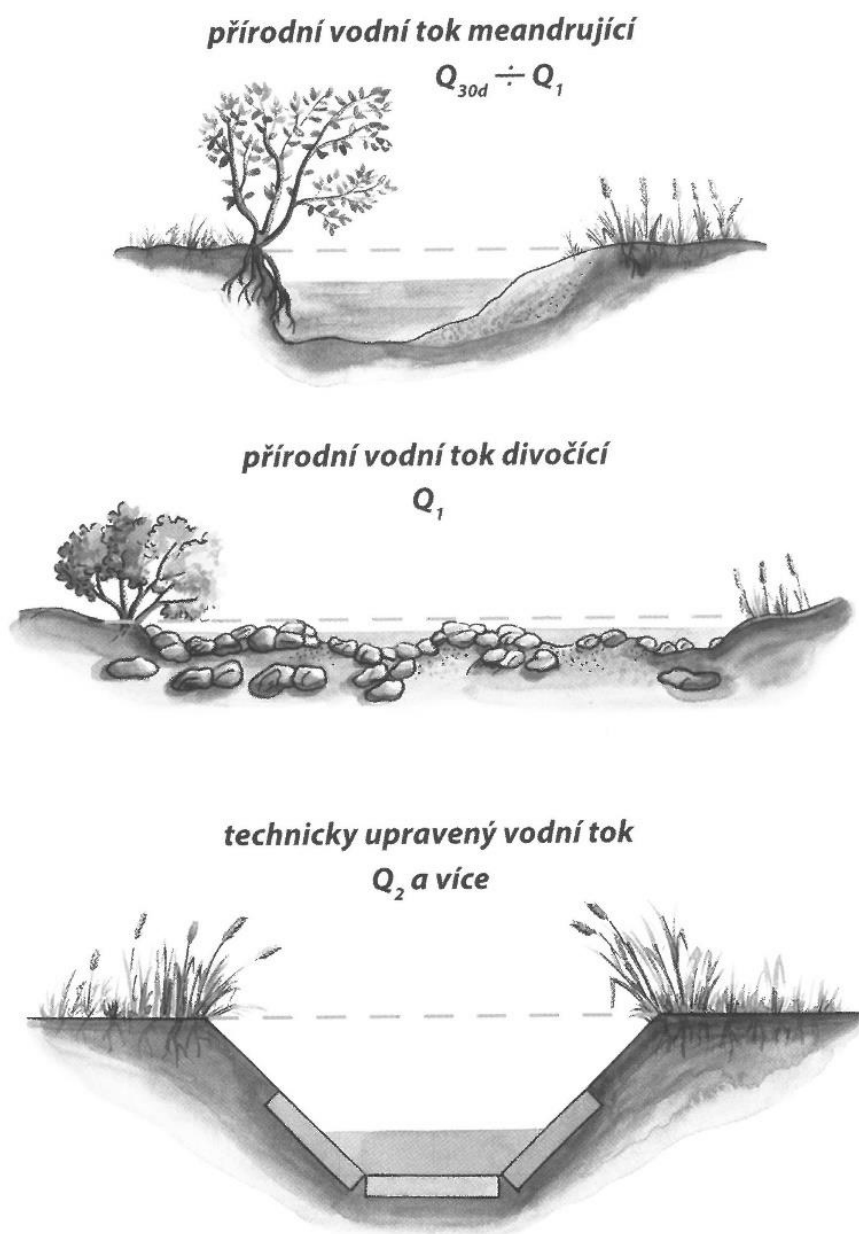
Trasa původních upravených koryt toků se skládá funkčně z dlouhých přímých úseků a střídavých kruhových oblouků, trasa revitalizovaného koryta je tvořena převážně kruhovými oblouky malých poloměrů (řádově jednotky metrů) s krátkými přímými úseky. Vlivem toho dochází jednak k mírnému prodloužení trasy, snížení podélného sklonu dna koryta a zmenšení rychlostí protékající vody.

Průtočný profil původních upravených koryt je takřka bez výjimek lichoběžníkový se klony svahů 1:1,5, což neumožňuje např. přístup zvěře k toku, koryto toku je poměrně hluboké, zpravidla kolem 1,4 m. Dochází k zaklesnutí hladiny podzemní vody v okolní nivě na hloubku, odpovídající úrovni dna koryta. Velký průtočný profil koryta je sice schopen provést bez vyběření vyšší průtoky, nicméně vzhledem k velké rychlosti průtoku dochází k poškození koryta toku, z tohoto důvodu se chránila koryta toku těžkým opevněním, tvořeným kamennou dlažbou do betonu, v lepších případech použitím polovegetačních tvárnic. Relativně hladké opevnění koryta způsobuje opět zvýšení rychlosti průtoku vody při malých hloubkách, což znemožňuje usazování sedimentu na dně koryta, a působí negativně na tvorbu a migraci jakýchkoliv organismů. Revitalizovaná koryta mají obvykle mísovité tvar, s větší šířkou než hloubkou (cca dvojnásobnou), dno koryta je pod úrovní terénu cca 0,3 až 0,5, (dle návrhového průtoku) (Just a kol., 2005).

Na rozdíl od upravených koryt toků, kde kapacita koryta navrhována na minimálně průtok jednoleté vody (pravděpodobněji dvou nebo pětileté), u revitalizovaných koryt se volí návrhový průtok pro hodnotou třicetidenní vody, případně vody půlleté, výjimečně jednoleté vody. Menší průtočný profil koryta revitalizovaného toku zabezpečí, že při vyšších, než návrhových průtocích vody dojde k vyběření vody koryta do údolní nivy a koryto není při povodňových průtocích namáháno, nevyžaduje těžké opevnění. Mírné deformace průtočného profilu, mírné posuny trasy v údolní nivě

zpravidla nejdou na závadu. Podmínkou však je, že údolní niva není zastavěna (Vrána, Vejvalková, 2005).

Obr. 7. Obvyklé tvary a kapacity koryt vodních toků

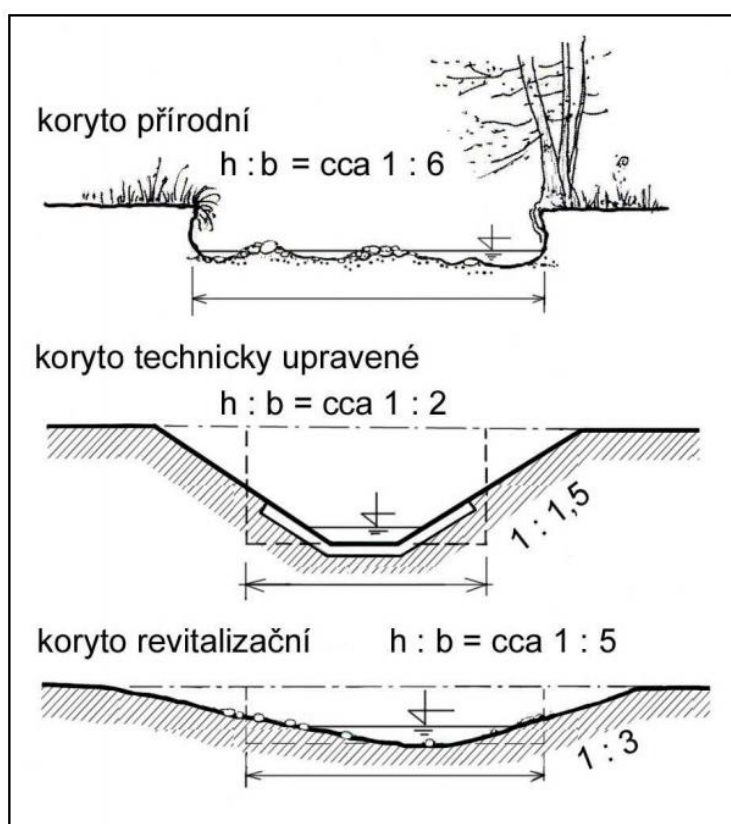


(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017)

3.7 Cíle revitalizace

Cílem vodohospodářské revitalizace je nepochybně „návrat do stavu bližšího přirozenému“, ale je velmi těžké tento stav definovat v praxi. Vodohospodářská revitalizace by měla znamenat zlepšení stavu vodního toku a jeho nivy v řadě parametrů. Revitalizací je důležité zvýšit diverzitu prostředí směrem, který je pro lokalitu přirozený a vlastní, zahájit a umožnit vlastní vývoj přirozenou cestou. Vodohospodářská revitalizace by měla být komplexním řešením, vycházejícím z řady sledovaných charakteristik. Jedná se o komplex vodohospodářských, biologických, krajinářských, užitkových, společenských a dalších (Vrána, 2004).

Obr. 8. Srovnání základních rozměrových charakteristik příčných řezů, přírodních, technicky upravených a revitalizovaných koryt. Základní nepříznivou vlastností technicky upravených koryt je velká hloubka.



(Just a kol., 2005)

3.7.1 Revitalizace a povodně

Vztah vodohospodářských revitalizací a protipovodňové ochrany může být chápán ve dvou rovinách: první představuje vliv revitalizačních opatření na snížení povodňových průtoků, čímž souvisí i schopnost provedených revitalizačních opatření přestat povodňové průtoky. Na straně druhé povodňové průtoky mohou působit jako účinný revitalizační činitel (Langhammer a kol., 2007).

V souvislosti s návrhem revitalizačních staveb se často řeší otázka, jak se bude stavba chovat při průchodu povodňových průtoků, případně zda vliv vegetace na průchod povodňových je kladný nebo záporný. Na toto téma již byly zpracovány materiály a z nich vyplývá, že vliv revitalizovaného vodního toku na průchod povodní je jednoznačně kladný. Tuto skutečnost potvrdily poznatky z terénu, na čerstvě dokončené revitalizace toku Borová v Jižních Čechách, kdy došlo k průchodu stoleté povodňové vlny bez významného poškození tohoto vodního díla. Tento důsledek je celkem očekávaný, protože revitalizací koryta dojde k vytvoření mělkého koryta, tím tedy dojde brzy po nástupu povodně k vyběžení vody, větší část povodňového průtoku protéká údolní nivou, která bývá hustě zarostlá a tím tedy chráněná před erozními účinky proudící vody (Váchal a kol., 2011).

Vodohospodářské revitalizace samozřejmě nejsou jedinou formou protipovodňové ochrany. Účinná protipovodňová ochrana je integrovaným souborem opatření, který zahrnuje technická opatření v intravilánech sídel, protipovodňovou organizaci a plošná opatření ovlivňující cyklus vody v krajině (Čamrová, Jílková a kol., 2006).

Povodí potoka Borová bylo zasaženo 100letou povodní 19. 8. 2001. Při povodni došlo k velké inundaci, čemuž napomohl relativně plochý příčný profil. Při rozlivu vody dochází k výraznému snížení proudící rychlosti, neboť voda není koncentrována do upraveného koryta, ale zasahuje mnohem větší plochu, rychlost proudění jsou po vyběžení snižovány vegetačním krytem. Upravená koryta vodních toků s velkými sklony bývají zpravidla po průchodu 100leté vody značně poškozena. V případě revitalizovaného potoka Borová byly zaznamenány pouze minimální povodňové škody, jelikož došlo k vyběžení do inundačního území (průměrná šířka 20 cm) čímž byla snížena rychlost proudění a tím i vymílací schopnost vody. Zapůsobil již vzrostlý

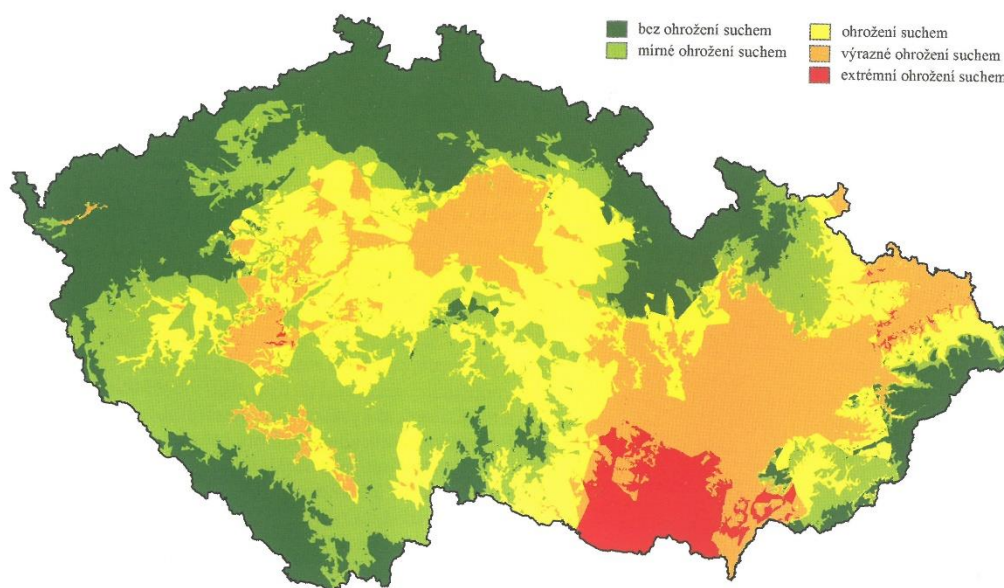
vegetační kryt. Kulminační průtok byl snížen o téměř 20 %, tím byly omezeny potenciální povodňové škody (Langhammer a kol., 2007).

3.7.2 Sucho v České republice

Česká republika patří v Evropě k státům s velmi omezeným bohatstvím vody, s negativními hospodářskými dopady v období sucha. Pro rozvoj vodních zdrojů v prospěchu omezení krizových stavů v oblasti vod se v posledních letech aktivity značně omezily, ani další projekty se nepřipravují, což se součtu ochuzujeme téměř o půl století ztráty času. Povědomí hospodařit s vodou není ve veřejnosti prohlubováno. Z toho důvodu je třeba se soustředit na vybrané projekty pro zvětšení potenciálních zdrojů vody, které významně přispějí k zvýšení možnosti akumulace vody (Broža, 2017).

V rámci předběžné opatrnosti založili ministři zemědělství a životní prostředí Meziresortní komisi VODA-SUCHO již v roce 2014 v návaznosti na jarní zemědělské sucho (Punčochář, Čiernik, 2017)

Obr. 9. Mapa sucha z roku 2015



(Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017).

3.8 Metody hodnocení revitalizací

3.8.1 Metoda HEM - Hydroekologický monitoring

Při průzkumu dostupné literatury a internetu je možné nalézt několik metodik. Nejlépe dostupnou je metoda Jakuba Langhammera, respektive aktualizovaná verze s názvem HEM – Hydroekologický monitoring. Jedná se současně o již schválenou monitorovací metoda vodních toků v České republice.

Tato metoda pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Hodnocení srovnává jednotlivé parametry, které působí na hydromorfologickou kvalitu vody. Vstupními daty jsou výsledky terénního monitoringu, ale také i data a informace z datových podkladů. Hodnotí se 17 ukazatelů, které hodnotí především hlavní aspekty hydromorfologické kvality zóny koryta toku, dna, břehu a inundační zóny včetně charakteristik proudění a hydrologického režimu. (Langhamer, 2009).

Nespornou výhodou této metody je, že je stále vyvíjená a aktualizovaná, verze z let 2004, 2007, 2008, 2009, 2013, 2014. Bohužel však nedochází vždy k úpravě celé metody. Postupem času došlo i ke změně mapovacího formuláře, někdy byly upraveny pouze názvy parametrů, někdy byly doplněné či jinak ohodnocené jednotlivé ukazatele. Tím se mohlo stát, že bylo k měření třeba použít metodiku vyhodnocení z jiného roku, než byl mapovací formulář.

Značnou nevýhodou je skutečnost, že je tato metoda schválená pro veškeré vodní toky, tím pádem není nijak upravena pro měření na velkých či malých tocích. U většiny parametrů nemusí tento problém vadit, například u parametrů variabilita šířky koryta, dnový substrát nebo využití údolní nivy, u některých parametrů, ale můžeme narazit na problém, například se stanovením variability průtoků, jelikož se na malých tocích průtoky neměří. Navazujícím problémem může být například mrtvé dřevo v korytě, zcela jistě více ovlivní jeden kus dřeva průtok v malém korytě než stejně velké dřevo v toku, který je několikrát širší. Spočívá tedy na osobním přístupu mapovatele, jak se při mapování zachová a jak přizpůsobí metodu aktuálním řešeným podmínkám.

V rámci monitoringu jsou sledovány ukazatele hydromorfologické kvality toku a inundační zóny spolu s morfometrickými charakteristikami prostředí a ukazateli hydrologického režimu.

Metoda hodnotí ekomorfologický stav toku a jeho nivy na základě 17 parametrů. Hodnocena je schopnost koryta s jeho nivou plnit své funkce, tedy morfodynamika, kvalita biotopu a odtokové poměry. Hodnotí se koryto, břehy, niva a údolí toku (manuál obsahuje jejich definice).

3.8.2 Metoda hodnocení revitalizačního efektu AOPK

Metodu revitalizačního efektu AOPK vypracoval Šindlar v roce 1998, na žádost Ministerstva životního prostředí ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny. Metoda hodnocení revitalizačního efektu, která slouží jak pro hodnocení dosaženého revitalizačního efektu, tak zejména pro odhad tohoto efektu již v rámci zpracování investičního záměru akce.

Metoda vychází z porovnávání stavu lokality po revitalizaci se stavem před realizací revitalizačních opatření. V této metodě se hodnotí 9 kritérií – revitalizaci toku, morfologii toku, výsadbu břehových a doprovodných porostů, migraci, ekologickou stabilitu, typ vodní plochy, sanaci erozního zatížení, odstranění negativního vlivu odvodnění, ochranu nebo obnovu biotopů a ekosystémů. Každé kritérium je hodnoceno bodovým systémem (1-5 bodů), které jsou vyneseny následně do grafu, podle kterého je možné rychle stanovit výši finanční podpory a do jaké kategorie vhodnosti dané akce spadá.

Je podložena principy metodiky German Federal Institute of Hydrology. Postup mapování je shodný jako u HEM, mapování do formuláře zvlášť pro koryto, levý břeh, pravý břeh, pravobřežní a levobřežní nivu. Hodnoty parametrů se získají jako aritmetický průměr určitého bodového ohodnocení či jako maximální hodnota nebo jinak (Vrána, 2004).

3.8.3 Metoda EcoRivHab

Metoda EcoRivHab je nástrojem pro hodnocení stavu vodních toků v intravilánu a extravilánu, zahrnuje analýzu hydromorfologických charakteristik vodních toků, stupně dynamiky proudění, jakosti povrchové vody, stavu břehové vegetace a využití v příbřežní zóně a nivě. Je založena na kombinaci terénním mapování s využitím distančních mapových podkladů, leteckých i satelitních snímků. Průzkum je veden od pramene k ústí, ekomorfologický monitoring se tedy nevztahuje pouze na samotné koryto. Tím by tedy prostorovou jednotkou nejvyššího řádu mělo být optimálně celé povodí, neboť všechny procesy, které v něm probíhají, se odrážejí v kvalitativních a kvantitativních vlastnostech celého vodního ekosystému (Matoušková, Mattas, 2003). Naopak řádově nižší jednotkou je údolní niva, která může být hodnocena na základě vyhodnocení distančních podkladů či terénním mapováním. Optimální je kombinace obou přístupů, jak vlastním terénním mapováním, tak i distančními podklady, řešíme příbřežní oblasti (zóny doprovodných vegetačních pásů) a vlastního koryta toku. Hodnoceno je 31 parametrů, které jsou obodovány (1-5 bodů). Hlavními parametry jsou koryto toku, údolní niva, povodí a doprovodné vegetační pásy (Matoušková, 2008).

3.8.4 Metoda QBR – index říční kvality

Metoda se používá pro hodnocení kvality břehového biotopu toků i nádrží. Je důležitým podkladem před zahájením úprav. QBR je souhrnný index čtyř oblastí posuzování.

Posuzujeme:

1. celkovou kvalitu říčního (břehového) „krytu“; (letecký snímek),
2. strukturu břehového „krytu“, přítomnost stromů, keřů, zapojení,
3. kvalita porostu se zaměřením na výskyt původních druhů,
4. změny říčního koryta oproti přirozenému stavu.

Principem metody QBR, aplikace

- principem je ohodnocení jednotlivých oblastí posuzování přidělením bodů
- lokální diferenciaci kvality břehového biotopu dle vymezeného rozpětí „klíče“; tok bereme jako celek (L a P břeh posuzujeme každý zvlášť)
- stanovení čísla (0-100) tedy „indexu QBR“ – ekologické hodnoty biotopu,
- predikce původnosti zastoupení biocenóz a zoocenóz v říčním ekosystému (Šlezingr, 2010)

3.8.5 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu

Principem metody hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu je jednoduchost, srozumitelnost. Nutná je zde terénní podrobná prohlídka posuzované části břehu. Zkoumaný úsek je rozdělen dle charakteru porostů na úseky o minimální délce cca 100 m, a tyto úseky se pak posuzují samostatně.

Vlastní hodnocení vychází z obodování (oznámkování) plnění konkrétních kritérií přičemž 1 = nejlepší stav, 3 = nejhorší stav. Metoda hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu je pouze metodou prvotní – vstupním hodnocením stávajícího stavu porostů. Nejde zde o detailní dendrologický či jiný rozbor (Šlezingr, Úradníček, 2002).

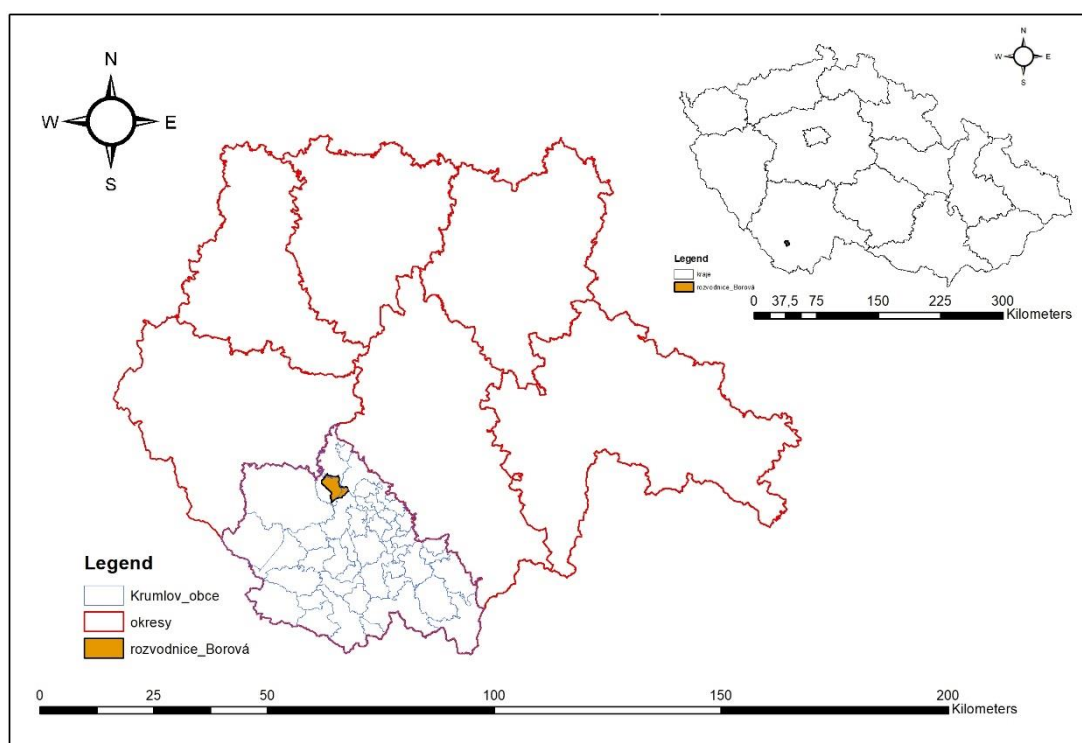
4 METODIKA

4.1 Materiál

4.1.1 Výběr vhodného území s ukončenou revitalizační akcí

Pro zpracování této práce byla vybrána jedna z prvních lokalit v ČR, kde byl detailně vyhodnocen průběh povodňové vlny, povodí potoka Borová u obce Chvalšiny na Českokrumlovsku. Povodí bylo postiženo bleskovou povodní na úrovni 100leté vody. Potok Borová byl revitalizován ve dvou etapách 1998 (nad obcí Chvalšiny) a rok 2000 (pod obcí Chvalšiny). V intravilánu obce nebyl vodní tok revitalizován, byla zde ponechána původní úprava koryta toku.

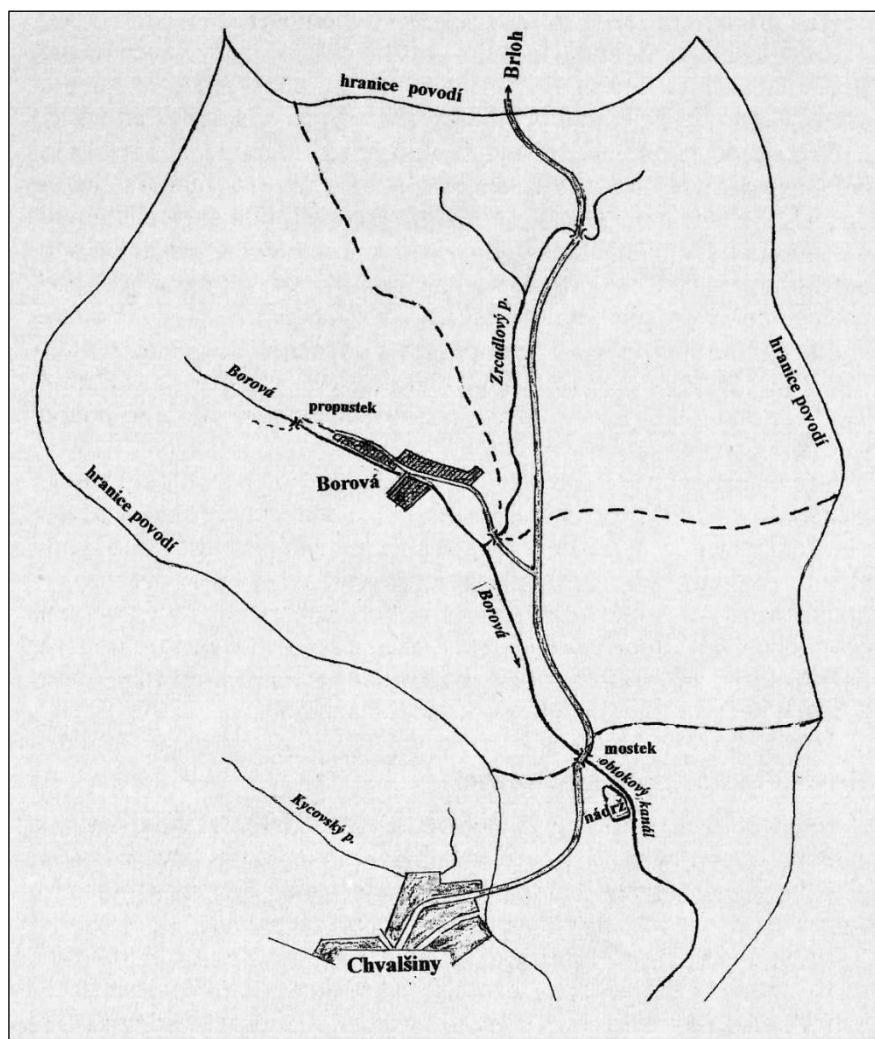
Obr. 10. Přehledová mapa



(zpracování: vlastní)

Hlavním účelem revitalizace byla změna charakteru koryta z melioračního kanálu na přírodě blízké koryto. Charakter území vyžadoval vytvoření nového půdorysného průběhu trasy koryta. Bylo vytvořeno mělké průtočné koryto, neboť okolní louky umožňují rozlité povodňových průtoků. Z důvodu značných sklonů podélného profilu bylo nutné alespoň částečně opevnit koryto kamenem z dané lokality a travnatým drnem. Nově vytvořený tok musí i nadále zabezpečovat odvod vody z podpovrchových hydromeliorací. V místech vyústění drenáží byla zachována původní niveleta a vzniklé výškové rozdíly byly překonány pomocí skluzů s útvary. V trase původního koryta byla vytvořena síť tůní.

Obr. 11. Situace horního povodí potoka Borová



(Matoušek, 2002)

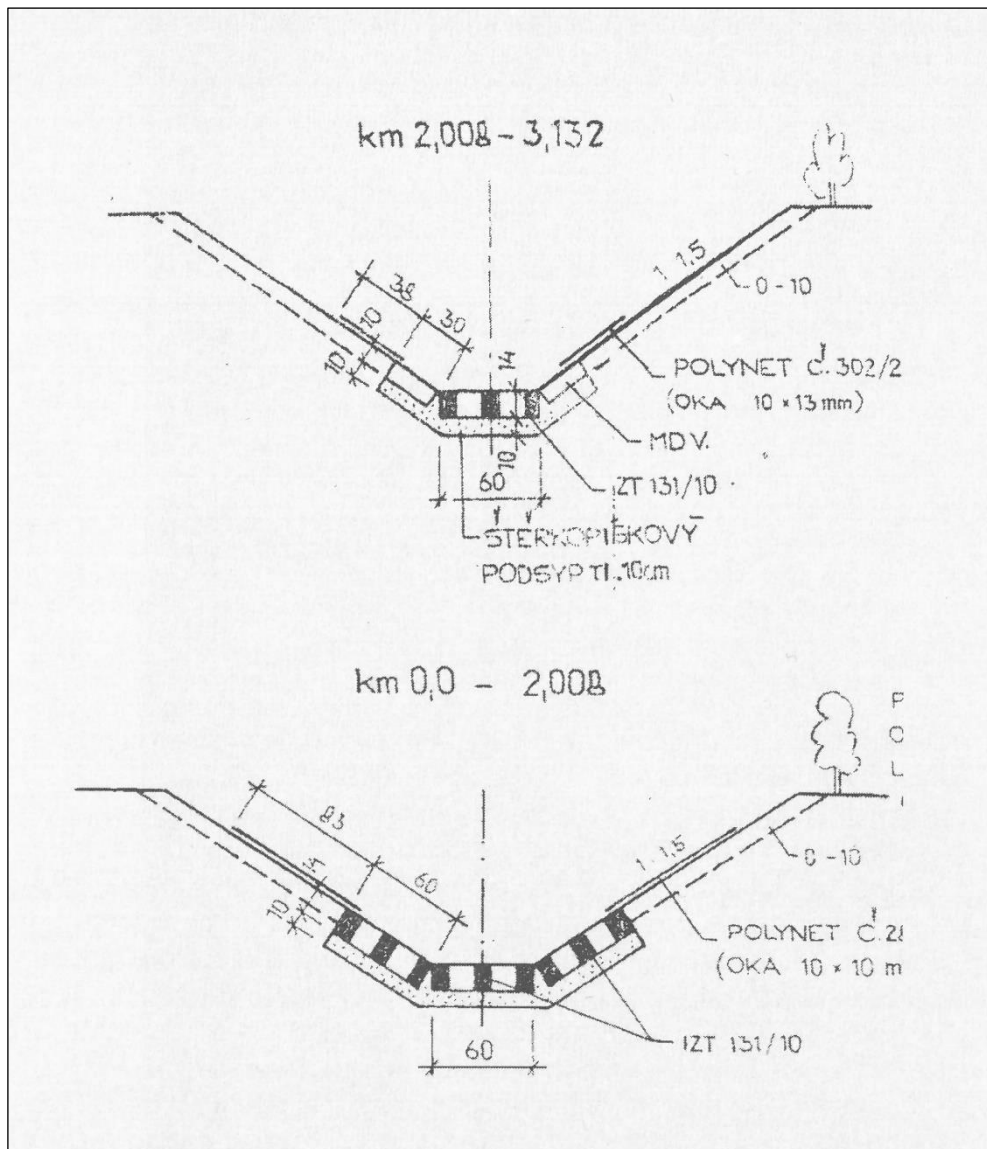
4.2 Metody

4.2.1 Revitalizace potoka Borová

Potok Borová protéká obcí Borová, která se nachází v blízkosti významné obce Chvalšiny v okrese Český Krumlov. Celé povodí potoka je v chráněné oblasti Blanský les a jeho revitalizace a jeho revitalizaci jako investor zajišťovala Správa chráněných krajinných oblastí ČR.

Účelem revitalizace bylo nahradit meliorační kanál, který vznikl úpravou původního potoka Borová při odvodňování okolních pozemků v 1981-1982, novým korytem, které by se co nejvíce blížilo původnímu. Při odvodňování se upravit potok i v obci a celková úprava měla délku 3 132 m. Meliorační kanál začínal v čele mostku pod silnicí Chvalšiny – Brloh (viz. obr. 11) a končil na okraji prameniště potoka. Pod obcí měl délku 1 723 m a nad obcí 1 110 m. Kanál měl většinou přímou trasu a jednotný lichoběžníkový příčný průřez (obr. 12). Hloubka se také příliš neměnila, většinou kolem 1,5 m. Charakter území a potoka vyžadoval vytvořit při revitalizace novou trasu tou. Pro novou trasu potoka se hledala údolnice čili nejnižší místo, aby se dosáhlo odvedení vody ze všech míst. V místech kde to nebylo možné, se provedla úprava terénu nebo se vybudovalo rameno. Při revitalizaci se respektoval požadavek zachování dosavadní kvality pozemků a nepřipouštělo se jejich zamokření. Nebylo účelem vytvářet rozměrné koryto s velkou kapacitou. Koryto v daném případě nemusí obsáhnout povodňové průtoky, vylití z břehů nezpůsobuje škody. Podél toku jsou louky s velmi dobrým travním porostem, který ochraňuje pozemky před erozí. Žádoucí bylo dosáhnout v korytě přijatelné hloubky vody i za velmi malých průtoků, a proto je koryto úzké. Nad obcí má šířku ve dně jen 30 cm. Pod obcí je širší a dosahuje šířky až 60 cm. I hloubka je velmi malá – nad obcí 40 cm a pod soutokem ze Zrcadlovým potokem nejvýše 60 cm.

Obr. 12. Vzorové příčné řezy korytem před revitalizací



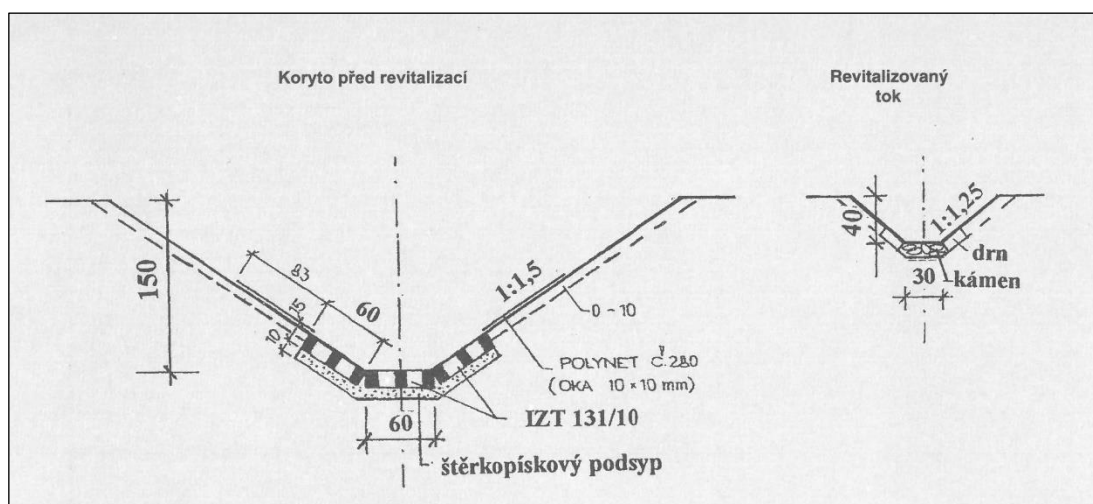
(Matoušek, 2002)

Údolnice má relativně velký sklon (nad obcí v průměru 3 % a pod obcí 1,7 %). Koryto bylo nutné opevnit. Dno se pokrývalo kameny sebranými z výkopu a paty svahů se opevňovaly drny, což přispělo k rychlému rozvoji vegetace na svazích. Dále bylo opevnění zesíleno kamennými prahy, které mají nad dnem lichoběžníkový tvar a vzdouvají vodu. Revitalizovaný potok musí odvádět vodu z drenáží, potok je však mělký a výusť drenáže naopak hluboko. Proto bylo nutné v místech soustředěných

výstí drenáže sestoupit s korytem potoka na úroveň dna původního kanálu. Výškový rozdíl se překovává skluzy, které jsou zakončeny vývazy. Dalším charakteristickým prvkem revitalizace potoka Borová jsou tůně vybudované ve sterém korytě. Tůně zlepšily prostředí kolem toku a zároveň vyřešily problém nedostatku výkupového materiálu pro zasypání starého koryta a významně přispěly k rychlému oživení toku.

Již rok po výstavbě prokázal rybářský průzkum přítomnost střevlí a hrouzků. Výsadba stromů a keřů se neomezila jen na břehovou linii, ale zahrnula pás různé šířky. Vegetační doprovod nemá jen estetickou a ekologickou funkci, ale také hydraulickou a hydrologickou.

Obr. 13. Porovnání koryt a rychlostí vody v toku před a po revitalizaci



(Matoušek, 2002)

4.2.1 Průzkum vybraného povodí a okolí revitalizované vodoteče

Průzkum povodí byl proveden v několika fázích, a i ročních období, první průzkum terénu a mapování bylo uskutečněno v létě (31.7.2017), druhé na podzim (2.11.2017) a poslední průzkum a fotodokumentace byla provedena v letošním roce po zimě (8.4.2018). Z mapovaného území byly pořízeny vlastní fotografie.

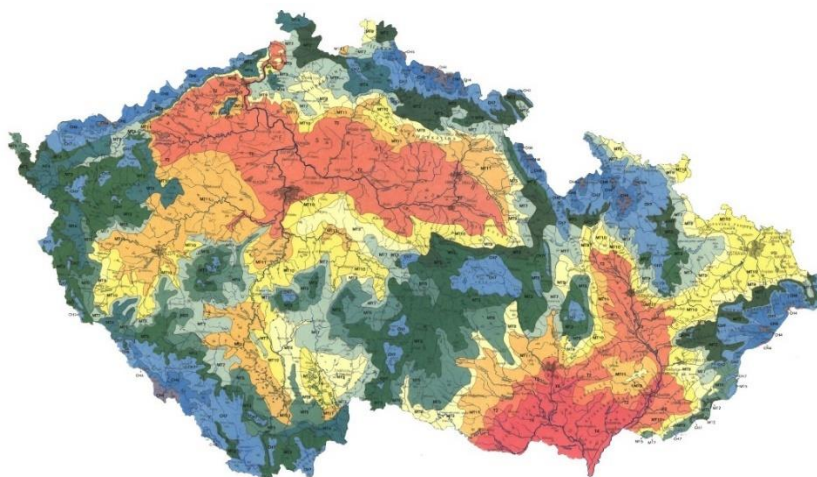
5 VÝSLEDKY

5.1 Základní charakteristika zvolené lokality

5.1.1 Stanovení klimatického regionu

Klimatické regiony zahrnují území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Byly vytvořeny výhradně pro účely bonitace zemědělského půdního fondu. Za určující kritérium pro vyčlenění byly jednotně stanoveny: průměrná roční teplota, roční úhrn srážek, sumy denních teplot nad 10 °C, průměrná vláhová jistota ve vegetačním období, pravděpodobnost výskytu suchých vegetačních období.

Obr. 14. Klimatické regiony ČR



	TEPLÁ		MÍRNĚ TEPLÁ								CHLADNÁ			
	T2 oranžová	T4 červená	MT2 khaki	MT3 tmavě zelená	MT4 olivová	MT5 zelená	MT7 světle zelená	MT9 světle žlutá	MT10 žlutá	MT11 okrová	CH4 šedá	CH6 modrá	CH7 světle modrá	
LetD	50-60	60-70	20-30		30-40			40-50			0-20	10-30		
HVO	160-170	170-180	140-160	120-140		140-160						80-120	120-140	
MD	100-110		110-130	130-160	110-130	130-140	110-130					160-180	140-160	
LD	30-40		40-50				30-40			60-70		50-60		
°C I	-2 - -3		-3 - -4	-2 - -3	-4 - -5	-2 - -3	-3 - -4	-2 - -3		-6 - -7	-4 - -5	-3 - -4		
°C IV	8-9	9-10	6-7						7-8			2-4	4-6	
°C VII	18-19	19-20	16-17				17-18			12-14	14-15	15-16		
°C X	7-9	9-10	6-7			7-8			4-5	5-6	6-7			
s≥1mm	90-100	80-90	120-130	110-120		100-120			90-100	120-140	140-160	120-130		
s VO	350-400	300-350	450-500	350-450			400-450		350-400	600-700				
s VZ	200-300		250-300				200-250			400-500	350-400			
sp	40-50		80-100	60-100	60-80	60-100	60-80	50-60			140-160	120-140	100-120	
o>0,8	120-140	110-120	150-160	120-150	150-160	120-150			130-150	150-160				
o<0,2	40-50	50-60	40-50		50-60	40-50			30-40	40-50				

(Quitt, 1971)

Českému Krulovu náleží klimatická oblasti mírně teplé MT5. Průměrné roční teploty se v území pohybují zhruba od 7,5 °C do 5 °C, jen na vrcholu Kletě jsou slabě pod 5 °C. Celkově lze podnebí Blanského lesa charakterizovat jako relativně teplejší a sušší, než by odpovídalo normálům v těchto nadmořských výškách. Což je vysvětleno zejména závětrnou polohou za šumavským hřebenem.

Řešená oblast leží v dešťovém stínu Šumavy, a proto je relativně chudá na srážky. Zároveň je ovlivňována tzv. alpským fénem, který výrazně zvyšuje teplotu vzduchu. Roční průměrné množství srážek na Kleti činí 720 mm, kdežto na Šumavě v oblasti plání je roční průměr srážek téměř dvojnásobný. V Křemžské kotlině je množství srážek snižováno závětrným efektem vlastní Kleti a průměrný roční srážkový úhrn činí pouze 560 mm. Celá oblast je relativně chudá na sněh.

5.1.1.1 Teplota

Z Atlasu podnebí, podle srážkoměrné stanice, která je pro zadanou oblast nejbližší jsem vybrala klimatologickou stanici Český Krumlov, a srážkoměrnou stanici Brloh. Klimatologické období 1961–1990.

Tab.2. Dlouhodobé průměrné teploty, klimatická stanice Brloh.

Průměrná teplota vzduchu – měsíce

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Teplota °C	-3	-2	2	7	12	14	17	16	12	7	2	-2

- průměr ročních maxim teploty vzduchu 31-32 °C
- průměr ročních minim teploty vzduchu -18 °C
- průměrný počet tropických dní 4-7 dní
- průměrný počet tropických nocí 0,1 nocí
- průměrný roční počet dní s přechodem přes 0 °C 80-100 dní

- průměrný roční počet letních dní 20-30 dní
- průměrný roční počet dní bez mrazu 220-240 dní
- průměrný počet mrazových dní 140-160 dní
- průměrné datum prvního mrazového dne 10.10
- průměrné datum posledního mrazového dne 10.5
- průměrný počet ledových dní 30-40 dní

5.1.1.2 Srážky

Průměrný úhrn srážek – měsíce

Tab.3. Dlouhodobé průměrné srážky, klimatická stanice Brloh.

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
mm	20	30	40	45	80	100	120	80	50	45	40	35

- roční průměrný úhrn srážek 550-600 mm
- průměrná roční maxima denních úhrnů srážek 35-40 mm
- průměrná roční maxima dvoudenních úhrnů srážek 50-60 mm
- průměrná roční maxima třídenních úhrnů srážek 70-80 mm
- jednodenní absolutní maxima srážek 81-100 mm
- dvoudenní absolutní maxima srážek 101-120 mm
- třídenní absolutní maxima srážek 101-120 mm
- průměrný počet dnů s bouřkou v roce 20 dnů

5.1.1.3 Vítr

Směr a síla větru

Relativní četnost směrů v % a síly větrů (stupnice Beaufortova):

- v létě (červenec – srpen) **16,1 calm v %**
- v zimě (prosinec – únor) **10,1 calm v %**
- v roce (leden – prosinec) **12,8 calm v %**

fenologické poměry:

- počátek jarních polních prací **21 – 30. III**
- počátek setí jarního ječmene **31. III – 4. IV**
- počátek setí ovsa **31. III. – 4. IV.**
- počátek sázení pozdních brambor **21. – 25. V.**
- rozkvět ozimého žita **6. – 10. VI.**
- počátek senosečí **11. – 15. VI**
- počátek žní ozimého žita **16. – 20. VII.**
- počátek setí ozimého žita **21. – 25. IX**

5.1.2 Geomorfologické poměry a reliéf

Povodí potoka Borová sousedí s chráněnou krajinnou oblastí Blanského lesa. Oblast Blanského lesa se náhle zdvihá z ploché Budějovické pánve a zvolna přechází do Prachatické hornatiny. Všeobecně lze Blanský les charakterizovat jako typ území rozčleněného erozí drobných vodních toků s nižšími podhorskými hřbety, kopcovitého reliéfu. Reliéf území je více než z poloviny zalesněná vrchovina až hornatina, která má tvar podkovy otevřené k jihovýchodu. Území chráněné krajinné oblasti zasahuje do geomorfologického celku Šumavské podhůří, Prachatická hornatina, Bavorovská vrchovina (malá část na severozápadě území patří k okrsku Netolická pahorkatina) a Česko-krumlovská vrchovina (na jihu CHKO malý výběžek okrsku Boletická vrchovina), v jižní části Chvalšinská kotlina a na západě Lhenická. Hřbety

s charakterem ploché hornatiny jsou odděleny kotlinou Křemžského potoka, která je stejně jako kotlina Chvalšinského potoka a Lhenická brázda podmíněna tektonicky, ostatní území má spíše charakter ploché až členité vrchoviny. Průměrná nadmořská výška kotlin je 550 m, hřbetů 750 m. Četné tvary mezoreliéfu, vyskytující se na celém území CHKO, jsou dokladem intenzivního zvětrávání v perigla-ciálních klimatických podmínkách: balvanité sutě, kryogenní eluvia, kamenná moře, mrazové puklinové rýhy, skalní věže ve vrcholových částech či mrazové sruby. Ve vápencích Vyšenských kopců jsou vyvinuty menší krasové dutiny.

zdroj: <http://blanskyles.ochranaprirody.cz/>

5.1.3 Geologické poměry

Z pohledu geologie, rozhodující podíl na geologické stavbě území mají horniny moldanubika. Moldanubikum budují metamorfované série převážně prekambriického stáří a variské hlubinné vyvřeliny. Jižní a jihovýchodní části je budována horninami pestré tzv. českokrumlovské série, v níž se střídají krystalické vápence, amfibolity, grafitické horniny a erlány. Podél západní hranice, mezi Vodícemi a Dobročkovem probíhá východním okrajem tektonické Lhenické brázdy pruh hadců a amfibolitů.

V severní části řešeného území se vyskytují vltavíny. Severovýchodní okraj oblasti zasahuje do Českobudějovické pánve, kterou vyplňují především miocenní sedimenty. Kvartérní pokryvy tvoří zejména svahoviny, podél severní hranice jsou rozšířeny také pleistocenní prachovce a sprašové hlíny. Z pohledu regionu spadá území do Českého masivu.

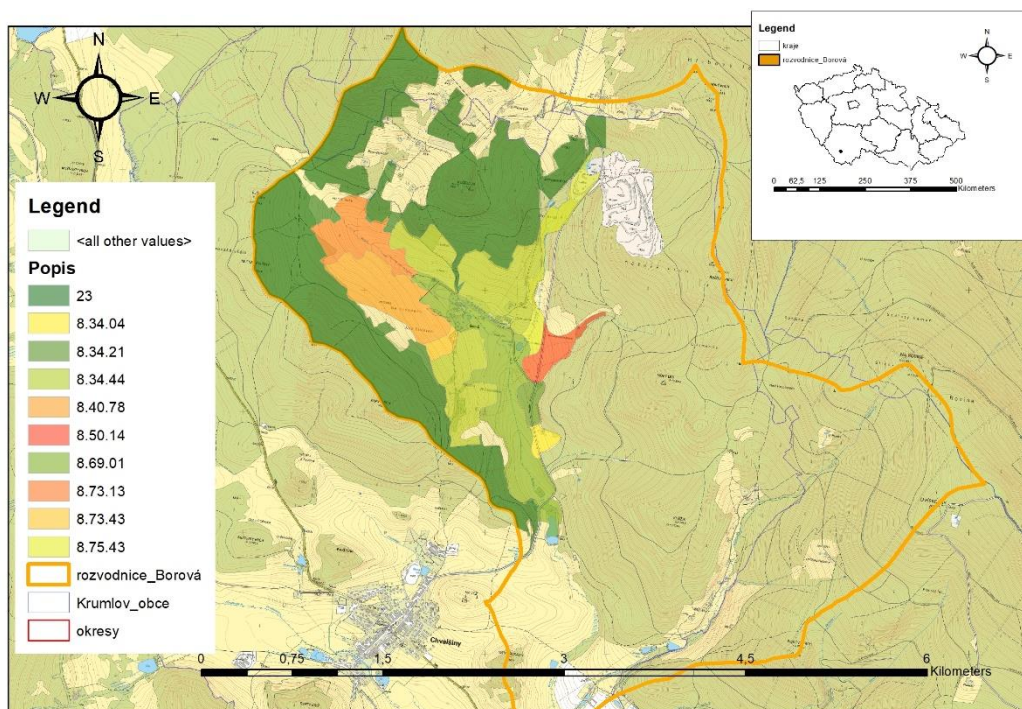
5.1.4 Pedologické poměry

Hlavní půdní jednotky na území Borová. Charakteristika půdy podle hlavní půdní jednotky (tj. účelové seskupení půdních forem příbuzných vlastností, jež jsou určovány genetických půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem zrnitostí,

hloubkou půdy, stupněm hydromorfismu, popřípadě výraznou sklonitostí nebo morfologií terénu a zúrodňovacím opatřením).

HPJ v řešeném území – Chvalšiny, Borová = 34, 40, 50, 69, 73, 75

Obr. 15. Mapa BPEJ



(zpracování: vlastní)

HPJ 34 Kambizemě dystrické, kambizemě modální mezobazické i kryptopodzoly modální na žulách, rulách, svorech a fylitech, středně těžké lehčí až středně skeletovité, vláhově zásobené, vždy však v mírně chladném klimatickém regionu

HPJ 40 Půdy sesklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici

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

Celé území náleží k povodí Vltavy. Největším levostranným přítokem Vltavy v území je Polečnice (Qa u ústí $1,64 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), která svými přítoky odvodňuje jižní svahy Blanského lesa. Zleva ústí do Polečnice Chvalšinský potok (Qa $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Druhým levostranným přítokem je Křemžský potok (Qa $0,94 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), který odvodňuje celou Křemžskou kotlinu. Většina toků byla v minulosti upravena. V oblasti nachází 150 menších rybníků (celkem 54 ha). Pouze čtyři mají rozlohu více než 5 ha – v roce 1999 obnovený Podnovoveský (20 ha), Křemžský (10 ha), Borský (10 ha) a Brložský rybník (5 ha).

5.1.6 Flóra

Lesy pokrývají 56,5 %, zvláště významné jsou různé typy bučin – místy s významným podílem jedle, které hostí velkou řadu vzácných druhů. K nejtypičtějším rostlinám patří kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos*), k. cibulkonosná (*Dentaria bulbifera*), pšeníčko rozkladité (*Milium effusum*), svízel vonný (*Galium odoratum*), žindava evropská (*Sanicula europaea*), ječmenka evropská (*Hordelymus europaeus*) a vzácně se vyskytující dymnivka dutá (*Corydalis cava*). V území revitalizovaného potoku Borová druhy: rosnička zelená (*Hyla arborea*), kohoutek luční (*Lychnis flos-cuculi*), kosatec sibiřský (*Iris sibirica*), starček potoční (*Senecio rivularis*).

Velká část lesních porostů byla v minulosti převedena na smrkové, popř. borové kultury, které jsou výrazně druhově chudší. Úbytek rostlin je způsoben jednak nepříznivým vlivem opadu jehličí, změnou světelných podmínek v kulturních porostech. Velmi zajímavým lesním biotopem jsou hadcové bory, okolí Křemže a Holubova. Jsou vyvinuty na velmi extrémním podloží, které je tvořeno pro řadu rostlin toxickým hadcem. Kromě borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která zde tvoří stromovou dominantu, rostou v jejím podrostu druhy, jež jsou na hadec striktně vázané, např. hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), sleziník hadcový (*Asplenium cuneifolium*) nebo rostliny využívající sníženou konkurenci ostatních druhů jako např. bělozářka větevnatá (*Anthericum ramosum*), svízel sivý (*Galium Glaucum*), tomkovice jižní (*Hierochloë australis*), aj.

Geologický podklad a historický vývoj, napomohl ke vzniku velmi vhodných stanovišť pro velké množství vzácných a ohrožených druhů. Jmenujme některé druhy výhřevných, výslunných a otevřených stanovišť: ostřice Michelova (*Carex michelii*), sasanka lesní (*Anemone sylvestris*), vousatka prstnatá (*Bothriochloa ischaemum*), hořeček mnohotvarý český (*Gentianella praecox* subsp. *bohemica*), hořec křížatý (*Gentiana cruciata*), záraza bílá (*Orobanche alba*), rozrazil ožankový (*Veronica teucrium*), divizna jižní rakouská (*Verbascum chaixii austriacum*), čistec přímý (*Stachys recta*), smělek jehlancovitý (*Koeleria pyramidata*), vítod chocholatý (*Polygala comosa*), apod.

Vlastní tok řeky Vltavy hostí na čistou vodu, citlivou, trvale ponořenou rostlinu, stolítek střídavokvětý (*Myriophyllum alterniflorum*). Hojnější je lakušník vodní (*Batrachium aquatile*), který na vodní hladině tvoří bílá kola drobných kvítků.

5.1.7 Fauna

Výsledkem revitalizace povodí Borové bylo snížení rychlosti odtoku povrchových a podpovrchových vod, zvýšení zásob vody v krajině a vytvoření biotopů vhodných pro vzácné druhy mokřadních organismů. Na řešeném území potoka Borová zejména tyto druhy: šidélko ruměnné (*Pyrrhosoma nymphula*), mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*), rosnička zelená (*Hyla arborea*).

Bezobratlí jsou nejpočetnější a nejrozmanitější skupinou živočichů. Na území CHKO žije celá řada zajímavých i vzácných motýlů, brouků a např. měkkýšů.

Další významné druhy žijí na vlhkých loukách, jako např. perleťovec mokřadní (*Procllossiana eunomia*), hnědásek rozrazilový (*Melitaea diamina*), modrásek očkovaný (*Maculinea telejus*), vzácný měkkýš vrkoč útlý (*Vertigo angustior*). Lesní fauna bezobratlých je reprezentována především faunou vázanou na zachovalé bučiny s přirozenou, věkově a druhově strukturovanou skladbou a s podílem přestárých stromů na dožití. Žije zde např. střevlík nepravidelný (*Carabus irregularis*), na světlinách okáč černohnědý (*Erebia ligea*). Smrkové lesy na jižních svazích Kleti obývá mimořádně hustá populace mravenců boreálních (*Formica aquilonia*), počtem 3595 evidovaných hnízd na 350 ha.

Přirozené vodní toky charakterizují druhy jako perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*) – dožívající populace, rak říční (*Astacus astacus*) v Křemežském potoce a Olešnici. Na území CHKO bylo zjištěno okolo 30 druhů vážek.

Z plazů je nejhojnější slepýš křehký (*Anquis fragilis*), plošně je rozšířená ještěrka obecná (*Lacerta agilis*) a vlhčích biotopech užovka obojková (*Natrix natrix*). Ve vyšších a chladnějších polohách Kletě se vyskytuje ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), na suchých stráních vzácně užovka hladká (*Coronella austriaca*) v pasekách zmije obecná (*Vipera berus*).

V oblasti Blanského lesa je známo hnízdění cca 120 druhů ptáků. Mezi vlajkové druhy CHKO patří sýc rousný (*Aegolius funereus*), holub doupňák (*Columba oenas*) a lejsek malý (*Ficedula parva*). Žije zde také např. kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*) a jeřábek lesní (*Bonasia bonasia*). V nelesních biotopech se vzácněji vyskytují např. bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), chřástal polní (*Crex crex*) a pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*).

Mezi ochránářsky nejvýznamější savce patří rys ostrovid (*Lynx lynx*), který bohužel čelí pytláckému tlaku, rozšířená je vydra říční (*Lutra lutra*), ve štolách či v kostelech zimuje netopýr velký (*Myotis myotis*). Atraktivní druh je rejsek horský (*Sorex alpinus*).

5.2 Revitalizace potoku Borová

5.2.1 Zhodnocení možného povodňového rizika

Povodí potoka Borová bylo postiženo povodní 19. 8. 2001. Příčinná srážka, která dosahovala až 100 mm, zasáhla téměř celé území. Značná část povodí však byla zasažena srážkovým úhrnem 70-100 mm. Uvedené drážkové údaje byly odvozeny z radarových snímků a záznamů na amatérských srážkoměrných stanicích. Vodní stavy a průtoky byly vypočteny po mocí povodňových záznamů na vybraných objektech. Konstruování hydrogramů bylo provedeno pomocí metody izochron. Při povodni došlo k relativně velké inundaci, čemuž napomohlo relativně plochý příčný

profil. Za kulminačního průtoku dosahovala hloubka vody v korytě 0,9 m a i inundaci 0,25 m.

Při rozlivu vody dochází k výraznému snížení proudící rychlostí, neboť voda není koncentrována do upraveného koryta, ale zasahuje mnohem větší plochu a proudící rychlosti jsou snižovány vegetačním krytem. Nižší proudící rychlost v inundaci dobře dokládá tabulka.

Upravená koryta vodních toků se značnými sklony bývají zpravidla po průchodu stoleté vody značně poškozena. V případě zrevitalizovaného potoka Borová byly zaznamenány pouze malé povodňové škody, neboť došlo k vylití vody do inundačního území (průměrná šířka cca 20 m), čím byly sníženy rychlosti proudění, a tím i vymílací schopnost vody. Funkčně zapůsobil již vzrostlý vegetační kryt. V případě povodňové události 19. 8. 2001 v profilu mostku pod obcí Chvalšiny-Brlloh došlo ke snížení kulminačního průtoku o téměř 20 %, přičemž byly omezeny potenciální povodňové škody.

Obr. 17. Revitalizace Borová – porovnání starého koryta s novým. Vlevo technicky upravené koryto před revitalizací, vpravo nové koryto po revitalizaci.



(Just a kol., 2005)

5.2.2 Zhodnocení stavu před provedením revitalizace

Potoky Borová a Zrcadlový Borovskou kotlinou, která se nachází na území spravovaném SCHKO Blanský les. Jedná se o sevřené údolí, které je ohraničeno na svém jihozápadním okraji Kravím vrchem, na severozápadě Bulovými a Ptačími stěny a na východě přímo svahy masívu Kletě, jednotlivé skupiny vytvářejí mezi sebou sedla. Z hlediska navrhované revitalizace je zájmovým úsekem horní část potoka Borová od propustku pod silnicí Chvalšiny – Brloh (590 m. n. m.) až k pramenné oblasti a upravená část Zrcadlového potoka a dále ekologická nádrž bezprostředně pod touto silnicí. Při srovnání historických materiálů (především letecké snímky z roku 1947) se stavem bezprostředně před revitalizací se ukázalo, že hranice lesa je v časovém horizontu posledních desetiletí srovnatelná. Výškově se hranice lesa pohybuje od 675 m. n. m. výše. Významné změny však nastaly ve způsobu využívání ostatních pozemků. Zatímco v minulosti byly pozemky na svazích údolí kromě samotné oblasti prameniště potoka rozčleněny řadou mezí na drobná políčka v současnosti jsou všechny pozemky obhospodařovány jako louky, převážná většina mezí byla v rámci scelování pozemků zrušena.

Nejvýznamnějším zásahem do krajiny bylo především uskutečnění rozsáhlého odvodňovacího projektu, jeho součástí bylo i radikální napřímení koryta potoka včetně nepřirozeného zahloubení nivelety jeho dna a předimenzování průtočné kapacity. Příčný profil byl navržen jako lichoběžníkový s šířkou ve dně 60 cm, sklony svahů 1:1,5 hloubkami koryta od 120 do 180 cm. Dno i části svahů byly opevněny polovegetačními tvárnicemi. Stavebně byla tato akce uskutečněna v letech 1982 až 1984.

Od dokončení stavby do současnosti vyrostl v úzkém pásu kolem koryta potoka přirozený náletový vegetační doprovod velmi nevhodné druhové skladby, který byl cca z 90 % tvořen břízou, pouze v krátkých úsecích bylo možné také nalézt olši, která patří vedle vrby k nejvýznamnějším z hlediska vodohospodářského. Díky nedostatečné údržbě nebyl v době přípravy projektu odvodňovací systém již plně funkční, a proto docházelo k rozsáhlému podmáčení pozemků podél koryta.

5.2.3 Koncepce revitalizace toku a pramenné oblasti

Projekt revitalizace toku byl veden myšlenkou navrácení přirozeného charakteru Borová od silnice až k prameništi. Jedním ze základních činitelů, které ovlivňují ekologický stav revitalizovaného toku, je míra diversifikace proudění v korytě, pro celé povodí je takovým indikátorem míra retence vody v krajině. Dostatečná diversifikace proudění, kterou zajistíme nestálostí příčného profilu, střídáním rovných i zakřivených částí koryta s proměnlivými poloměry oblouků, střídáním proudových úseků, tůní a vybudováním přirozených kamenných stupínků, je potřebným předpokladem k dosažení výrazně bohatší druhové skladby jak živočichů, tak i rostlin.

5.3 Zhodnocení současného stavu

5.3.1 Metoda HEM (HEM,2014)

Hodnocení hydromorfologické kvality je založeno na souboru celkem 17 hodnotících parametrů, odvozených z dat mapovacího formuláře HEM. Parametry, použité pro hodnocení, odrážejí klíčové aspekty hydromorfologické kvality zóny koryta toku, dna, břehu a inundační zóny včetně charakteristik proudění a hydrologického režimu, potřebné pro vyhodnocení hydromorfologického stavu toku. Struktura a rozsah parametrů odpovídají požadavkům Rámcové směrnice 2000/60/ES na pokrytí hydromorfologických složek kvality: hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky. Přiřazení parametrů k uvedeným složkám je popsáno v metodice monitoringu HEM 2014 (Langhammer, 2014).

Parametry jsou monitorovány ve třech zónách říčního prostředí, definovaných dle evropských standardů ČSN EN 14614 a ČSN EN 15843:

- (I) Koryto,
- (II) Břehy/příbřežní zóna,
- (III) Inundační území.

V rámci těchto zón jsou monitorované a pro následné hodnocení použity následující parametry hydromorfologické kvality:

I. Koryto

1. Upravenost trasy toku (TRA),
2. Variabilita šířky koryta (VSK),
3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)
4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP),
5. Dnový substrát (DNS),
6. Upravenost dna (UDN),
7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK),
8. Struktury dna (STD),
9. Charakter proudění (PRO),
10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR),
11. Podélná průchodnost koryta (PPK),

II. Říční břehy/příbřežní zóna

12. Upravenost břehu (UBR),
13. Břehová vegetace (BVG),
14. Využití příbřežní zóny (VPZ),

III. Inundační území

15. Využití údolní nivy (VNI),
16. Průchodnost inundačního území (PIN),
17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

5.3.2 Postup hodnocení

Hodnocení je založeno na skórování jednotlivých ukazatelů, ze kterého jsou v následných krocích vypočítány hodnoty pro nadřazené funkční nebo prostorové hierarchické úrovně. Hodnocení je provedeno v následujícím sledu kroků:

1. Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů
2. Výpočet hydromorfologické kvality úseku
3. Klasifikace hydromorfologického stavu úseku
4. Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru
5. Klasifikace hydromorfologické kvality vodního útvaru

5.3.2.1 Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů

Princip skórování odráží základní požadavky RSV, kdy nejvyšší hydromorfologická kvalita je dosažena tehdy, pokud stav toku odpovídá potenciálně přirozeným podmínkám při nejvyšší variabilitě odpovídající charakteristice daného prostředí. Skórování probíhá pro uvedené hodnotící ukazatele na základě klasifikačních postupů uvedených pro jednotlivé ukazatele buď univerzálně, nebo typově specificky. Jednotlivé ukazatele jsou bodově hodnoceny ve škále 1-5, přičemž 1 představuje nejlepší, 5 nejhorší hodnotu. Ukazatele, kde je monitoring prováděn odděleně pro pravý a levý břeh, jsou na obou březích hodnoceny odděleně, přičemž pro hodnocení je použita nejméně příznivá hodnota skóre, zjištěná na pravém, resp. levém břehu. Hodnoty bodového skóre pro jednotlivé ukazatele byly stanoveny na základě rešerše odborné literatury, zkušeností autorů s konstrukcí metodik hodnocení, terénního ověření a porovnání s dostupnými analogickými metodikami. Pro jednotlivé hodnocené parametry metodika popisuje zdrojová data, potřebná pro stanovení, princip hodnocení, postup skórování a uvádí skórovací matice, potřebné pro stanovení skóre.

5.3.2.2 Výpočet hydromorfologické kvality úseku

Hydromorfologická kvalita úseku je vypočtena jako vážený průměr skóre, vypočteného pro jednotlivé ukazatele na základě skórovacích tabulek, platných pro jednotlivé ukazatele a skupiny typů. Váhy pro jednotlivé ukazatele shrnuje tabulka (Nastavení hodnot vah pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro hodnotící ukazatele a skupiny typů toků). Váhy, použité pro výpočet neslouží k vyjádření hierarchie ukazatelů, ale k postižení typově specifické odlišnosti jejich významu pro hydromorfologickou kvalitu toku v odlišných přírodních prostředích. Hodnoty skóre pro jednotlivé hodnocené ukazatele i v případě souhrnného hodnocení úseku jsou uchovávány odděleně pro možnost interpretace výsledků.

$$\text{HMS} = (\text{TRA} * \text{ktra_typ} + \text{VSK} * \text{kvsk_typ} + \text{VHL} * \text{kvhl_typ} + \text{VHP} * \text{kvhp_typ} + \text{DNS} * \text{kdns_typ} + \text{UDN} * \text{kudn_typ} + \text{MDK} * \text{kmdk_typ} + \text{STD} * \text{kstd_typ} + \text{PRO} * \text{kpro_typ} + \text{OHR} * \text{kohr_typ} + \text{PPK} * \text{kppk_typ} + \text{UBR} * \text{kubr_typ} + \text{BVG} * \text{kbvg_typ} + \text{VPZ} * \text{kvpz_typ} + \text{VNI} * \text{kvni_typ} + \text{PIN} * \text{kpin_typ} + \text{BMK} * \text{kcpr_typ}) / 4$$

Nastavení hodnot vah pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro hodnotící ukazatele a skupiny typů toků:

$$\text{HMS} = (\text{TRA} * 1.1 + \text{VSK} * 0.05 + \text{VHL} * 0.15 + \text{VHP} * 0.15 + \text{DNS} * 0.15 + \text{UDN} * 0.3 + \text{MDK} * 0.1 + \text{STD} * 0.2 + \text{PRO} * 0.15 + \text{OHR} * 0.15 + \text{PPK} * 0.5 + \text{UBR} * 0.3 + \text{BVG} * 0.2 + \text{VPZ} * 0.2 + \text{VNI} * 0.1 + \text{PIN} * 0.1 + \text{BMK} * 0.1) / 4$$

$$\begin{aligned} \text{HMS} &= (1 * 1.1 + 1 * 0.05 + 3 * 0.15 + 2 * 0.15 + 1 * 0.15 + 2,5 * 0.3 + 2,5 * 0.1 \\ &+ 2 * 0.2 + 1 * 0.15 + 2 * 0.15 + 1 * 0.5 + 2,3 * 0.3 + 2 * 0.2 + 2,25 * 0.2 + 2,5 * 0.1 \\ &+ 1 * 0.1 + 1 * 0.1) / 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHS} &= 1,1 + 0,05 + 0,45 + 0,3 + 0,15 + 0,75 + 0,25 + 0,4 + 0,15 + 0,3 + 0,5 + 0,69 + 0,4 + 0,45 \\ &+ 0,25 + 0,1 + 0,1 \end{aligned}$$

$$\text{HMS} = 6,39/4$$

$$\text{HMS} = 1,60$$

Tab. 4. Klasifikace hydromorfologického stavu na základě vypočtené hodnoty hydromorfologické kvality dle ČSN EN 15843

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1,0	- 1,5	1	Přírodě blízký	Modrá
1,5	- 2,5	2	Slabě modifikovaný	Zelená
2,5	- 3,5	3	Středně modifikovaný	Žlutá
3,5	- 4,5	4	Značně modifikovaný	Oranžová
4,5	- 5,0	5	Silně modifikovaný	Červená

5.3.3 Zhodnocení efektivity finanční stránky revitalizační akce

Celkové náklady na realizaci stavby revitalizace potoka Borová dosáhly částky 6,8 miliónu Kč. Ta v sobě zahrnuje náklady na zajištění podkladů, geometrického zaměření, inženýrské činnosti a stavební části, zpracování přípravné studie a kompletní projektové dokumentace, realizace stavby a výkupy pozemků.

Celá stavba byla rozdělena na 2 etapy - I. etapa proběhla v roce 1999 nad obcí Borová, II. etapa v roce 2000 pod obcí Borová, v samotné obci bylo ponecháno původní koryto vytvořené v 80- tých letech. Projekt byl kompletně financován z vládního Programu revitalizace říčních systémů, Při celkové délce úpravy 3 450 m nepřekročily průměrné náklady na 1 m revitalizovaného koryta částku 2 000 Kč (Havlík, 2001).

6 ZÁVĚR

Rešerše odborné literatury a příklad modelové studie dokládají zcela zásadní změnu ve strategiích povodňové ochrany. Vedle technické povodňové ochrany je podporována netechnická pasivní protipovodňová ochrana, jejíž hlavní součástí, obnova retenční schopnosti krajiny. Tento cíl se plně shoduje s hlavními cíli revitalizací vodních ekosystémů. Propojení protipovodňové ochrany a revitalizací je v teoretické rovině logické, ale ne vždy bývá uplatňováno v praxi. Jedním z palčivých problémů je nezbytný prostor, který je možno vodním tokům nevrátit zpět.

Cílem praktické části diplomové práce bylo provedení terénního průzkumu, jehož výsledkem je zmapování a zhodnocení stavu po provedené revitalizaci toku Borová, metodou HEM 2014 – Hydroekologický monitoring.

Klasifikace hydromorfologického stavu na základě vypočtené hodnoty hydromorfologické kvality, vyšla = 1,60, což se pohybuje ve spodní hranici druhé třídy – slabě modifikovaný.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

7.1 Seznam literatury

1. BROŽA, V., (2017): Úvahy o možnostech přispět k rozvoji vodních zdrojů (vodního bohatství) v ČR. *Vodní hospodářství*. 8/2017: 24-26 s.
2. CÍLEK, V., JUST, T., SÚVOVÁ, Z., a kol., (2017): *Voda a krajina. Kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. Dokořán, Praha, 198 s.
3. ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ, J., (Ed) a kol. (2006): *Povodně v území institucionální a ekonomické souvislosti*. Praha: Eurolex Bohemia, 176 s.
4. HAVLÍK, A., (2001): Revitalizace potoka Borová. *Vodní hospodářství*, 3/2001: 72–74, s.
5. JUST, T., (2003): Revitalizace a povodně. *Landscape and water*, Consult, Praha, 62–68 s.
6. JUST, T., MATOUŠEK, V., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P., (2005): *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. ZO ČSOP Hořovicko, Praha, 360 s.
7. JŮVA, K., HRABAL, A., PUSTĚJOVSKÝ, R., (1980): *Malé vodní nádrže*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 276 s.
8. KONVIČKA, M. (Ed), (2002): *Město a povodněn strategie rozvoje měst po povodních*. Brno: ERA group spol. s r. o., 219 s.
9. KUJANOVÁ, K., MATOUŠKOVÁ, M., (2017): Typy vodních toků na území České republiky z pohledu hydromorfologie. *Vodní hospodářství*. 12/2017: 2-5 s.
10. LANGHAMMER, J. (Ed), (2007): *Změny v krajině a povodňové riziko*. PřF UK, 251 s.
11. LANGHAMMER, J. (Ed.), (2007): *Povodně a změny v krajině*. PBtisk, Příbram, 396 s.
12. LANGHAMMER, J., (2009): Hydroekologický monitoring. *Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality toků*. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 23.s.
13. MACHAR, I. (Ed), (2012): *Ochrana přírody a krajiny v České republice*. Univerzita Palackého, Olomouc, 854 s.

14. MATOUŠEK, V., (2002): Stoletá povodeň na revitalizovaném potoce Borová. *Vodní hospodářství*. 10/2002: 5-11 s.
15. MATOUŠKOVÁ, M., (2008): *Ekohydrologický monitoring vodních toků*. 1. vyd., Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, 210s.
16. MATOUŠKOVÁ, M., MATTAS, D., (2003): Hydroekologické hodnocení vodních toků. *Vodní hospodářství*, 10/2003: 279–282 s.
17. OPPELTOVÁ, P., NOVÁK, J., KOTOVICOVÁ, J., (2012): *Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti voda*. Zera – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 164 s.
18. PUNČOCHÁŘ, P., ČIERNIK, M., (2017): Závlahy a sucho v České republice. *Vodní hospodářství*. 9/2017: 33-35 s.
19. QUITT, E., (1971): *Klimatické oblasti Československa*. Academia, Praha 1971.
20. SKLENIČKA, P. (2003): *Základy krajinného plánování*. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s.
21. SOUKUP, M., KULHAVÝ, Z., (2003): Retence vody na odvodněných zemědělských půdách. *Landscape and water*. Consult, Praha, 111–115 s.
22. STEINER, F. (Ed), (2014): *Revitalizácia rieky Moravy*. Wien: Viadonau, 96 s.
23. ŠLEZINGR, M., (2010): *Revitalizace toků – Příspěvek k problematice úprav vodních toků*. Vutium, Brno, 255 s.
24. ŠLEZINGR, M., ÚRADNÍČEK, L., (2002): Vegetační doprovod vodních toků a nádrží., Cerm, Brno. 130 s.
25. TOLASZ, R. (Ed), (2007): *Atlas podnebí Česka*. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 255 s.
26. VÁCHAL, J. (Ed), (2011): *Pozemkové úpravy*. Praha: Consult, 207 s.
27. VRÁNA, K., DOSTÁL, T., GERGEL, J., KENDER, J., ZUNA, J. (2004): *Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu*. Consult, Praha, 60 s.

7.2 Internetové zdroje

- Monitoring hydromorfologických charakteristik
https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- ZABAGED
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZABAGED_PUB/WMSservice.aspx
- Ortofoto ČÚZK:
http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
- Historické mapy pro hodnocení historického průběhu trasy – CENIA
http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_II_vojenske_mapovani/MapServer/WMSServer
- Klimatické regiony ČR dle QUITT, 1971
<http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>
- BPEJ
<https://bpej.vumop.cz>
- HPJ
<http://www.vumop.cz:8087/mapserv/statistika/vypocet.php>
- Zákon o vodách
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- HPJ = hlavní půdní jednotka
- BPEJ = bonitovaná půdně ekologická jednotka
- ČR = Česká republika
- ČHMU = Český hydrometeorologický ústav
- EU = Evropská unie

9 PŘÍLOHY

9.1 Seznam obrázků

Obr. 1. Nedotčená přírodní koryta a srovnatelná koryta technicky upravená se obvykle výrazně liší poměrem hloubky a šířky, upravená bývají hlubší

Obr. 2. Říční prostor vodního toku přírodního a technicky upraveného

Obr. 3. Hydraulický koncept příčných složek proudění v oblouku

Obr. 4. K tvarům meandrujícího koryta patří tůně, jejichž typické místo je v obloucích trasy, brody, obvykle v přechodech mezi oblouky, a odstavené meandry

Obr. 5. Koryta za povodně. Málo kapacitní, členité přírodní koryto (A) umožňuje brzký a účinný tlumivý rozliv nivy. Technicky upravené, kapacitní koryto rozliv oddaluje a zmenšuje jeho tlumivý účinek tím, že podporuje vznik soustředěného tubusu rychlého proudění (T), zatímco postranní části rozlivu jsou méně hydraulicky využity (M).

Obr. 6. Příčné objekty použité při revitalizačních stavbách:

Obr. 7. Obvyklé tvary a kapacity koryt vodních toků

Obr. 8. Srovnání základních rozměrových charakteristik příčných řezů, přírodních, technicky upravených a revitalizovaných koryt. Základní nepříznivou vlastností technicky upravených koryt je velká hloubka.

Obr. 9. Mapa sucha z roku 2015

Obr. 10. Přehledová mapa

Obr. 11. Situace horního povodí potoka Borová

Obr. 12. Vzorové příčné řezy korytem před revitalizací

Obr. 13. Porovnání koryt a rychlostí vody v toku před a po revitalizaci

Obr. 14. Klimatické regiony

Obr. 15. Mapa BPEJ

- Obr. 16. Hydrologická mapa
- Obr. 17. Revitalizace Borová – porovnání starého koryta s novým. Vlevo technicky upravené koryto před revitalizací, vpravo nové koryto po revitalizaci
- Obr. 18. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 19. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 20. Peřejnatý úsek, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 21. Pohled na pastvinu, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 22. Polovegetační tvárnice, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 23. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 24. Vegetační opevnění břehu, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 25. Pohled na pastvinu, zdroj: vlastní (31.7.2017)
- Obr. 26. Pohled na louku a pastvinu, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 27. Pohled na obec Borová, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 28. Vegetační opevnění břehu, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 29. Jednotlivé stromy, keře, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 30. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 31. Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korytě, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 32. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 33. Zpevnění dna kamenným pohozením, peřejnatý úsek, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 34. Zpevnění dna kamenným pohozením, peřejnatý úsek zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 35. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 36. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 37. Mokřad, zdroj: vlastní (2.11.2017)

- Obr. 38. Mokřad, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 39. Mokřad, liniová vegetace, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 40. Liniová vegetace, zdroj: vlastní (2.11.2017)
- Obr. 41. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 42. Zpevnění dna kamenným pohozením, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 43. Dnový substrát, šterk a písek, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 44. Upravenost trasy toku, zákruty, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 45. Polovegetační tvárnice, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 46. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 47. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 48. Upravenost trasy toku, meandrující, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 49. Mokřad, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 50. Mokřad, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 51. Charakter proudění, peřejnatý úsek, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 52. Most, silnice Chvalšiny – Brloh, zdroj: vlastní (8.4.2018)
- Obr. 53. Potok Borová za mostem, silnice Chvalšiny – Brloh, zdroj: vlastní (8.4.2018)

9.2 Seznam tabulek

Tab. 1. Negativní znaky nevhodných úprav toků a jejich důsledky

Tab. 2. Dlouhodobé průměrné teploty, klimatická stanice Brloh

Tab. 3. Dlouhodobé průměrné srážky, klimatická stanice Brloh

Tab. 4. Klasifikace hydromorfologického stavu na základě vypočtené hodnoty hydromorfologické kvality dle ČSN EN 15843

HEM 2014 - Hydroekologický monitoring Mapovací formulář

Název toku	ROBOVA
ID úseku	3376
Delka úseku (m)	1050 (VH)
Mapovatel	LOSOVA

Datum, čas	24. 2. 18
ID vodního útvaru	
Typ vodního útvaru	

Geometrické charakteristiky úseku			
Hranice úseku	Ričín km	Souradnice X (m)	Souradnice Y (m)
Dolní hranice			
Horní hranice			
Tvar údolí	Sourčská	Tvar V	Tvar U
(rozšířenou)			Neokvový
			Plochý
			Asymetrický

1. Upravenost trasy toku (TRA)			
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Pseudodílčí typ	Znamky napřimění	Znamky revidulace
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			
Divočící tok			
Rozvětvený tok			
Meadrující			
Zákruty			
Průmysl úsek			

2. Variabilita šířky korýta (VSK)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Minimum	Maximum
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Šířka korýta (m)	0,5	2
Šířka hladiny (m)		
Šířka údolní nivy		
L. břeh (m)		
P. břeh (m)		

3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)			
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	Uměle zvýšené	Uměle snížené
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			
0-1 m			✓
1-2 m		✓	
2-4 m			
4 a více m			

4. Variabilita hloubek v příčném profilu (NHP)			
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Maximum	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			
Vysoká		70	
Střední		15	
Nízká z důvodu úpravy korýta		15	

5. Dřevý substrát (DNS)			
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Skalni podloží	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			
Bahavý (256 mm a více)		10	
Kamenný (64 - 256 mm)		30	
Štěrk (2 - 64 mm)		20	
Písk (0,06 - 2 mm)		40	
Prach/bahně (méně než 0,06 mm)			
Raselinna			
Pevné živé dno			
Umělý substrát			

6. Upravenost dna (UDN)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Dno bez známek úprav		
Zpevnění dna kamenným dlažbou		
Zpevnění dna kamenným pohozem, romannou		30
Zpevnění dna betonem		15
Zakrvení, zakrytí toku		
Pravidelná prohlábká korýta/ zvýšené zahloubení přidávání splavenin a umělého substrátu		

7. Mrtvé dřevo v korýtě (MDK)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korýtě	10-15	
Intenzita odstraňování	žádné	občasné
		systematické

8. Struktury dna (STD)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Zádné pozorované struktury dna		
Lavice		
Ostrov		
Měšiny		30
Tůně		20
Perleje		
Skalni stupně		

9. Charakter proudění (PRC)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Vodopád		
Stupně, kaskáda		20
Peřejnatý úsek		
Slapový proud		20
Klouzavý proud		10
Tůně		

10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Dynamika bez změny		10
Trvalá regulace průtoků (hráz aj.)		
(rozsah %)		
Trvale vzdutí (jez aj.)		
(rozsah %)		
Periodické vzdutí (rozsah %)		10
Vypouštění (rozsah %)		
Odběry vody (rozsah %)		
Extrémně snížený průtok		
(% doby)		
Špičkování, rychlé zvyšování průtoků (% doby)		

* Zřetelné rozšíření jevu nebo úpravy
Procentuální rozsah výskytu jevu nebo úpravy v dané
úseku se zokrouhluje na celé desítky procent.
V případě lokálně omezeného, ale intenzivního
významného výskytu jevu se zaznamená hodnota 1%.

11. Podélná průchodnost korýta (PPK)			
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Počet výškových	Z toho počet	Z toho počet
Spolehlivost stanovení: <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		dobových	migrace
Úsek bez překážek		překážek	průchodných
Nízké stupně s výškou nižší než 0,3 m			
Stupně nebo jez s výškou 0,3 - 1 m			
Stupně nebo jez vyšší než 1 m			
Skluzy			
Propustek	2		2
Hráz			



5727 CR

9.3 Mapovací formulář

12. Upravenost břehu (UBR)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Břeh bez zřetelné úpravy	40	40
Vegetační opnutí břehu (zakrvení)	40	40
Vegetační opnutí břehu (kulatina)		
Rozpad, zpřirodění úpravy (pohoz, zához, rovnanina)		
Kamený pohoz, zához, rovnanina		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice	20	20
Zpevnění břehu		
Kamennou dlažbou		
Zpevnění břehu betonem		
Souvislá úprava profilu		

13. Břehová vegetace (BVG)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Přirozený les	20	20
Hospodářský les		
Liniová vegetace	60	60
Přerušované pásy vegetace		
Jednotlivé stromy, keře	20	20
Trávbylinná vegetace		
Ruderální společenstvo		
Břehy bez vegetace		

14. Využití přibřežní zóny (VUZ)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les	10	10
Louka	70	70
Pastvina	15	15
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Rotroušená zástavba		
Intravilan, průmysl	5	5

15. Využití údolní nivy (VNI)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		
Louka	80	80
Pastvina	10	10
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad	10	10
Zemědělská plocha		
Rotroušená zástavba		
Intravilan, průmysl		

16. Průchodnost inundačního území (PIN)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Výskyt	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Základní liniové stavby v nivě		
Liniové stavby napříč nivou – násypy komunikací aj.		
Povodňové hráze podél korýta	1	1
Liniové stavby vedené paralelně s korýtem, násypy komunikací aj.		
Odsazení hrází/válu od korýta		
Zkapacitnění korýta		

17. Stabilita břehu a boční migrace korýta (BMK)		
Zdroj dat: <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nártví akumulací	70	70
Dobře břehové nártže (do 5 m)	10	10
Rozšířené břehové nártže (nad 5 m)		
Dobře fluvijní akumulace (do 100 m ²)		
Rozšířené fluvijní akumulace (nad 100 m ²)		
Omezení bočního pohybu korýta		

Invazní druhy		
Zdroj dat: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	Druhy	Četnost
Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		1 – jednotky 2 – desítky 3 – stovky 4 – tisíce
Levý břeh		
Pravý břeh		

Fotodokumentace
 ID: fotogeografická struktura a úprava vztahující se k danému úseku:

Poznámky



Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



S F Z P C R

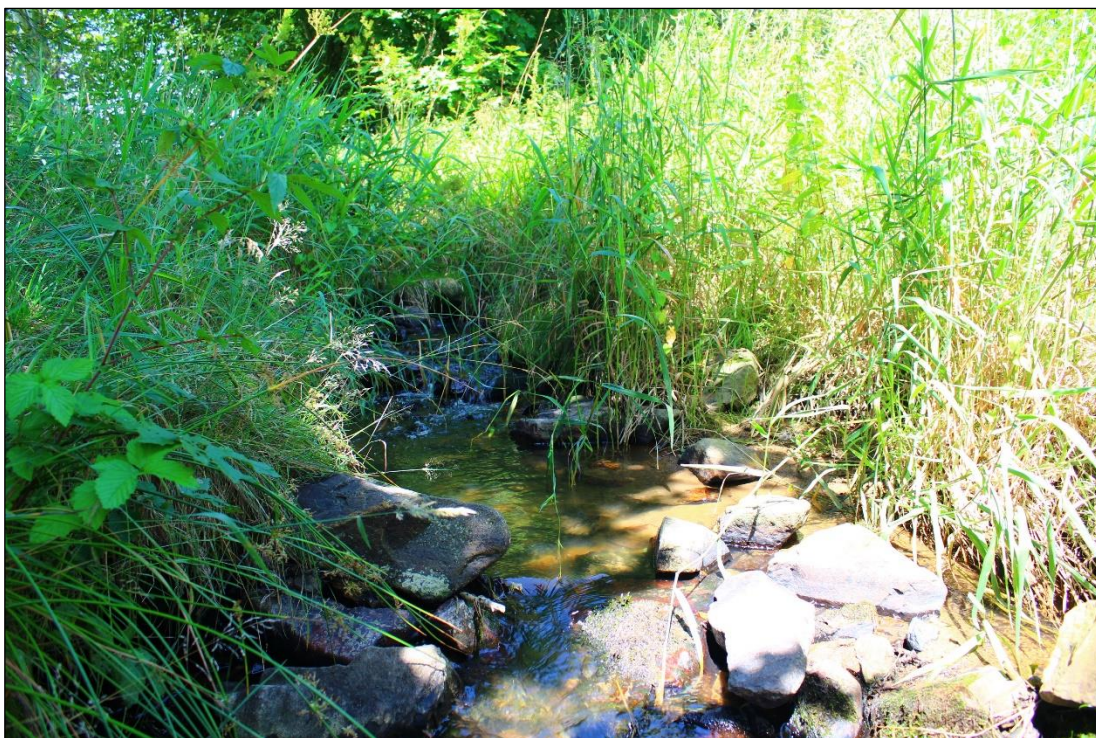
9.4 Fotografie z řešeného území



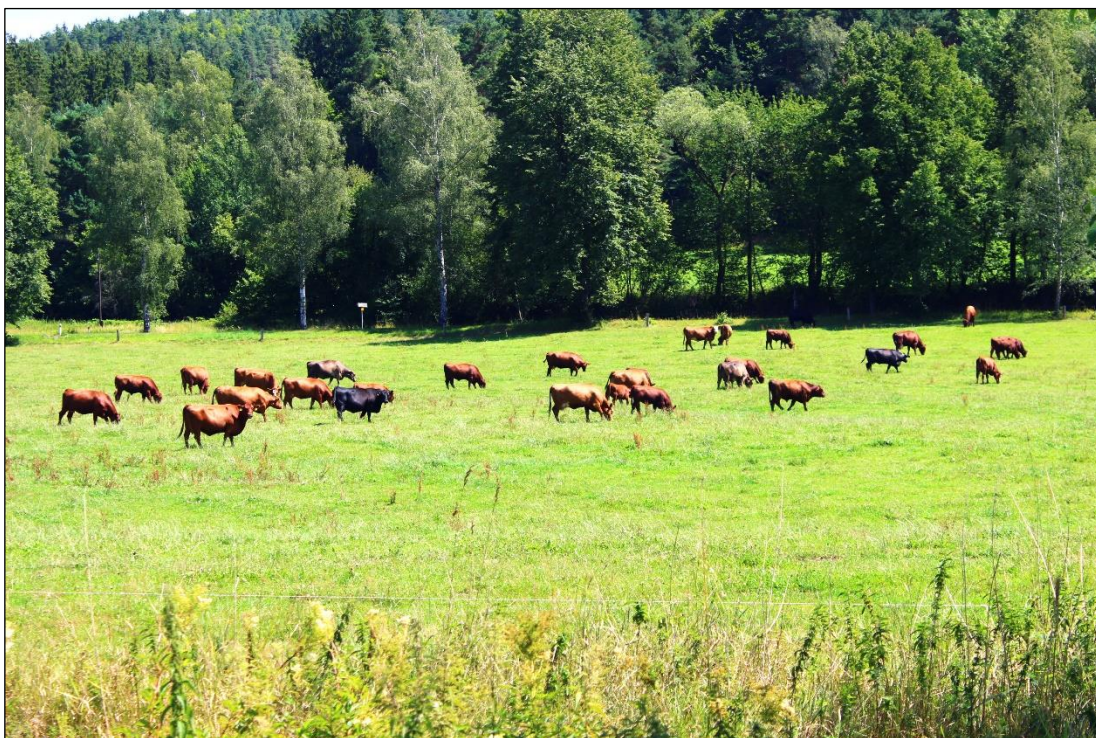
Obr. 18. Zpevnění dna kamenným pohozen, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 19. Zpevnění dna kamenným pohozen, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 20. Peřejnatý úsek, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 21. Pohled na pastvinu, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 22. Polovegetační tvárnice, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 23. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 24. Vegetační opevnění břehu, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 25. Pohled na pastvinu, zdroj: vlastní (31.7.2017)



Obr. 26. Pohled na louku a pastvinu, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 27. Pohled na obec Borová, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 28. Vegetační opevnění břehu, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 29. Jednotlivé stromy, keře, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 30. Zpevnění dna kamenným pohozem, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 31. Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korytě, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 32. Zpevnění dna kamenným pohozen, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 33. Zpevnění dna kamenným pohozen, přeřinatý úsek, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 34. Zpevnění dna kamenným pohozem, přejíznatý úsek zdroj: vlastní
(2.11.2017)



Obr. 35. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní
(2.11.2017)



Obr. 36. Zpevnění dna kamenným pohozen, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 37. Mokřad, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 38. Mokřad, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 39. Mokřad, liniová vegetace, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 40. Liniová vegetace, zdroj: vlastní (2.11.2017)



Obr. 41. Zpevnění dna kamenným pohozem, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 42. Zpevnění dna kamenným pohozem, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 43. Dnový substrát, štěrk a písek, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 44. Upravenost trasy toku, zákruty, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 45. Polovegetační tvárnice, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 46. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 47. Polovegetační tvárnice, drobné břehové nátrže (do 5 m), zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 48. Upravenost trasy toku, meandrující, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 49. Mokřad, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 50. Mokřad, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 51. Charakter proudění, peřejnatý úsek, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 52. Most, silnice Chvalšiny – Brloh, zdroj: vlastní (8.4.2018)



Obr. 53. Potok Borová za mostem, silnice Chvalšiny – Brloh, zdroj: vlastní (8.4.2018)