

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Vodní hospodářství a vodní stavby



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studie revitalizace Dvorečského potoka

Vyhotovil: Oldřich Peleška

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Koudelka, Ph.D.

Praha 2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Peleška Jméno: Oldřich Osobní číslo: 410072

Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství - K143

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie revitalizace Dvorečského potoka

Název bakalářské práce anglicky: Revitalization study of the Dvorečský stream

Pokyny pro vypracování:

V rámci bakalářské práce provedte studii revitalizace Dvorečského potoka v zatrubněném úseku v ř. km 2,93 - 3,72. Práci rozdělte na část rešeršní, v jejímž rámci že zaměřte na problematiku revitalizace drobných vodních toků, a na část praktickou, v níž provedte ideový návrh revitalizace zatrubněné části Dvorečského potoka. Ideový návrh provedte na základě terénního průzkumu a dostupných podkladů.

Seznam doporučené literatury:

Mareš, K., 1997. Úpravy toků – navrhování koryt. Praha: ČVUT v Praze.


Vrána, K., Dostál, T., Gergel, J., Kender, J., Zuna, J., 2004. Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu. Consult, MŽP, Praha, 60 s. ISBN 80-902132-9-4

Just, T. et al., 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. ZO ČSOP, MŽP, AOPK ČR, Praha, 359 s. ISBN 80-239-6351-1.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Petr Koudelka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 24.2.2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2016


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

24.2.2016
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Studie revitalizace Dvorečského potoka zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 20. 5. 2016

.....
Jméno Příjmení

Poděkování

Děkuji Ing. Petru Koudelkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji odbornému garantovi bakalářské práce za podnik Povodí Ohře s. p. Ing. Janu Jiráskovi za pomoc při zajišťování podkladů ke zpracování.

STUDIE REVITALIZACE DVOREČSKÉHO POTOKA

REVITALIZATION STUDY OF DVOREČSKÝ STREAM

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá studií revitalizace Dvorečského potoka, který se nachází u obce Poustka v Karlovarském kraji. Návrh revitalizace spočívá v odtrubnění toku v úseku ř. km 2,93 - 3,72. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V první části je zpracována teoretická rešerše, na jejímž základě je pak v druhé části proveden ideový návrh revitalizace. Součástí ideového návrhu je také řešení zachování funkčnosti plošného odvodnění okolních pozemků, zachování hospodářského přejezdu a navržení doprovodné vegetace.

Klíčová slova

Malé vodní toky, revitalizace toků, odtrubnění, vegetační doprovod, Dvorečský potok

Summary

This thesis deals with the study of revitalization of Dvorečský Stream, which is located near the village Poustka in the region of Karlovy Vary. The project deals with removal of a pipe in the km 2.93-3.72 section of the stream. The thesis is divided into two parts. The first part consists of a theoretical research. Then, in the second part, a conceptual design of the actual revitalization is made, based on the theoretical research in the first part of the thesis. The conceptual design includes also a solution for maintaining the functionality of the surface drainage of surrounding fields, maintaining the agricultural crossing and a design of accompanying vegetation.

Key words

Small streams, revitalization of streams, removal of pipes, accompanying vegetation, Dvorečský stream

1. Úvod	10
2. Cíl práce	11
3. Revitalizace	11
3.1. Obecné vymezení revitalizací.....	11
3.1.1. Definice	12
3.1.2. Důvody revitalizace vodních toků.....	12
3.1.3. Procesy vedoucí k obnově přirozeného rázu vodního prostředí	14
3.1.4. Významné efekty revitalizace vodního toku	16
3.2. Vývoj metod revitalizací	20
3.2.1. První etapa revitalizací.....	20
3.2.2. Druhá etapa revitalizací	22
3.2.3. Třetí etapa revitalizací.....	23
3.3. Vegetační doprovod.....	24
3.3.1. Návrh druhu výsadby	25
3.3.2. Plán výsadby.....	26
3.3.3. Výsadba	27
3.3.4. Následná péče	28
4. Charakteristika lokality	29
4.1. Klimatické poměry	30
4.2. Hydrologické poměry	30
4.3. Geologické a pedologické poměry	31
4.4. Popis stávajícího stavu toku	31
4.4.1. Trasa toku	31
4.4.2. Drenážní systém	32
4.4.3. Vlastnické vztahy	32
5. Ideový návrh revitalizace	33
5.1. Výpočty	33
5.1.1. Návrhový průtok.....	33
5.1.2. Kapacita koryta	35
5.1.3. Posouzení stability koryta	37
5.2. Návrh nového koryta	40
5.2.1. Trasa.....	40
5.2.2. Podélný profil	41
5.2.3. Příčný profil koryta	41

5.2.4.	Zavazovací pasy	42
5.2.5.	Túně.....	42
5.3.	Řešení drenáže.....	43
5.3.1.	Trubní přeložky	44
5.3.2.	Stávající zatrubnění toku	47
5.4.	Hospodářský přejezd.....	47
5.5.	Sloup vedení vysokého napětí.....	48
5.6.	Návrh doprovodné vegetace	48
5.6.1.	Výsadba	48
5.6.2.	Následná péče	49
6.	Závěr.....	50
7.	Použitá literatura	51
8.	Seznam tabulek a grafů	53
9.	Seznam obrázků	53
10.	Seznam výkresových příloh	53
11.	Seznam příloh	54
12.	Přílohy	55

1. Úvod

Voda a vodní toky jsou jedním z klíčových krajinnotvorných prvků v přírodě. S rozvojem společnosti nevyhnutelně nastala nutnost upravovat nebo regulovat vodní toky ať už kvůli zpřístupňování a ochraně zemědělské půdy, nebo později kvůli výrobě a průmyslu.

Technický rozvoj na konci 19. století umožnil provádění úprav vodních toků ve velkém měřítku. Důležitou roli při rozmachu regulací vodních toků hrály také katastrofální povodně na Vltavě v roce 1890, po kterých byla ve velké míře u toků úpravami zvyšována protipovodňová bezpečnost.

V pozdějších letech s rozvojem plošného systémového odvodnění zemědělské půdy byly upravovány ve velké míře také drobné vodní toky. Většinou se jednalo o napřímení toku a umožnění snadného napojení svodných drénů do recipientu. Výjimkou nebylo ani zatrubnění vodních toků z důvodu intenzivního zemědělství a zcelování pozemků. Důsledkem je skutečnost, že v České republice je nyní jen velmi málo přirozených vodních toků.

V 70. a 80. letech 20. století se navíc v zemědělství začala ve velké míře používat chemická hnojiva, což mělo za následek výrazné zhoršení kvality vody, a tudíž velmi negativní dopad na tok jako ekosystém.

Vodohospodářské revitalizace se ve světě rozvíjejí přibližně od 70. let 20. století. U nás byly první pokusy o nápravu nevyhovujícího stavu některých toků zahájeny v roce 1992, kdy byl usnesením č. 373 vlády České republiky schválen Program revitalizace říčních systémů s cílem obnovení přirozené funkce vodních toků v krajině, včetně zajištění podmínek pro přirozené biologické oživení toku. Jedná se tedy o mladý obor, který se neustále vyvíjí, stejně jako názory na vhodně provedenou revitalizaci.

V oboru vodohospodářských revitalizací je rovněž velmi složité stanovit obecnou metodiku revitalizačních zásahů, jelikož každý tok je jedinečný, stejně tak jako přírodní podmínky v jeho okolí. Při řešení je tedy nutné přistupovat k problému komplexně a zaměřit se nejen na vodní tok, ale i na potoční nivu. Ideálně však na celé povodí.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vypracovat studii revitalizace Dvorečského potoka, která spočívá v odtrubnění úseku toku v ř. km 2,93-3,72.

Práce je rozdělena na část rešeršní a praktickou. Rešeršní část se zabývá problematikou revitalizací drobných vodních toků. Jedná se především o efekty revitalizačních úprav, dále pak o vývojové etapy a vegetační doprovod, jenž je nedílnou součástí revitalizací.

Praktická část práce spočívá v ideovém návrhu revitalizace zatrubněné části toku. Ten vychází z teoretického základu, který je zpracován v první části práce. Návrh zároveň musí splnit podmínku zachování funkčnosti plošného odvodnění na přilehlých pozemcích a také zachování hospodářského přejezdu přes trasu potoka. K návrhu jsou použity mapové podklady z portálu ČUZK, původní projekt zatrubnění se zakreslením drenážního systému, geodetické zaměření současného stavu a terénní průzkum. Dále jsou pak použita data z hydrotechnických výpočtů a hydrogeologického průzkumu lokality získaná rovněž z původního projektu zatrubnění.

3. Revitalizace

V této teoretické části budou nastíněny základní principy revitalizací a následně pak shrnut dosavadní vývoj přístupu k návrhům revitalizačních zásahů v České republice.

3.1. Obecné vymezení revitalizací

K pochopení problematiky revitalizací je nutné tento pojem nejprve definovat. Dále budou řešeny důvody revitalizací toků, samotné revitalizační procesy a také efekty, kterých jimi chceme dosáhnout.

3.1.1. Definice

Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky (AOPK) uvádí následující definici: „*Revitalizace je obnova v minulosti nevhodně technicky upravených koryt vodních toků směrem k původnímu, přírodě blízkému stavu ... Cílem revitalizací je obnovení nebo zlepšení ekologické funkce vodních toků v krajině*“ (AOPK, 2016). Tuto definici je však nutné upřesnit, protože při posuzování, zda je technická úprava koryta malého vodního toku vhodná či nevhodná, záleží na úhlu pohledu. Z pohledu AOPK je každá regulační úprava vodního toku nevhodná. Naopak z pohledu protipovodňové ochrany intravilánu při řešení obcí většinou není jiná možnost než zajistit rychlé odvedení vody z území napřímením koryta, výrazně zvýšit průtočnou kapacitu a omezit tak škody způsobené povodňovými průtoky (Vrána, 2004).

Některé technické úpravy ale za dobu své existence již ztratily svůj účel. To může být způsobeno například změnou způsobu hospodaření na přilehlých pozemcích. V takových případech je vhodná revitalizace toku včetně přilehlého území (Šlezingr, 2009).

3.1.2. Důvody revitalizace vodních toků

Jedním z důvodů k revitalizačnímu zásahu jsou již zmíněné nevhodné technické úpravy koryta toku, které byly prováděny v souvislosti s protipovodňovou ochranou území v okolí toku, nebo jako opatření k usnadnění hospodaření na přilehlých pozemcích. Z hlediska úprav se jedná především o napřimování trasy toku, tuhé (v mnoha případech betonové) opevnění dna a svahů koryta a vyrovnání podélného sklonu do jednotné úrovně. Tato opatření vedla k vytvoření prizmatického koryta s nízkou drsností, což výrazně zvyšuje rychlost odtoku vody a snižuje tak zásobu vody v krajině. Kvůli tuhému opevnění koryta je také téměř znemožněn kontakt vody v toku a podpovrchové vody v přilehlém území (Šlezingr, 2009).

V některých místech, především v extravilánu, se setkáváme s příliš vysokým stupněm ochrany okolních pozemků v souvislosti s velikostí návrhového průtoku. Tyto návrhy vychází z tabulky uvedené v dnes již neplatné normě ČSN 73 6823 z roku 1984.

Tabulka 1. Návrhové průtoky podle ČSN 73 6823

Souvislá zástavba, průmyslový areál, významné liniové stavby	$>Q_{50}$
Velmi cenná půda, vinice, chmelnice apod.	$>Q_{20}$
Orná půda	Q_5-Q_{20}
Louky a lesy	Q_2-Q_5

zdroj: Mareš, 1997, str. 13

Zde uvedené návrhové průtoky jsou z dnešního pohledu velmi nadhodnocené. Jedná se především o území luk a lesů, kde jsou koryta navrhována na kapacitu dvou až pětiletého průtoku. Často také došlo ke změně využívání zemědělské půdy a v současné době se jedná o oblast louky se zabezpečením na dvacetiletou povodeň.

Dnes je brán půlletý až jednoletý průtok v těchto oblastech za dostatečný s tím, že se předpokládá s vybřežením při povodňových průtocích, a tudíž se snížením kulminačního průtoku v místech níže na toku (Šlezinger, 2009).

Dalším významným důvodem pro revitalizaci toku je podle Šlezingra (2009) špatná kvalita vody v toku. Tento stav nastává při dlouhodobém zatěžování vodního toku vypouštěním nečištěné nebo nedostatečně čištěné odpadní vody, nebo zbytky hnojiv, které se do toku dostávají smyvem, případně drenážním systémem, ze zemědělských pozemků kolem toku. Znečištění vodního toku může mít za následek až vyhynutí veškeré fauny v ekosystému vodního toku.

Při regulačních úpravách toků docházelo často k vykácení porostů na břehových hranách kvůli usnadnění provádění údržby koryta. Vegetace v okolí toku ale hraje velmi významnou roli a nevhodný vegetační doprovod může způsobit vážné problémy celého ekosystému vodního toku. Vhodný vegetační doprovod naopak pomáhá k vytvoření ekologické stability v krajině. Proto je chybějící nebo nevhodný vegetační doprovod dalším významným důvodem pro revitalizaci toku. Součástí projektu by mělo být i odborné zhodnocení stávajícího stavu, na jehož základě by měl být vhodně proveden návrh nové výsadby (Šlezinger, 2009; Vrána, 2004).

3.1.3. Procesy vedoucí k obnově přirozeného rázu vodního prostředí

Rozlišujeme čtyři hlavní procesy vedoucí k obnově přirozeného rázu vodního prostředí. Prvním je dlouhodobá samovolná renaturace, druhým postupná renaturace korekční údržbou, třetím pak renaturace povodněmi a čtvrtým technická revitalizace.

Samovolná renaturace

Samovolná renaturace probíhá především degradací technických úprav toku. Jedná se zejména o rozpad materiálu opevnění, který je způsoben proudící vodou nebo činností rostlin a živočichů. Délka trvání tohoto procesu je závislá především na druhu opevnění koryta. U betonového opevnění se může jednat až o desítky let, přičemž ani po této době nebude pravděpodobně koryto přirozené, protože části opevnění budou dál plnit svou funkci. Samovolná renaturace je také spojena se zanášením upravených koryt splaveninami a zarůstáním vegetací. Zde je velmi důležité, aby ze strany správce vodního toku nedocházelo k čištění koryta a tím k přerušení žádoucích procesů. Renaturace však není vždy optimálním řešením. V případě zahloubených upravených toků má koryto tendenci se dál přirozeně zahlubovat a je tedy nutné přistoupit k technické revitalizaci (Just, 2003; AOPK, 2012; Just, 2005).

Podle Justa (2005) dosahuje samovolná renaturace i přes značně dlouhou dobu trvání velmi vysokého revitalizačního účinku a při návrhu technické revitalizace by se z ní mělo v co nejvyšší míře vycházet.

Postupná renaturace korekční údržbou

Tento druh revitalizace spočívá v podpoře samovolné renaturace vhodnými zásahy. Především se jedná o zásahy vedoucí k rozvlnění proudnice a tím i samotného koryta. Toho lze docílit střídavým umístováním velkých kamenů ke břehům toku nebo vysazováním vrbových porostů do paty svahu. Výsledkem je podpora stranové eroze způsobující kýžený efekt rozvlnění trasy (Just, 2005).

Renaturace povodněmi

Tyto procesy jsou nastartovány - jak je patrné již z názvu - povodňovými průtoky. Ty mohou u upravených koryt způsobit dnové prohlubně, břehové nátrže a v některých případech i destrukci těžkého opevnění. Zničení stávajícího opevněného koryta je však jen začátkem a k dosažení přírodě blízkého stavu koryta je nutné provést technickou revitalizaci. K té je ale možné přistoupit jen v případě, že neexistuje závažný důvod pro rekonstrukci původního opevnění. Takovým může být například vedení toku v intravilánu obce či v blízkosti inženýrských staveb, kde je prvořadá ochrana majetku. V případě že se přistoupí k technické revitalizaci, obsahuje řešení dva zásadní kroky. Prvním je odstranění zničeného opevnění z koryta toku, druhým pak řešení významného zahloubení toku způsobeného průchodem povodňového průtoku. Vzhledem k tomu, že oprava významně zahloubeného koryta je velmi komplikovaná, často se přistupuje k vytvoření nového koryta mimo stávající tok podle zásad technických revitalizací (Just, 2003; Just 2005).

Technické revitalizace

Tímto termínem jsou označována stavebně-technická opatření sloužící k odstranění negativního dopadu dřívějších regulačních úprav vodního toku, což by mělo vést k opětovnému přiblížení se k přírodní podobě koryta. Jedná se především o přirozené rozvlňování trasy toků a snížení přehnaně vysoké kapacity koryt, čímž dochází k podpoře rozlivu vysokých průtoků v údolních nivách a tím k obnově přirozené transformace povodňové vlny. Dále pak o tvorbu nebo obnovu vodních biotopů v nivách, jimiž jsou tůně a mokřady. V neposlední řadě pak dochází k revitalizacím nevhodně odvodněných ploch a tím k zvýšení zásoby vody v půdním profilu (Just, 2005).

Revitalizace vodních toků jsou zahrnuty v plánu oblasti povodí jednotlivých správců vodních toků. Pro usnadnění posouzení naléhavosti revitalizačních úprav v rámci povodí je možné použít tabulku orientačního hodnocení stavu dílčích homogenních úseků vodního toku (viz příloha č. 1.) Jedná se o jednoduchý systém bodování toku, kde má každé kritérium stejnou váhu. Vyhodnocení stavu toku pak probíhá tak, že čím je součet bodů vyšší, tím vzdálenější je podoba koryta od přírodního stavu a potřeba

revitalizace je tak naléhavější. Je ovšem nutné zdůraznit, že se jedná jen o orientační pomůcku, která může sloužit jako jeden z podkladů pro rozhodování o provedení revitalizace. Tuto tabulku také nelze uplatňovat na komplexní hodnocení celého toku, ale jen na dílčí úseky (Just, 2005).

3.1.4. Významné efekty revitalizace vodního toku

Jedná se o příznivé dopady revitalizačních úprav na vodní tok. Dosažení níže uvedených efektů je ovšem ve velké míře závislé na přírodních podmínkách, ve kterých se tok nachází a u každé revitalizace je tak jednotlivých efektů dosaženo různou měrou.

Zvětšení omočeného, respektive biologicky aktivního povrchu koryta

Zvětšení omočeného obvodu - dosažené odstraněním málo členitého opevnění dna a břehů dlažbou či betonem - zlepšuje podmínky pro osídlení povrchu břehů a dna společenstvy vodních organismů. Tato společenstva jsou základem biodiverzity vodního toku a jejich činností dochází k odstraňování organického a anorganického znečištění protékající vody (Just, 2005).

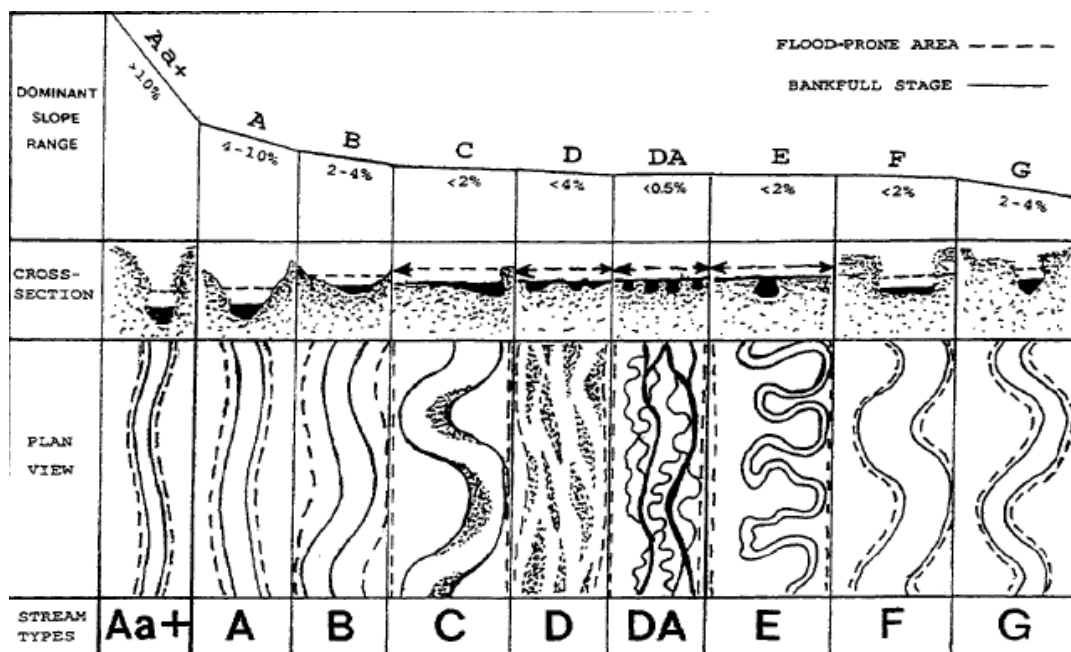
V souvislosti s těmito biologickými a dalšími fyzikálními a chemickými procesy mluvíme o samočisticí schopnosti vodního toku, jež je závislá na intenzitě a době kontaktu s organismy na povrchu koryta. Dobu kontaktu je možné prodloužit zpomalením proudění, čehož lze dosáhnout prodloužením trasy a s tím související změnou podélného sklonu, dále pak také zdrsněním povrchu koryta (Just, 2005).

Prodloužení trasy a doby průtoku vody korytem

Při technických úpravách docházelo ke snižování doby průtoku vody napřimováním trasy toku. Při revitalizačních úpravách je tedy snaha tyto úseky toků opět rozvlnit, čímž dojde k zvětšení délky toku. Prodloužením trasy společně se zdrsněním dna a břehů tak dojde k prodloužení doby zdržení vody v korytě. Rychlost průtoku vody korytem je možné dále ještě více zpomalit vybudováním tůní na toku, kde bude docházet ke zdržení vody vlivem rozšíření průtočného profilu (Just, 2005).

Při návrhu rozvlnění trasy vodního toku hraje významnou roli sklon údolí. Platí pravidlo, že čím je sklon údolí větší, tím má tok menší tendenci se vlnit. K výraznějšímu rozvlnění dochází až při sklonu menším než přibližně 2% (viz obr. 1).

Obr. 1 Znárodnění vlivu podélného sklonu na vlnitost toku



zdroj: Rosgen, 1994, str. 174

Při návrhu trasy revitalizovaného toku je nutné k tomuto faktu přihlédnout a v případě velkého sklonu údolí nenavrhovat meandrující tok. Prodloužení doby proběhu korytem je pak docíleno pouze zvětšením drsnosti (Rosgen, 1994).

Obnovení členitosti dna a podélného profilu koryta

Upravené toky byly budovány s jednotným sklonem dna v jednotlivých sklonových úsecích. Vyrovnání sklonu bylo dosaženo budováním spádových objektů, například prahů, stupňů a jezů. Obnovení členitosti dna a podélného profilu má význam především v obnovení proudných (brody a přeje) a tišinných (tůň) míst toku. K obnovení členitosti podélného profilu dochází při budování nové trasy toku. Nový podélný profil by měl kopírovat tvar terénu, což způsobí střídání úseků s různým sklonem a nemělo by docházet ani k nežádoucímu velkému zahlobnutí koryta pod terén. Členitost dna lze obnovit budováním brodů či přejejí v přechodech oblouků a

tůní v nárazových vrcholech oblouků. Strukturu dna si vodní tok následně dotvoří sám. V případě, že není budována nová trasa toku, je zvětšení členitosti dna dosaženo vkládáním kamenných výstupků do dna (Just, 2005).

Zvětšení zásoby nivní vody

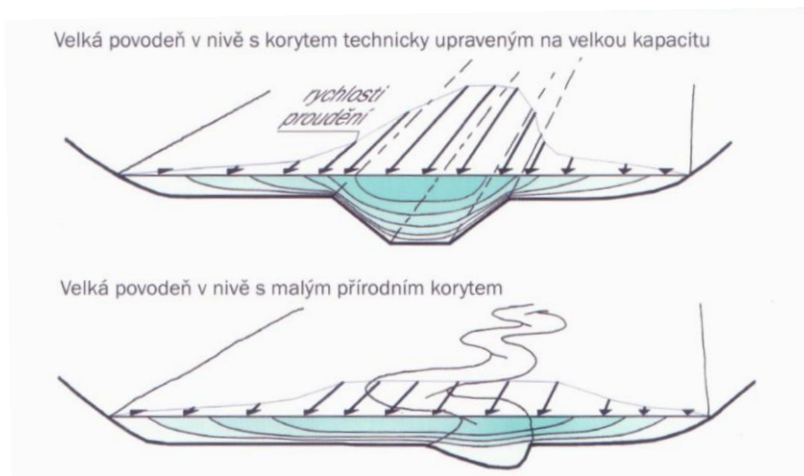
Významnou položku z hlediska ochrany zásob vody v krajině tvoří objem mělké podzemní vody v nivě. Ta je ale zahloubenými upravenými koryty a drenážními systémy odváděna co nejrychleji pryč z území. Revitalizační zásahy by tak měly opět zmenšit hloubku koryta a tím zvýšit úroveň hladiny podzemní vody v nivě. Účinnost zásahu ovšem ve velké míře závisí na vlastnostech zeminy, především na její objemové hmotnosti, ulehlosti a pórovitosti (Just, 2003).

Tlumení průběhu povodňových průtoků rozlivem v nivě

Technicky upravená koryta byla navrhována s velkou průtočnou kapacitou, která sice ochrání dané území před povodněmi, ale způsobí zhoršení povodňové situace níže na toku, kde může v případě soutoku více vodotečí dojít k sčítání povodňových průtoků a tím k významnému zvýšení kulminačního průtoku. V současné době se k protipovodňové ochraně přistupuje diferencovaně. Koryta v intravilánu obcí jsou dále navrhována s velkou průtočnou kapacitou zajišťující dostatečnou ochranu majetku. Naopak ve volné krajině je od velkokapacitních koryt ustoupeno a vodě je umožněn rozliv na pozemky, které již nejsou hospodářsky využívány, nebo u kterých nejsou rozlivem způsobené velké škody. Dochází tak k žádoucí transformaci povodňové vlny a tím je přispíváno k posílení ochrany sídel ležících níže na toku (Just, 2005).

Rozliv průtoku do nivy má i další příznivý efekt a tím je snížení rychlosti proudění vody (viz obr. 2). Mělké revitalizované koryto je tak při povodních vystaveno působení nižších průřezových rychlostí, což přispívá k posílení jeho přirozené stability. Méně kapacitní koryto tak často odolává extrémním průtokům lépe, než technicky upravené, výrazně více opevněné koryto (Just, 2005).

Obr. 2 Schematické znázornění rychlostí proudění v nivě během povodně



zdroj: Just, 2005, str. 97

Obnovení migrační prostupnosti koryta

Migraci ryb technicky upraveným vodním tokem brání především příčné spádové objekty (výška je závislá na druhu ryby a podobě koryta v okolí objektu), malé hloubky vody při snížených průtocích v korytě a zatrubněné úseky. V případě spádových objektů lze prostupnost řešit pomocí rybích přechodů nebo nahrazením jezu či stupně balvanitým skluzem. Zmenšením rozměrů koryta se pak zvýší hloubka a sníží rychlost protékající vody, což má rovněž příznivý účinek na migrační prostupnost. K zprůchodnění zatrubněných úseků je nutná celková revitalizace, při které je provedeno odtrubnění a vytvoření nového koryta (Just, 2005).

Migrační prostupnost má však smysl obnovovat jen na tocích, kde opravdu k migraci ryb dochází. Je proto vhodné provést nejprve ichtyologický průzkum daného toku.

3.2. Vývoj metod revitalizací

Od počátku provádění revitalizací v České republice až dodnes je možné vymežit 3 vývojové fáze (etapy) provádění revitalizací. Nelze je vymežit přesně časově, liší se však v přístupu k revitalizačním úpravám toku, a tudíž i v pohledu na správné provedení revitalizace malého vodního toku. Především v počátcích byla velkým problémem odborná nepřipravenost českých vodohospodářů, s čímž souvisel i nedostatek odborných publikací. S postupným získáváním znalostí v oboru revitalizací pak ale byly přístupy k řešení revitalizací upravovány (Vrána, 2015).

Při návrhu revitalizačních opatření je nutné počítat s určitými omezeními. Jedním z nich je vlastnictví pozemků v okolí toku. Řešení výkupu pozemků je stěžejní pro možnost provedení revitalizace především u druhé a třetí etapy revitalizací. Dalším omezením vyskytujícím se především při revitalizování toku vedoucího zemědělsky využívaným územím pak může být nutnost zachování funkčnosti plošného odvodnění okolních ploch. V neposlední řadě je pak nutné zabývat se vedením inženýrských sítí včetně ochranných pásem.

3.2.1. První etapa revitalizací

Při revitalizacích během první etapy docházelo k úplnému zachování parametrů stávajícího koryta. Trasa, průtočná kapacita i opevnění koryta zůstalo nezměněno. Revitalizačního efektu mělo být dosaženo snížením průtočné rychlosti, což způsobí ukládání sedimentu v korytě, pomocí vkládání příčných objektů do toku. Konkrétně se jednalo o kamenné pasy a skluzy, dřevěné pasy, nadzvedané meliorační desky, usměrňovací výhony z tyčoviny nebo vložené kameny. Toto řešení ovšem způsobilo to, že později často docházelo k typizaci úprav. Návrh revitalizací tak postrádal potřebný individuální přístup při řešení. Vegetační doprovod byl řešen zachováním současného stavu nebo liniovou výsadbou na břehové hraně (Vrána, 2004).

Výhody

Hlavní výhodou první etapy revitalizací představuje skutečnost, že vzhledem k zachování stejné trasy koryta nebylo nutné zabývat se výkupem pozemků, neboť majetkoprávní vztahy byly vyřešeny již před provedením regulačních úprav. Také vyústění svodné drenáže do toku bylo vyřešeno již během předchozích úprav a jeho podoba zůstala zachována. Další výhodou bylo zachování podoby opevnění koryta. Nebylo tak nutné vypořádávat se s jeho odpisem a likvidací. Vzhledem k tomu že revitalizace toku spočívala ve vkládání příčných objektů do koryta, byla výstavba jednoduchá a rychlá. To vše vedlo k nízké finanční náročnosti revitalizačních akcí (Vrána, 2004).

Nevýhody

Z dnešního pohledu jednoznačně převládají nevýhody nad výhodami. Výsledky revitalizací první etapy tak jsou dnes často hodnoceny jako špatné. Vzhledem k zachování velké kapacity koryta není při nízkých průtocích zachována dostatečná hloubka vody v korytě ani v podjezí objektů. Dochází tak k proudění s malou hloubkou a velkou rychlostí, což znemožňuje migraci ryb, ukládání sedimentu a negativně ovlivňuje hladinu podzemní vody v okolí vodního toku. Negativní účinek na hladinu podzemní vody spočívá především v drénování území výrazně zahloubeným vodním tokem. Problémy se také objevují u příčných objektů, které jsou ve většině případů obtékány nebo podtékány a nezpůsobují tak dostatečné vzdutí. Při povodňových průtocích pak často dochází k jejich destrukci způsobené velkou rychlostí proudění v korytě. Objekty jsou také většinou umístovány pravidelně ve stejných vzdálenostech od sebe, což vede ke značné uniformitě toku. Ideálním řešením není ani jednostranná liniová výsadba na břehové hrany, neboť není nijak napojena na jinou vegetaci v krajině a nefunguje ani jako úkryt pro živočichy (Vrána, 2004).

3.2.2. Druhá etapa revitalizací

Vzhledem k faktu, že druhá a třetí etapa revitalizací vycházejí z velmi podobných principů, jsou návrhové parametry druhé etapy revitalizací používány i v současnosti. U revitalizací prováděných ve druhé etapě je vybudována nová trasa toku vedle stávajícího koryta tak, aby splnila kýžené revitalizační efekty. Navrhuje se tedy rozvlněná trasa, která zajistí prodloužení toku a snížení podélného sklonu. Podoba nové trasy by se měla inspirovat podobou vodního toku před regulační úpravou. K rozvlnění trasy je ovšem nutné mít k dispozici dostatečně široký pás území, kde se vzhledem k plánovanému častému vybřežení toku nenacházejí žádné objekty nebo není území intenzivně zemědělsky využíváno. Úskalí spočívá ve výkupu těchto pozemků od stávajících majitelů, kterých je - vzhledem k liniovému charakteru stavby - většinou několik. Staré koryto se z části zasype výkopkem získaným hloubením nového koryta. V některých místech se staré koryto nezasypává a vytvoří se zde tůň. Důvodem je jednak menší objem výkopku, než je objem potřebný na zasypání celého starého koryta. Dále je pak vhodné využít tůň pro zaústění svodné drenáže. Nový vodní tok by měl staré koryto křížovat co nejméně. V případě křížení je pak těmto místům nutné věnovat velkou pozornost. Přejechod přes starou trasu musí být dostatečně opevněn, aby nedošlo k prolomení břehu a napojení nové trasy toku zpět do původního koryta. Dalším problémem, který vyžaduje řešení, je podchycení drenážního systému okolních pozemků, z kterého je nutné vodu vždy někam odvést. Musí tak být zajištěno napojení svodných drénů do toku. To může být realizováno například vyústěním drenáže nad hladinou tůň. Další možností je realizace přeložky drenáže vedené v menším sklonu, následné otevření koncové části přeložky a napojení přímo do toku. Toto řešení je vhodné především v místech s vyššími sklony údolí v okolí toku (Vrána, 2015).

Příčný profil koryta se navrhuje málo kapacitní, ve většině případů na třicetidenní až půlletý průtok, výjimečně až na průtok jednoletý. Tvar příčného profilu se navrhuje jako miskový s přibližně dvojnásobně větší šířkou než hloubkou. Dno koryta se nachází přibližně do úrovně 0,5 metru pod povrchem terénu (Vrána, 2004).

Součástí revitalizace je také vhodnější návrh doprovodné vegetace. Vzhledem k nutnosti výkupu širšího pásu pozemků v okolí toku je možné provádět nepravidelnou skupinovou výsadbu střídavě po obou březích toku (Vrána, 2015).

Výhody

V důsledku prodloužení trasy, zmírnění podélného sklonu a větší drsnosti koryta dochází k snížení rychlosti proudící vody, což společně s menšími rozměry koryta zajišťuje dostatečnou hloubku vody i při nízkých průtocích. Chybějící tvrdé opevnění koryta (například betonové prefabrikáty) pak umožňuje lepší interakci vody v toku s podzemní vodou v okolí a také dodatečné přetváření toku, čímž se tok stále více přibližuje své přírodní podobě v dané lokalitě. Vzhledem k malé kapacitě koryta a s tím spojeným brzkým vybřežením, nedochází ve většině případů k poškození koryta při průchodu povodňových průtoků. Také při řešení vegetačního doprovodu je vzhledem k ekosystému toku mnohem vhodnější nepravidelná skupinová výsadba než jednostranná liniová (Vrána, 2004).

Nevýhody

Hlavní nevýhodou proti první etapě revitalizací je výrazně vyšší celková cena akce. Náklady na provedení stavby se výrazně zvyšují kvůli nutnosti výkupu pozemků. Může ale také nastat situace, kdy některý z majitelů pozemku odmítne prodej, což většinou způsobí ustoupení od záměru provedení revitalizace, neboť ponechání části regulovaného toku v revitalizovaném úseku výrazně sníží výsledný revitalizační účinek. Další finančně náročnou položkou je likvidace opevnění starého koryta. Odpisy opevnění jsou dnes již řešeny odprodejem za symbolickou cenu. V neposlední řadě zvyšuje finanční nákladnost akce výsadba a následná péče o vegetaci, která by měla být zajištěna v rozsahu 3 - 5 let po výsadbě. Dále pak vzhledem k pomalému působení přírodních procesů na koryto dochází k dotvarování a změnám v trase toku ještě dlouho po kolaudaci stavby, tedy po jejím právním a finančním uzavření (Vrána, 2004).

3.2.3. Třetí etapa revitalizací

Třetí vývojová etapa revitalizací vychází z principů etapy druhé, které však dále rozvíjí. Hlavním principem je řešení revitalizace celé údolní nivy, ideálně však celého povodí a ne jen samotného vodního toku. Zásady úprav toku se od předchozí etapy nijak neliší. Stejně jako ve druhé etapě je navrhována rozvlněná trasa toku s neopevněným nebo jen lehce opevněným, málo kapacitním korytem. Staré koryto je z části zahrnuto

výkopkem a z části jsou zde vytvořeny tůně. Posun přichází v přístupu k návrhu vegetačního doprovodu. Zde se sice opět vychází z principů používaných v předchozí etapě, snahou však je napojit novou výsadbu na již stávající vegetaci v okolním území. Takové řešení je však náročné na výběr toku s vhodnými podmínkami pro takto komplexní provedení výsadby (Vrána, 2004).

Výhody

Výhody jsou stejné jako v případě druhé etapy revitalizace. Jedná se především o snížení rychlosti proudící vody, zajištění dostatečné hloubky při nízkých průtocích, kontakt vody v korytě s podzemní vodou v okolí toku, možnost samovolného dotváření trasy a díky brzkému vyběžení při povodňových průtocích také ochranu stability koryta. Napojení vegetačního doprovodu na stávající vegetaci v území pak umožňuje snadnější migraci živočichů (Vrána, 2004).

Nevýhody

Nevýhody opět spočívají především ve finanční náročnosti akce spojené s výkupem pozemků, likvidací starého opevnění a náklady spojené s výsadbou a údržbou vegetace (Vrána, 2004).

3.3. Vegetační doprovod

Při návrhu revitalizace vodního toku je součástí projektu také návrh výsadby. Ta významně přispívá k zvýšení ekologické stability v krajině. K dosažení tohoto cíle je však nezbytné řídit se při návrhu několika zásadami, které zde budou následně uvedeny. Kromě návrhu nové výsadby by ale zároveň měla být v co největší míře zachována stávající vegetace, která je pak jen vhodně doplněna (Vrána, 2004).

3.3.1. Návrh druhu výsadby

Při návrhu druhu výsadby je nejprve nutné řešit její umístění v krajině a požadovaný účel. Žádoucí je provádět výsadbu například na erozně ohrožených svazích, kdy kořenový systém dřevin zvýší jejich stabilitu. Rovněž je vhodná výsadba na mezích mezi zemědělskými pozemky. Naopak by neměla být prováděna výsadba stromů v zamokřených lokalitách, kde je zamokření žádoucí, neboť dřeviny mohou způsobit odvodnění tohoto území a tím zánik mokřadního ekosystému. Dále pak není vhodné vysazovat vegetaci v otevřené krajině, kde dochází k výskytu druhů hnízdících na otevřeném prostranství luk či polí. Při řešení umístění výsadby může dojít k několika konfliktům a to především kvůli ochranným pásmům vedení inženýrských sítí, kde platí omezení nebo úplný zákaz výsadby, nebo z důvodů plošného drenážního systému. Při návrhu vegetačního doprovodu na pozemcích, kde je požadavek na zachování funkčnosti plošného odvodnění, je prováděna převážně výsadba keřů, protože kořenový systém stromů by mohl způsobit ucpání drénů a tím narušit jejich funkčnost (Čížková, 2008).

Dále pak musí být vybrán vhodný charakter dřevin pro zajištění požadované funkce vegetačního doprovodu. Pokud je cílem vytvoření úkrytů pro živočichy, měla by být výsadba tvořena hustým keřovým porostem ve více řadách, čímž je dosaženo potřebné minimální šířky pásu (přibližně 5 metrů). Naopak v případě požadavku na zastínění přilehlých ploch například z důvodu pastvy se doplňuje keřové patro výsadbou stromů. Při výsadbě stromů je mezi nimi nezbytné dodržovat odstupy, aby nedocházelo k výraznému zastiňování keřového patra a tím k jeho řídnutí (Čížková, 2008).

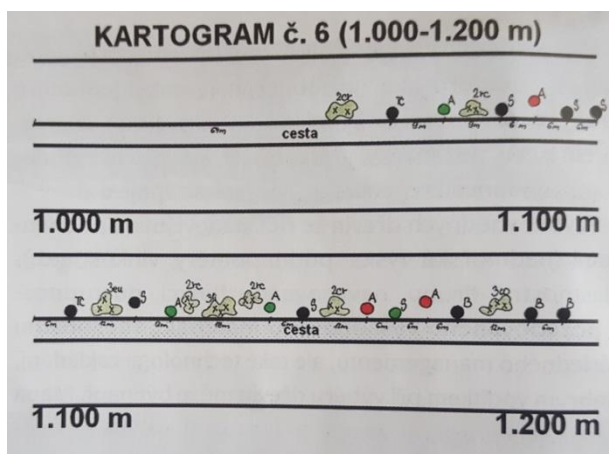
Při výběru dřevin jsou upřednostňovány autochtonní druhy. Autochtonní druhy jsou původní dřeviny, které se evolučně adaptovali na specifické podmínky v daném regionu, jako jsou půdní a meteorologické poměry nebo škůdci a nemoci. Pro výsadbu geograficky nepůvodních rostlin v krajině je nutné povolení orgánů ochrany přírody. Při volbě vegetace je nutné uvážit nadmořskou výšku, půdní a vlhkostní poměry oblasti a požadovanou funkci vegetace. Dalším důležitým faktorem při výběru dřevin je také dostupnost sazenic na trhu a s tím spojené pořizovací náklady. Na základě těchto parametrů je pak možné vybrat vhodné dřeviny. Při výběru je možné řídit se například mapou potenciální přirozené vegetace zpracovanou Z. Neuhäuslovou a kolektivem

v roce 1998 nebo katalogem biotopů ČR vydaným agenturou AOPK v roce 2001, jehož autory jsou M. Chytrý, T. Kučera a M. Kočí. V současné době již také existují i jednoduché databázové programy jako například Arboreus (Čížková, 2008; Šindelář, 2005).

3.3.2. Plán výsadby

Jedná se o situační výkres s naznačením umístění výsadby doplněný tabulkou, kde je uveden přehled sadebního materiálu s názvy dřevin v latině, jejich množstvím, stářím a spony. Dále je pak vhodné zakreslit ochranná pásma, kde je výsadba omezena či zcela zakázána. Situační výkres je obvykle doplněn také kartogramem (viz obr. č. 3), kde jsou zakresleny jednotlivé druhy a spony dřevin (Čížková, 2008).

Obr. 3 Příklad Kartogramu liniové výsadby



Zdroj: Čížková, 2008, str. 10

Při regulačních úpravách toku byla preferovaná jednostranná liniová výsadba podél toku, jež umožňovala dobrý přístup ke korytu z důvodu čištění. V některých případech nebyla z důvodu údržby koryta nebo obhospodařování okolních pozemků prováděna výsadba žádná. Při revitalizacích je upřednostňována nepravidelná skupinová výsadba střídavě po obou březích toku. Skupinová výsadba je realizována vytvořením shluků či řad, jež pokud možno doplňují stávající porost. Ideálně zde dochází ke kombinaci keřového a stromového patra. Zakládání skupinek je zpravidla hustější než výsledný požadovaný spon a to z důvodu podpory brzkého vzniku ochranného mikroklimatu skupiny. Hustší spon se volí také kvůli tomu, že je počítáno s úhynem části sazenic.

Konkrétní spony se liší v závislosti na druhu dřevin. V případě nutnosti navržení liniové výsadby - například v případě problémů s vlastnictvím okolních pozemků - je volena oboustranná nepravidelná výsadba. U keřů se spony pohybují v rozmezí 1-2 m x 1-2 m. V případě výsadby keřového pásu je možné vysazovat do linie stromy po 10–20 metrech. Stromy jsou vysazovány ve sponech 3-12 m x 3-12 m opět v závislosti na druhu dřeviny (Just, 2003; Čížková 2008).

3.3.3. Výsadba

Sazenice by v ideálním případě měli být pěstovány ve školkách v dané oblasti. Toto řešení je však ve většině případů jen těžko realizovatelné. Sazenice dodané ze školky musí být opatřeny štítkem rodovým a druhovým názvem v latině, pěstitelským tvarem, počtem přesazení a způsobu třídění (Čížková, 2008).

Rozlišujeme tři druhy sazenic a to prostokořenné, s kořenovým balem a kontejnerové. Prostokořenné sazenice jsou prodávány s minimálním množstvím zeminy a jsou nejlevnější z variant. Přestože jsou nejnáchylnější, a tudíž náročnější na správný postup výsadby a následnou péči, jsou pro revitalizační výsadby velmi vhodné a často používané. Sazenice s kořenovým balem se zpravidla používají pro jednotlivé výsadby. Důvodem pro použití těchto sazenic v revitalizacích zpravidla pouze na výsadbu solitérních stromů je především jejich vyšší cena. Přestože se sazenice s kořenovým balem ujímá v půdě lépe než prostokořenná, je pro rozsáhlejší výsadbu preferována právě méně odolná prostokořenná výsadba z důvodu nižší ceny. Prostokořenné sazenice i sazenice s kořenovým balem je možné vysazovat jen v jarním (březen, duben) a podzimním (říjen, listopad) období. Hlavní výhodou kontejnerových sazenic je možnost výsadby kdykoliv ve vegetačním období. Sazenice také lépe odolávají nepříznivým podmínkám a jsou méně náročné na postup výsadby a následnou péči. Tomu však odpovídá také vyšší cena sazenic (Just, 2003).

Při skladování sazenic před výsadbou nesmí dojít k zaschnutí a omrznutí. Z tohoto důvodu jsou sazenice uchovávány ve vlhké zemině a je nutné je ochránit před účinky mrazu (Čížková, 2008).

V místě výsadby se provede odstranění plevelů, případně se poseká tráva na co nejnižší úroveň. Důležité je také přesné vytyčení míst výsadby. U sazenic jsou odstraněny

poškozené či deformované části, koruna se zredukuje až o třetinu a rovněž se zkrátí příliš dlouhé kořeny. Při redukci koruny ale nesmí dojít k zastřížení terminálního pupenu, což je vrcholový pupen na hlavní ose stromu. Terminální pupen udává směr růstu stromu. Při jeho poškození je nahrazen nejbližším vrcholovým pupenem, což ovšem způsobí vychýlení růstu od osy stromu nebo rozdělení hlavního kmenu. Prostokořenné sazenice je pak vhodné před výsadbou namočit do zemité kaše - směsi vody a zeminy odebrané z místa výsadby (Čížková, 2008; Just, 2003).

Při vlastním sázení pak musí být sazenice umísťovány do přiměřeně velké jamky tak, aby byly kořeny volně rozloženy a horní část sazenice byla současně v optimální výšce nad terénem. Kořenový systém musí být dostatečně zahrnut zeminou a je rovněž vhodné rostlinu zamulčovat. Mulčování je proces, kdy je půda kolem kmenu přikryta organickou hmotou (kůra stromu, posekaná tráva), která umožní zadržovat vlhkost (Čížková, 2008).

Sazenice rovněž musí být podpírány a chráněny. Jako opora jsou používány kůly, ke kterým je sazenice vyvázána. U vzrostlejších sazenic je nutné zajistit trojnožkou uchycenou ke kmeni ve výšce 1 metr nad kořenovým krčkem. V případě plošné ochrany sazenic se používá oplocenka. Individuální ochrana je zajištěna plastovými či drátěnými chráničkami a postřikem proti vytloukání paroží a okusu. K sazenicím se rovněž zatloukají kolíky, které upozorňují na jejich přítomnost během údržby travního porostu (Čížková, 2008).

3.3.4. Následná péče

Následná péče se dělí na rozvojovou, která je prováděna v prvních letech po výsadbě a udržovací prováděnou v letech pozdějších.

Rozvojová péče je intenzivnější a má za cíl rychlé a kvalitní dosažení funkceschopného dřevinného porostu. Jedná se o chemický postřik proti vytloukání paroží v březnu a zimnímu okusu v listopadu. V červnu a září pak probíhá sečení trávy, přičemž v září dochází k mulčování posekanou travní hmotou. V době od března do října je kontrolována a případně opravována podpora a ochrana sazenic. Na konci vegetačního období jsou pak odstraňovány poškozené větve. V případě suchého období mezi dubnem a zářím jsou sazenice zalévány. Po uplynutí doby určené pro rozvojovou péči,

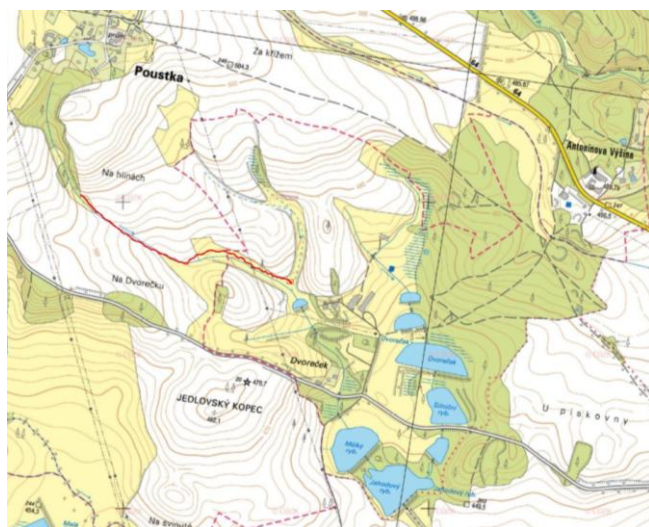
zpravidla jde o dobu 3-5 let, je odstraněna podpora a ochrana vegetace (Čížková, 2008).

Udržovací péče je prováděna z důvodu dosažení prostorové, druhové a věkové rozmanitosti. Prvním z opatření je probírka prováděná jednou za 5-15 let. Probírkou vegetace dochází k podpoře vývoje nízkorostoucích keřů. Dalším z opatření je udržovací řez prováděný během nevegetačního období, který podporuje růst a plodnost stromů a keřů. Posledním je pak zmlazovací řez spočívající v odstranění přestálých částí stromů a keřů. Tento proces probíhá podle stavu dřevin jednou za 7-15 let (Čížková, 2008).

4. Charakteristika lokality

Dvorečský potok se nachází necelé 3 kilometry západně od Františkových lázní v Karlovarském kraji. Číslo hydrologického pořadí toku je 1-13-01-030. Potok pramení u obce Poustka přibližně 500 metrů nad revitalizovaným úsekem a ústí do Slatinného potoka u obce Dolní Lomany přibližně 3 km pod revitalizovaným úsekem. Revitalizace je navržena v úseku ř. km 2,930–3,715. V tomto úseku je tok zatrubněn a veden pod povrchem.

Obr. 4 Mapa lokality



Zdroj: ČUZK, 2016 a

Podklady pro návrh byly poskytnuty podnikem Povodí Ohře s. p. Jednalo se o geodetické zaměření stávajícího stavu zatrubnění - konkrétně polohu revizních šachet. Dále pak byl poskytnut původní projekt zatrubnění z roku 1969.

Území se nenachází v chráněné krajinné oblasti (CHKO) a není ani součástí soustavy chráněných území evropského významu (Natura 2000).

4.1. Klimatické poměry

Území se nachází v nadmořské výšce pohybující se okolo 470 m n. m. Hodnoty z měření teplot a úhrnů srážek jsou získány z hydrometeorologické stanice ČHMÚ v Chebu (L3CHEB01). Průměrný roční úhrn srážek činí 564 mm. Průměrný roční úhrn srážek v ČR má hodnotu 674 mm. Oblast tak není ani suchá, ani výrazně bohatá na srážky. Srážky jsou rozloženy rovnoměrně během celého roku (viz tabulka 2). V letních měsících je však možné pozorovat mírné zvětšení množství srážek, v zimě pak úbytek srážek. Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je 53.

Tabulka 2. Dlouhodobé průměrné měsíční úhrny srážek

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	celkem
úhrn (mm)	38	27	33	36	53	65	71	65	47	43	42	44	564

Zdroj: in-počasí, 2015

Průměrná teplota oblasti je 7,6 °C. Průměrné teploty v jednotlivých měsících jsou uvedené v tabulce č. 3.

Tabulka 3. Dlouhodobé průměrné měsíční teploty

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	průměr
teplota (°C)	-2	-0,9	3	7,3	12,1	15,3	17,1	16,6	12,7	7,7	2,8	-0,6	7,6

Zdroj: in-počasí, 2015

4.2. Hydrologické poměry

Hydrologické údaje byly převzaty z hydrotechnických výpočtů projektu zatrubnění. Plocha povodí uvažovaná k vyústění zatrubněné části je 1,53 km². Délka toku k tomuto profilu je 2,3 km. Průtok v toku byl stanoven při návrhu zatrubnění na základě odtoku

vody z povodí při návrhové srážce pomocí empirického Čerkašnova vzorce. Hodnota stoletého průtoku byla vypočítána jako $5,13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pro návrh revitalizace je pak použit půlletý průtok s hodnotou $0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (viz kapitola 5.1.1).

4.3. Geologické a pedologické poměry

Lokalita se nachází v oblasti Českého masivu na okraji chebské pánve. Oblast je tvořena kvartérním kamenitým až hlinito-kamenitým sedimentem.

Půdní typ zeminy v lokalitě je pseudoglej. Při návrhu zatrubnění byl proveden pedologický průzkum oblasti. Ze sond odebraných v dané oblasti v době před realizací zatrubnění vyplývá, že půdní profil je do 0,25 m tvořen hlinitou zeminou. Ve vrstvě od 0,25 do 0,8 m je pak zemina písčitohlinitá.

4.4. Popis stávajícího stavu toku

Tok vede zemědělsky využívaným územím, což bylo jedním z důvodů realizace zatrubnění. Do zatrubněného toku pak byla svedena systematická drenáž okolních pozemků. V současnosti jsou pozemky využívány jako louky.

4.4.1. Trasa toku

Tok je veden v přímých úsecích v betonovém potrubí o průměru 0,3 m. Délka potrubí je 759 metrů. V lomech trasy jsou umístěny revizní šachtice o průměru 0,8 m. Do šachtic je vyústěna svodná drenáž z okolních pozemků. Na začátku zatrubnění je navržena vtoková šachtice opatřená mříží fungující jako hrubé česle. Na výtoku ze zatrubněné části je vybudováno betonové čelo, ve kterém ústí potrubí do otevřeného koryta (viz výkresová příloha č. 1).

Při terénním průzkumu bylo zjištěno, že vtoková šachtice již neplní svou funkci a nátok do potrubí je realizován pomocí otvoru na boku potrubí (viz příloha č. 4). Vtoková šachtice nebyla nalezena jak při terénním průzkumu, tak ani následně při geodetickém zaměření stávajícího stavu toku prováděným společností GEODETA-TC spol. s r. o.

Při ideovém návrhu revitalizace je pro zatrubněnou část toku zpracován podélný profil stávajícím stavem (viz výkresová příloha č. 2).

4.4.2. Drenážní systém

V revitalizovaném úseku je do toku zaústěno 10 drenážních skupin. Celková odvodňená plocha je 15,7 ha.

Sběrná drenáž je tvořena trubkami z pálené hlíny délky 0,33 m o průměru 0,065 m. Rozchod drenážního potrubí se pohybuje v rozmezí 10-18 m. Sběrné drény jsou uloženy v hloubce 0,9 m pod terémem.

Svodná drenáž je rovněž tvořena trubkami z pálené hlíny délky 0,33 m. Průměr je však 0,08 m. Svodné drény jsou zaústěné do toku v šachticích nad úrovní horní hrany hlavního betonového potrubí průměru 0,3 m. Svodná drenáž je v celé trase obsypána štěrkem.

4.5. Vlastnické vztahy

Z katastru nemovitostí České republiky byl sepsán seznam vlastníků pozemků dotčených případnou realizací revitalizace, jenž byl následně uspořádán do tabulky č. 4.

Tabulka 4. Seznam dotčených pozemků

Katastrální území	Parcelní číslo	Vlastnické právo	Ochrana	Číslo LV	Druh pozemku	Celková výměra m ²
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	403/1	Seidl Martin, Ostroh č.ev. 2, 35002 Pouстка	ZPF	99	trvalý travní porost	11002
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	377/5	Caran Radovan, Ostroh 53, 35002 Pouстка	ZPF	105	trvalý travní porost	368
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	403/2	Caran Radovan, Ostroh 53, 35002 Pouстка	ZPF	105	trvalý travní porost	18488
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	377/3	Město Cheb, náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14, 35002 Cheb	ZPF	98	trvalý travní porost	21283
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	403/3	(1/2) Brom Jaroslav Ing., CSc., Palackého 359/8, Úšovice, 35301 Mariánské Lázně (1/2) Vacek Jiří Ing., Nad Jezem 1776/5, 35002 Cheb	ZPF	100	trvalý travní porost	36213
Pouстка u Františkových Lázní [726613]	377/1	AGRAG s.r.o., č.p. 351, 35721 Stříbrná	ZPF	131	ostatní plocha	1817
Jedličná [634638]	152/1	Liebscherová Vlastimila, Karla Čapka 1302, 35601 Sokolov	ZPF	452	trvalý travní porost	185229
Jedličná [634638]	152/4	Česká republika	žádná	380	vodní plocha	124

Zdroj: ČÚZK, 2016 b

5. Ideový návrh revitalizace

Ideový návrh revitalizace spočívá v odtrubnění toku a vytvoření nové rozvlněné trasy. Zároveň je také řešeno zachování funkce plošné drenáže okolních pozemků a zachování hospodářského přejezdu.

5.1. Výpočty

Pro návrh parametrů koryta je nutné nejprve vypočítat návrhový průtok. Následně je vypočtena hloubka proudění při tomto průtoku pro všechny sklonové poměry, což slouží jako podklad pro návržení rozměrů příčného profilu koryta. Po návržení příčného profilu je pak spočítána jeho průtočná kapacita, jež je dále porovnána s návrhovým průtokem. Nakonec je posouzena stabilita dna a svahů koryta pro navržené opevnění.

5.1.1. Návrhový průtok

Na daném toku není zřízena vodoměrná stanice a průtok je tak nutné vypočítat. To bylo provedeno již při návrhu zatrubnění a tento výsledek tak je z projektu převzat. Výpočet průtoku vycházel z faktu, že se jedná o malé povodí, a tudíž z předpokladu, že N-letý průtok je způsoben srážkou N-leté intenzity. Maximální průtok byl spočítán pomocí Čerkašinoва vzorce pro srážku s dobou opakování 100 let. Stoletý průtok má hodnotu $5,13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Další N-leté průtoky jsou pak od této hodnoty odvozeny pomocí součinitele pro strmá nezalesněná povodí - a_N (Kemel, 1996) - a zpracovány do tabulky č. 5.

$Q_N = a_N \cdot Q_{100} [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$, kde je :

Q_{100} - stoletý průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

Q_N - N-letý průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

a_N - součinitel pro výpočet Q_N z Q_{100} [-]

N - doba opakování průtoku [roky]

Q - průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

Tabulka 5. N-leté průtoky

N	a_N	Q
[roky]	[-]	[m ³ .s ⁻¹]
100	1	5,13
50	0,62	3,18
20	0,34	1,74
10	0,21	1,08
5	0,13	0,67
2	0,08	0,41
1	0,06	0,31

Návrhový průtok pro koryto revitalizace je zvolen jako půlletý a průtokovou řadu je tak nutné extrapolovat. Za předpokladu logaritmicko-normálního rozdělení pravděpodobnosti opakování průtoků, může být křivka překročení průtoků převedena do přímky pomocí logaritmování hodnot souřadnicových os. Do rovnice této přímky je pak dosazena požadovaná N-letost a vypočítán příslušný průtok. Ten je však nutné ještě odlogaritmovat, čímž jsou získány reálné hodnoty průtoků. Pro kontrolu je průtok vypočítán pomocí rovnice přímky i pro již známé hodnoty.

$$\log Q' = 0,6235 \cdot \log N - 0,5645$$

$$Q = 10^{\log Q'}$$

Význam symbolů v rovnicích:

N - doba opakování průtoků [roky]

Q - průtok [m³.s⁻¹]

log N - zlogaritmovaná hodnota doby opakování [roky]

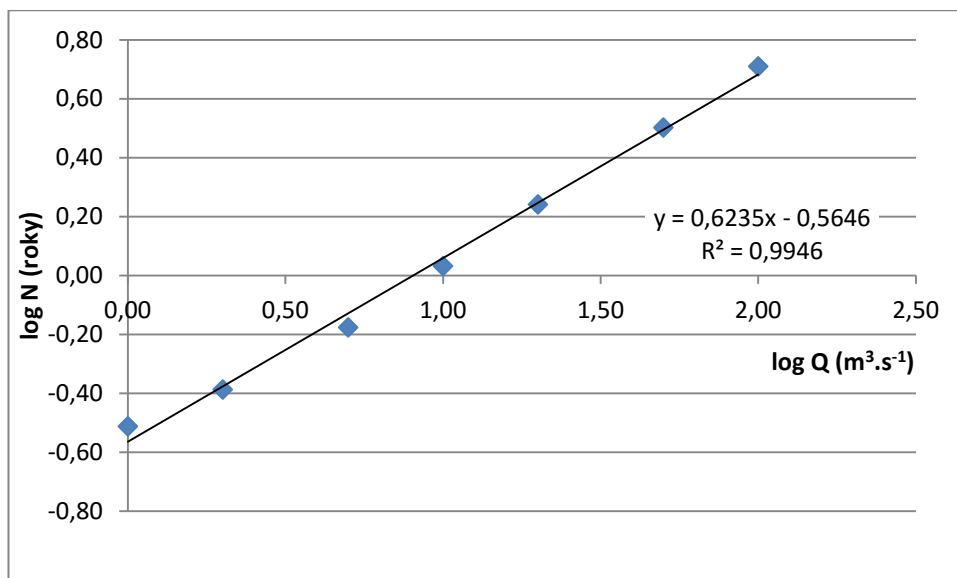
log Q - zlogaritmovaná hodnota průtoků [m³.s⁻¹]

log Q' - výpočet průtoků dosazením do rovnice přímky [m³.s⁻¹] (viz graf č. 1)

Tabulka 6. Výpočet návrhového průtoku

N	Q	log N	log Q	log Q'	Q
roky	$m^3 \cdot s^{-1}$	[roky]	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$m^3 \cdot s^{-1}$
100	5,13	2,00	0,71	0,68	4,81
50	3,18	1,70	0,50	0,49	3,12
20	1,74	1,30	0,24	0,25	1,76
10	1,08	1,00	0,03	0,06	1,15
5	0,67	0,70	-0,18	-0,13	0,74
2	0,41	0,30	-0,39	-0,38	0,42
1	0,31	0,00	-0,51	-0,56	0,27
0,5	0	-0,30	-	-0,75	0,18

Graf 1. N-leté rozdělení průtoků po zlogaritmování hodnot souřadnicových os



Průtoky z rovnice přímky odpovídají již známým hodnotám průtoků a hodnota návrhového pūlletého průtoku $0,18 m^3 \cdot s^{-1}$ tak je považována za správnou.

5.1.2. Kapacita koryta

V revitalizovaném úseku je navrženo koryto miskovitého tvaru. Při výpočtu je průřez koryta uvažován jako kruhová výseč s konstantním poloměrem 0,5 m v celé trase. Trasa toku je rozdělena na 14 sklonových úseků. V každém sklonovém úseku je vypočítána hloubka vody při návrhovém průtoku ($Q_N = 0,18 m^3 \cdot s^{-1}$) pomocí rovnice pro rovnoměrné proudění (Mareš, 1997) a následně navržena hloubka koryta v rozmezí 0,25-0,35 m (viz kapitola 5.2.3). Pro koryta v každém sklonovém úseku je následně

spočítána jejich kapacita a ověřeno, zda kapacitně vyhoví při návrhovém průtoku. Hodnoty průtočné plochy a omočeného obvodu pro jednotlivé hloubky koryta jsou změřeny v programu AutoCAD.

$$R = \frac{S}{O}$$

$$c = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

$$Q = S \cdot v$$

Význam symbolů v rovnicích:

h_N - hloubka vody při návrhovém průtoku [m]

h - hloubka koryta [m]

S - průtočná plocha [m²]

O - omočený obvod [m]

R - hydraulický poloměr [m]

i - sklon toku [-]

n - Manningova drsnost [-]

C - Chézyho rychlostní součinitel [m^{0,5}.s⁻¹]

v - střední průřezová rychlost [m.s⁻¹]

Q - průtok [m³.s⁻¹]

Tabulka 7. Výpočet návrhového průtoku

sklonový úsek	h_N	h	i	S	O	R	n	C	v	Q
jednotky	m	m	-	m ²	m	-	-	m ^{0,5} .s ⁻¹	m/s	m ³ /s
1	0,226	0,250	0,0542	0,15	1,05	0,15	0,045	16,14	1,44	0,221
2	0,242	0,250	0,0412	0,15	1,05	0,15	0,045	16,14	1,25	0,193
3	0,240	0,250	0,0419	0,15	1,05	0,15	0,045	16,14	1,26	0,194
4	0,257	0,300	0,0322	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,23	0,243
5	0,278	0,300	0,0235	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,05	0,208
6	0,272	0,300	0,0257	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,10	0,217
7	0,268	0,300	0,0273	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,13	0,224
8	0,296	0,300	0,0186	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	0,93	0,185
9	0,278	0,300	0,0235	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,05	0,208
10	0,330	0,350	0,0123	0,24	1,27	0,19	0,045	16,90	0,82	0,202
11	0,240	0,250	0,0428	0,15	1,05	0,15	0,045	16,14	1,28	0,196
12	0,257	0,300	0,0326	0,20	1,16	0,17	0,045	16,55	1,24	0,245
13	0,338	0,350	0,0112	0,24	1,27	0,19	0,045	16,90	0,79	0,193
14	0,242	0,250	0,0412	0,15	1,05	0,15	0,045	16,14	1,25	0,193

Z výpočtů vyplývá, že pro návrhový průtok $Q_N=0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nové koryto kapacitně vyhovuje v každém sklonovém úseku.

5.1.3. Posouzení stability koryta

Pro každý ze 14 sklonových úseků je spočítána stabilita dna a svahů při návrhovém průtoku metodou tečných napětí (Zuna, 2008; Mareš, 1997) a současně je navržena velikost efektivního zrna opevnění koryta. Kritická místa průřezu jsou především svahy. Jejich stabilita je tak stěžejním faktorem při návrhu velikosti efektivního zrna opevnění. Vzhledem k malému rozměru příčného profilu je volen stejný druh opevnění dna i svahů. Hodnoty tečných napětí na dně a svazích koryta jsou spočítány pomocí empirických vzorců uvedených ve skriptech Navrhování toků (Mareš, 1997) na str. 127 pro průměrné tečné napětí na dně, na str. 140 pro průměrné tečné napětí na svahu a na str. 139 pro maximální tečné napětí v patě svahu koryta. Koryto je opevněno kamenným pohozením. Velikost efektivního zrna kameniva opevnění je určena podle tabulky mezních hodnot tečného napětí pro jednotlivé materiály (viz příloha č. 3).

$$R_d = \frac{S_d}{b}$$

$$\tau_d = \rho \cdot g \cdot R_d \cdot i$$

$$\eta = \frac{21 \cdot \tau_d}{(\rho - \rho_s) \cdot g \cdot d_{ef}}$$

$$SF = \frac{1}{\eta}; SF \geq 1$$

$$\tau_{os} = 0,47 - 0,6 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot i \rightarrow \tau_{os} = 0,53 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot i$$

$$\tau_m = 1,5 \cdot \tau_{os}$$

Význam symbolů v rovnicích:

d_{ef} - průměr efektivního zrna [m]

i - sklon [-]

h - hloubka vody [m]

g - gravitační zrychlení - 9,81 [m.s⁻²]

b - šířka koryta ve dně [m]

S_d - průřezová plocha dna [m²] (viz obr. 4)

R_d - hydraulický poloměr dna [m]

ρ - měrná hmotnost - 1000 [kg.m⁻³]

ρ_s - měrná hmotnost splavenin - 2650 [kg.m⁻³]

τ_d - tečné napětí na dně od vody [Pa]

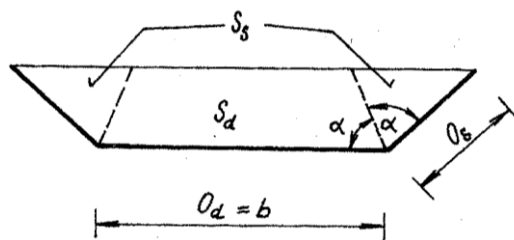
η - číslo stability [-]

SF - stupeň bezpečnosti [-]

τ_{os} - průměrné tečné napětí ve svahu od vody [Pa]

τ_m - maximální tečné napětí v patě svahu od vody [Pa]

Obr. 5 Schéma veličin pro výpočet hydraulického poloměru dna



- O_d - omočený obvod dna
- O_s - omočený obvod svahů
- S_d - průřezová plocha dna
- S_s - průřezová plocha svahů

zdroj: Mareš, 1997, str. 12

Výpočty stability dna i svahů jsou uspořádány do tabulky č. 8. Hodnoty maximálního tečného napětí v patě svahu jsou porovnány s tabulkou mezních hodnot tečného napětí pro jednotlivé materiály (viz příloha č. 2).

Tabulka 8. Výpočet návrhového průtoku

							dno			svah	
sklonový úsek	d_{ef}	i	h	b	S_d	R_d	τ_{od}	η	SF	τ_{os}	τ_m
jednotky	m	-	m	m	m ²	m	Pa	-	-	Pa	Pa
1	0,15	0,0542	0,25	0,341	0,058	0,169	89,73	0,78	1,29	70,45	105,68
2	0,1	0,0412	0,25	0,341	0,058	0,169	68,21	0,88	1,13	53,55	80,33
3	0,1	0,0419	0,25	0,341	0,058	0,169	69,37	0,90	1,11	54,46	81,69
4	0,1	0,0322	0,3	0,376	0,071	0,188	59,48	0,77	1,30	50,23	75,34
5	0,1	0,0235	0,3	0,376	0,071	0,188	43,41	0,56	1,78	36,66	54,98
6	0,1	0,0257	0,3	0,376	0,071	0,188	47,47	0,62	1,62	40,09	60,13
7	0,1	0,0273	0,3	0,376	0,071	0,188	50,43	0,65	1,53	42,58	63,87
8	0,05	0,0186	0,3	0,376	0,071	0,188	34,36	0,89	1,12	29,01	43,52
9	0,1	0,0235	0,3	0,376	0,071	0,188	43,41	0,56	1,78	36,66	54,98
10	0,05	0,0123	0,35	0,410	0,058	0,140	16,95	0,44	2,27	22,38	33,57
11	0,1	0,0428	0,25	0,341	0,058	0,169	70,86	0,92	1,09	55,63	83,45
12	0,1	0,0326	0,3	0,376	0,071	0,188	60,22	0,78	1,28	50,85	76,27
13	0,05	0,0112	0,35	0,410	0,058	0,140	15,43	0,40	2,50	20,38	30,57
14	0,1	0,0412	0,25	0,341	0,058	0,169	68,21	0,88	1,13	53,55	80,33

Z výpočtu vyplývá, že koryto opevněné navrženou velikostí efektivního zrna kameniva je stabilní. Při návrhu opevnění je pak pro jednotlivé velikosti efektivního zrna zvolena vhodná frakce kameniva (viz kapitola 5.2.3).

5.2. Návrh nového koryta

Při návrhu parametrů koryta revitalizace se vychází z výpočtů v kapitole 5.1. Návrh nového koryta zahrnuje návrh trasy, podélného profilu toku, vzorového příčného řezu koryta, vzorového příčného řezu zavazovacích pasů a návrh tůní.

5.2.1. Trasa

Jako výchozí podklad pro návrh trasy je použito geodetické zaměření současného stavu. V zaměření však chybí vtoková šachtice, která je do návrhu doplněna prodloužením zaměřeného úseku potrubí na délku odpovídající projektu zatrubnění. Dalším podkladem je podoba Dvorečského potoka před zatrubněním zakreslena v Císařských povinných otiscích map stabilního katastru Čech z roku 1841.

Navržená trasa se skládá z protisměrných oblouků a přímých úseků mezi nimi (dále uváděno jako mezipřímé). Návrh rozvlnění trasy nového toku je inspirován podobou toku před zatrubněním. Velikost poloměrů oblouků je rovněž navržena s ohledem na sklonové poměry území, kdy jsou při větších sklonech v horním úseku toku voleny velké poloměry oblouků (30-50 m) a v dolním úseku s menšími sklony jsou naopak poloměry malé (5-15 m).

Směrové vedení trasy je navrženo vedle trasy stávajícího zatrubnění. Trasa původního zatrubnění je novým tokem jednou křížena. V tomto místě je na toku navržena průtočná tůň. Při navrhování trasy je bráno v úvahu také zaústění svodné drenáže do toku. Problematický, z hlediska vedení trasy, je úsek v ř. km 3,05750-3,07300, kdy je z důvodu morfologie terénu a umístění trasy původního zatrubnění nutné vést trasu nového toku v blízkosti sloupu vedení elektrické energie (viz příloha č. 5). Napojení revitalizace na původní tok je v horním úseku vyřešeno pomocí zavazovacího pasu, kterým je nové koryto navázáno na staré. V dolním úseku je pak napojení vyřešeno pomocí průtočné tůně a to z důvodu vyústění potrubí levostranného přítoku Dvorečského potoka. Situační výkres, kde je zanesena jak trasa původního zatrubnění, tak trasa revitalizace, je zahrnut ve výkresové příloze č. 1.

5.2.2. Podélný profil

Jelikož není k dispozici podrobné geodetické zaměření oblasti, je jako podklad pro výškopis lokality použita topografická mapa ze systému S-1952 v měřítku 1:5 000 (ČUZK, 2016 c). Zde je zakreslena vrstevnicová síť po jednom metru.

Podélný profil dna toku je rozdělen do čtrnácti sklonových úseků kopírujících co nejvíce sklon terénu (viz výkresová příloha č. 3). Sklon údolí, a tudíž i dna toku dosahuje především v horním úseku vysokých hodnot přes 5 %. Podélný sklon se následně snižuje až na hodnotu 1,12 %. Výjimkou je úsek ř. km 3,01100-3,12825, kde podélný sklon opět narostl na hodnotu 3,26 %, respektive 4,28 % a krátký úsek před zaústěním do tůně v dolním úseku revitalizace se sklonem 4,12 %. Z důvodu stabilizování dna koryta jsou tak v úsecích s velkými sklony navrženy zavazovací pasy a těžké kamenné opevnění (viz kapitola 5.2.4).

5.2.3. Příčný profil koryta

Tvar koryta je navržen miskový o poloměru 0,5 m. Hloubka koryta se pohybuje v rozmezí od 0,25 m do 0,35 m. V místech, kde se jeden břeh koryta nachází výrazně pod úrovní okolního terénu, bude terén upraven do sklonu 1:3-1:5 až k břehové hraně koryta.

Z výpočtů stability koryta vyplývá, že koryto musí být opevněno. Opevnění je realizováno kamenným pohozením frakce 32/63 mm, 63/125 mm, 80/250 mm (viz výkresová příloha č. 4). Tloušťka opevnění se pohybuje v rozmezí 0,2-0,5 m v závislosti na velikosti frakce kameniva. Sklon spodní hrany opevnění je 1:1. Do paty svahu jsou umístěny větší kusy kameniva dané frakce.

Horní úsek se sklonem 5,42 % je opevněn frakcí 80/250 mm. Vzhledem k podélnému sklonu je úsek řešen přístupem používaným spíše v oboru hrazení bystřin. Koryto je v tomto úseku řešeno jako balvanitý skluz délky 70,5 m. Daný úsek tak bude po realizaci vypadat podobně jako koryto na fotografii v příloze č. 6. Úseky se sklonem větším než 2 % pak jsou opevňovány kamenivem frakce 63/125 mm, ostatní úseky pak kamenivem frakce 32/63 mm.

Kamenivo frakcí 32/63 mm a 80/250 mm je možné na stavbu dopravovat z kamenolomu Libá společnosti BASALT CZ s. r. o. vzdáleného 7,5 km od místa stavby.

V nabídce kamenolomu však není frakce 63/125 mm. V případě že by kamenolom nebyl schopen tuto frakci dodat, lze tuto frakci dopravovat z kamenolomu Děpolovice společnosti Eurovia kamenolomy, a. s. vzdáleného 56 km od místa stavby.

Vzorový příčný řez koryta včetně jeho rozměrů a velikosti frakce opevnění je součástí výkresové přílohy č. 4.

5.2.4. Zavazovací pasy

Stabilizace koryta je kromě opevnění zajištěna také zavazovacími pasy umístěnými na trase toku. K tomuto řešení je přistoupeno především z důvodu velkých podélných sklonů. Zavazovací pasy jsou v úsecích s velkým podélným sklonem (nad 2 %) umísťovány v pravidelných intervalech do přímých úseků mezi oblouky tak, že při zvyšujícím se podélném sklonu klesá vzdálenost mezi zavazovacími pasy. V dolní části toku s menším podélným sklonem (pod 2 %) jsou pak pasy umísťovány v lomových bodech podélného sklonu toku.

Celkový počet zavazovacích pasů je 28, z nichž 24 je umístěných na trase z důvodu stabilizace podélného profilu dna a 4 pasy jsou umístěny na vtoku potoku do tůně a na výtoku dvou průtočných tůní.

Tloušťka zavazovacích pasů je 0,5 m. Křídla jsou protažená do vzdálenosti 1,5 m od břehové hrany a jsou vedená přibližně ve sklonu terénu. Hloubka zavázání pasu pod terénem je 0,5 m. Zavazovací pas je tak v místě pod profilem koryta uskočen ve sklonu 1:1 o 0,25-0,35 m, podle hloubky koryta.

Zavazovací pasy č. 24-28 jsou vysypány z kameniva frakce 80/250 mm. Ostatní zavazovací pasy jsou vysypány z kameniva frakce 63/125 mm.

Vzorový příčný řez zavazovacím pasem včetně jednotlivých rozměrů a velikosti frakce opevnění je součástí výkresové přílohy č. 4.

5.2.5. Tůně

V trase revitalizace jsou navrženy dvě průtočné tůně. Jedna je umístěná v úseku křížení trasy původního zatrubnění v ř. km 3,31325-3,32960, druhá pak na začátku úpravy v místě zaústění potrubí levobřežního přítoku Dvorečského potoka v ř. km 2,92400-

2,93490. Další dvě neprůtočné tůně jsou pak navrženy mimo trasu revitalizace v ř. km 3,26817 a 3,37087.

Maximální půdorysný rozměr tůní se pohybuje v rozmezí 10-22 m. Hloubka je pak v rozmezí 0,8-1,2 m. Sklony svahů jsou navrženy v rozmezí 1:2-1:5.

Průtočné tůně jsou opevněny na vtoku a výtoku pohozením z kameniva frakce 32/63 mm v tloušťce 0,2 m. Opevněno je také koryto toku do vzdálenosti 1 m od zavazovacího pasu. Opevnění svahu je opřeno o patku z kameniva frakce 32/63 mm šířky 1 m a tloušťky 0,2 m. Poloha nátoky a výtoky je stabilizována zavazovacím pasem z kameniva frakce 63/125 mm. Vzorový podélný řez tůní a vzorový situační výkres tůně jsou součástí výkresové přílohy č. 5.

Neprůtočné tůně jsou navrženy hruškovitého, respektive oválného tvaru. Maximální půdorysné rozměry jsou opět 10-22 m. Hloubka tůní se pohybuje v rozmezí 0,7-0,9 m a hloubka vody dosahuje hodnot 0,5-0,7 m. Sklony svahů jsou navrženy v rozmezí 1:3-1:5. Neprůtočné tůně nejsou nijak opevňovány.

5.3. Řešení drenáže

Při návrhu revitalizačního opatření je nutné zajistit zachování funkčnosti plošného odvodnění okolních pozemků. Vyvedení svodné drenáže do úrovně nového koryta je realizováno pomocí přeložek z flexibilního polyethylenového potrubí průměru 0,08 m. Zaústění do toku je pak řešeno otevřeným korytem navazujícím na trubní přeložku. Jednotlivé přeložky jsou označeny v situačním výkresu (viz výkresová příloha č. 1) a řešení každé z nich je samostatně popsáno v následující kapitole. Součástí návrhu ovšem není délka přeložek. Pro přesný návrh přeložek je nutné provést geodetické zaměření oblasti a rovněž zjištění hloubky svodné drenáže pod terénem, z čehož bude poté dopočítán sklon svodného drénu a následně pak délka přeložky potřebná k dosažení úrovně terénu při vedení potrubí ve sklonu 1%. Hloubka a přesný směr svodné drenáže bude zjištěn kopanými sondami ve vzdálenosti 15 m od revizní šachtice.

Místo vyústění drenáže do toku, případně tůně, je opevněno kamenným pohozením frakce 63/125 mm.

Součástí návrhu je také zrušení nebo zátkování několika sběrných drénů v místech podél nové trasy toku. Pro zrušení drenáže jsou uvažovány dvě varianty řešení. Drenáž může být zátkována po 15 metrech betonovou zátkou a utěsněna zemním jílovým těsněním nebo v celé délce vykopána. Odstranění nebo zátkování sběrných drénů způsobí podmáčení daného území, což je však žádoucí, jelikož se jedná o území potoční nivy.

Části svodných drénů v úseku za přeložením jsou rovněž zátkovány po 15 metrech betonovou zátkou a utěsněny zemním jílovým těsněním nebo vykopány v celé délce.

5.3.1. Trubní přeložky

Přeložka č. 1

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % novým potrubím vyveden do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde již dále pokračuje přímé otevřené koryto s příčným průřezem tvaru V, sklony svahů 1:2 a hloubkou 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do levého břehu toku v místě před zavazovacím pasem č. 5 v ř. km 3,04400 (viz výkresová příloha č. 1).

V místě přeložky je odstraněn nebo zátkován sběrný drén zasahující do trasy revitalizace.

Zbývající úsek svodné drenáže za přeložkou je rovněž odstraněn nebo zátkován.

Přeložka č. 2

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % novým potrubím vyveden do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde již dále pokračuje přímé otevřené koryto s příčným průřezem tvaru V, sklony svahů 1:2 a hloubkou 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do levého břehu toku v místě mezipřímé mezi koncem oblouku č. 20 a začátkem oblouku č. 21 v ř. km 3,17570-3,17704 (viz výkresová příloha č. 1).

V místě přeložky je odstraněn nebo zátkován sběrný drén zaústěný do delšího svodného drénu.

Krátký svodný drén zaústěný do rušeného drénu je také odstraněn nebo zátkován, včetně dvou sběrných drénů do něj zaústěných.

Zbývající úsek svodné drenáže za přeložkou je rovněž odstraněn nebo zátkován.

Přeložka č. 3

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % novým potrubím vyveden do hloubky 0,2 m úrovní terénu, kde již dále pokračuje přímé otevřené koryto s jedním směrovým obloukem. Příčný průřez koryta je ve tvaru písmene V, sklony svahů jsou 1:2 a hloubka 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do pravého břehu toku v místě mezipřímé mezi koncem oblouku č. 20 a začátkem oblouku č. 21 v ř. km 3,17570-3,17704 (viz výkresová příloha č. 1).

Přeložka vede v trase původního svodného drénu a zbývající úsek drénu za přeložkou tak je při provádění přeložky vykopán.

Přeložka č. 4

Svodný drén je podchycen a nové potrubí je vedeno okolo tůně ve sklonu 1 %. Dále pak potrubí vede v přímé až do hloubky 0,2 m pod úrovní terénu, kde na něj navazuje přímé otevřené koryto s jedním směrovým obloukem. Příčný průřez koryta je ve tvaru písmene V, sklony svahů jsou 1:2 a hloubka 0,2 m. Toto řešení je zvoleno z důvodu nutnosti provádět přeložku v těsné blízkosti tůně a není tak možnost zaústit přeložku nad úrovní hladiny vody v tůni. Koryto je zaústěno do pravého břehu toku v místě mezipřímé mezi koncem oblouku č. 24 a začátkem oblouku č. 25 v ř. km 3,26817-3,26989 (viz výkresová příloha č. 1).

Zbývající část svodného drénu vedoucí za přeložkou je vykopána během hloubení tůně.

Přeložka č. 5

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % novým potrubím vyveden do hloubky 0,2 m pod úrovní terénu, kde již dále pokračuje přímé otevřené koryto s příčným průřezem tvaru V, sklony svahů 1:2 a hloubkou 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do tůně nacházející se v ř. km 3,31325-3,32960 (viz výkresová příloha č. 1).

V místě přeložky jsou odstraněny nebo zátkovány dva sběrné drény nejbližší k toku.

Přeložka vede v trase původního svodného drénu, zbývající úsek drénu za přeložkou tak je při provádění přeložky vykopán.

V úseku otevřeného koryta je zprava zaústěno otevřené koryto navazující na přeložku č. 6. Místo soutoku je opevněno kamenným pohozem frakce 32/63 mm.

Přeložka č. 6

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % novým potrubím vyveden do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde již dále pokračuje přímé otevřené koryto s příčným průřezem tvaru V, sklony svahů 1:2 a hloubkou 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do otevřeného koryta navazujícího na přeložku č. 5 (viz výkresová příloha č. 1).

Přeložka vede v trase původního svodného drénu, zbývající úsek drénu za přeložkou tak je při provádění přeložky vykopán.

Místo soutoku otevřených koryt navazujících na přeložky je opevněno kamenným pohozem frakce 32/63 mm.

Přeložka č. 7

Svodný drén je podchycen a přeložka je vedena rovnoběžně s trasou revitalizace v takovém sklonu, aby do ní bylo umožněno zaústění dvou potrubí sběrné drenáže. Hloubka sběrné drenáže je zjištěna kopanými sondami. Za místem zaústění druhého sběrného drénu je potrubí vedeno ve sklonu 1 % až do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde již dále pokračuje otevřené koryto s dvěma protisměrnými směrovými oblouky. Příčný průřez koryta je ve tvaru písmene V, sklony svahů jsou 1:2 a hloubka 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do pravého břehu toku v místě přímého úseku mezi začátkem oblouku č. 38 a hospodářským přejezdem v ř. km 3,46978-3,47120 (viz výkresová příloha č. 1).

Zbývající část svodného drénu za přeložkou je odstraněna nebo zátkována.

Přeložka č. 8

Z území na levém břehu trasy toku jsou do revizní šachty č. 4, respektive do betonového potrubí průměru 0,3 m ústícího do šachty č. 4, vyústěny dva svodné drény. Toto řešení je ponecháno. Hlavní betonové potrubí průměru 0,3 m je v místě výtoku z revizní šachty č. 4 podchyceno. Nové potrubí je vedeno ve sklonu 1 % až do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde dále pokračuje otevřené koryto s dvěma protisměrnými směrovými oblouky. Příčný průřez koryta je ve tvaru písmene V, sklony svahů jsou 1:2 a hloubka 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do levého břehu toku v místě přímého úseku

mezi začátkem oblouku č. 38 a hospodářským přejezdem v ř. km 3,46978-3,47120 (viz výkresová příloha č. 1).

Sběrný drén vedoucí podél nové trasy toku je odstraněn nebo zátkován.

Betonové potrubí průměru 0,3 m je v úseku přeložky vykopáno. Řešení potrubí v úseku za přeložkou je součástí bodu 5.3.2 Stávající zatrubnění toku.

Přeložka č. 9

Svodný drén je podchycen a ve sklonu 1 % veden novým potrubím souběžně s trasou toku až do hloubky 0,2 m pod úroveň terénu, kde dále pokračuje přímé otevřené koryto s jedním směrovým obloukem. Příčný průřez koryta je ve tvaru písmene V, sklony svahů jsou 1:2 a hloubka 0,2 m. Toto koryto je zaústěno do pravého břehu toku v místě před zavazovacím pasem č. 18 v ř. km 3,54800 (viz výkresová příloha č. 1).

Sběrný drén vedoucí podél nové trasy toku je odstraněn nebo zátkován.

Zbývající část svodného drénu za přeložkou je rovněž odstraněna nebo zátkována.

5.3.2. Stávající zatrubnění toku

Po realizaci revitalizace nebude potrubím - s výjimkou úseku mezi šachtami č. 4 a 5 - protékat již žádná voda. Kromě zmíněného úseku, jenž zůstane zachován v současné podobě, jsou navrženy dvě varianty řešení stávajícího zatrubnění.

První variantou je ponechání potrubí na svém místě. Konce potrubí pak jsou zátkovány betonovou zátkou a utěsněny zemním jílovým těsněním. Vzhledem k stáří potrubí je však možné, že se potrubí časem poruší a dojde tak k drénování území.

Druhou variantou je pak vykopání potrubí v celé délce, kromě již zmíněného úseku mezi šachtami č. 4 a 5.

5.4. Hospodářský přejezd

Hospodářský přejezd je vybudován v přímé trase toku v ř. km 3,46648-3,46978 v místě současné cesty. Na cestě, v úseku mimo trasu revitalizace, je v současnosti realizován hospodářský přejezd pohozen z lomového kamene (viz příloha č. 7), tento přejezd zůstane nadále zachován.

Přejezd je realizován pomocí kamenné dlažby prováděné do betonu obdobně jako přejezd na fotografii v příloze č. 8. Podélný sklon přejezdu je 1:10, celková délka pak 5 m a šířka 3,3 m. Nejnižší místo přejezdu je v úrovni dna koryta. Hospodářský přejezd neovlivňuje negativně průtočnou kapacitu koryta.

5.5. Sloup vedení vysokého napětí

Trasa revitalizace prochází v úseku okolo ř. km 3,06373 ochranným pásmem elektrických zařízení dle zákona č. 458/2000 Sb. Pro toto řešení bude nutný písemný souhlas vlastníka vedení vysokého napětí - společnosti ČEZ, a. s.

Vzhledem k předpokládanému rozlivu vody při vysokých průtocích je doporučeno navýšit obetonávku základové patky (viz příloha č. 9) alespoň o 0,5 m a zabránit tak přímému kontaktu železné konstrukce sloupu s vodou.

5.6. Návrh doprovodné vegetace

Pro výběr skladby vegetace byl použit databázový program Arboreus (Dostálek, 2001). Do programu byl zadán charakter území a nadmořská výška. Výstupem pak byl seznam doporučené výsadby stromového a keřového patra (viz příloha č. 3). Vhodnost výsadby zvolených dřevin byla následně ověřena z hlediska nadmořské výšky a nároků na půdu a světlo v tabulkách v publikaci Nelesní dřevinná vegetace (Čížková, 2008) na str. 28, 29 pro stromové patro a na str. 35, 36 pro keřové patro.

5.6.1. Výsadba

Pro výsadbu stromového patra jsou navrženy *Alnus glutinosa* (olše lepkavá) a *Salix fragilis* (vrba křehká). Vysazovány jsou prostokořenné sazenice výšky do 150 cm.

Pro výsadbu keřového patra jsou pak navrženy *Frangula alnus* (krušina olšová) a *Salix cinerea* (vrba popelavá) dodávány opět ve formě prostokořenných sazenic. Jelikož je *Salix cinerea* světlomilná dřevina, je vysazována v místech, kde je navržena výsadba pouze keřového patra.

Pouze keřové patro je vysazováno v místech, kde je zachována funkčnost sběrné drenáže. V místech, kde kořeny stromů nemohou narušit drenážní systém, je prováděna skupinová výsadba stromového (40 %) a keřového (60 %) patra. V

některých místech je pak doprovodná vegetace doplněna jednotlivou stromovou výsadbou *Salix fragilis* (vrby křehké).

Výsadba je navržena nepravidelná střídavě na obou březích. Vzhledem k charakteru sazenic by měla být provedena v období na podzim.

Sazenice stromů jsou vyvázány k dřevěným kůlům a opatřeny chráničkou z PVC.

5.6.2. Následná péče

V období 3 let po výsadbě bude prováděna rozvojová péče. Ta spočívá jednak v chemickém postřiku. V průběhu března je realizován postřik proti vytloukání paroží, v průběhu listopadu pak proti zimnímu okusu. Dále je pak na období během června a září naplánováno kruhové vyžínání trávy kolem sazenic. V září je pak prováděno mulčování stromů posečenou travní směsí. Během roku je rovněž prováděna kontrola a případná oprava podpory a ochrany sazenic.

Po prvním a druhém roce bude provedena dosadba uhynulých sazenic v množství 10 % původní výsadby.

Po uplynutí 3 let bude odstraněna podpora a ochrana sazenic.

6. Závěr

Cílem práce bylo provést ideový návrh revitalizace Dvorečského potoka, spočívající v odtrubnění toku v úseku ř. km 2,93-3,72. Součástí návrhu bylo i řešení zachování funkce plošného odvodnění okolních pozemků a zachování hospodářského přejezdu.

Při návrhu revitalizace je nutné v některých místech použít spíše postupy používané v oboru hrazení bystřin. Jedná se o úseky se sklonem větším než 4 %, kde je navržena stabilizace koryta těžkým kamenným opevněním a poměrně hustou soustavou zavazovacích pasů. V těchto úsecích jsou rovněž voleny velké poloměry směrových oblouků trasy. Trasa toku je výrazněji rozvlněna až v dolním úseku, kde se sklon toku pohybuje okolo 1 %. V revitalizovaném úseku jsou navrženy celkem čtyři tůně. Dvě jsou navrženy jako průtočné v trase toku. Jedna na křížení nové trasy s trasou původního zatrubnění, druhá pak v místě na začátku úpravy, kde je vyústěno potrubí levobřežního přítoku Dvorečského potoka. Další dvě tůně jsou pak navrženy jako neprůtočné na levém břehu toku sloužící jako útočiště pro obojživelníky. Neprůtočné tůně mají pak také krajínotvornou funkci.

Napojení drenážního systému do toku je zajištěno pomocí trubních přeložek svodných drénů, na které je v místě vyústění přeložek na terén navázáno otevřené koryto odpovídající kapacity. Toto koryto je pak zaústěno do hlavního toku.

Hospodářský přejezd přes nové koryto s půdorysnými rozměry 5 x 3,3 m je vybudován z kamenné dlažby v přímém úseku toku v místě stávající cesty.

Součástí studie je také návrh výsadby doprovodné vegetace včetně následné péče. Doprovodná vegetace se skládá ze stromového a keřového patra. Do stromového patra jsou navrženy druhy *Alnus glutinosa* (olše lepkavá) a *Salix fragilis* (vrba křehká), do keřového patra pak *Frangula alnus* (krušina olšová) a *Salix cinerea* (vrba popelavá).

Tato studie je zpracována jako ideový návrh revitalizace a může sloužit jako podklad pro podrobnější návrh. V případě zpracování podrobné projektové dokumentace je však především nutné provést přesné geodetické zaměření oblasti a případně upravit návrh podle aktuální podoby morfologie terénu.

7. Použitá literatura

AOPK ČR. (2012). *Odborná publikace - Samovolné renaturace technicky upravených koryt a jejich využití* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/renaturace-vodnich-toku/odborna-publikace-samovolne-renaturace-technicky-upravenych-koryt-a-jejich-vyuziti/>

AOPK ČR. (2016). *Revitalizace vodních toků* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html>

Čížková, S., Kulišťáková, L. & Šarapatka, B. (2008). *Nelesní dřevinná vegetace*. Olomouc: Bioinstitut, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci a MŽP ČR. ISBN: 978-80-904174-0-3.

ČÚZK. (2016 a). *Geoproglížeč - základní mapa* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

ČÚZK. (2016 b). *Nahlížení do katastru pozemků* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>

ČÚZK. (2016 c). *Archiválie – ÚAZK (archivní mapy)* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: http://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/am_query_05.html?mapxy=-891844+-1015179

Dostálek J. et al. (2001): Arboreus 1.0 Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice.

In-počasí. (2015). *Archiv - Cheb* [online]. [cit. 14.5.2016]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/stanice.php?stanice=cheb>

Just, T. (2003). *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. ISBN 80-86064-72-7.

Just, T. (2005). *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody. ISBN: 80-239-6351-1.

Kemel, M. (1996). *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*. Praha: ČVUT. ISBN: 80-01-01456-8.

Mareš, K. (1997). *Úpravy toků: navrhování koryt: určeno pro stud. fak. stavební*. Praha: ČVUT.

Rosgen, D.L. (1994). A classification of natural rivers. *Catena*. **22**(3), 169-199. ISSN: 0341-8162.

Šindelář, J., Čáp, J & Novotný, P. (2005). Původní populace lesních dřevin v ČR. *Lesnická práce* [online]. **84**(9), [cit. 14.5.2016]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-84-2005/lesnicka-prace-c-9-05/puvodni-populace-lesnich-drevin-v-cr>

Šlezinger, M. (2009). Vybrané důvody revitalizací vodních toků. *Infrastruktura*. Brno: MR s.r.o., **2009**(4), 2-5. ISSN 1803-4241.

Vrána, K. (2004). *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu*. Praha: Consult. ISBN 80-902132-9-4.

Vrána, K., Vejvalková, M. (2015). Vývoj oboru revitalizace drobných toků. *Fórum ochrany přírody* [online]. **2**(2). ISSN 2336-5056.

Zuna, J. (2008). *Hrazení bystřin*. Praha: ČVUT. ISBN: 978-80-01-04010-2

8. Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1. Návrhové průtoky podle ČSN 73 6823	13
Tabulka 2. Dlouhodobé průměrné měsíční úhrny srážek	30
Tabulka 3. Dlouhodobé průměrné měsíční teploty	30
Tabulka 4. Seznam dotčených pozemků	32
Tabulka 5. N-leté průtoky.....	34
Tabulka 6. Výpočet návrhového průtoku.....	35
Tabulka 7. Výpočet návrhového průtoku.....	37
Tabulka 8. Výpočet návrhového průtoku.....	39
Graf 1. N-leté rozdělení průtoků po zlogaritmování hodnot souřadnicových os	35

9. Seznam obrázků

Obr. 1 Znázornění vlivu podélného sklonu na vlnitost toku	17
Obr. 2 Schematické znázornění rychlostí proudění v nivě během povodně	19
Obr. 3 Příklad Kartogramu liniové výsadby.....	26
Obr. 4 Mapa lokality.....	29
Obr. 5 Schéma veličin pro výpočet hydraulického poloměru dna.....	39

10. Seznam výkresových příloh

Výkres č. 1 - Situace
Výkres č. 2 - Podélný profil stávajícím zatrubněním
Výkres č. 3 - Podélný profil novou trasou
Výkres č. 4 - Vzorové příčné řezy
Výkres č. 5 - Vzorová situace a vzorový podélný řez tůní
Výkres č. 6 - Doprovodná vegetace
Výkres č. 7 - Zákres stavby do katastrální mapy

11. Seznam příloh

Příloha 1. Tabulka hodnocení stavu toků.....	55
Příloha 2. Mezní hodnoty tečného napětí pro jednotlivé materiály	56
Příloha 3. Doporučená druhová skladba dřevin.....	57
Příloha 4. Nátok do betonového potrubí DN 300	57
Příloha 5. Situace v místě průchodu trasy kolem sloupu vedení vysokého napětí	58
Příloha 6. Koryto opevněné těžkým kamenným opevněním.....	58
Příloha 7. Hospodářský přejezd stávající	59
Příloha 8. Příklad hospodářského přejezdu vybudovaného z kamenné dlažby.....	59
Příloha 9. Betonová patka sloupu vedení vysokého napětí.....	60

12. Přílohy

Příloha 1. Tabulka hodnocení stavu toků

část 1	odchýlení od přírodního stavu		
	kritérium	žádné nebo nepatrné = 0 bodů	částečné = 1 bod
1. Vedení trasy koryta	tok neupravený nebo jenom s nevýznamnými korekcemi, trasování odpovídající danému morfologickému typu toku	změny trasy v částech úseku, zmenšení situační členitosti trasy, významná zkrácení trasy	zcela nové, nepřírozené vedení trasy v geometrizovaných tvarech, zkrácení trasy v desítkách procent původní délky
2. Tvary příčných průřezů koryta	přírozeně členité a proměnlivé tvary příčných řezů, s různými sklony svahů	omezení členitosti částečnou geometrizací, typicky poněkud rozvolněné lichoběžníkové průřezy starších úprav nebo úprav, které nebyly stabilizovány tuhým opevněním	prismatická koryta s typickými úpravářskými tvary zejména lichoběžníkovými nebo obdélníkovými
3. Zahloubení koryta, poměr šířky k hloubce	koryta přírozeně zahloubená, tedy většinou přírozeně mělká; poměr šířky k hloubce odpovídající velikosti toku a danému morfortypu (např. u většiny našich drobných toků meandrujících a zvlněných poměr 4:1 a více, u přímých a divočících koryt orientačně 10:1)	koryta nadměrně zahloubená částečnými úpravami nebo nepřirozenou hloubkovou erozí (v minulosti mohla být vyvolána nevhodným pročišťováním apod.	nadměrná zahloubení, vyvolaná typickými technickými úpravami - nejčastěji lichoběžníkový průřez o poměru šířky k hloubce 2,5:1 nebo i méně
4. Povrch dna a břehů	dno a břehy přírozené, neopevněné	částečná opevnění, která částečně omezují členitost povrchu koryta, typicky např. netuhá (kamenitá) opevnění břehů, vytvářející částečně geometrizovaný průběh břehových čar, ale zachovávající přírozený charakter dna	tuhá technická opevnění (tvárnice, polovegetační tvárnice, dlažby, zdivo...) v březích nebo dokonce i ve dně
5. Šířka potočního, říčního, resp. Meandračního pásu (území v němž jsou možné bezeškodné posuny koryta a vylévání větších průtoků; případně územívymezené ochrannými hranicemi)	přírozený pás v celé šířce údolí nebo nivy v šířce, která neomezuje posuny koryta a rozlivy, umožňující dokonalý rozvoj meandrce (u toku příslušného typu)	částečná tvarová nebo uživatelská omezení údolního perimetru vodního toku, která vyvolala opatření, částečně omezující posuny koryta a vybřezování větších průtoků, systémy odsazených hrází	potoční/říční pás výrazně redukován až redukován na krajní minimum, doprovázející tvrdě technicky upravená koryta; systémy přisazených hrází)
6. Kapacita koryta (zejm. ve vztahu k rozlivům větších průtoků)	přírozená kapacita, neovlivněná technickými úpravami ani progresivní erozí (většinou vyvolanou též technickými zásahy); nevyvolávající nadměrné koncentrace velkých průtoků a neomezující přírozené rozlivy; u většiny našich toků menší než na úrovni Q_1	kapacita částečně zvětšená dílčími úpravami nebo nadměrnou erozí koryta, orientačně v oblasti Q_1 až Q_2	nadměrná kapacita charakteristická pro technické úpravy koryt - orientačně nad úrovní Q_2 ; významně omezuje tlumivé rozlivy velkých vod v nivě
7. Využitelnost nivy pro rozlivy	rozlivy do nivy neomezené	částečná omezení rozlivů - vyřazena jedna strana nivy, odsazené hrázování, rozptýlená zástavba	zásadní až úplná omezení rozlivů do nivy - přisazené hráze, zástavba

část 2	odchýlení od přírodního stavu		
kritérium	žádné nebo nepatrné = 0 bodů	částečné = 1 bod	významné až úplně = 2 body
8. Migrační překážky	přírozené tvary koryta bez neprostupností vyvolaných příčnými objekty (jezy, stupně) nebo technickými upravami (mělký sloupec vody, velká rychlost proudění); jejichž prostupnost se zmenšuje sezónně přírozeným poklesem hladiny	částečná omezení prostupnosti daná příčnými objekty a tech. Úpravami - omezení migrace některých druhů nebo velikostních skupin ryb, sezónní působení umělých	úplná porušení prostupnosti následkem umělých zásahů (jezy, stupně, technické úpravy, měnící hloubky a rychlosti proudění)
9. Doprovodné porosty (možno rozvést modifikací systému Šlezinger - Úradníček)	stanoviště odpovídající, ekologicky a krajinářsky hodnotné dřevinné nebo bylinné porosty	porosty nedostatečně bohaté, podřadné kvality - základ porostů může být zachován a využit, ale vyžaduje podstatné zlepšující zásahy	porosty chybějí nebo jsou ve zcela nevyhovujícím stavu, takže v podstatě je žádoucí celková obnova; porosty invazivních rostlin
10. Ekologický stav ploch v nivě	plochy souvisle pokryté přírodovědecky a krajinářsky cennými formacemi (mokřady, vlhké louky, louky, háje, lesní porosty přírodního charakteru...)	částečná degradace ploch - některé plochy degradované, niva po jedné straně toku degradovaná apod.	plochy v nivě zcela ekologicky znehodnocené - zejm. zástavba nebo souvislé zornění

Zdroj: Just, 2005

Příloha 2. Mezní hodnoty tečného napětí pro jednotlivé materiály

MATERIÁL STĚN KORYTA	T_m
	Pa
Kosený travní porost	80 – 90
Zruderalizovaný travní porost	60 – 70
Hrubý písek	10 – 15
Štěrk d_m 0.05 m	40 – 50
Štěrk d_m 0.10 m	90 – 100
Štěrk d_m 0.13 m	100 – 120
Štěrk d_m 0.15 m	100 – 130
Štěrk d_m 0.18 m	110 – 150
Plůtek z tyčoviny	100 – 150
Oživený kamenný zához	100 – 140
Dlažba z lom. kamene na sucho tl. 250 mm	120 – 140
Dlažba z lom. kamene na sucho tl. 350 mm	140 – 160
Dlažba z lom. kamene na c.m. tl. 250 mm	170 – 200
Dlažba z lom. kamene na c.m. tl. 350 mm	180 – 220
Polovegetační tvárnice 0.6x0.8x0.2 m	160 – 180

Zdroj: Zuna, 2008

Příloha 3. Doporučená druhová skladba dřevin

	Typ reliéfu, orientace	Výškový stupeň	Geologický substrát	Půdní typ	Hydrologický režim	Rozšíření	Doporučované dřeviny
1	plochá dna širokých údolí	převážně pahorkatina (135 - 500 m)	aluviální (fluviální) sedimenty	glej typický i organozemní (anmór), zřídka fluvizem (hnědá vega, černice)	vlhký až střední či dočasně zamokřený, podzemní voda mělce až středně hluboko	od západ. Čech po východ. Moravu, chybí v jižních Čechách	<u>Stromové patro</u> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Tilia cordata</i> <u>Keřové patro</u> <i>Pactus avium</i> <i>Euonymus europaeus</i>
2	plochá dna širokých údolí	kopcovina (200 – 550 m)	aluviální sedimenty	glej typický, fluvizem (paternia, hnědá vega)	vlhký až střední či dočasně zamokřený, podzemní voda mělce až středně hluboko, časté záplavy	jižní až jihozápadní Čechy	<u>Stromové patro</u> <i>Quercus robur</i> <i>Pactus avium</i> - příměs <i>Tilia cordata</i> - příměs <i>Alnus glutinosa</i> - vlhčí stanoviště <i>Salix fragilis</i> - vlhčí stanoviště <u>Keřové patro</u> <i>Pactus avium</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Rubus fruticosus</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Frangula alnus</i> - vlhčí stanoviště <i>Salix cinerea</i> - vlhčí stanoviště

Zdroj: Dostálék, 2001

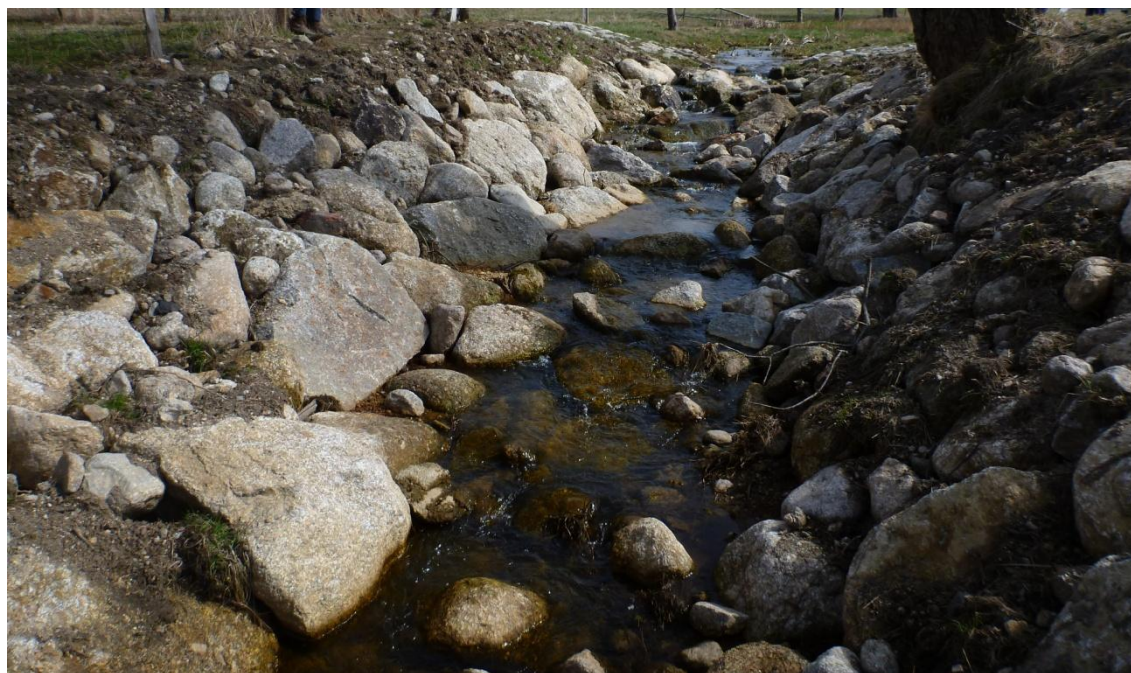
Příloha 4. Nátok do betonového potrubí DN 300



Příloha 5. Situace v místě průchodu trasy kolem sloupu vedení vysokého napětí



Příloha 6. Koryto opevněné těžkým kamenným opevněním



Zdroj: Ing. Petr Koudelka, Ph.D

Příloha 7. Hospodářský přejezd stávající



Příloha 8. Příklad hospodářského přejezdu vybudovaného z kamenné dlažby



Zdroj: Ing. Petr Koudelka, Ph.D

Příloha 9. Betonová patka sloupu vedení vysokého napětí

