

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Diplomová práce

**Návrh revitalizace a protipovodňových opatření
vybraného úseku vodního toku Šembera**

Bc. Jiří Václavek

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Václavek

Regionální environmentální správa

Název práce

Návrh revitalizace a protipovodňových opatření vybraného úseku vodního toku Šembera

Název anglicky

Proposal for revitalization and flood control measures of a selected section of the Šembera watercourse

Cíle práce

Cílem práce je návrh revitalizace a přírodě blízkých protipovodňových opatření zvoleného úseku vodního toku Šembery.

Metodika

- 1) Literární rešerše spojená s problematikou revitalizací vodních toků, komplexních pozemkových úprav a přírodě blízkých protipovodňových opatření.
- 2) Popis zájmového území.
- 3) Návrh revitalizace a přírodě blízkých protipovodňových opatření zvoleného úseku vodního toku Šembery.
- 4) Diskuze výsledků

Doporučený rozsah práce

50-80 stran

Klíčová slova

úpravy vodních toků, vodní stavby, revitalizace, krajina.

Doporučené zdroje informací

CARROLL, L., MERTON, L., BURGER, P., 2000: Impact of vegetative cover and slope on runoff, erosion and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland coal mines. Australian Journal of Soil Research 38: 313-327.

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

RONI, P., BEECHIE, T., 2013: Stream and watershed restoration : a guide to restoring riverine processes and habitats. Chichester: Wiley-Blackwell, ISBN 978-1405199568.

VRÁNA, K., 2004: Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu. MŽP ČR, Praha: Consult, ISBN 80-902132-9-4.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma: Návrh revitalizace a protipovodňových opatření vybraného úseku vodního toku Šembera, vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 24. 3. 2022

.....

Bc. Jiří Václavek

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce, Ing. Martinu Heřmanovskému, Ph.D. za trpělivost, rady, věcné připomínky, doporučení a ochotu při zpracování diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá studií revitalizace vodního toku Šembera, který se nachází ve Středočeském kraji na území okresů Praha východ, Kolín a Nymburk, protékající městem Český Brod. Návrh revitalizace je postaven na již provedeném posouzení ekologického stavu toku metodou HEM a následném návrhu opatření vedoucích ke zlepšení ekologického stavu a funkcí toku. Obsahem návrhu je projekt revitalizace tří vybraných úseků toku. V rámci prvního a druhého úseku je navržena částečná revitalizace založená na úpravě stávajícího koryta, v rámci třetího úseku je navržena částečná revitalizace stávajícího koryta i úplná revitalizace spojená s návrhem koryta nového. Navrhované revitalizace sledují i zachování, popřípadě vylepšení funkčnosti protipovodňových opatření obcí, zachování funkce plošného odvodnění zemědělských pozemků na dolním toku a navržení doprovodné vegetace.

Klíčová slova: úpravy vodních toků, vodní stavby, přírodě blízká protipovodňová opatření.

Abstract

The diploma thesis deals with the study of the revitalization of the Šembera watercourse, which is located in the Central Bohemian Region in the districts of Prague East, Kolín and Nymburk, flowing through the town of Český Brod. The revitalization proposal is based on the already performed assessment of the ecological status of the stream using the HEM method and the subsequent proposal of measures leading to the improvement of the ecological status and functions of the stream. The content of the proposal is a project for the revitalization of three selected sections of the stream. Within the first and second sections, partial revitalization is proposed based on the modification of the existing riverbed, within the third section, partial revitalization of the existing riverbed and complete revitalization associated with the design of the new riverbed is proposed. The proposed revitalizations also monitor the preservation or improvement of the functionality of anti-flood measures of municipalities, the preservation of the function of surface drainage of agricultural land in the lower stream and the design of accompanying vegetation.

Keywords: watercourse modifications, water structures, nature-friendly flood protection measures.

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíle práce.....	2
3.	Revitalizace	3
5.	Renaturace a technická revitalizace	5
	5.1. Technická revitalizace.....	5
	5.2. Korekční údržba.....	5
	5.3. Samovolná renaturace	6
	5.4. Renaturace povodněmi	6
	5.5. Důvody vedoucí k revitalizaci vodních toků.....	7
	5.6. Možnosti a prvky revitalizací.....	10
6.	Vývoj revitalizačních metod.....	16
	6.1. První etapa.....	16
	6.2. Druhá etapa	17
	6.3. Třetí etapa	18
7.	Důsledky revitalizace vodního toku.....	19
8.	Typy revitalizací	22
9.	Vegetační doprovod.....	24
10.	Protipovodňová opatření	26
	10.1. Revitalizace jako ochrana před povodněmi.....	26
11.	Komplexní pozemková úprava a financování	29
12.	Popis zájmové lokality.....	31
	12.1. Povodně na Šemberě 2013.....	34
13.	Hydromorfologické hodnocení vodního toku Šembera.....	37
14.	Výsledky terénního průzkumu.....	39

15.	Návrh revitalizace vodního toku Šembera.....	40
	15.1. Úpravy horního toku	40
	15.2. Úpravy středního toku	46
	15.3. Úpravy dolního toku	51
	15.4.1. Návrh nové trasy koryta ve třetím úseku dolního toku.....	62
	15.4.2. Návrh výsadby doprovodné vegetace.....	66
	15.4.3 Odhad cen prací a materiálu.....	69
16.	Diskuse	70
17.	Závěr	72
18.	Seznam použitých zdrojů.....	73
19.	Seznam obrázků a tabulek.....	78
20.	Fotografické přílohy.....	80

1. Úvod

Vodní toky jako nedílná součást krajiny jsou důležitou životní tepnou každé lokality. V průběhu 19. a 20. století docházelo na řadě vodních toků k technickým úpravám motivovaných ochranou majetků a půdy před povodněmi a plošným odvodněním půdy pro účely zemědělství. Tyto úpravy poničily tvar řečišť, tvar koryt, charakter údolních niv a výrazně změnily ekologické funkce těchto prvků (Just et al., 2005).

Technické úpravy zapříčinily zrychlený odvod vody z krajiny, zánik přírodních prvků toku, úbytek či narušení doprovodné vegetace a zhoršily migrační prostupnost toků pro vodní živočichy. Funkce protipovodňových opatření většinou fungují pouze lokálně, klesá působení vodního toku jako biokoridoru, snižuje se prostupnost povrchových vod do vod pozemních a snižuje se samočistící schopnost řek, čímž klesá chemická kvalita vody ve vodních tocích. Úbytek doprovodné vegetace má negativní dopad na hledisko krajinotvorné, vodohospodářské, ekologické a zemědělské (Šlezinger, 2002). Na základě velkého množství takových úprav se v druhé polovině 20. století objevují první vodohospodářské revitalizace technicky upravených toků. Jejich účinnost je však procentuálně nízká nebo působí pouze lokálně. S přibývajícimi zkušenostmi vodohospodářů se mění i pohled na revitalizaci toků. Je vnímána komplexně nejen jako náprava tvaru koryt, ale i jako obnova ekologických funkcí toku i přilehlé nivy. Díky změnám ve využívání krajiny, nebo změnám vzniklým právě úpravou, ztratily některé úpravy svůj smysl a je tedy možné provést jejich revitalizaci (Vrána, 2015).

2. Cíle práce

Cílem práce je návrh revitalizace a přírodě blízkých protipovodňových opatření vybraného úseku vodního toku Šembery, které by pomohly minimalizovat negativní dopady dřívějších úprav koryta, zachovat pozitiva, kterých se dřívější úpravou dosáhlo, a maximalizovat přírodní vlastnosti toku ve vybraných úsecích.

V rámci řešení diplomové práce bude provedena:

- literární rešerše spojená s problematikou revitalizací vodních toků, komplexních pozemkových úprav a přírodě blízkých protipovodňových opatření,
- popis zájmového území,
- návrh revitalizace a přírodě blízkých protipovodňových opatření vybraného úseku vodního toku Šembery,
- diskuse prezentovaných výsledků.

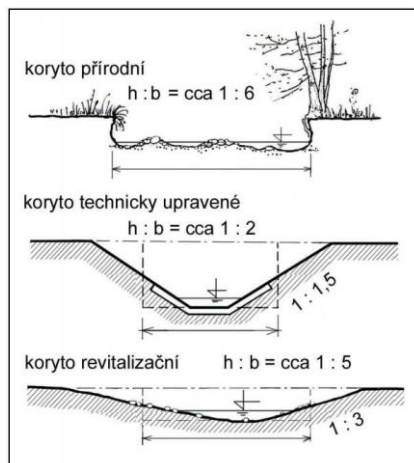
3. Revitalizace

Účelem revitalizací vodních toků je snížení nebo odstranění negativních důsledků, vzniklých úpravou vodního toku působících na ekosystémy, u kterých následně dochází ke zlepšení přirozených funkcí. Tyto změny se pozitivně odráží v krajině a vodní tok získává přirozenou podobu (Gergel et al., 1999). AOPK ji pak definuje takto: „*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).

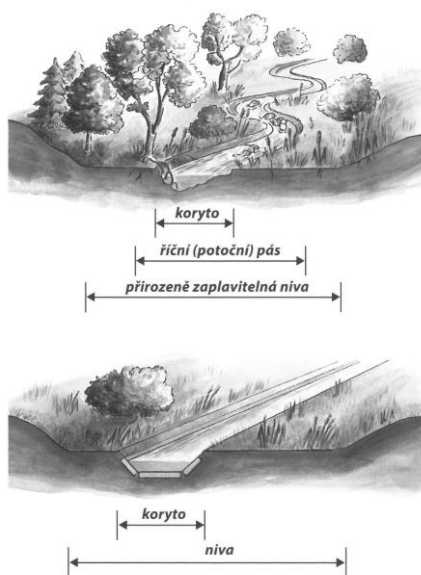
Takovou změnu lze vyvolat obnovením meandrů, znovuvytvořením přirozených prvků koryta jako jsou tůňe a brody, znovuvytvořením či obnovením bočních ramen, odstraněním nevhodného opevnění dna a břehů (viz obrázek 1), obnovou migrační průchodnosti pro ryby a jiné vodní živočichy (Čamrová et al., 2006). Vodohospodářská revitalizace vodních toků má také za cíl zpomalení odtoku vody z krajiny. Revitalizace jsou definovány jako náprava škody, která vznikla původní necitlivou úpravou vodního toku (Váchal et al., 2011).

Nejčastějším revitalizačním krokem bývá nahrazení nadměrně kapacitního technicky upraveného koryta korytem přírodního charakteru, tedy členitějším, mělčím a korytem s menší kapacitou (viz obrázek 2). Takto navržená koryta podporují zadržování vody v krajině, mají kladný dopad na biodiverzitu a zpomalují průchod povodní podporou rozlivu do přilehlé nivy. Vodohospodářskou revitalizací ovlivňujeme množství veličin: dobu průchodu vody revitalizovaným úsekem, objem vody v korytě, zvýšení zásoby podzemní vody v údolní nivě, břehové a dnové struktury profilu koryta, chování koryta za povodňových průtoků, průtok údolní nivou, ale také biologických. Tím se zároveň zvyšuje biodiverzita revitalizovaného vodního toku, ale také jeho okolí a zvyšuje se tak i jeho estetická a rekreační funkce (Vrána et al., 2004). Na revitalizaci je třeba nahlížet z více úhlů. Z pohledu ekologie je jakékoli technicky upravené koryto špatné, nicméně z pohledu ochrany majetku a zemědělské půdy musí zůstat některá opatření zachována (Vrána, 2004). Tato hlediska diferencují náš pohled na revitalizaci a vytváří dvě skupiny lidí lišících se názorem na řešení stavu vodních toků. Jednak skupinu lidí obhajující čistě technický přístup k úpravám vodních toků a také skupinu lidí, která zastává přístup čistě ekologický (Cardoso, 2017). Paradoxně představují oba přístupy, tedy technický i

ekologický nedělitelnou součástí řešení revitalizací, a to jak z pohledu ochrany majetku a půdy, tak z pohledu obnovy ekosystémů a je třeba jich využívat (Gameiro, 2010).



Obrázek č. 1 Srovnání průřezů koryt (Just et al., 2005).



Obrázek č. 2 Přírodní a technicky upravené koryto (Cílek et al., 2017)

5. Renaturace a technická revitalizace

V dnešní době jsou častěji využívány technické metody, při kterých zůstává zachován princip základních ekologických a geomorfologických funkcí koryta. Toho lze dosáhnout odstraněním příčných staveb, stabilizací břehových struktur, obnovením ekosystémů. Další možností obnovy těchto funkcí je renaturace. Renaturační proces je soubor nových technik a metodik podporujících vývoj ekosystému složený z poznatků hydraulického inženýrství a územního plánování (Gameiro, 2010). O renaturaci jako takové lze uvažovat ve třech rovinách. Samovolná renaturace jako přirozený princip vývoje koryta vodního toku, renaturace povodněmi jako proces podmíněný průchodem povodňové vlny a technická revitalizace (Just et al., 2005).

5.1. Technická revitalizace

Za technické revitalizace označujeme stavebně-technická opatření sloužící k odstranění negativního dopadu dřívějších úprav vodního toku vedoucí ke zlepšení ekologického stavu toku blíže k jeho přírodní podobě. Těmito jsou zejména přirozené rozvolňování trasy toků a snížení uměle zvýšené kapacity koryt. Dosáhneme tak rozlivu vysokých průtoků v údolních nivách a přirozené transformace povodňové vlny. Dalším opatřením je znovuvytvoření nebo obnova vodních biotopů v nivách, jimiž jsou tůňe, slepá ramena a mokřady. K technickým revitalizacím náleží i úprava nevhodně odvodněných ploch, která přispívá ke zvyšování zásob vody v půdním profilu (Just et al., 2005).

5.2. Korekční údržba – postupná renaturace

Postupná renaturace korekční údržbou je proces, při kterém vhodnými zásahy podporujeme rozvolnění proudnice. Zvýšíme tak erozivní působení proudící vody na boční stěny koryta, čímž dojde k jeho postupnému přirozenému rozvolnění. Požadované stranové eroze lze dosáhnout střídavým umístěním velkých objektů, například kamenů k břehům koryta. Tohoto efektu lze dosáhnout i vysazováním vhodných dřevin do hrany břehů. Nevýhodou takového přístupu je delší časový

interval, v němž se mohou projevit pozitivní dopady na stav vodního toku. Takový způsob revitalizace však buduje nové vlastnosti vodního toku přirozenou cestou a pozitivní efekt takové úpravy má v čase stoupající tendenci (Just et al., 2005).

5.3. Samovolná renaturace

Přirozený vývoj koryta vodních toků je možné pozorovat i u koryt technicky upravených. Takový proces se nazývá samovolná renaturace. Samovolnou renaturací rozumíme zejména degradaci dřívějších technických úprav toku. Může se jednat o samovolný rozpad opevnění koryta zapříčiněný silou proudící vody nebo prorůstajících rostlin a působením živočichů. Takový proces je zdoluhavý, doba jeho trvání je závislá na kvalitě opevnění a výsledky jsou nejisté, protože i po větším rozpadu zůstává funkce pevnějších zbytků staveb nezměněná. Jedná se tedy o samovolné zanášení technicky upravených koryt a zarůstání vegetací. Do tohoto procesu není vhodné jakýmkoliv způsobem zasahovat, aby nedošlo k jeho přerušení (Just et al., 2005). Renaturace ovšem není vhodná kupříkladu pro již hodně zahloubená koryta, jejich prohlubování vlivem renaturace je nežádoucí (Just, 2003; Just et al., 2005; AOPK, 2012). Samovolná renaturace má velmi vysoký revitalizační účinek, nevýhodou je dlouhá doba trvání procesu, ale při návrhu technické revitalizace bychom měli vycházet z její potenciální podoby. Proces renaturace lze urychlit takzvanou postupnou renaturací, tedy korekční údržbou, a vhodnými zásahy tak podpořit a urychlit proces samovolné renaturace. To spočívá v podpoře stranové eroze břehů, například výsadbou vegetace do svahů břehu či umístěním velkých kamenů v toku a následné změně proudění toku v korytě (Just et al., 2005).

5.4. Renaturace povodněmi

Průchod povodní působí přirozené změny na přírodních korytech i korytech upravených. Tyto změny též patří k vývoji koryta vodního toku. U přírodních koryt jsou tyto změny nepravidelné a v určitých formách a různém rozsahu se mohou objevovat lokálně, ale i na větších plochách. U koryt přírodních a přilehlé nivy jsou tyto změny přirozené, působí na koryto a jeho tvar, nemění však jeho opodstatnění. U koryt technicky upravených se většinou jedná o narušení původního záměru úprav.

Zpravidla bývá porušen tvar, opevnění, příčné prvky a spouští tak procesy přinášející zásadní změny proudění. Rozsah takových změn může být od dílčích narušení či prohlubní přes nátrže a množství splavenin až po vznik nového paralelního koryta či většího množství koryt. Může dojít až k destrukci původního technického opevnění, které není schopné přizpůsobit se změnám, a jeho rozpadu. Není-li v takových případech dostatečný důvod k obnově technicky upraveného koryta, zpravidla kvůli blízkosti komunikací, ochraně zástavby či mostní konstrukce, je nasnadě zvážení vybudování nového přírodě blízkého koryta (Just et al., 2005).

5.5. Důvody vedoucí k revitalizaci vodních toků

Hlavním důvodem k realizacím revitalizace vodních toků jsou již zmíněné nevhodné úpravy a regulace. Jejich důsledkem často poklesne kvalita ekologického stavu, biologické rozmanitosti, degradují se ekosystémy a snižuje se hodnota geomorfologického stavu toku. Lidská činnost působí stále větší znečištění vodních toků a tento trend navzdory častějším kontrolám stoupá (Petts, 1990). Nevhodné zásahy zpravidla spočívají v napřímění trasy, v opevnění dna a břehů (beton, dlažba, zatravnovací tvárnice, kamenné zdivo) a v jednotném vyrovnání podélného sklonu (viz tabulka 2). Nízká drsnost a tvar koryta zvyšuje rychlost proudění, opevnění zamezuje styku povrchové vody s vodou podpovrchovou, a tak dochází ke snížení zásob vody v krajině (Šlezinger, 2009). V mnoha případech docházelo k tvorbě příliš kapacitních koryt zamezujících zdržení jakýchkoli průtoků. Takto navrhovaná koryta byla dle normy ČSN 73 6823 dimenzována kvůli ochraně přilehlého okolí spadajícího do uvedených kategorií (viz tabulka 1). Dle této normy byla koryta v extravilánu navrhována na dvou až pětiletý průtok. Takto navržené koryto nepodporuje vybřežení v úsecích k tomu vhodných. Z dnešního pohledu je výhodnější navrhovat nové koryto na půl až jednoletý průtok. Plánované vybřežení ve vhodných úsecích pak snižuje kulminační průtok níže na toku (Šlezinger, 2009). Dalším důvodem revitalizace je zhoršení chemické kvality vody. Zemědělská činnost v okolí toku zatěžuje jeho vody splachem hnojiv, větrnými nánosy drobných částic orné půdy, přilehlé obce svádí do toků znečištěnou odpadní vodu. Nedostatek vegetačního doprovodu má za důsledek nedostatečné zastínění toku, což má za následek nárůst výskytu sinic a řas. Vhodný vegetační doprovod zajišťuje

ekologickou stabilitu celého ekosystému toku a hraje významnou roli v obnově přírodních vlastností vodního toku (Šlezinger, 2009; Vrána, 2004).

Souvislá zástavba, průmyslový areál, významné liniové stavby	>Q50
Velmi cenná půda, vinice, chmelnice apod.	>Q20
Orná půda	Q5-Q20
Louky a lesy	Q2-Q5

Tabulka 1: kapacita koryt v závislosti na průtocích navrhovaných podle ČSN 73 6823 (Mareš, 1997).

Parametr	Popis	Důsledky	Nejčastěji používaný argument pro zdůvodnění úpravy
Trasování toku	Narovnání trasy, průpích 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 abrazí, 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 splaveninou režim,... Opevněný profil se lépe udržuje mechanizací.

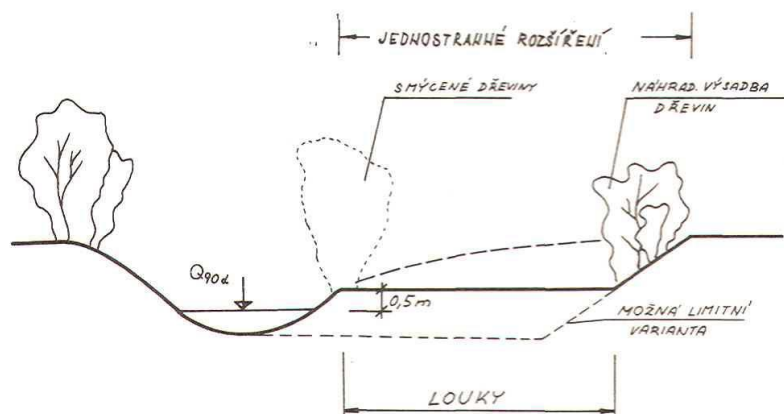
Tabulka 2: negativa a důsledky nevhodných úprav vodních toků (Sklenička, 2003).

5.6. Možnosti a prvky revitalizací

Při revitalizaci vodního toku je třeba vycházet z individuality každého místa a citlivým posouzením místních poměrů navrhnout vhodná opatření vedoucí ke zlepšení stavu vodního toku (Just, 2003).

- **Změna půdorysného vedení koryta**

Přistoupíme-li ke změně půdorysného vedení koryta, je důležité prostudovat původní trasu vodního toku. Pokud neexistují historické mapové podklady zachycující tvar koryta před technickou úpravou, je třeba vycházet z prvků a charakteru (zbytky vegetace, prohlubně, sníženiny, zbytky meandru) lokality a navrhnout pravděpodobný tvar koryta. Pokud je možné vycházet z mapových podkladů, pak je vhodné dodržet původní trasu koryta alespoň v úsecích, které tento přístup umožňují. V případě, že nenalezneme ani mapové podklady ani znaky původního toku, držíme se obecně platných zásad. Těmi jsou protisměrné střídání oblouků, měnící se šířka koryta, na vhodných místech vznik tůní, naplavenin, ostrovů. Limitující faktor při návrhu nového koryta je získaný prostor pozemkovou úpravou. Pokud je prostoru málo, je třeba zvolit revitalizaci částečnou. U koryt s jednotným příčným řezem je možné tento řez změnit zvyšováním a snižováním úhlu svahu, narušit tak jednotný ráz koryta a v rámci širě doprovodných prostor rozvolnit tvar vodního toku. V případě potřeby zvýšení kapacity koryta lze přistoupit i k jednostranné úpravě koryta (viz obrázek 3), kdy na jednom břehu odstraníme vegetaci břehové zóny a na druhém jí ponecháme nebo založíme novou (Šlezinger, 2010).



Obrázek č. 3 Zvýšení kapacity koryta jednostranným rozšířením (Šlezinger, 2010).

- **Využití původních meandrů**

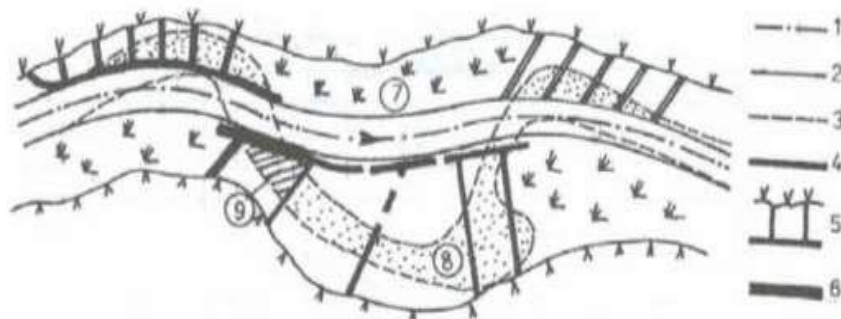
Při dřívějších technických úpravách, kdy se tvořilo koryto nové, technické, zůstávaly v původní trase koryta odstavené meandry. Ty se zasypávaly nebo ponechávaly ladem. Pokud máme ve vybraném prostoru takové zbytky odstavených meandrů je ideální je využít v nově plánovaném korytě nebo je využít jako základ pro budoucí tůň (Šlezingr, 2010).

- **Balvany osazené v toku**

Dalším prvkem revitalizace je osazování balvanů uvnitř toku. Vhodně osazené balvany čerí hladinu toku, čímž dávají vzniknout výmolům v korytě a následně odklání proudění k opačnému břehu. Postupně tak tvarují koryto, které se utváří dál dle působení proudící vody. V kombinaci s dalšími zásahy podporujícími změnu lineárního proudění jsou takové zásahy v delším časovém horizontu efektivní (Šlezingr, 2010).

- **Usměrňující stavby a stabilizace břehů**

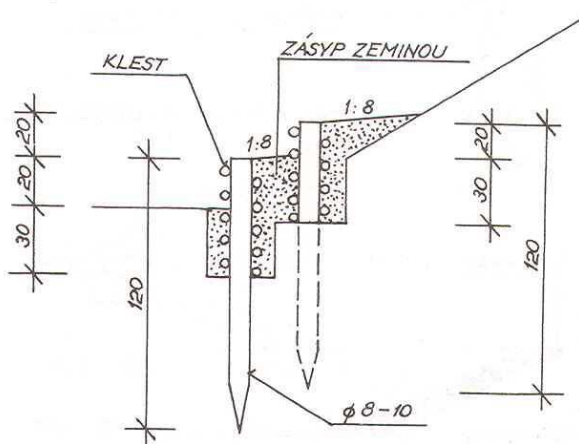
Podobnou funkci jako osazené balvany, tedy funkci usměrňující vodní proudění, mají usměrňovací stavby. Kromě funkce usměrňovací plní i funkci sanace břehových nátrží, napomáhají ke vzniku výmolů, nánosů a zvyšují možnost úkrytu pro živočichy (viz obrázek 4). Rozdělují v lokálním měřítku proudění na proudový stín a oblast rychlejšího proudění. K realizaci takových staveb se používá dřevěný materiál, tyčovina, kulatina, kořenový bal z vývratu, nebo kamenitý materiál, popřípadě kombinace obou (Šlezingr, 2010).



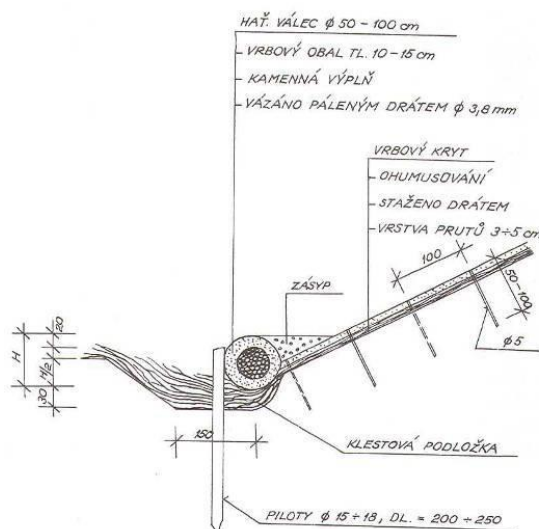
Obrázek č. 4: druhy a umístění usměrňovacích staveb, 1. osa nového koryta, 2. břehy nového koryta, 3. břehy starého koryta, 4. podélná usměrňovací stavba, 5. příčné usměrňovací stavby zavázané do paty údolí, 6. uzavírací hráz, 7. keře a zpevnění starého řečiště, 8. staré koryto určené k zanesení, 9. staré koryto zavezené (Šlezingr, 2010).

Kamenné výhozy, nebo kombinace kamene se dřevem, vytváří stavby lichoběžníkového profilu. Tyto stavby by neměly přesáhnout třetinu hloubky vody při QN, tedy maximálního průtoku, který je dosažen nebo překročen za N let (Šlezinger, 2010).

Jako prvek usměrňující, ale též prvek břehové stabilizace, používáme haťové plůtky (viz obrázek 5). Nejčastěji realizovaný plůtek bývá dvouřadý se vzdáleností pilotů 1 m a řady od sebe 0,5 m. Plůtky propřádáme přízí a vysypeme kamenným šterkem. Do toků s větším množstvím splavenin můžeme vkládat haťošterkové válce (viz obrázek 6). Jedná se o prvky konstruované ze šterku zabaleného do proutěné rohože ze živého proutí, u něhož se předpokládá zakořenění a vzniklý kořenový systém podpoří stabilizaci břehů (Šlezinger, 2010).



Obrázek č. 5 Usměrnující a stabilizační objekt haťový plůtek (Šlezinger, 2010).



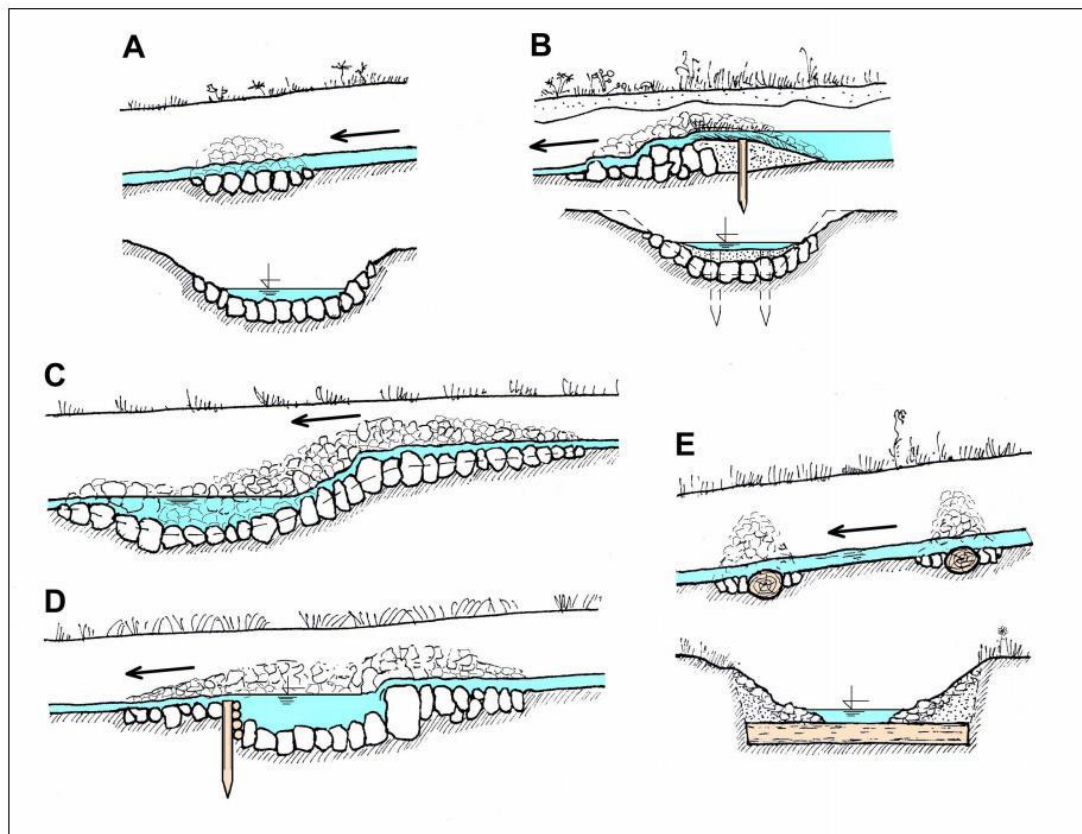
Obrázek č. 6 Usměrnující a stabilizační objekt haťošterkový válec (Šlezinger, 2010).

- **Příčné prahy a zdrsnění dna**

Příčné prahy jsou prvky umístěvané v oblasti dna posilující dnovou stabilitu a zabraňující erozi dna (viz obrázek 7A). Prahý mohou být tvořeny dřevěnými trámy usazenými napříč korytem. Zdrsnění dna se pak provádí umístěním volných kamenů v několikametrových pásech nebo kameny umístěnými v betonových základech. Slouží k narušení proudění vody a jejímu provzdušnění. Je třeba dbát na různou velikost kladených kamenů a nesymetričnost jejich uložení (Šlezinger, 2010).

- **Balvanité skluzy**

Balvanité skluzy jsou spádové objekty překonávající rozdíly v niveletě dna (viz obrázek 7B až 7E). Skluzy mohou být drsné nebo hladké. Díky svému drsnému povrchu dochází již na těle skluzy ke snižování kinetické energie proudící vody a zvyšují migrační prostupnost (Šlezinger 2010).



Obrázek č. 7 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 et al., 2005)

- **Dřevo v korytě**

Ačkoliv je dřevo pro svou omezenou životnost jako materiál k tvorbě prvků ovlivňujících proudění a charakter vodních toků zdánlivě nevhodné, má spoustu významných výhod oproti kameni či dalším materiálům. Přírozený výskyt mrtvého dřeva v korytě je znakem určujícím ekologickou kvalitu vodního toku. Proto má použití dřevěných prvků či usazení fragmentů mrtvého dřeva do vodního toku pozitivní vliv na chemickou kvalitu vody a jsou prokázány i kladné dopady použití dřevěných prvků na životní prostředí ryb a dalších vodních živočichů. Použití dřeva při revitalizacích je tedy žádané například k budování prahů, které narušením lineárního proudění pozitivně působí na vymílání prohlubní dna, upravují podélný tvar koryta, přisedlými biologickými kulturami zlepšují chemickou kvalitu vody a po jejich rozpadu zůstává přírodě podobná struktura dna (Roni, Beechie, 2013).

- **Tvorba tůní**

Tůň rozumíme prohlubeň ve dně koryta nebo v údolní nivě, která je naplněna vodou. V přírozené podobě toků jsou to zpravidla zbytky postranních ramen protržených meandrů. Takové prohlubně mohou být naplněny trvale nebo občas (periodické). Tyto objekty jsou z hlediska ekologického velmi cennými biotopy. Tůň není tvořena vzdušným hladinou a není vypustitelná. Při realizaci revitalizací jsou tůně zpravidla hloubeny a mohou dosahovat velikosti od několika m² po velikost malých vodních nádrží, záleží na možnostech a místních podmínkách. Tůně působí jako vzácný krajinnotvorný biotop, mají příznivý vliv na protipovodňovou ochranu, zvyšují retenci krajiny, působí kladně na infiltraci povrchových vod do podpovrchových a jejich budování není tak finančně náročné, nepotřebují další údržbu (Just et al., 2005).

- **Budování mokřadů**

Mokřady je možné stručně charakterizovat jako zatopené území se stále nasycenou půdou ze spodních vod. Tvoří jakýsi přechod mezi suchozemským a vodním ekosystémem. Vyskytují se v několika podobách jako například rašeliniště, bažiny, bažinaté tůně, lužní lesy a lužní louky. Do kategorie mokřadů patří též celoročně zamokřené odvodňovací příkopy budované na zemědělských půdách. Funkce takových umělých mokřadů spočívá v zachycování splavenin hnojiv a drobných částí zemědělské půdy. Jejich funkce je i zásobovací (Ockenden et al., 2012). Mokřady nejen zvyšují retenční kapacitu území, ale působí pozitivně na okolí i z pohledu

ekologického. Jejich litorální zóna, tedy mělká voda u břehů a přítoku do hloubky 0,6 metrů, je z ekologického hlediska nejvýznamnější (Just et al., 2009). Je důležitá pro výtěr ryb, hnízdění vodního ptactva a rozmnožování obojživelníků. Vyznačuje se velkým množstvím vodních živočichů tvořících potravu pro ryby a ptáky. Mokřadům prospívá neúplné zastínění a je žádané nechat některé části zasluněné. Dřevinné porosty není nutné sázet po celém břehu, ale například na hranici revitalizovaných ploch. Mokřad je tak ochráněn před nepříznivými vlivy (Just et al., 2009).

Po vybudování nového mokřadu, nebo revitalizaci stávajícího mokřadu je zapotřebí delší časový úsek na obnovení jeho přirozených ekologických funkcí a vlastností. Takové obnovení funkcí trvá až pět let, o něž je výsledný efekt mokřadu zpožděn (Biebighauser, 2002).

- **Rozsah revitalizace a život ryb**

Je prokázán vliv rozsahu revitalizace, respektive délky revitalizovaných úseků na výskyt ryb. Dílčí zlepšení ekologické kvality toku v malých úsecích nemusí zaručit obnovu rybí populace ve vodním toku. Jsou-li zlepšení pouze lokální, nemusí zaručovat dostatek podmínek pro přežití rybí populace nebo její optimální vývoj. Pro obnovu života ve vodních tocích je tedy důležité realizovat dostatečná zlepšení po co možná největší délce toku. Takový přístup zaručuje vyšší šance na přežití ryb nebo až exponenciální nárůst jejich výskytu (Poppe et al., 2016; Schmutz et al., 2016).

6. Vývoj revitalizačních metod

Myšlenka revitalizací u nás prošla od jejího počátku až do dnešní doby třemi fázemi. Tyto etapy nelze přesně časově vymezit, ale jasně se liší v přístupu a pohledu na revitalizaci samotnou. Postupným zvyšováním odbornosti českých vodohospodářů se měnily i přístupy k úpravám vodních toků, a tak se v následných etapách projevovaly stále pozitivnější dopady revitalizací na stav vodních toků (Vrána, 2015).

6.1. První etapa

Při těchto úpravách docházelo k zachování parametrů koryta. Beze změn zůstává průtočná kapacita, trasa i opevnění koryta. Tyto úpravy se týkaly pouze dnové struktury, která byla upravována pomocí vložených prvků, jako jsou kamenné či dřevěné pasy a skluzy, usměrňovací výhony, nadzvednuté meliorační desky či vložené kameny. Díky těmto úpravám docházelo k typizaci, postrádaly tedy individuální řešení problémů v určitých místech toku. Vegetační doprovod byl ponechán původní nebo řešen liniovou výsadbou podél toku (Vrána, 2004).

- **Výhodou** takového přístupu byla nesporně absence výkupů pozemků a dalších pozemkových úprav. Nízká cena díky ponechání původního opevnění, původních vyústění drenáží a rychlost díky jednoduchosti revitalizačních úkonů.

- **Nevýhody** první etapy však převládají nad výhodami.

Výsledky takových revitalizací bývají špatné. Dochází zde k rychlému proudění s malou hloubkou, nedostatečné hloubce v podjezí a koryta zůstávají opevněna. Takto provedená revitalizace nezvyšuje migrační průchodnost, nepůsobí pozitivně na akumulaci podzemních vod a nemá pozitivní vliv na ukládání sedimentu. Po čase se projevuje nefunkčnost prahových objektů, které jsou podtékány, obtékány a ničené povodňovými průtoky. Nezajišťují tak požadované vzduť a pravidelným rozmisťováním takových prvků vzniká nevhodná uniformita proudění. Liniová výsadba doprovodné zeleně nenavazuje na stávající zeleň a postrádá funkci úkrytu pro zvěř (Vrána, 2004).

6.2. Druhá etapa

V případě druhé etapy revitalizací se častěji přistupuje k vybudování nového koryta paralelně k původnímu s delším podélným profilem inspirovaným původní podobou toku. Takto navržená koryta snižují sklon, zpomalují proudění a prodlužují dobu pobytu vody v daném území. Nové koryto by mělo co nejméně křížovat koryto původní. V případě, že se křížování nelze vyhnout, je třeba věnovat místům křížení větší pozornost, aby nedošlo k prolomení v místech původního koryta. Jsou budovány tůně, které je možné využít jako vyústění původních drenáží i jako přírodní prvek koryta. Takové úpravy jsou však úzce spjaty s potřebou dostatečného prostoru pro nová koryta. Je tedy nutné vykupovat pozemky v okolí toku. Tím roste finanční a úřední zátěž celého projektu. V místech liniové zástavby jsou takové kroky nemožné a v místech intenzivně zemědělsky využívaných je to obtížné (Vrána, 2015).

Dalším problémem je zachycení drenážních systémů z pozemků v okolí toku, jejich následné prodlužování či zkracování a napojování na nové koryto. Nové koryto bývá navrhováno s nižší kapacitou, většinou dimenzované na třicetidenní až půlletý průtok, na jednoletý průtok jen minimálně. Hloubka nového koryta bývá u malých toků okolo 0,5 m pod okolní terén (Vrána, 2004).

Nutnost výkupu okolních pozemků skýtá větší prostor pro doprovodnou výsadbu. Je zde možné realizovat nepravidelnou výsadbu zeleně po obou březích v širších prostorech (Vrána, 2015).

- **Výhody** tohoto řešení spočívají především v prodloužení podélného profilu koryta, zmírnění sklonu, zvýšení drsnosti dna a následnému zpomalení proudění, zvýšení hloubky, absenci opevněných úseků a zvýšení propojení pozemní vody s vodou podzemní. Tok se může v čase dále vyvíjet blíže ke své přírodní podobě. Díky pomalejšímu proudění zpravidla nedochází k poškození koryta průchodem povodňových průtoků. Nepravidelná skupinová výsadba doprovodné vegetace má příznivější vliv na ekosystémy v okolí toku nežli liniová výsadba (Vrána, 2004).

- **Nevýhodou** takových úprav je zpravidla vyšší cena než u první etapy. Výkup pozemků, větší množství stavebních zásahů, delší doba realizace projektu, komplikace spojené s dohodou s majiteli pozemků. Větší množství doprovodné

zeleně a následná péče o ni též zvyšují nákladnost akce. Přírodní procesy působící na koryto se dotvářejí ještě dlouho po ukončení úprav (Vrána, 2004).

6.3. Třetí etapa

Třetí etapa revitalizací v zásadě vychází z druhé etapy, alespoň co se koryta vodního toku týče. Přístup k návrhu a stavebním úpravám koryta je víceméně stejný. Rozšíření třetí etapy spočívá v chápání údolní nivy a celého toku jako ekologického celku. Řeší se zde provázanost nové výsadby se stávajícími porosty v údolní nivě a přizpůsobení celého okolí toku co nejvíce přirozené podobě. Narážíme zde však na množství lokalit, kde tento přístup není možné uplatnit (Vrána, 2004).

- **Výhody** třetí etapy jsou v zásadě shodné s výhodami druhé etapy.

Kromě výhod spojených s úpravou koryta je zde posílen efekt ekologické stability celého území, dobrá funkce ekosystémů a migrační průchodnost vodního toku i území protékaném vodním tokem (Vrána, 2004).

- **Nevýhody** třetí etapy jsou též shodné s nevýhodami etapy druhé.

Je to především finanční náročnost projektů a komplikace spojené s výkupem pozemků v okolí toku, ale i vhodnost území pro úkony třetí etapy revitalizace. Prostory vhodné pro takto rozsáhlé úpravy se nemusí vyskytovat po celé délce toku. V oblastech zemědělsky využívaných a v intravilánech obcí. Na některých tocích se nemusí vhodné prostory vyskytovat vůbec (Vrána, 2004).

7. Důsledky revitalizace vodního toku

V důsledku revitalizace nastávají kladné změny v podobě znovuoobnovení vodního stavu, restartu ekosystémů a zadržení vody v krajině. V oblastech nivy, tůní a mokřadů dochází k zavodnění půdního prostředí a posílení spodních vod (Niehoff, 1996). Hlavním úkolem je návrh členitějšího a méně kapacitního koryta, které nahradí stávající kapacitní koryto. Dále se realizuje odstranění opevnění dna a břehů (dlažby či betonu). Tím se vytvoří prostor pro osídlení břehů a dna vegetací a vodními organismy. Výsledkem je zvýšení biodiverzity napomáhající s odstraněním organických a anorganických látek, zvýšení samočisticí schopnosti řeky (Just et al., 2005).

Tato schopnost je závislá na intenzitě a době styku proudící vody s organismy na povrchu koryta. Je tedy žádané dobu kontaktu prodloužit. Toho lze dosáhnout změnou podélného sklonu, prodloužením trasy proudění nebo zdrsněním povrchu dna a břehů (Just et al., 2005).

- **Prodloužení trasy a doby průtoku vody korytem**

Vlivem technických úprav docházelo k napřimování toku a tím ke snížení pobytu vody v korytě. Revitalizace má opětovně tok rozvolnit a snížit tak rychlost průtoku. Většího zpomalení lze dosáhnout rozšířením průtočného profilu pomocí znovuvybudování tůní (Just et al., 2005).

Při návrhu trasy revitalizovaného toku musíme ctít přírodní podobu toku v dané lokalitě v závislosti na umístění koryta v krajině. Vzít v potaz sklon koryta a jeho polohu, např. zdali se nachází v rovině nebo v údolí (Rosgen, 1994).

- **Obnovení struktury dna a podélného profilu koryta**

Při úpravách toku docházelo k vyrovnání sklonu výstavbou spádových objektů (stupně, jezy, prahy). Tím došlo k zániku proudných a tišinných částí toku. Nově navržený podélný profil by měl kopírovat terén a přispět k obnově úseků s různým sklonem a charakterem proudění. Tyto úseky vhodně doplnit přejezí, brody a tůněmi. Pokud neexistuje možnost navrhnout úpravu takto, je třeba obnovit dnovou strukturu alespoň vhodným umístěním kamenů do dna (Just et al., 2005).

- **Akumulace a zvětšení zásob nivní vody**

Zmenšením hloubky koryta při revitalizaci dosáhneme zvýšení hladiny podzemní vody a tím i zvětšení její zásoby v nivě. Míra zvýšení je ale závislá na ulehlosti, poréznosti a objemové hmotnosti půdy (Just, 2003).

- **Tlumení průběhu povodňových průtoků rozlivem v nivě**

Velkokapacitní koryta regulací jsou navržena tak, aby v místě úpravy ochránili okolní pozemky před povodňovými průtoky, zpravidla ale přesouvají problém s povodňovou situací dále po směru toku. V současnosti je velkokapacitní koryto vhodné pro intravilán obcí, kde je ochrana majetku a zdraví důležitá. Nicméně mimo obce se od takto navržených koryt ustupuje. Dnes se podporuje spíše rozliv povodňové vlny v místech, kde nepůsobí velkou škodu nebo na pozemcích, které nejsou nikterak zemědělsky využívány. Povodňová vlna je tak transformována a zvyšuje ochranu pozemků a sídel níže na toku (Just et al., 2005). Díky rozlivům v nivě dochází ke snížení rychlosti proudění. Na revitalizované mělké koryto nepůsobí tak rychlé proudění jako u opevněných kapacitních koryt (Just et al., 2005).

- **Zlepšení migrační prostupnosti toku**

Zlepšovat či obnovovat migrační prostupnost nemá význam na tocích, kde k migraci nedochází. Proto je vhodné na daném toku provést ichtiologický průzkum, na jehož základě tyto úpravy provádíme nebo neprovádíme. Zatrubnění, příčné objekty, malé hloubky. To vše omezuje, ne-li zamezuje, migraci ryb technicky upraveným korytem. U vyšších objektů sloužících ke vzduť hladiny k dalším účelům jako jsou například jezy nebo hráze je třeba vybudovat rybí přechody nebo nahradit jez kamenným skluzem. Menší rozměr koryta pak příznivě ovlivňuje migraci zvětšením hloubky a snížením rychlosti proudění. V případě zatrubněných úseků je třeba tyto odstranit a nahradit novým korytem (Just et al., 2005).

- **Vliv revitalizace na půdní erozi**

Téma ochrany půdy je stejně významné jako ochrana vody a vodního prostředí. Monitoringem půdní eroze se zabývá Ministerstvo zemědělství od roku 2012 (Ministerstvo zemědělství, 2018). Velké půdní celky jsou ohroženy narůstající vodní

erozí. K jejímu zamezení lze využít specifických krajinných prvků, které pomáhají erozi snižovat. Vlivem eroze dochází ke ztrátám zemědělské půdy a znečišťování vodních toků. Největší projevy eroze se váží k období sucha, které se stalo globálním problémem. Revitalizace napomáhá svými zásahy snižovat erozi přenášenou do vodních toků. V takto znečištěných vodách se zvyšuje obsah dusíku (dusičnanu) a fosforu (Ministerstvo zemědělství, 2019).

Hlavním předpokladem pro vznik eroze je sklon břehů. Větší sklon je k jejímu vzniku náchylnější a zvyšuje její rozsah. Úkolem rekultivace je tedy snižovat úhel svahů ke korytu (Carroll et al., 2000). Přítomnost ornice negativně působí na obnovu doprovodné vegetace. Pro podporu růstu nově vznikající doprovodné zeleně je možné využít odpadních kalů (Sopper, 1992). Pásky doprovodné zeleně mají pozitivní efekt v protierozní ochraně, viz kapitola 9.

8. Typy revitalizací

Pro lepší pochopení toku a výběru vhodného typu revitalizace je potřeba důkladná prohlídka celého toku a porovnání současného a historického stavu, například z mapových podkladů, posoudit z jakých důvodů byly dřívější úpravy prováděny a navrhnout vhodný typ revitalizace. Nezbytnou součástí zdárné revitalizace je i volba vhodného vegetačního doprovodu (Šlezinger, 2010).

- **Částečná revitalizace**

Částečnou revitalizací rozumíme provádění dílčích úprav prováděných pouze v korytě vodního toku v místech, kde není možné díky využití okolní půdy nebo složitým vlastnickým poměrům provádět hlubší změny. Vhodnou výsadbou, vhodnou prostorovou skladbou dřevin a skladbou vegetačního doprovodu lze dosáhnout zvýšení ekologické hodnoty území. U tohoto druhu revitalizace je možné se zaměřit pouze na jednu stranu břehu a dosáhnout alespoň částečného zlepšení podmínek v území. Používá se u jednostranné zástavby nebo liniové výsadby podél toku (Šlezinger, 2010).

Pokud nemáme možnost měnit trasu vodního toku, ale okolní prostředí nám umožňuje drobný zásah do tvaru koryta, je vhodné a efektivnější zvolit rozvolnění toku. Zbavit ho opevnění, založit břehovou vegetaci, rozvolnit břehy, změlčit tok na vybraných místech, upravit strukturu dna kamennými pohozy (Just, 2003).

Částečnou revitalizací lze nazvat i odstranění migračních bariér, odstranění nevhodné technické stabilizace toku a zlepšení chemické kvality vody (Šlezinger, 2010).

- **Revitalizace úplná**

Tato revitalizace řeší komplexní úpravy toku i okolních pozemků, obnovuje přírodní prvky toku, jako jsou mokřady, slepá ramena a tůň. Největší změny zasahují tvar příčného profilu koryta. Úplné revitalizace mění skladby prostorového a druhového uspořádání vegetačního doprovodu. Takové změny mají pozitivní vliv na vznik místního územního systému ekologické stability (Šlezinger, 2010).

- **Revitalizace v intravilánu měst**

Většina obcí a měst vznikala v blízkosti vodních toků. Důvody jsou pragmatické: vodní zdroj, odvod odpadové vody, obrana. Postupnou zástavbou a využíváním prostor vodních toků došlo k jejich zúžení a zvyšování množství majetků v okolí toku vyvstává potřeba jeho ochrany před povodněmi. Paradoxně se tak vodní toky v intravilánech stávají objektem protichůdných zájmů (Just et al., 2005).

Průtočnou kapacitu danou součinem plochy průtočného průřezu koryta a dosažitelných rychlostí proudění získáme jednak zahlubováním koryt, jednak vytvářením koryt tvarově jednoduchých a hydraulicky hladkých umožňujících vznik velkých rychlostí proudění. Takto vznikala v převážně koryta kanálového charakteru. V řadě měst a obcí tak existují vodní toky, které jsou technickou úpravou výrazně morfologicky a ekologicky poškozeny, ale pro zajištění dostatečné ochrany zástavby před povodněmi je jejich kapacita nízká. Jezy a stupně vzniklé na územích obcí v řadě případů zhoršují průběh povodní a tvoří migrační bariery pro vodní živočichy. V dnešní době se prosazuje přístup vytvořit dostatečnou povodňovou průchodnost, ale nikoliv cestou kanalizace. Vodní tok je tedy třeba upravit tak, aby si zachoval alespoň základní ekologické hodnoty. V částech stísněných zástavbou je třeba jít cestou úprav ekologického minima a ve volnějším částech na okrajích obcí je pak možné využít větších úprav (Just et al., 2005).

9. Vegetační doprovod

Při revitalizaci je důležité akceptovat místní podmínky. Jednak aby místo odpovídalo životním podmínkám rostlin a aby rostliny plnily v co možná největší míře svou funkci. Vegetační doprovod dělíme do dvou skupin, a to břehové prostory a doprovodné prostory. Složením by rostliny měly tvořit přirozený biokoridor. Jedná se o součást vodního biotopu a jeden z důležitých prvků územního systému ekologické stability (ÚSES). Jedná se o formu rozptýlené zeleně rostoucí mimo ucelené lesní komplexy (Šlezinger, 2002).

- **Protierozní funkce**

Porost plní ochrannou funkci před účinky proudění, vlnobitím a ledochodem. Navržené dřeviny a rostliny chrání a zpevňují břehy a vytvářejí útočiště pro řadu vodních živočichů. Je vhodné břehy opatřit travním porostem, který kryje jejich povrch a zabraňuje erozním rýhám. V oblastech intenzivně zemědělsky využívaných funguje porost jako protideflační ochranná bariéra. Brání zanášení koryta materiálem z okolích pozemků, přenosu organického znečištění, semen a hnojiv (Šlezinger, 2002).

- **Zastínění toku**

Důležitým efektem je i plošné zastínění toku, které zabrání přehřívání vody a zarůstání koryta vodní flórou. To by vedlo ke snižování množství kyslíku ve vodě, snižovalo průtočnost koryta a omezovalo vodní živočichy (Šlezinger, 2010).

- **Břehové porosty**

Břehové porosty mají funkci ochrannou a slouží jako doprovod vodních toků. Stabilizují a opevňují koryto, začleňují úpravu do okolního prostředí. Do prostoru blízkého hladině toku se vysazují převážně keřové druhy vrb *Salix fluviatilis*, *Salix purpurea* a *Salix triandra*. Použít lze i jiné druhy keřů, jako jsou například *Alnus alnobetula*, *Frangula alnus* nebo dřeviny rodu *Populus*, *Salix* a *Alnus*. V prostoru je pak žádoucí výsadba větších či menších skupin (Šlezinger, 2010).

- **Doprovodné porosty**

Klademe zde důraz na správné prostorové umístění. Orientačně se keře vysazují do spon 40-80 cm, stromy do 100-150 cm a podrosty do sponu 150-200 cm. Takto navržené spony je třeba přizpůsobit dané lokalitě. Doprovodný prostor je třeba navrhovat rozmanitý z nestejnověkých rostlin, občasných solitérů, kombinovat stromové, keřové porosty a zakomponovat stávající zeleň do navrhovaných struktur.(Zuna, 1979; Šlezinger, 2010).

- **Výběr vhodných dřevin**

Základními aspekty ovlivňujícími výběr porostu jsou nadmořská výška, specifické půdní poměry, poloha umístění dřevin vůči toku. Volíme především druhy přirozeně se vyskytující v dané oblasti, druhy odpovídající stanovištním podmínkám a snažíme se zakomponovat do návrhu již existující druhy v dané lokalitě (Šlezinger, 2010).

10. Protipovodňová opatření

Povodní rozumíme stav výrazného přechodného zvýšení hladiny vodního toku zapříčiněné náhlým zvýšením průtoku, dočasným omezením průtoku či snížením průtočnosti koryta vodního toku a hrozí vylití vody z koryta nebo k vylití vody dochází a ta působí škody (ČSN 75 0101). Jedná se tedy o zatopení území, nacházejícího se mimo koryto vodního toku. Toto území nazýváme územím záplavovým, které je součástí říční krajiny, tedy maximální šířkou koryta vodního toku (Čamrová et al., 2006).

K úpravám malých a středních toků ve volné krajině a intravilánu obcí docházelo nejen v zájmu získání zemědělské půdy a stavebních pozemků, ale též k ochraně majetku a zemědělské půdy před povodněmi. Rozsáhlé a často neúčelné technické úpravy potoků a řek zapříčinili řadu problémů ve vodohospodářství. Ač velkokapacitní koryta omezují vybřežení, je jejich efekt často pouze lokální, naopak posouvá problém dále po toku. Na níže položená místa toku dopadá absence tlumivých rozlivů v nivách výše toku a zrychlené odtoky dávají vzrůst jejich kulminační úrovni. Takto aplikovaná ochrana zemědělské půdy často ohrožuje povodní zastavěná území. Technicky upravené koryto pak v čase nízkých průtoků zvyšuje dopady sucha a snižuje samočisticí schopnost řeky (Just et al., 2005).

10.1. Revitalizace jako ochrana před povodněmi

Vyhláška MŽP ČR (MŽP ČR 1992) k Programu revitalizací vodních ekosystémů definuje revitalizace takto: Jedná se o komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodě blízkého režimu v povodí z aspektu kvality a kvantity. Cílem programu revitalizací vodních ekosystémů je obnova a následná péče o optimální vodní režim krajiny, z čehož lze vyvodit přímou souvislost mezi revitalizacemi a protipovodňovou ochranou (Langhammer et al., 2007).

Možností protipovodňové ochrany je takzvaná přírodě blízká protipovodňová ochrana. Přístup technických úprav a přírodě blízkých opatření by neměl stát proti sobě, ale měl by se vzájemně doplňovat. Kombinace těchto přístupů nejen posílí protipovodňovou ochranu zastavěných území, ale přináší i zlepšení ekologického

stavu vodního toku, které pozitivně odráží v těchto bodech (Langhammer et al., 2007):

- Zadržování vody v krajině
- Zpomalování odtoku z krajiny
- Zmenšování postupových rychlostí
- Zmenšování kulminačních úrovní povodí
- Zadržování vody v retenčních prostorách přírodě blízkého charakteru

Revitalizační postupy nalézají více možností aplikace v protipovodňové ochraně (Just et al., 2005).

- **Obnova přírodě blízkého charakteru**

Nadměrně kapacitní hladká koryta zrychlují odtoky, postupy povodňových vln a zvyšují jejich koncentraci. Je třeba je nahradit koryty přírodními, resp. přírodě blízkými. Menší průtočná kapacita, vyšší drsnost, větší členitost a větší délka toku. Taková koryta podporují rozliv do okolní krajiny, zpomalují odtok a snižují kulminační průtoky. Tyto principy nacházejí největší uplatnění v primárních částech povodí, kde dochází k přívalovým deštům a kde stav koryt malých toků může významně ovlivnit odtokové doby z těchto území, což může významně omezit dopad bleskových povodní a v dalších částech povodí je pak podporován rozliv do nivy (Just et al., 2005).

- **Obnova původní šíře přirozených povodňových perimetrů**

Tato opatření se týkají především toků upravených těsně přisazenými hrázemi. Taková technická úprava nevyhovuje vodohospodářsky, neposkytuje v zápolí hrází dostatečnou ochranu, nevhodně urychluje průchod povodňových vln do dalších částí povodí a působí morfologickou degradaci koryta. Odsazením hrází dosáhneme celkové přírodně-ekologické rehabilitace, při obnově povodňového perimetru (Just et al., 2005).

- **Výstavba přírodě blízkých odlehčovacích a ochranných koryt**

V revitalizačním duchu byl inovován dříve používaný přístup využívající technicky řešená koryta a průlehy odvádějící povodňové vody mimo zastavěná území. Dnes jsou navrhována koryta přírodě blízká až velmi blízká (Just et al., 2005).

- **Vytváření přírodě blízkých retenčních prostor v nivách**

Jedná se například o těžní jámy pískoven a šterkoven, ze kterých vznikají přírodě blízké vodní plochy s retenční kapacitou. Tyto plochy jsou výraznými krajínovými prvky, ale také slouží jako přirozené retenční nádrže. Své další využití nachází v rekreaci, sportu a rybolovu (Just et al., 2005).

- **Výstavba poldrů, suchých a polosuchých povodňových nádrží s přírodě blízkými zátopovými plochami**

Nepřírodní retenční prostory mohou být zdrojem provozních a nákladových problémů. Problémy nastávají s rentabilitou využití vnitřního prostoru nádrží. Obhospodařování prostoru, který je občas zaplaven, s následným odškodněním za způsobené škody funkcí nádrže, je zátěží jak pro zemědělce, tak pro vodohospodáře. Řešení nabízí spíše přírodě blízké zátopové plochy. Toto řešení je problematické hlavně získáváním vhodných pozemků, nicméně rozšiřuje krajinu o významné prvky, jakými jsou například mokřady, tůně, revitalizovaná koryta a jiné přírodě blízké prostory. Dosažení uspokojivých výsledků takových přístupů vyžaduje větší čas potřebný pro prohloubení samovolných renaturačních procesů (Just et al., 2005).

- **Přírodě blízká řešení koryt vodních toků v zastavěných územích**

V zastavěných oblastech radíme na první místo protipovodňovou ochranu zastavěného území. To obnáší zachování dostatečné kapacity a průtočnosti koryta. Nelze tedy uplatnit revitalizační přístupy jako ve volné krajině podporující rozliv povodňových vln, ale ponechání velkokapacitních koryt s uspokojivou ekologickou funkcí. Je třeba upravit kanálový tvar na koryto, které bude alespoň v základních parametrech splňovat funkce potoku nebo řeky. Dle možností daného místa můžeme protipovodňové efekty těchto řešení provádět v rozsahu od dosažení potřebné průtočné kapacity po budování prostorů umožňujících rozsáhlejší dynamickou retenci v korytě s příznivými projevy v rámci povodí (Just et al., 2005).

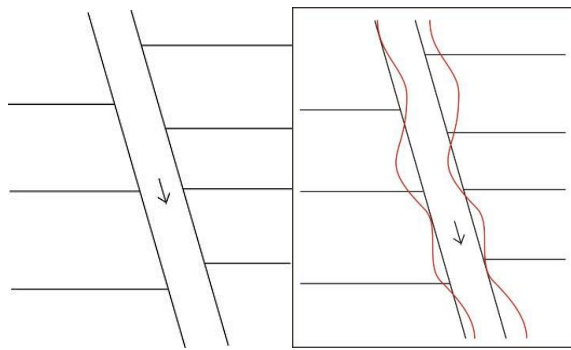
11. Komplexní pozemková úprava a financování

Při praktické realizaci projektů sloužících k posílení ekologické stability a vytváření podmínek pro udržitelné hospodaření se nelze obejít bez komplexní pozemkové úpravy. Tato zásadní a první fáze projektu je velmi obtížná. Je třeba dobré spolupráce všech dotčených subjektů, tedy vlastníků, nájemců a správců, obcí, orgánů státní správy a samosprávy, správců povodí a dalších subjektů (Just et al., 2003).

Známe dva druhy pozemkových úprav, jednoduché a komplexní. V případech projektů typu revitalizace jsou preferovány úpravy komplexní. Ty uspořádávají pozemky, dělí, scelují, čímž zefektivňují využití racionální hospodaření na pozemcích a zvyšují ochranu přírodních zdrojů. Pro tyto účely je tedy nutné uspořádání vlastnických práv. Dotčené bývají pozemky celých katastrálních území bez ohledu na jejich vlastnické vztahy a dosavadní využití (viz obrázek 8). Ukončená komplexní pozemková úprava slouží jako podklad pro územní plánování (Hladík, Pivcová, 2005). Na základě výše přidělených finančních prostředků jsou vybudována tzv. společná zařízení a vytyčeny nové pozemky. Náklady spojené s komplexní pozemkovou úpravou a její realizací hradí stát. Dotačními programy Ministerstva Zemědělství, Ministerstva Životního Prostředí a Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova lze získat prostředky na přijatelné výdaje spojené s komplexní pozemkovou úpravou. Pozemkový úřad vypracuje plán společných zařízení, jenž tvoří kostru budoucího uspořádání krajiny. Jedná se o síť polních cest, železničních přejezdů, propustků, brodů, zemědělských přejezdů, protierozních opatření, vodních příkopů, zalesnění, zatravnění, protierozních mezí, průleहů, zasakovacích pásů, větrolamů a biokoridorů, vodohospodářských opatření sloužících k odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami, vodních nádrží, rybníků, úprav toků, odvodnění, ochranných hrází, suchých poldrů atd. (Hladík, Pivcová, 2005).

Společná zařízení se budují přednostně na pozemcích státu či obcí, aby se předešlo větší finanční náročnosti s případným výkupem nebo náhradou pozemků soukromých. Plán společných zařízení obsahuje vyrovnávací a náhradní opatření pro případ nezbytných zásahů do krajiny. Je posuzován sborem zástupců vlastníků a schvalován zastupitelstvy obcí na veřejném zasedání (Dumbrovský, 2005).

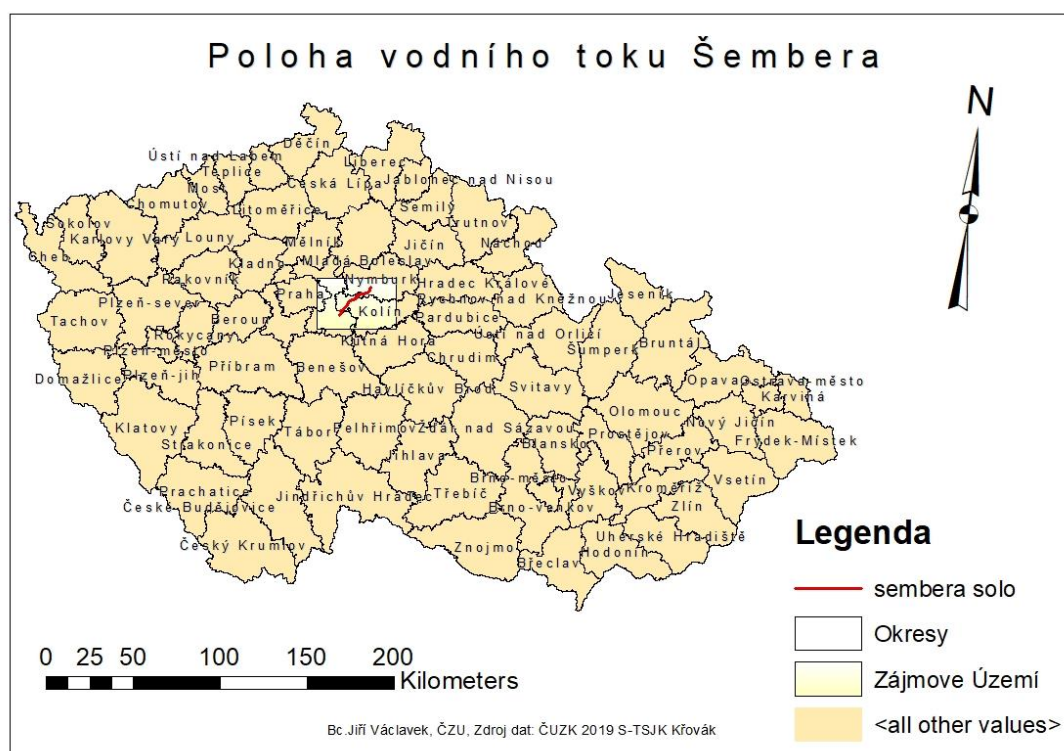
Pozemkové úpravy se v současnosti stávají důležitým nástrojem ochrany přírody a ochrany vodní komponenty. Pomocí komplexní ochrany a organizace povodí navazující na plošná opatření a technická liniová opatření vzniklá na vodních tocích, zefektivňují systém protipovodňových a protierozních opatření. Zvyšují retenční schopnost krajiny a její ekologickou stabilitu (Dumbrovský, 2005).



Obrázek č. 8: Zasažení pozemků při revitalizaci vodního toku (Kottová, 2021).

12 Popis zájmové lokality

Šembera je vodní tok nacházející se ve Středočeském kraji. Svoji polohou patří do povodí Labe. Pramení na severovýchodním okraji obce Vyžlovka, okres Praha východ (ČHMU, 2016; DIBAVOD, 2015). Její tok lze rozdělit do tří částí. První část od pramene po území zaniklé osady Dolany (dnes rekreační chatová osada Dolánky). Zde má podobu horské bystřiny. Druhou částí od obce Dolany po město Český Brod pokračuje v podobě meandrujícího toku, později protéká dvěma rybochovnými nádržemi a dále protéká intravilánem města Český Brod. V třetí části od města Český Brod přes obce Klučov, Poříčany, Třebestovice a okolo Sadské k soutoku Výrovkou, potažmo Labem, je tok regulovaný (Bednařík, 1957). Poloha vodního toku je znázorněna na obrázku 9.

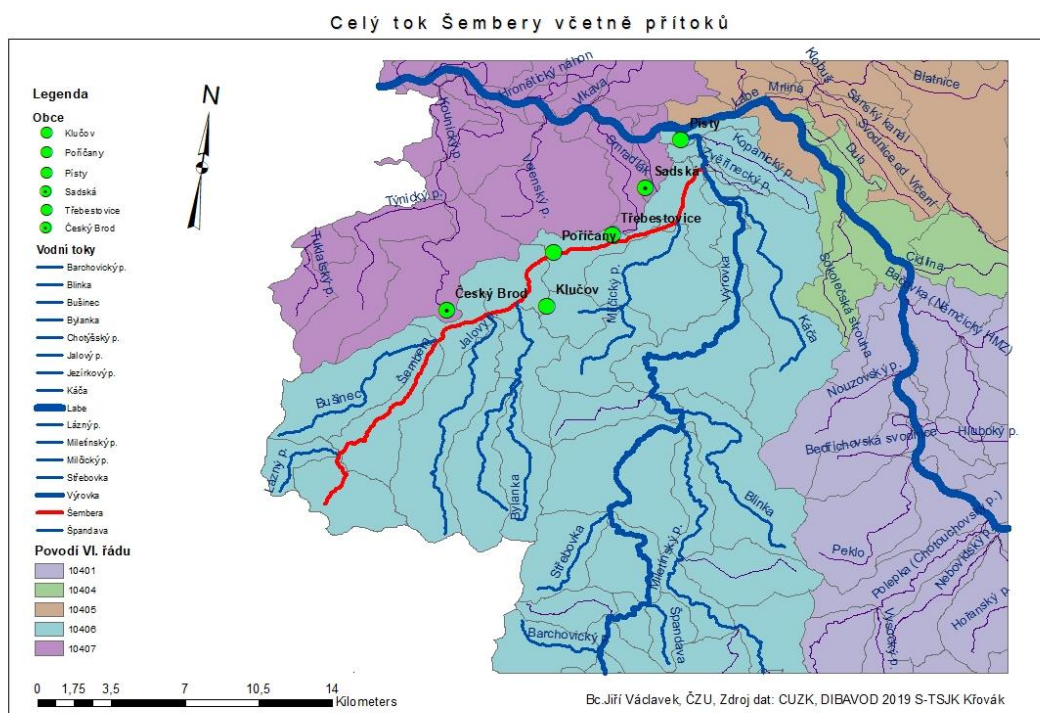


Obrázek č. 9. Poloha toku Šembera na území ČR (Jiří Václavěk, 2021).

- **Hydrologie, hydrologická struktura území**

Řeka Šembera 10100173 (Český Brod č. h. p. 1-04-06-038), má délku toku 28,2 km a plochu povodí 190 km². Řadí se k nejvýznamnějším tokům v této oblasti. Vlévá se jako levostranný přítok do Výrovky (hydrologické pořadí 1-04-06-001), na 3,4 říčním km poblíž obce Hořátev. Výrovka je pak levostranným přítokem Labe

v katastru obce Písty. Horní tok Šembery je lemován vějířem přítoků. První pravostranný přítok je Kozojedský potok o délce 3,77 km na 26,21 říčním kilometru, druhým levostranným přítokem je Štíhlický potok s délkou toku 1,79 km na 25,3 říčním kilometru, třetí taktéž levostranný přítok Lázný potok s délkou 3,83 km na 24,9 říčním kilometru, jako čtvrtý je levostranný přítok potoka Bušinec o délce toku 8,04 km na 17,3 říčním kilometru a pátý pravostranný přítok Jalového potoka o s délkou toku 14,12 km na 12,9 říčním kilometru. Jalový napájí soustavu Nouzovských rybníků a rybník Chodotín. Díky soustavě kanálů v okolí rybníků ústí do Šembery na dvou místech. Na úrovni rybníka Chodotín a v obci Liblice. Následuje šestý pravostranný přítok, potok Bylanka, o délce 13,0 km a soutokem na 12,7 říčním kilometru. Poslední sedmý pravostranný přítok je Milčický potok dlouhý 10,3 km, soutok leží na 3,1 km říční trasy (ČHMU, 2016; DIBAVOD, 2015). Poloha toku Šembera a přítoků je znázorněna na obrázku 10.

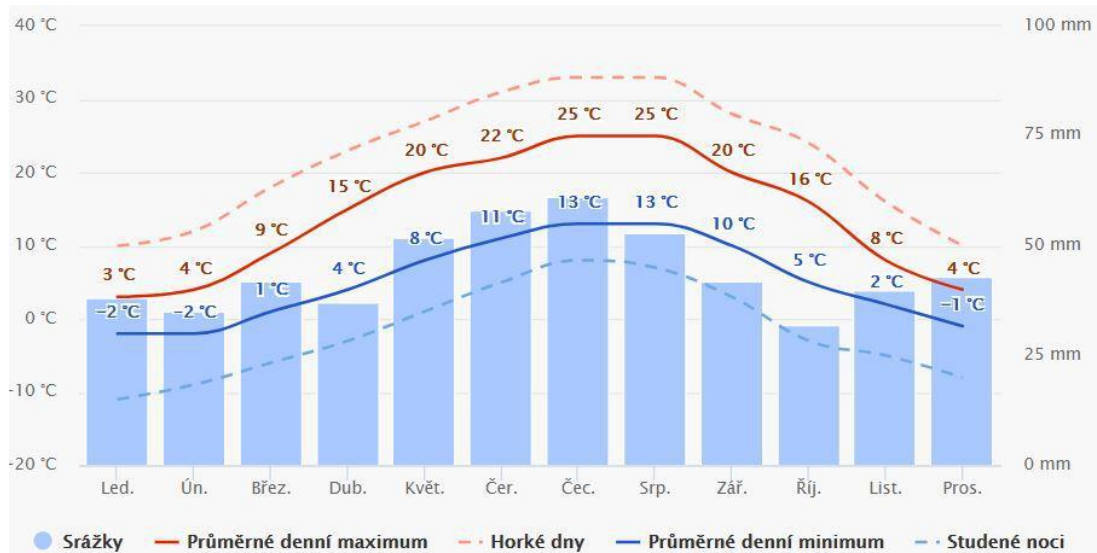


Obrázek č. 10 Šembera celý tok a přítoky (Jiří Václavek, 2021).

- **Klimatická struktura území**

V území povodí Šembery se dle E. Quitta vyskytují tři klimatické oblasti. A to MT9, MT10 a T2. Svou polohou tedy spadá mezi mírně teplé až teplé oblasti. Pro tyto oblasti jsou charakteristická teplá léta se 40 až 50 letními dny s průměrnou

teplotou pohybující se v hodnotách 15-16 °C, srážkový úhrn letních měsíců se rovná 200-400 mm. Počet srážkových dnů s vydatností pod 1 mm je zastoupen 100-140ti dny. Přejídné období je krátké, zimní období čítá 100-140 mrazových dnů. Mírně teplé jaro je o teplotách 7-8 °C a teplý podzim s teplotami 8-9 °C. Mírná zima je o délce 50-60 ledových dnů a teplotním průměrem -2 až -3 °C se srážkovým úhrnem nižším než 400 mm. Výskyt sněhové pokrývky je 50-60 dnů (viz obrázek 11). Celá oblast se nachází na území mírných větrů s průměrnou rychlostí větru dosahující 5–6 m/s. Je tedy územím, kde nedochází k výrazné větrné erozi na zemědělských pozemcích ani lesních porostech (Quitt, 1971).



Obrázek č. 11 Teplotně srážkový graf povodí Šembery, meteoblue.com

- **Geomorfologická charakteristika území**

Území, kterým protéká řeka Šembera, se nachází v provincii Česká vysočina. Zde jsou zastoupeny tři geomorfologické subprovincie tohoto komplexu. Jsou jimi Česko-moravské tabule, Poberounské tabule a České tabule se středem v oblasti obce Limuzy (Demek et al., 1965; Demek, et al., 2006). Největší měrou do tohoto území zasahují Černokostelecká a Bylanská pahorkatina. Černokostelecká pahorkatina je charakteristická neotektonicky vyzdviženým a erozně rozčleněným denudovaným povrchem ležícím na jílovém podloží. Členitá Bylanská pahorkatina tvoří erozně a strukturně denudovaný reliéf. V místech prameniště Šembery je zastoupena ještě Jevanská pahorkatina, členitá, strukturně zarovnaná a bohatá na žulové skalní útvary.

Oblast soutoku Šembery a Výrovky se nachází v oblasti Sadské roviny, ta je součástí celku Středočeské tabule a podcelku Nymburské kotliny (Demek et al., 1965; Demek et al., 2006; Hlaváč, 1957).

- **Geologická struktura podloží území**

Tři geologické útvary zastoupené na území protékaném Šemberou svým sledem a rozdílností ovlivňují charakter toku a mají vliv na výskyt podzemních vod. V oblasti horního toku se jedná o Středočeské plutonium charakteristické výskytem skalních masivů žuly (Rubín, 1986). Oblast středního toku je zastoupená permokarbonským, permským souvrstvím, jenž je součástí příkopové propadliny Blanické brázdy vzniklé třetihorním saxonským tektonickým neklidem. Území středního toku je charakteristické výskytem permokarbonské břidlice, rudého a šedého kalovce, slepence, pískovce a uhelných slojí. Dolní tok je pak územím sedimentárních hornin s počátkem u obce Klučov a pokračujícím až do soutoku s Labem u obce Písty. Zdejší nížinná oblast je tvořena fluvialními a nivními sedimenty (Hlaváč, 1957; Krásný et al., 1985).

12.1. Povodně na Šembeře 2013

Existuje jedna teorie o vzniku názvu Šembera. Ta uvádí původ názvu ve slovním spojení všem bera či vše bera, tedy že při povodni všem brala. Pakliže je tato teorie pravdivá, můžeme jí brát jako doklad o časté povodňové aktivitě na tomto toku. Krajinný reliéf tvoří jakýsi trychtýř, ten svádí vodu množstvím přítoků do údolí říčky Šembery a ta jej transportuje na dolní tok a do Labe. V období vytrvalých či přívalových srážek jsou průtoky vysoké, mají krátkodobé trvání a jejich hodnota dosahuje několikanásobku průtoků běžných. Nejbližší takovou událostí byly povodně v roce 2013. V souhrnné zprávě o povodních v červnu 2013 Povodí Labe uvádí: Zvýšené průtoky se vyskytly i na dalších levostranných přítocích Labe (Šembera, Výmola). Není zde sice žádné měření ČHMÚ, ani Povodí Labe, ale dle informací získaných ze zpráv o povodni z příslušných ORP i zde došlo k dosažení povodňových průtoků (Povodí Labe, 2013).

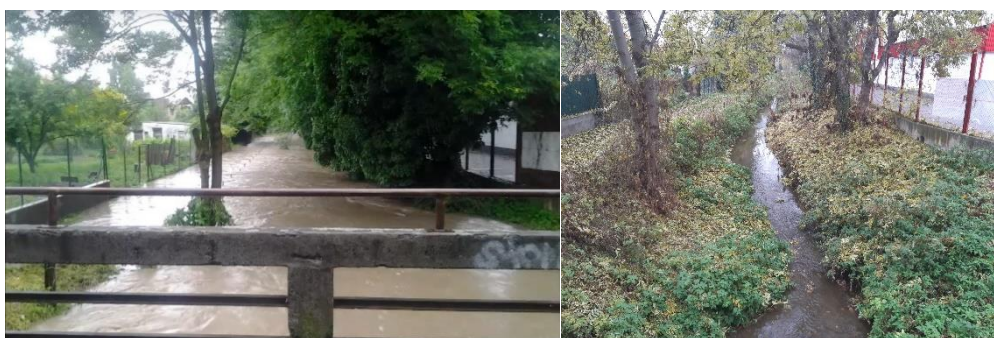
Navýšení průtoků v průběhu povodně v roce 2013 oproti běžné situaci (rok 2021) je prezentováno fotografiích 12 až 19 (vlevo povodňová situace, vpravo běžný stav).



Obrázek č. 12 a 13 Most u obce Zvěříněk před ústím do Výrovky 2013-2021 (Obec Zvěříněk, Jiří Václavek)



Obrázek č. 14 a 15 Koryto v Městském parku Český Brod 2013-2021 (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)



Obrázek č. 16 a 17 Koryto v intravilánu Českého Brodu 2013-2021 (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)



Obrázek č. 18 a 19 Jez u pivovaru Český Brod 2013-2021 (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)

Z obrázků 12 až 19 je patrné, že hladina vody při kulminaci povodně dosahuje maxima kapacity koryta a dle zpráv SDH obcí Klučov, Poříčany a Zvěřínec, je patrné, že lokálně tuto kapacitu překročila a došlo k záplavě komunikací, nemovitostí a zemědělské půdy.

Na obrázku 20 jsou prezentovány hodnoty průtoku z evidenčního listu hlásného profilu Šembera Český Brod. Detailní údaje o průtocích na Šembeře chybí, proto je možné odhadnout nárůst množství vody právě z porovnání snímků běžného a povodňového průtoku.

Stanice Český Brod		Tok Šembera				
Povodně						
■	1. stupeň povodňové aktivity		90 [cm]			
■	2. stupeň povodňové aktivity		120 [cm]			
■	3. stupeň povodňové aktivity		150 [cm]			
■	3. stupeň povodňové aktivity ⚠ extrémní povodeň (Q50)		- [cm]			
Poznámka						
nízké průtoky						
■	Q355:		0,014 [m ³ .s ⁻¹]			
N-heté průtoky [m³.s⁻¹]						
Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
2,600	4,600	8,100	11,50	16,00	22,70	29,00
Historické povodně (3 nejvyšší zaznamenané po dobu pozorování)						
-	- [m ³ .s ⁻¹]	N ~				
-	- [m ³ .s ⁻¹]	N ~				
-	- [m ³ .s ⁻¹]	N ~				

Obrázek č. 20: evidenční list hlásného profilu Šembera, Český Brod (Povodí Labe).

13. Hydromorfologické hodnocení vodního toku Šembera

Návrh revitalizace vodního toku Šembera se opírá o výsledky hydromorfologického hodnocení tohoto toku metodou HEM (Langhammer, 2014), kterou provedl autor diplomové práce v roce 2020 a publikoval formou bakalářské práce. Vzhledem k délce toku a náročnosti mapování celého toku byly na základě terénního průzkumu vybrány tři 1 km dlouhé úseky. Vždy jeden na horním, středním a dolním toku, jako charakterističtí zástupci těchto území. Každý jeden úsek byl rozdělen na 10 úseků dlouhých 100 m, na nichž bylo provedeno hodnocení metodou HEM pomocí 17 parametrů. Metoda HEM potvrdila a vyčíslila dopad množství úprav na jednotlivé úseky toku. Tabulka 3 obsahuje výsledky 17 parametrů dosažených měření v jednotlivých úsecích, tabulka 4 pak výsledné hodnoty třídy kvality úseků, které jsou typickými zástupci charakteru jednotlivých částí toku. Výsledky potvrdily předpoklad, že úsek horního toku je s absencí větších úprav a svou polohou nacházející se v oblastech plošně zalesněných ve stavu přírodě blízkém a dosáhl třídy kvality 1 (viz Obrázek 39). Střední tok, dříve využívaný pro stavbu dnes již zaniklých vodních nádrží, se též nachází v oblasti pokryté téměř výhradně lesními porosty. Po zániku kaskády rybníků zde byl tok ponechán svému vývoji a přirozeně se renaturoval. Tento úsek dosáhl též třídy kvality 1 (viz Obrázek 40), tedy také tok přírodě podobný. Úsek dolního toku prošel na konci 19.stol rozsáhlou regulací a jeho výsledná hodnota třídy kvality se rovná 4 (viz Obrázek 41), což odpovídá stavu značně modifikovanému.

Parametr	Tok pahorkatinný na kristaliku (PPK)	Třída kvality území 1	Třída kvality území 2	Třída kvality území 3
Upravenost trasy (TRA)	1	1	1	4
Variabilita šířky koryta (VSK)	0.1	1	2	4
Variab.zahl.v pod.pro. (VHL)	0.1	1	1	5
Variab.hlou.v příč. Pro. (VHP)	0.1	1	1	5
Charakter proudění (PRO)	0.1	1	2	3
Ovliv.hydrolog.režimu (OHR)	0.1	1	1	4
Upravenost dna (UDN)	0.25	1	1	4
Struktury dna (STD)	0.15	1	1	5
Dnový substrát (DNS)	0.1	1	2	2
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	0.1	1	1	2
Podél. Průchod.koryta (PPK)	0.5	1	1	1
Upravenost břehu (UBR)	0.25	1	1	3
Břehový vegetace (BVG)	0.15	1	2	2
Využití příbřežní zóny (VPZ)	0.4	1	1	5
Využití údolní nivy (VNI)	0.3	1	1	5
Průchod. Indundan.úz. (PIN)	0.15	1	2	2
Stab.břeh.boč.mig.kor.(BMK)	0.15	4	2	4

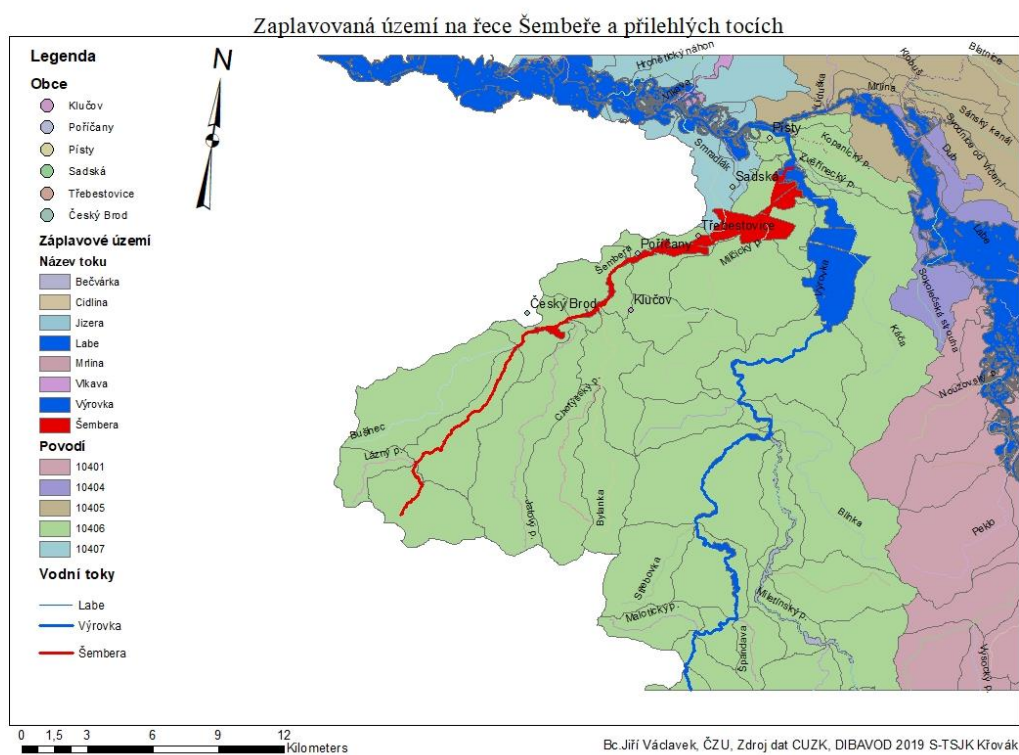
Tabulka 3: výsledné hodnoty parametrů metody HEM pro výpočet třídy kvality zvolených úseků (Václavek, 2020).

Název území	Délka uzemí / úseků (m) / počet ID	Výsledná hodnota	Třída kvality
Území 1	1000 / 100 / 10	0,98	1
Území 2	1000 / 100 / 10	1,19	1
Území 3	1000 / 100 / 10	4,025	4

Tabulka 4: dosažená třída kvality zvolených úseků (Václavek, 2020).

14. Výsledky terénního průzkumu

Na celé délce toku byl proveden terénní průzkum za účelem obhlídky lokalit, detailního poznání jednotlivých úseků a vytipování vhodných lokalit k aplikaci revitalizačních opatření a v neposlední řadě pochopení území protékaného Šemberou jako celku. Na základě terénního průzkumu byly vytipované lokality na horním a středním toku vhodné k úpravě, která by měla pozitivní vliv na protipovodňovou ochranu obcí a zemědělské půdy níže po proudu i ke zlepšení ekologických funkcí koryta a přilehlé nivy. Podstatnou částí terénního průzkumu je i obhlídka záplavových lokalit (viz obrázek 21).



Obrázek č. 21 Zaplavované lokality (Jiří Václavek, 2021).

Při terénním průzkumu byly zjištěny dříve provedené revitalizační opatření na některých částech dolního toku svým rozsahem a stylem odpovídající revitalizacím spadajícím do kategorie první etapy revitalizací (viz Obrázek 42).

15. Návrh revitalizace vodního toku Šembera

Důvodem návrhu revitalizace Šembery jsou jednak extrémní projevy tohoto vodního toku vyvolané jeho úpravami provedenými v minulosti. V letních měsících se říčka potýká s nedostatkem vody a v období vytrvalých nebo přivalových dešťů, se díky svažité krajině na horním toku zvedá její hladina až k úrovním povodňového nebezpečí. Jako příklad mohou posloužit povodně 06. 02. 2013, při nichž došlo k zaplavení sportovního areálu Kutilka (viz Obrázek 43) a voda páchala škody na dalších místech města Český Brod i v obcích Klučov a Poříčany. Druhým důvodem je její nevyrovnaný ekologický stav. Je tedy žádoucí dosáhnout stavu, který zpomalí odtok vody z krajiny, zlepší ekologický stav celého toku, zvýší objem vody v nivě a posílí protipovodňová opatření. Z výsledků hydromorfologického hodnocení je patrné, že k dosažení požadovaných cílů je třeba ke každému úseku toku přistupovat individuálně. Vzhledem ke značné délce a rozsahu regulace, zhruba 15 km na úseku dolního toku, kde koryto prochází intravilánem města Český Brod, obcí Klučov a Poříčany, silně zemědělsky využívanou krajinou s množstvím drenáží zakončených ve stávajícím korytě a obchvatem města Sadská, není toto území z finančních důvodů a obtížných majetkových poměrů okolních pozemků vhodné k revitalizaci úplně, ale pouze k částečné. Hlavní tíži protipovodňových opatření a akumulace spodních vod musí nést střední úsek. Oblast horního toku je v přírodě nejvíce podobném stavu a svou funkci plní. Nacházejí se zde však místa vhodná pro podporu přirozeného rozlivu či úpravy nepřiměřeně zahloubeného koryta na ploše bývalého rybníku Šember. Popsané úpravy horního a středního toku jsou zpracovány jako projekt. Součástí revitalizace dolního toku je návrh částečné revitalizace a projekt úplné revitalizace vhodného úseku toku.

15.1. Úpravy horního toku

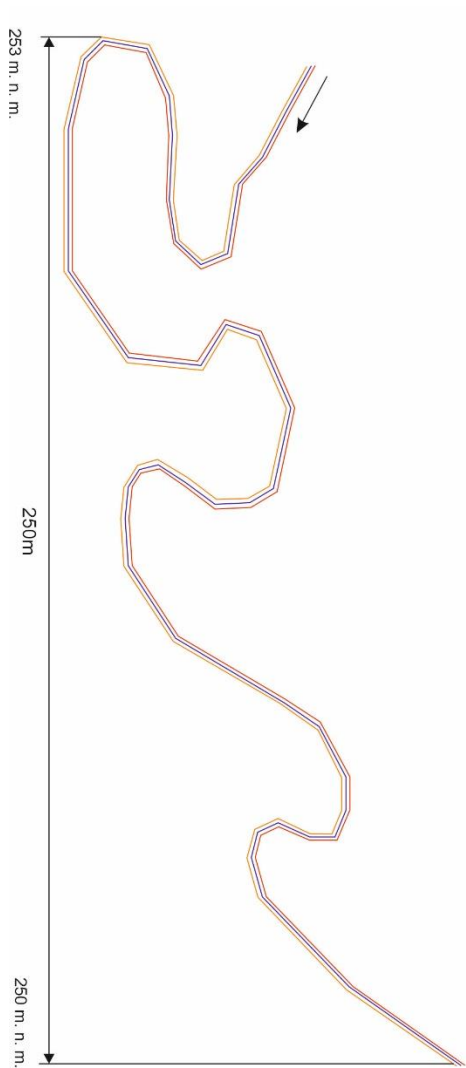
- **Popis úseku**

Horní tok je od prameniště lemován mírně svažitým údolím a přirozeně se vyskytujícími početnými mokřady. Koryto je zde mělké a často zde při vyšších průtocích dochází k vybřežení a přirozenému rozlivu do údolní nivy. V obdobném stavu se nachází i četné přítoky. Zastavěnou částí rekreačními objekty u obce Kozojedy prochází Šembera přírodním dostatečně kapacitním korytem v podobě

horské bystřiny do prudce svažitého údolí s množstvím žulových balvanů a skal. Zde tvrdá hornina působí jako limitující faktor vymílání, nedochází zde k větší erozi ani většímu rozlivu při vysokých průtocích a voda zde neohrožuje žádný majetek. Tato část nevyžaduje žádné úpravy koryta.

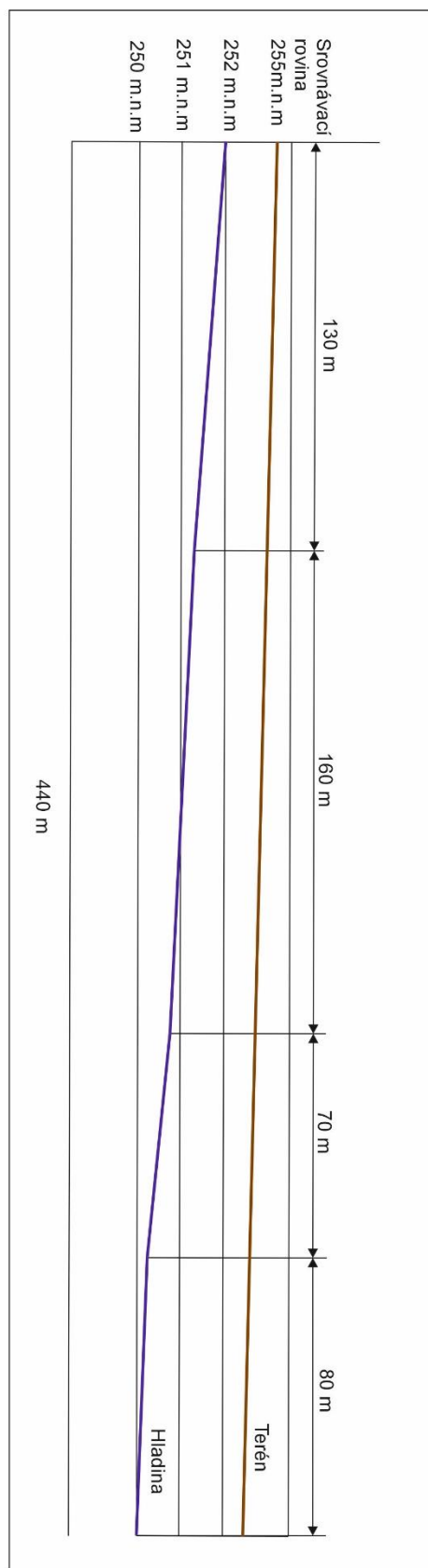
- **Protipovodňová ochrana**

Na ploše zaniklého rybníku Šember v nejnižší části horního toku říčka prudce meandruje a v usazeninách bývalého dna se zahloubila mnohdy až 3,5 m hluboko pod povrch okolního terénu. Tato oblast tvoří hluboké a různě široké koryto s rozsáhlou břehovou zónou. Vhodnou úpravou břehů je možné zamezit značné erozi břehů a zvýšit přirozený potenciál transformace povodňové vlny rozlivem v meandrech. Prostor vybraného úseku je vhodný k takové úpravě příčného profilu. Podélný tvar a sklon koryta zůstane nezměněn (obrázek 22). Vyskytují se zde přirozené prvky jako tůň, brody a povrch dna je rozmanitý. V uvedených parametrech tedy není třeba tok upravovat. Jak již bylo řečeno, koryto je zde nadměrně zahloubené, stěny výsepních břehů jsou kolmé a ohrožené erozí (viz Obrázek 44). Sražením těchto stěn do šikmých strání a stabilizací nárazové strany koryta kamenným opevněním dojde k rozšíření kapacity koryta a omezení břehové eroze. Jesepní břehy meandrů jsou nadměrně vysoké a zamezují při vyšších průtocích optimálnímu zaplavení. Snížením povrchu jesepních břehů lze dosáhnout navýšení přirozené kapacity koryta (viz Obrázek 23 až 25). Za bývalou hrází je soutok s pravostranným bezejmenným potokem. Ten v teplých měsících roku téměř vysychá, jeho koryto lemující asi 3 km dlouhé údolí stoupá ke Kostelci nad Černými lesy. V období vytrvalých srážek nebo přívalových dešťů přivádí značné množství vody, ale také splavenin. Z těchto důvodů byla v nedávné minulosti v místech tzv. kulatého palouku vystavěna hráz po vzoru hrazení bystřin (viz Obrázek 45) k tlumení přívalových vod a úpravě splaveninového režimu.

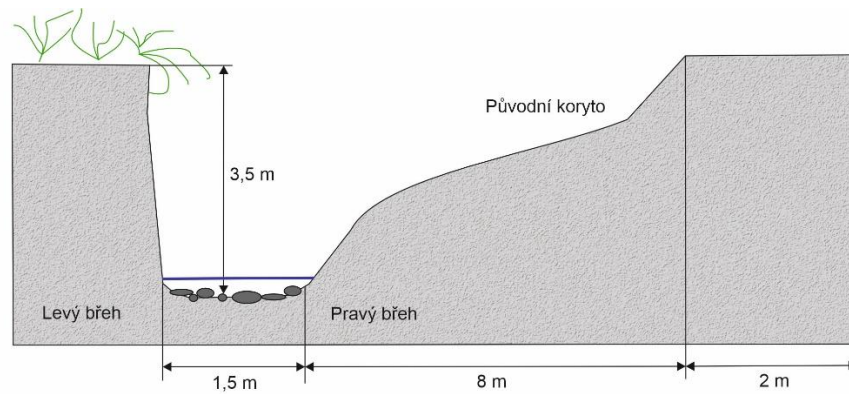


Podélný sklon a profil koryta

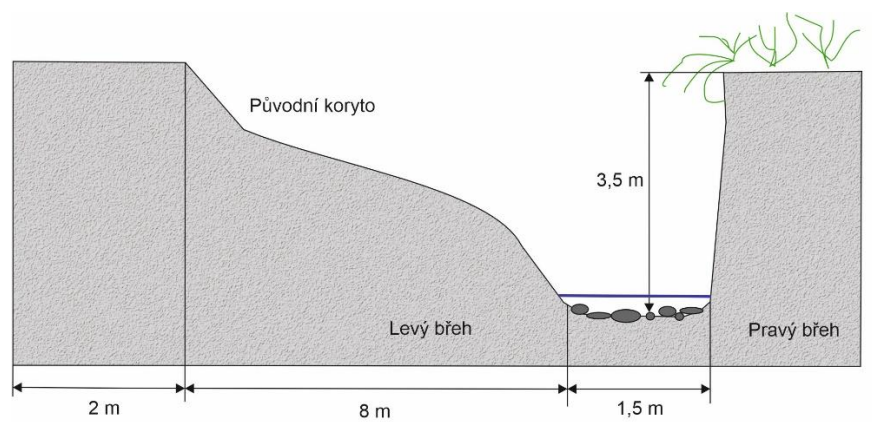
Autor: Jiří Václavek Měřítko 1 : 1000
09.03.2022



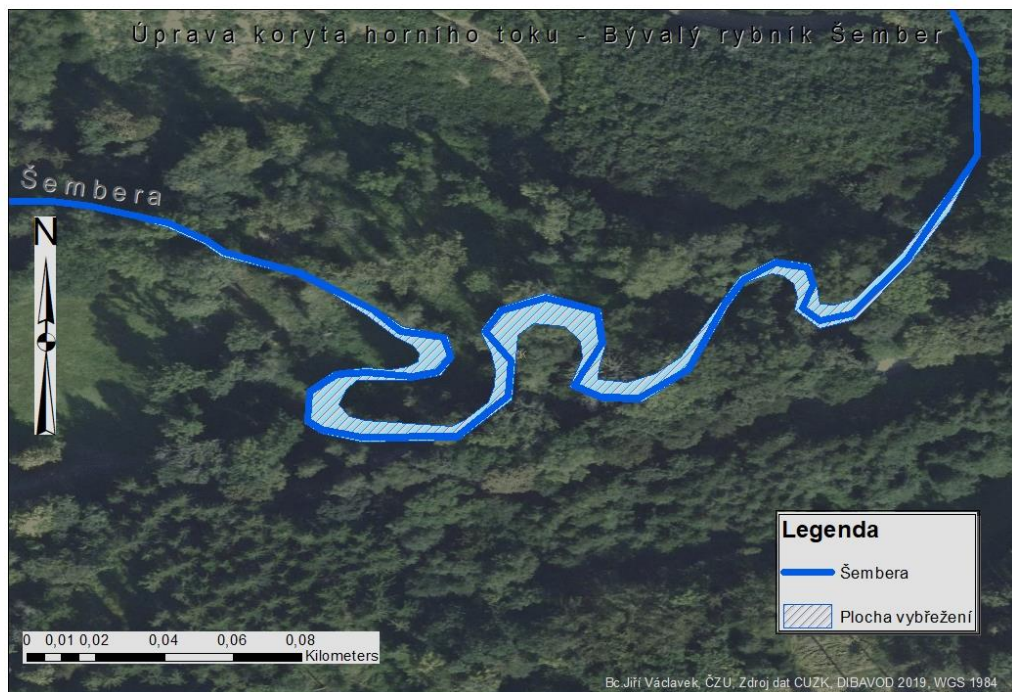
Obrázek č. 22: podélný sklon a profil koryta na ploše bývalého rybníku Šember (Jiří Václavek, 2022).



Obrázek č. 23: úprava příčného profilu koryta – pravý oblouk (Jiří Václavek, 2022).



Obrázek č. 24: úprava příčného profilu – levý oblouk (Jiří Václavek, 2022).



Obrázek č. 25: zaplavované plochy nového koryta části horního toku (Jiří Václavěk, 2022).

- **Ekologická funkce toku**

Výsledky ekologického hodnocení hodnotí tuto část toku jako tok přírodě podobnou. Terénní průzkum neprokázal žádné omezení migrační prostupnosti ani jiný prvek, který by negativně působil na ekologický stav.

- **Vegetační doprovod**

Vegetační doprovod v této oblasti je takřka souvislý lesní porost charakteru hospodářského lesa. Bylo by vhodné na území povodí 4. řádu postupně obnovit ve větším rozsahu původní doubravy, které by pozitivně působily na vsak vody do půdy a omezily půdní erozi.

- **Postup a realizace**

V první fázi realizace dojde k odstranění porostů v úseku úpravy břehu, včetně kořenových systémů. Vhodné kusy porostu budou dále využity jako palivo nebo řezivo, nevhodné spáleny. Následné výkopové práce odstraní 1500 m³ zeminy, ta bude odvezena a uložena na skládku. Po dokončení výkopových prací budou

zhutněny svahy břehů, opevněny nárazové břehy kameny a stěny břehů opatřeny humózní vrstvou. V závěrečné fázi budou plochy břehů zatravněny a ponechány dalšímu vývoji.

Práce budou započaty v dubnu a dokončovací práce spojené se zatravněním ukončeny v květnu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vegetačního klidu a podmínek vhodných k osevu takto:

Duben

- Výběr vhodných porostů k odtěžení a likvidace nevhodných
- Výkopové práce, odvoz a skládkování odtěžené zeminy
- Opevnění nárazových břehů
- Zhutnění břehů

Květen

- Ukládání humózní vrstvy
- Osev travními porosty

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulce 5.

Ceny prací					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Odstranění porostu	m2	1 900	30,00	57 000,00
2	Odtěžení půdy, transport	m3	1 500	200,00	300 000,00
3	Skládkování deponie	m3	1500	300,00	450 000,00
4	Projektová dokumentace stavby	Kč	60 000	1,00	60 000,00
5	Zhutnění	m2	1 500	80	120 000,00
6	Cena kamene	t	20	950	19 000,00
7	Zřízení + likvidace staveniště	Kč	20 000	1,00	20 000,00
8	Zatravnění	m2	1500	5	7 500,00
Celkem za práce a úpravy			1 033 500 Kč		

Tabulka 5: souhrnná cena úprav horního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **1 033 500 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

15.2. Úpravy středního toku

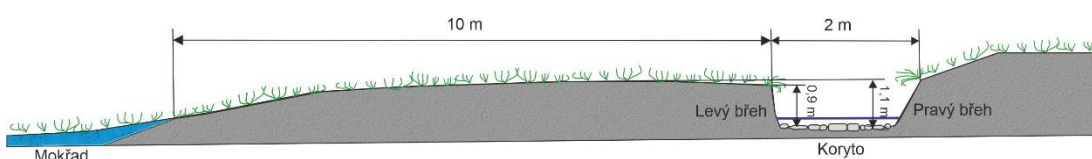
- **Popis úseku**

Hodnoty získané ekologickým hodnocením dokládají, že tento úsek je ve stavu přírodě podobném. Tok je zde ponechán ladem po zániku rybníční soustavy a v usazeninách bývalého dna se přirozeně vyvíjel. Je ovšem nadměrně zahloubený i v místech, kde je žádoucí jeho včasné vyběžení. Tento úsek je svou polohou vhodný jak k tlumení povodňových průtoků, tak k zajištění dostatečných zásob podzemní vody pro vodní zdroje vyskytující se v této oblasti. Zde se údolí rozšiřuje a disponuje dostatečně širokou nivou s lesními porosty a plochami po zaniklých rybnících. Vhodné plochy pro vytvoření nového koryta se nachází na loukách, které pokrývají území zaniklých rybníků Stodola a Řešeto, nicméně přítomnost chatové osady Dolánky s množstvím rekreačních objektů a fakt, že koryto je zde v přírodě podobném stavu, činí toto řešení nevhodným. Koryto je zde přirozeně zahloubené a poskytuje osadě svou kapacitou dostatečnou ochranu před záplavou. Vhodnou lokalitou k úpravám je tedy až plocha bývalého rybníku Mrzák. Zde se nenalézá žádná zástavba, pouze budova vodního zdroje. V patě rybníku se dříve nacházel rozsáhlý mokřad, jehož velikost se díky zásahům lesního hospodaření zmenšila (viz Obrázek 46). Sražením hran ve vhodných úsecích tak, aby docházelo k častějšímu vyběžení je možné dosáhnout obnovení mokřadu v plném rozsahu. O několik stovek metrů níže po proudu se nachází zchovalé zbytky hráze. Tato stavba se v době maximálních průtoků chová jako polosuchá nádrž (viz Obrázek č. 47). Množství vody, které nedokáže projít úzkou průrvou v jejím středu, naplňuje prostor až do výše dřívějšího bezpečnostního přelivu, který se dnes nachází zhruba 1 m nad terénem a zaplavuje adekvátně velkou plochu lesa. Zdejší porosty druhů *Acer*, *Alnus* a *Fraxinus* touto skutečností nijak netrpí.

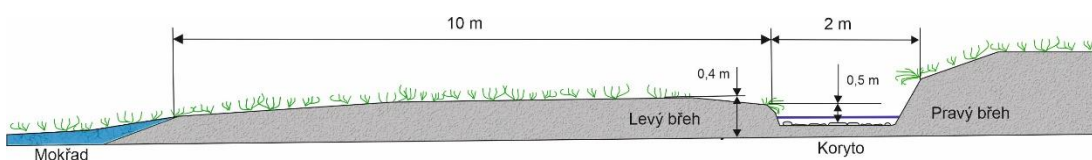
Protipovodňová ochrana

Nad úsekem středního toku se nachází bezejmenný málo vydatný pravostranný přítok. Do této oblasti je přiváděna voda Štíhlického, Kozojedského a Lázného potoka s Šemberou a dalších čtyř bezejmenných přítoku z horního toku. Dobrým prostorem pro transformaci povodňové vlny se zdá plocha zaniklého rybníku Mrzák. Avšak 60 m před tělesem jeho hráze se nachází objekt vodního zdroje. Proto je nutné

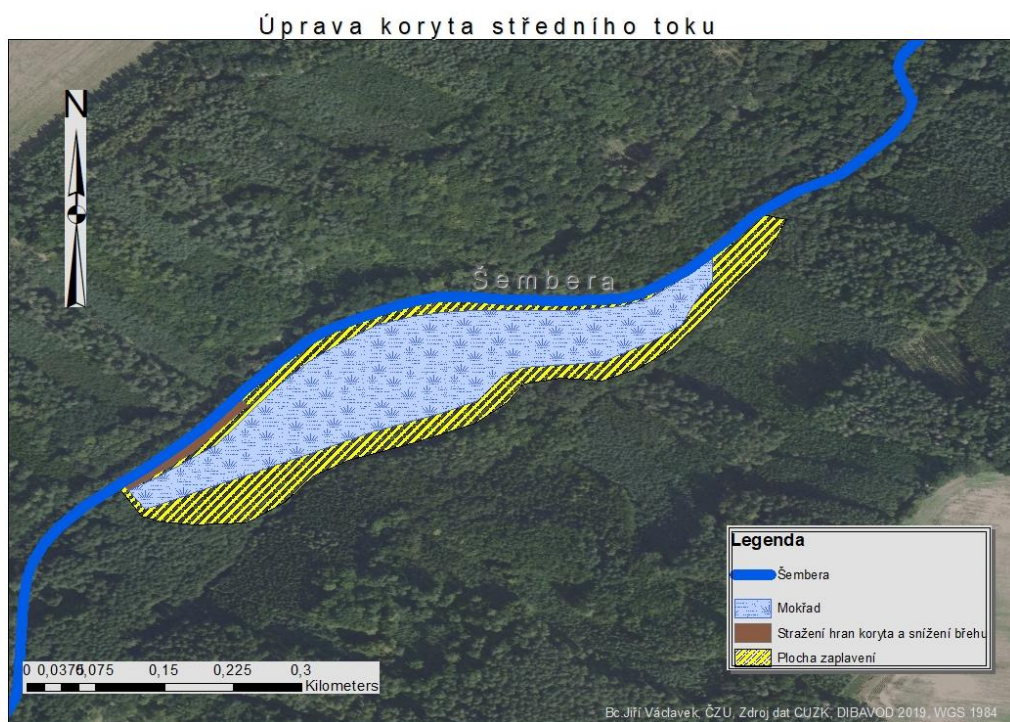
tuto lokalitu vyloučit. Plocha před zaniklým rybníkem Mrzák je tedy posledním vhodným místem k tlumení povodňových průtoků před obcí Zahrady a městem Český Brod. Snížením levého břehu ve vhodných místech docílíme častějšího vybřežení. Vylitá voda zatopí vysychající mokřad a naplní přirozeně se vyskytující průlehy. Vznikne tak plocha záplavy o rozloze 30 000 m². Stejně jako v předchozím případě se jedná o pozemky Městských lesů Český Brod s porosty mokřadu a tvrdého luhu vhodné k dočasnému zaplavení. Prostory zaplavení a příčné profily koryta jsou znázorněny na obrázcích 26 až 28.



Obrázek č. 26: příčný profil původního koryta a tvar břehu (Jiří Václavek, 2022).



Obrázek č. 27: příčný profil nového koryta a tvar břehu (Jiří Václavek, 2022).



Obrázek č. 28: úprava části středního toku (Jiří Václavek, 2022).

Jako vhodný ke snížení břehu a sražení hrany koryta byl vybrán 85 m dlouhý úsek v patě mokřadu. Šířka břehu mezi korytem a průlehem je zde 10 m. Odtěžením 360 m³ zeminy vznikne prostor, kterým při zvýšení hladiny nad 40 cm proudí voda do mokřadu a na plochu určenou k zaplavení.

- **Postup a realizace**

V první fázi realizace dojde k odstranění porostů v úseku úpravy břehu včetně kořenových systémů. Vhodné kusy porostu budou dále využity jako palivo nebo tyčovina, nevhodné spáleny. Následné výkopové práce odstraní 360 m³ zeminy, ta bude odvezena a uložena na skládku. Po dokončení výkopových prací bude vzniklá plocha 850 m² zatravněna a dále ponechána vlastnímu vývoji.

Práce budou započaty v dubnu a dokončovací práce spojené se zatravněním ukončeny v květnu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vegetačního klidu a podmínek vhodných k osevu takto:

Duben

- Výběr vhodných porostů k odtěžení a likvidace nevhodných
- Výkopové práce, odvoz a skládkování odtěžené zeminy.

Květen

- Osev travními porosty

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulce 6.

Ceny prací					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Odstranění křovin a travin + pálení	m2	850	50,00	42 500,00
2	Odtěžení půdy + transport	m3	700	50	35 000,00
3	Skládkování deponie	m3	700	300,00	210 000,00
4	Projektová dokumentace stavby	Kč	40 000	1,00	40 000,00
5	Zhutnění	m2	850	80	68 000,00
7	Zřízení staveniště + likvidace	Kč	15 000	1,00	15 000,00
8	Zatravnění	m2	850	5	4 250,00
Celkem za práce a úpravy			414 750 Kč		

Tabulka 6: souhrnná cena úprav středního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **414 750 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

- **Podpovrchová voda**

Takto akumulovaná voda v mokřadu zvýší množství vody prostupující do podpovrchových vod a posílí zdroje pitné vody vyskytující se v této oblasti. Vzhledem k plánovanému růstu města Český brod, které je odběratelem této vody a plánuje nárůst obyvatel ze 7000 na 10 000, je tento efekt vítaný.

- **Ekologická funkce toku**

Stejně jako v případě horního toku je zdejší úsek zasazen do přirozeného lesního prostředí. Odpovídající vegetace v břehových zónách a dostatečné množství mrtvého dřeva v korytě nevyžadují vnější zásah. Taktéž zde nebyla shledána žádná překážka migrační prostupnosti či jiné prvky narušující ekologické vlastnosti toku. Obnovou původní velikosti mokřadu může vzniknout větší biotop skýtající větší možnosti pro faunu a floru. Před vstupem do města Český Brod se nachází soustava dvou rybníků, Mlýnského a Podviňáku, přičemž Mlýnský je obtékán a nečiní tak migrační překážku. V případě rybníku Podviňák je ale situace jiná. Se svou 6 m vysokou hrází, požerákem v jejím středu a bezpečnostním přelivem tvoří neprostupnou migrační bariéru. Pro případ obnovení úplné migrační prostupnosti by bylo vhodné v tělese bezpečnostního přelivu nebo obchvatem hráze zbudovat rybí přechod. Takový zásah

je ovšem nutné podložit studií o možné migraci ryb v revitalizovaném toku, která by prokázala opodstatněnost takových úprav.

- **Vegetační doprovod**

Podobně jako v oblasti horního toku je i území středního toku pokryto téměř souvislou vrstvou lesních porostů. Blíže k městu Český Brod se nachází mezi rybníky Mlýnský a Podviňák nepřístupné bažinaté území rákosu a porostů měkkého luhu. Ke zlepšení podmínek by prospěla vhodná skladba dřevin celé oblasti. Ve svazích lesy smíšené z druhů rodu *Quercus*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba* a v nivě *Fraxinus excelsior*, druhy *Acer* či *Alnus glutinosa*.

15.3. Úpravy dolního toku

Jak již bylo řečeno, byl dolní tok v celé své délce 13 km silně upraven regulací. Zmizelo více koryt, tok byl sveden do jednoho kapacitního zahloubeného napřímeného koryta a co možná nejkratší cestou odveden do Výrovky, posléze do Labe. Po terénním průzkumu byla zjištěna v některých úsecích opatření odpovídající první etapě revitalizací, konkrétně v úseku mezi Poříčany a Třebestovicemi. Tyto úpravy lze datovat pouze podle jejich podoby a technického stavu do období 80. let 20. století a jejich důvodem byl patrně neutěšený stav dolního toku. Dolní tok lze tedy rozdělit na tři části.

1. Liblice, Poříčany
2. Poříčany, Třebestovice
3. Třebestovice, soutok s Výrovkou

❖ Částečná revitalizace

První úsek

- **Popis prvního úseku**

Podoba toku je v celém úseku víceméně stejná. Koryto lichoběžníkového průřezu s 4 m širokými šikmými zatravněnými břehy, lemované pásy vegetačního doprovodu po obou stranách toku o šířce 5–15 m. Hladké dno je bez opevnění s nánosy sedimentu (viz Obrázek 48). Nachází se zde zhruba pět nízkých (cca 30 cm) kamenných prahů a zbytky nízkého jezu u obce Klučov. Podoba toku se nemění ani v intravilánu obcí Klučov a Poříčany.

- **Protipovodňová opatření prvního úseku**

Mezi obcemi Liblice a Klučov je koryto dostatečně dimenzované a nedochází zde k vylití. V obci Klučov se za mostem nalézá povodňová berma, zhruba 120 m dlouhá a 20 m široká, na pravém břehu levého oblouku chrání přilehlé stavby a komunikaci před záplavou. Při souběhu přívalových vln Šembery a Jalového potoka je zde kapacita koryta dostatečná.

- **Ekologické funkce prvního úseku**

Tento úsek je charakteristický nedostatečnou rozmanitostí dnových struktur, lineárním prouděním a jednotnou hloubkou. Tyto základní vlastnosti je vhodné změnit zdrsněním dna kamenným a štěrkovým pohozením a nepravidelně rozmístěnými keři v březích, viz obrázek 29.

Doplnění vegetačního doprovodu a úpravy v korytě Liblice - Klučov



Obrázek č. 29: doplnění vegetačního doprovodu a štěrkový pohozením (Jiří Václavěk, 2022).

- **Vegetační doprovod prvního úseku**

Vegetační doprovod prvního úseku je vcelku bohatý, složený z pásů křovin a vyšších druhů. Na levém břehu vznikla nová stezka z Liblic do obce Klučov lemovaná novou výsadbou ovocných dřevin. V okolí toku se nachází dostatečné množství remízků a vzdálenějších malých lesních porostů. Vegetační doprovod v intravilánu obcí se jeví jako dostatečný a vhodný, má stejný charakter jako mimo ně. Nachází se zde však 1,6 km dlouhý úsek za obcí Liblice, kde je patrná absence vhodných porostů. Bude doplněno výsadbou *Salix alba* 8 ks, *Alnus glutinosa* 42 ks, *Populus tremula* 25 ks, *Acer platanoides* 10 ks a keře 15 ks. Počáteční úsek, kde se nachází na pravém břehu průmyslový areál, je třeba na pravém břehu opatřit linií výsadbou a zbytek

trasy doplnit po obou březích obdobnou skladbou zeleně, která se vyskytuje dále v úseku koryta, viz obrázek 29.

- **Postup a realizace**

V první fázi realizace dojde k opatření dna štěrkovým pohozením. Ve druhé části bude doplněna břehová vegetace výsadbou dřevin navazujících na stávající porosty.

Práce budou započaty v březnu a dokončovací práce proběhnou v dubnu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vhodné k výsadbě a nehrozí zamrznutí hladiny.

Březen

- Instalace štěrkového pohození
- Vyžínání ploch určených k výsadbě

Duben

- Výsadba porostů
- Dokončovací práce

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulce 7.

Ceny prací					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Vyžínání ploch k výsadbě	ha	2	3 500,00	7 000,00
2	Množství štěrku	t	1 875	250,00	468 750,00
3	Instalace štěrku do koryta	t	1 875	250,00	468 750,00
4	Projektová dokumentace stavby	Kč	45 000	1,00	40 000,00
5	Sazenice s balem do 200 cm	ks	100	260	26 000,00
8	Zřízení staveniště	Kč	10 000	1,00	10 000,00
9	Likvidace staveniště příjezdových cest	m2	7000	1,00	7 000,00
Celkem za práce a úpravy			987 540 Kč		

Tabulka 7: souhrnná cena úprav prvního úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **987 540 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

Druhý úsek

- **Popis druhého úseku**

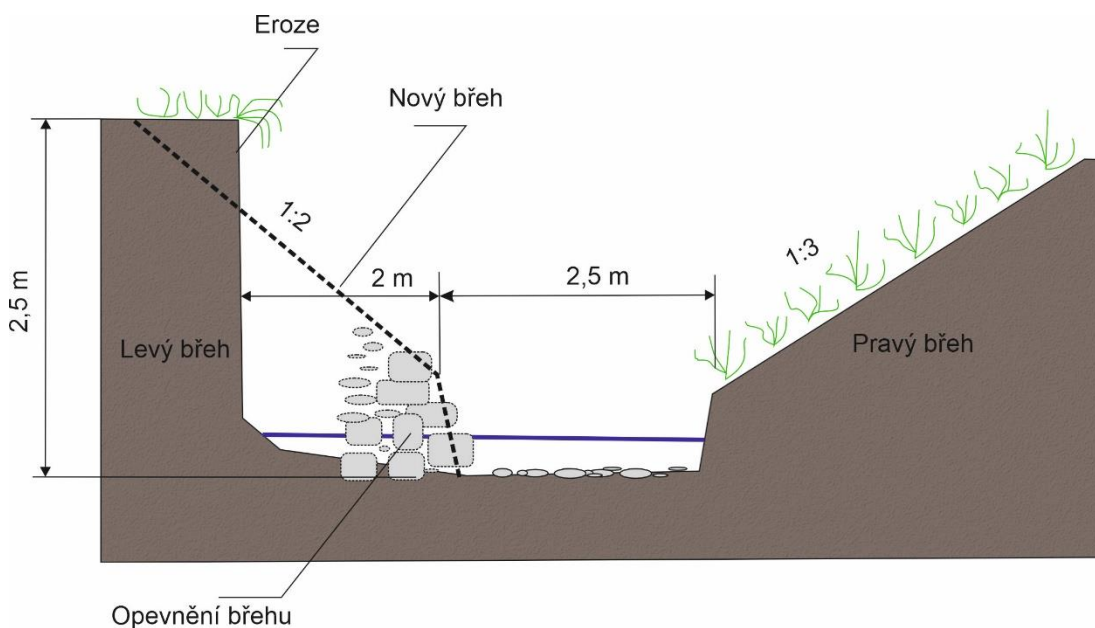
Druhý úsek dolního toku se nese v duchu prvního úseku, tedy stejné koryto a dostatečný, vhodný vegetační doprovod pouze v úseku 1,5 km pod obec Poříčany. Tato přírodně nejrozmanitější část dolního toku Šembery nese prvky revitalizačního zásahu první etapy revitalizací. Dno je zde na některých místech zdrsněno kamenným pohozením, v některých místech je rozšířené a mělké, dochází ke změnám rychlosti proudění. Dále až na úroveň obce Třebestovice ubývá vegetační doprovod (viz Obrázek 49 až 53), až zůstává holé zahloubené koryto s travnatými svahy.

- **Protipovodňová opatření druhého úseku**

Zde mohou povodňové průtoky ohrozit pouze zemědělskou půdu, zástavba je od toku dostatečně vzdálená. Koryto disponuje dostatečnou kapacitou pro transport vody do třetího úseku.

- **Ekologické funkce druhého úseku**

Jak již bylo řečeno, počátek druhého úseku nese známky částečné revitalizace. V oblasti Poříčanské pískovny protéká prostorem souvislé porostlým dřevinami tvrdého luhu. Díky této části se ve druhém úseku přirozeně vyskytuje mrtvé dřevo v korytě. Je zde třeba doplnit rozmanitější strukturu dna v celém úseku, podpořit změny proudění vhodně umístěnými balvany po okrajích toku a zastavit erozi pravého břehu v místech poblíž železniční trati do Nymburka. Hned za viaduktem je zde pravý břeh vymílán na úseku asi 50 m. Tvoří 2,5 m vysokou kolmou stěnu a postupně se tak eroze propracovává 5 m úzkým zatravněným pásem ke kraji pole. Sražením hrany, zúžením koryta a obnovou vegetačního pokryvu se dá erozi zamezit. Opevněním břehu kameny lze předejít opětovnému vzniku eroze, viz obrázek 30.

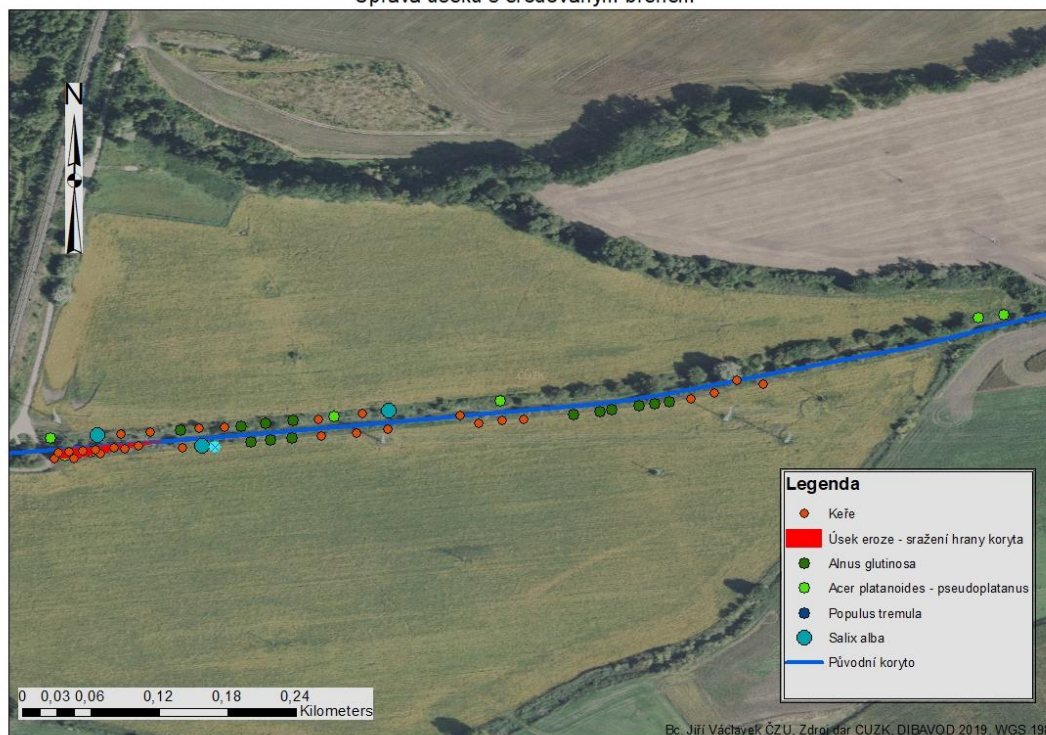


Obrázek č. 30: úprava erodovaného břehu (Jiří Václavek, 2022).

- **Vegetační doprovod druhého úseku**

Za Poříčany se nachází po obou březích stezky opatřené alejí ovocných dřevin a ve svazích břehů se vyskytují keře a solitéry rodu *Salix*. Dále se zde nachází plocha zhruba 50 000 m² porostu dřevin tvrdého luhu. V této oblasti přechází Bylanská pahorkatina do Sadské roviny. Je tedy vhodné doplnit tok hlavně keřovými porosty např. rodu *Salix* nebo *Frangula alnus* v počtu 25 ks a spíše solitérní nebo liniovou výsadbou vyšších dřevin *Populus tremula* 4 ks, *Acer platanoides* 5 ks, *Alnus glutinosa* 13 ks, *Salix alba* 3 ks (viz Obrázek 31) pro ochranu před větrnou erozí zemědělské půdy, zbytků hnojiv a pro vytvoření biokoridoru skýtajícím dostatečným úkryt pro zvěř.

Úprava úseku s erodovaným břehem



Obrázek č. 31: doplnění vegetace podél koryta v úseku zasaženém erozí půdy (Jiří Václavek, 2022).

• Postup a realizace

V první fázi realizace dojde ke sražení erodované hrany, navezení zeminy a vymodelování svahu s opevněnou patou. Odebraná zemina bude použita k modelování svahu. Po zhutnění svahu bude nanесena humózní vrstva. Ve druhé fázi bude doplněna břehová vegetace výsadbou keřů a dřevin. Dále bude doplněna zeleň navazujících na stávající porosty v úseku.

Práce budou započaty v březnu a dokončovací práce proběhnou v dubnu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vhodné k výsadbě a vegetačnímu klidu.

Březen

- Výkopové práce
- Modelování svahu, hutnění a opatření humózní vrstvou
- Vyžínání ploch určených k výsadbě

Duben

- Výsadba porostů
- Dokončovací práce

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulce 8.

Ceny prací					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Vyžínání ploch k výsadbě	ha	1	3 500,00	3 500,00
2	Množství kamene	t	5	950,00	4 750,00
3	Stavební práce Opevnění paty	m3	100	300,00	30 000,00
4	Projektová dokumentace stavby	Kč	45 000	1,00	40 000,00
5	Sazenice s balem do 200 cm	ks	50	260	13 000,00
8	Zřízení staveniště a likvidace	Kč	15 000	1,00	15 000,00
9	Humózní vrstva	m2	120	100,00	12 000,00
Celkem za práce a úpravy				118 250 Kč	

Tabulka 8: souhrnná cena úprav druhého úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **118 250 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

Třetí úsek

- **Popis třetího úseku**

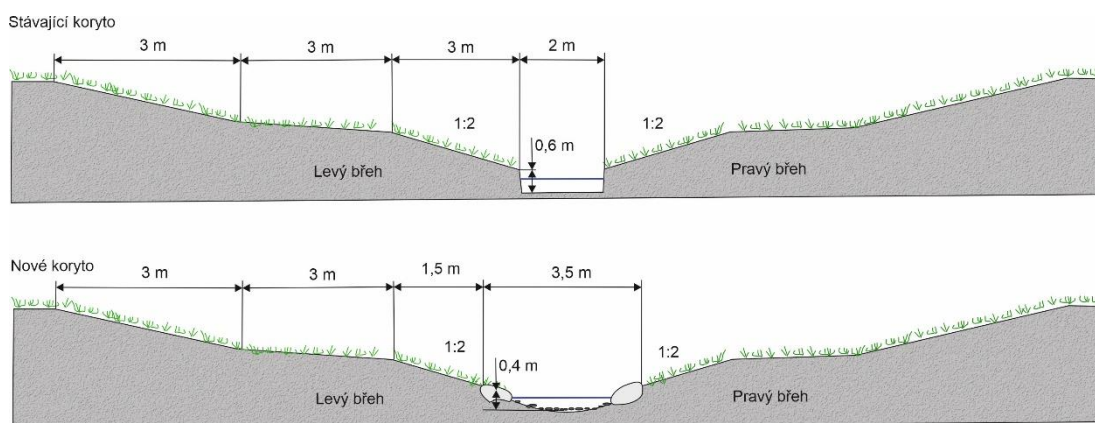
Třetí úsek je víceméně po celé své délce stejný. Hluboké úzké koryto se zatravněnými svahy, neměnnou rychlostí proudění, neměnnou šířkou, žádnými prvky uvnitř koryta s takřka nulovým vegetačním doprovodem (viz Obrázek 53). Následující úpravy jsou navrženy ve stejném úseku, ve kterém bude navrženo i nové koryto, aby bylo možné srovnat nákladnost obou projektů. Úsek končí za soutokem s Milčickým potokem.

- **Protipovodňová ochrana třetího úseku**

Vylitím z břehů je zde ohrožena zemědělská půda obce Zvěříněk a Písty (již za soutokem s Výrovkou). Celý třetí úsek je konstruován jako kapacitní koryto s dostatečnou bermou po obou březích. Voda z celého povodí Šembery a Výrovky se zde akumuluje a i při současném vzduť Labe je kapacita koryta na hraně dostatečnosti.

- **Ekologické funkce třetího úseku**

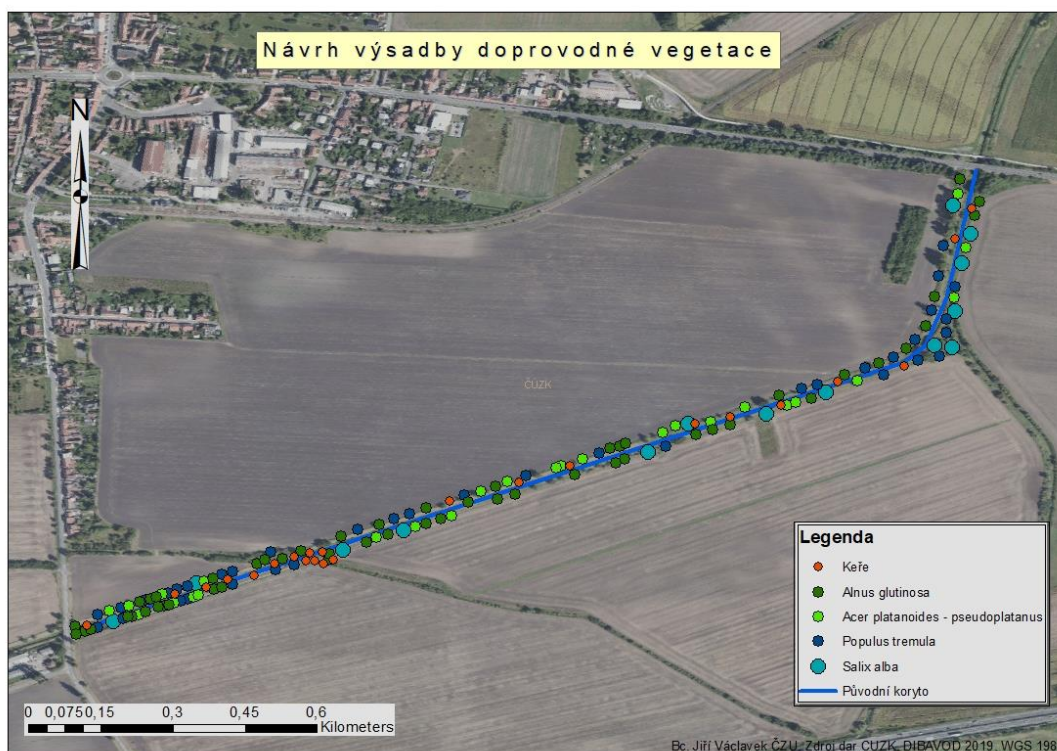
Tento úsek je typický absencí jakýchkoli prvků zvyšujících ekologickou kvalitu toku. Je třeba opatřit ho jako v předchozích úsecích prvky zdrsnění dna a narušení proudění (viz Obrázek 32). Zvolit v rámci koryta pro běžné průtoky širší, členitější a mělkší koryto s miskovitým průřezem.



Obrázek č. 32: návrh nového příčného profilu třetího úseku (Jiří Václavek, 2022).

- **Vegetační doprovod třetího úseku**

V takto navrženém korytě je nežádoucí realizovat výsadbu, která by mohla působit jako překážka průchodu povodňového průtoku, zachytávat splavované objekty, a tak tvořit bariéry. Tok je vhodné doplnit liniovou výsadbou stromů a keřových struktur na okrajích zatravněných pásů bermy (viz Obrázek 33) a na březích koryta pouze travními a bylinnými porosty. Vysazené dřeviny: *Alnus glutinosa* 60 ks, *Populus tremula* 30 ks, *Salix alba* 10 ks, *Acer platanoides* 30 ks a keře 20 ks.



Obrázek č. 33: doplnění vegetace třetího úseku dolního toku (Jiří Václavěk, 2022).

• Postup a realizace

V první fázi realizace dojde k odstranění porostů včetně kořenových systémů. Následně výkopové práce na novém korytě vytvoří nový příčný profil. Odebraná zemina bude odvezena a uložena na skládku. Dno koryta bude opatřeno šterkovým pohozením a v korytě budou nepravidelně rozmístěny balvany. Následně budou svahy opatřeny humózní vrstvou, zatravněny a břehy osázeny doprovodnou vegetací.

Práce budou započaty v únoru a dokončovací práce spojené s výsadbou zeleně ukončeny v červnu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vegetačního klidu a podmínek různých ročních období takto:

Únor – Duben

- Odstranění porostů
- Výkopové práce, modelování nového koryta, skládkování odtěžené zeminy
- Rozhrnutí šterku, usazení balvanů
- Ukládání humózní vrstvy na svahy koryta

Květen – Červen

- Zatravnění břehů a bermy
- Výsadba zeleně
- Zajišťovací práce důsledků stavební činnosti

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulce 9.

Výkopové práce a úpravy					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Odstranění křovin a travin	m2	30 000	30,00	900 000,00
2	Sejmutí půdy, transport a uložení	m3	15 000	300,00	4 500 000,00
3	Štěrk + instalace	m3	1 900	500,00	950 000,00
5	Průzkumné práce	Kč	100 000	1,00	100 000,00
6	Projektová dokumentace stavby	Kč	80 000	1,00	80 000,00
7	Zřízení staveniště	Kč	50 000	1,00	40 000,00
8	Likvidace staveniště	Kč	30 000	1,00	30 000,00
9	Uložení humózní vrstvy	m2	30 000	100	3 000 000,00
10	Výsadba zeleně	ks	150	260	57 200,00
11	Následná péče	Kč	1	300 000	300 000,00
Celkem za práce a úpravy			9 978 800 Kč		

Tabulka 9: souhrnná cena úprav třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **9 978 800 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

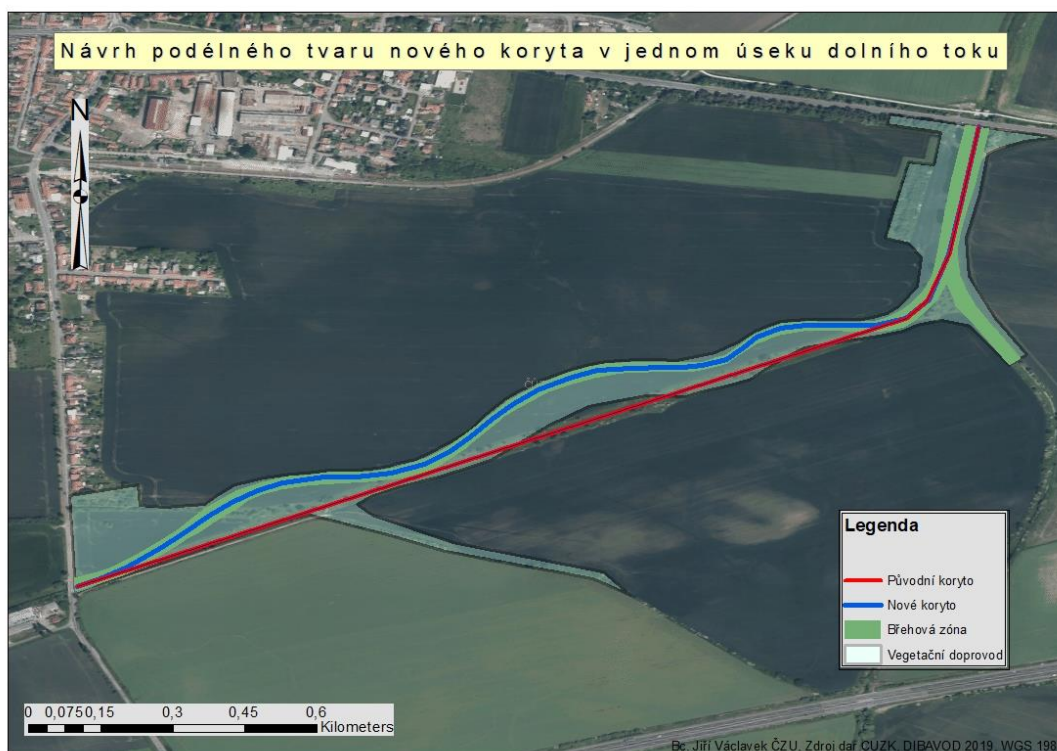
❖ Úplná revitalizace třetího úseku

Vzhledem k charakteru vodního toku a jeho značným rozdílům v průtocích, blízkosti dopravní infrastruktury, obcí a zemědělské půdy, není dolní tok k úplné revitalizaci v pravém slova smyslu vhodný. Přesto je nasnadě i možnost vybudování nového koryta. Dolní tok byl v minulosti charakteristický stabilním větvením a ústil do Labe dvěma koryty, z nichž jedno již neexistuje a jeho obnova není možná. Původní hlavní koryto též neústilo do Výrovky, ale přímo do Labe v místech jezera Sadská. V prvním úseku mezi Liblicemi a Klučovem se nachází plocha, na které je dodnes patrný původní tvar koryta. Je tedy možné ho napodobit. Nalézá se zde ovšem přeložka přítoku Bylanky, která v místě setkání obou toků přechází potrubím na

druhý břeh a dále pokračuje trasou původního koryta Šembery do Klučova, kde je její tok rozdělen a zčásti napájí nádrž koupaliště a posléze vtéká do Šembery. Zčásti je pak zatrubněna a odvedena za obec Klučov, kde se v areálu JZD stéká s Šemberou. Takto navržené řešení zásobení koupaliště a JZD je komplikací, která rozšiřuje projekt o potřebu řešení nejen nového koryta Šembery, ale i systému přívodu vody z Bylanky. Byť je tato oblast teoreticky nejvhodnější k vytvoření nového koryta, komplikací je i nedávno dokončený projekt stezky, kterou by nové koryto křížovalo. Tím by se značně komplikoval návrh její úpravy, vzhledem k pozemkové úpravě, by část investice do její výstavby přišla vniveč, navýšila by se cena na její konečnou realizaci. Vzhledem k malému prodloužení trasy a vizi uspokojivého stavu této části toku po realizaci částečné revitalizace postrádá takto nákladný projekt smysl.

Střední úsek dolního toku je svázán zástavbou obcí Klučov a Poříčany. Prostor mezi těmito obcemi je sevřen terénní nerovností Bylanské vrchoviny a trasa vodního toku je zde zachována. Největší změny se staly přímo v korytě a jejich náprava je možné realizovat částečnou revitalizací.

Ve třetím úseku dolního toku dochází při maximálních průtocích k akumulaci vody, ta ohrožuje zemědělskou půdu a přilehlé obce. Rozvolněním trasy a tím i jejím prodloužením, při zachování rozměrů současného koryta lze dosáhnout větší akumulací kapacity pro vodu transportovanou do Labe. Mělký a morfologicky rozmanitý koryto miskového průřezu vedené v kapacitním korytě tvořeným zatravněnými plochami břehových zón, po svých okrajích doplněné linií výsadbou a keřovými prvky, zvýší ekologickou kvalitu toku a při současném zvýšení protipovodňové ochrany. Nicméně jedná se o kompromis podobný úpravě toku v intravilánu měst, jelikož z pohledu protipovodňové ochrany je třeba ponechat koryto zahloubené a kapacitní. Přínos takové úpravy je pouze prodloužení trasy a zvýšení kapacity celého akumulacího prostoru. Ostatní zásahy jsou na úrovni revitalizace částečné se stejným účinkem. Pro zvýšení ekologické kvality toku a návrat funkcí okolních ekosystémů je třeba doplnit tok mohutnějším vegetačním doprovodem (viz obrázek 34).



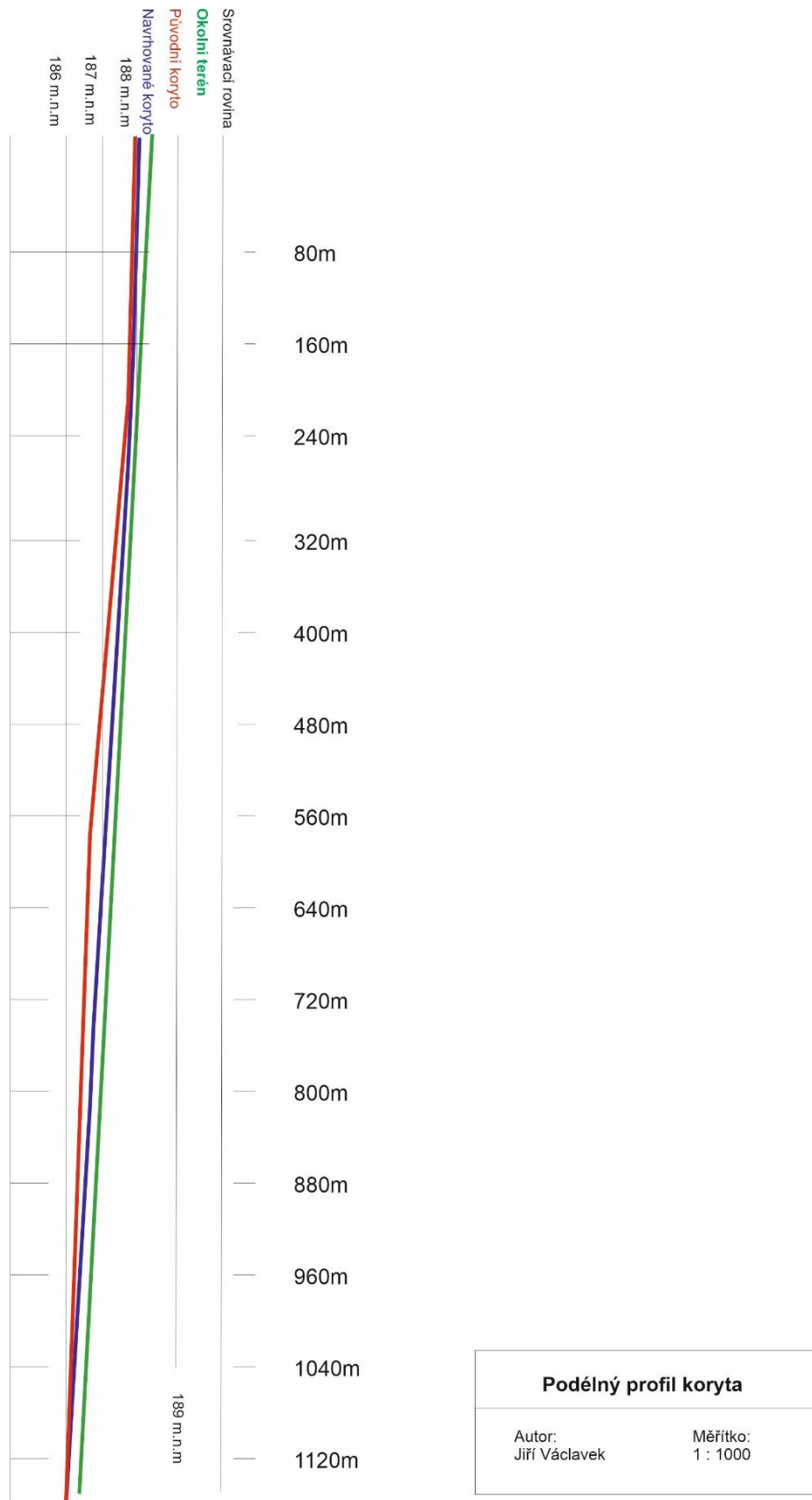
Obrázek č. 34: návrh podélného tvaru nového koryta třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

15.4.1. Návrh nové trasy koryta ve třetím úseku dolního toku

Součástí revitalizace je návrh nové trasy koryta. Stávající koryto bylo v rámci regulace navrženo rovné, mimo původní řečiště, se strmými břehy a zahloubeno mezi šikmými zatravněnými bermy. V místech rovné trasy vybraného úseku je navržena trasa nová lehce meandrující doplněná o doprovodnou vegetaci. Tím dojde k prodloužení trasy toku, zvýšení kapacity koryta, což pozitivně ovlivní kulminaci na soutoku s Výrovkou a vegetační doprovod bude plnit funkci biokoridoru. Délka stávajícího koryta (1200 m) se prodlouží o 140 m na 1340 m. Dosáhneme tak zmírnění podélného sklonu dna, zvýšení kapacity protipovodňového koryta a zpomalení odtoku vody. Stávající trasa bude zasypána materiálem vzniklým výkopem nové trasy. Celý prostor bude doplněn novou výsadbou doprovodné zeleně (viz obrázek 34).

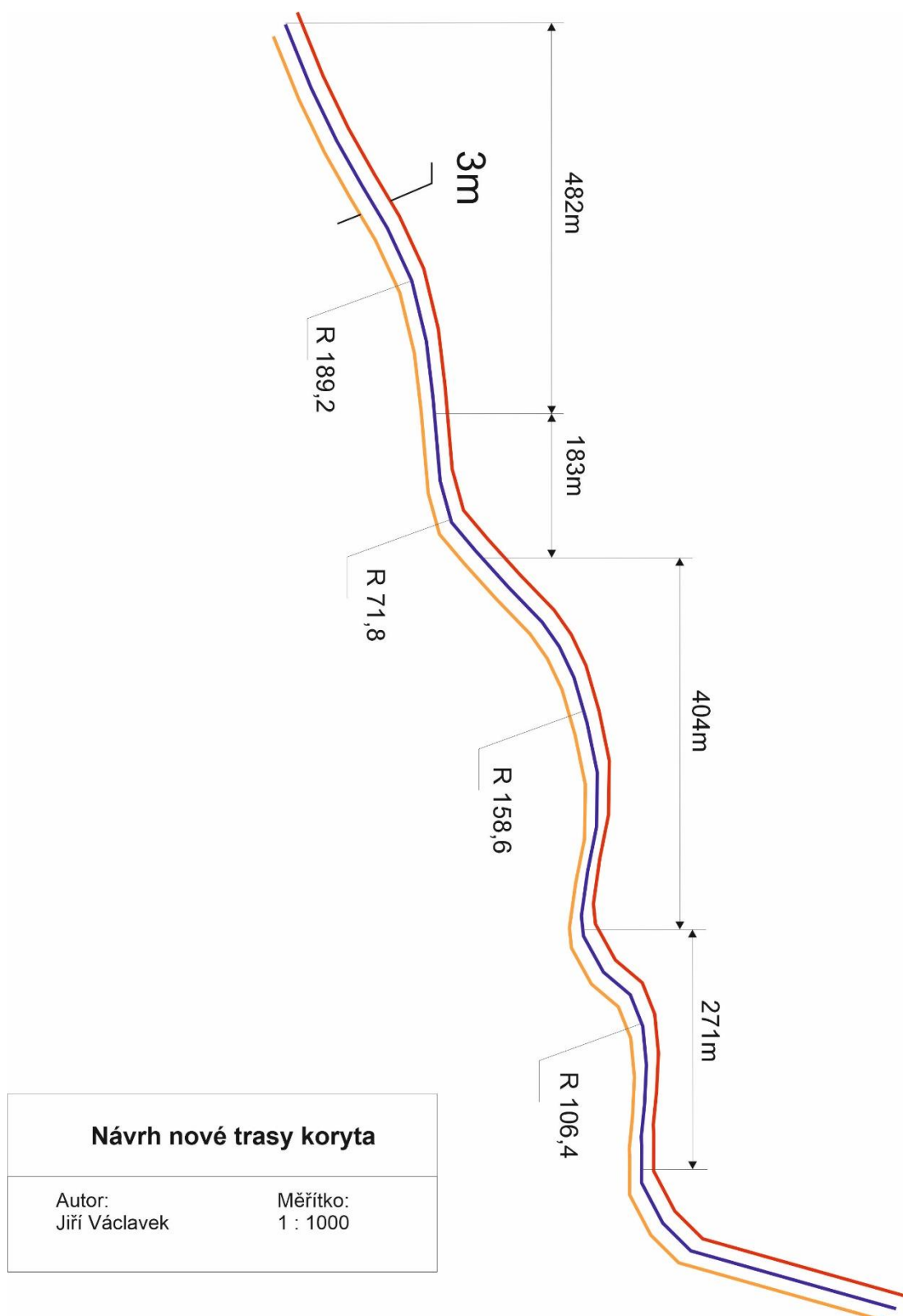
Podélný profil stávajícího a nového koryta je zobrazen na obrázku 35 a 36.

- **Podélný profil**



Obrázek č. 35: podélný profil stávajícího a nového koryta (Jiří Václavek, 2022).

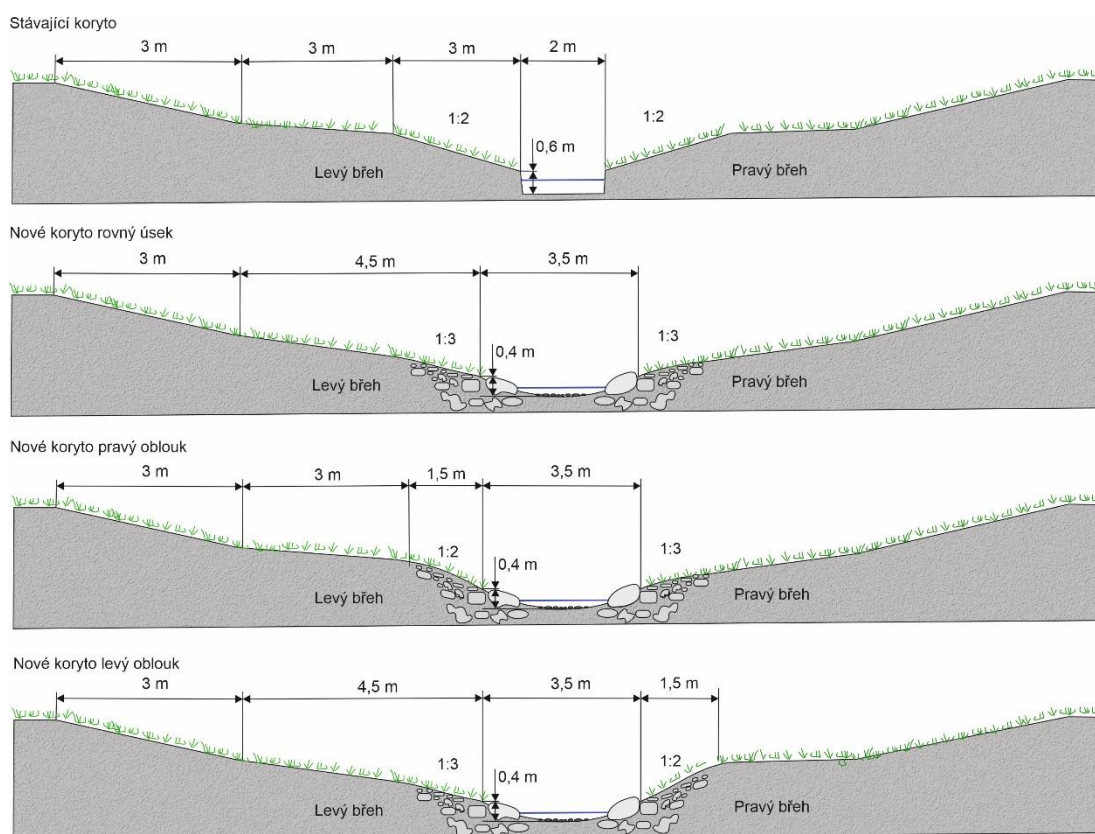
- **Podélný tvar koryta**



Obrázek č. 36: návrh kynety nového toku (Jiří Václavek, 2022).

- **Příčné profily**

Dno nově navržených příčných profilů je miskového tvaru o šíři 3 m s břehy o sklonu zhruba 1:2–1:3. V rovných úsecích je symetrického tvaru a nesymetrické v konvexní nebo konkávní straně toku. Šířka koryta mezi břehovými hranami pod bermou je navržena na 9 m, přičemž koryto zůstane zahloubeno 1,5 m pod povrchem okolního terénu a včetně 1,2 m vysokých svahů nad bermou dosahuje šíře 17 m. Nově navržené příčné profily jsou navrženy s opevněním paty svahu v podobě kamenného záhozu. Humózní vrstva pak tvoří pokryv zhruba od poloviny do vrcholu svahu. Návrhy příčných profilů jsou zobrazeny obrázku 37.

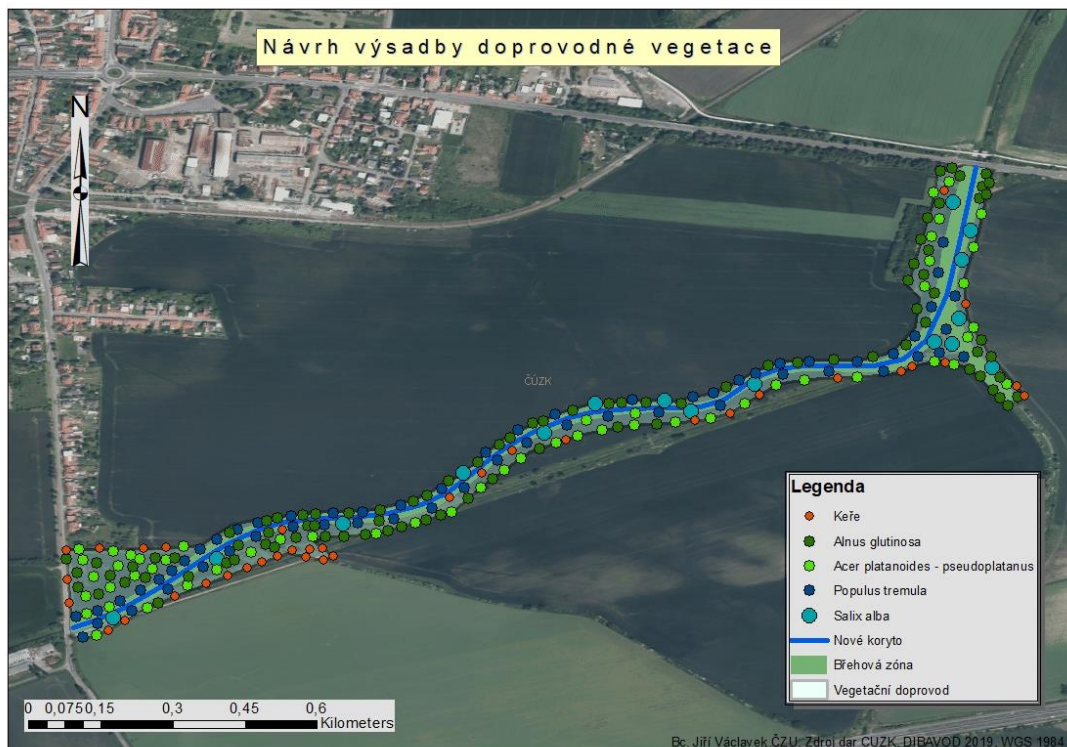


Obrázek č. 37: původní profil a návrh příčných profilů všech úseků koryta (Jiří Václavek, 2022).

Vzhledem k absenci údajů o průtocích na daném úseku Šembery jsou návrhy zhotoveny s ohledem na parametry původního koryta, které je dimenzováno na Q_{\max} a v tomto úseku nedochází k překročení kapacity koryta.

15.4.2. Návrh výsadby doprovodné vegetace

Po dokončení stavebních prací bude v revitalizované oblasti vysazeno optimální množství vodomilných a autochtonních rostlin. Takto osazeny budou břehové části podél koryta a sníží tak riziko břehové eroze. V okolí koryta a břehových částech toku budou nahodile a v menší míře vysazeny keře, které stabilizují břehy a dostatečně zastíní hladinu. Další výsadba vyšších dřevin bude realizována v plochách nad protipovodňovou bermou. Původní vhodné porosty na zbytcích úseků podél regulovaného a přilehlém okolí koryta budou ponechány. V této lokalitě se nenachází mnoho remízků či větších seskupení zeleně. Proto bude celá oblast podél nového koryta osázena několika druhy stromů *Alnus glutinosa* 86 ks, *Acer platanoides* 56 ks, *Salix alba* 16 ks, *Populus tremula* 55 ks, které budou tvořit liniovou výsadbu, ale i větší skupiny zeleně. Na okrajích větších skupin zeleně budou vysazeny keře 36 ks, ale i nahodile tak, aby zůstala zachována návaznost na stávající porosty (viz obrázek 38).



Obrázek č. 38: návrh výsadby doprovodné vegetace (Jiří Václavěk, 2022).

- **Postup a realizace**

V první fázi realizace dojde k výběru vhodných porostů k ponechání na svém původním místě a porostů vhodných k úplnému odstranění včetně kořenových systémů. Následné výkopové práce na novém korytě vytvoří nový příčný a podélný tvar koryta a odtěžený materiál bude využit k zasypání koryta stávajícího. Původní koryto není nijak opevněno (beton, dlažba), tudíž nevznikne žádný stavební odpad určený k likvidaci. Nově navržené koryto nekříží trasu stávajícího koryta, tudíž nebude třeba dalších stavebních úprav v místech křížení. Koryto bude opatřeno kamennými pohozy, opevní se jimi paty svahů, dno koryta vysype štěrky a v korytě budou nepravidelně rozmístěny balvany.

Práce budou započaty v únoru a dokončovací práce spojené s výsadbou zeleně ukončeny v listopadu. Práce jsou navrženy s ohledem na období vegetačního klidu a podmínek různých ročních období takto:

Únor – Duben

- Výběr vhodných porostů k ponechání a likvidace nevhodných
- Výkopové práce, modelování nového koryta, skládkování odtěžené zeminy na stavebních pozemcích.

Květen – Srpen

- Kamenné pohozy, opevnění paty svahů, rozhrnutí štěrku, usazení balvanů
- Ukládání humózní vrstvy na svahy koryta
- Průraz vody do nového koryta a zasypání koryta starého

Září – Listopad

- Zatravnění břehů a bermy
- Výsadba zeleně
- Zajišťovací práce důsledků stavební činnosti

Předpokládané náklady jsou shrnuty v tabulkách 10 až 12.

Výkopové práce a úpravy					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Odstranění křovin a travin	m2	40 000	30,00	1 200 000,00
2	Sejmutí ornice, transport	m3	38 960	200,00	7 792 000,00
3	Výkop nového koryta	m3	31 390	300,00	584 400,00
4	Zásyp starého koryta + zhutnění	m3	28 834	60,00	1 730 040,00
5	Průzkumné práce	Kč	100 000	1,00	100 000,00
6	Geodetické práce	Kč	150 000	1,00	150 000,00
7	Projektová dokumentace stavby	Kč	450 000	1,00	450 000,00
8	Zřízení staveniště	Kč	60 000	1,00	60 000,00
9	Příjezdové komunikace	Kč	50 000	1,00	50 000,00
Celkem za práce a úpravy			12 116 440 Kč		

Tabulka 10: souhrnná cena úprav úplné revitalizace třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Práce v korytě					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Zához z kamene	m3	3300	1400,00	4 620 000,00
2	Úprava dna a svahů	m2	38 960	200,00	7 792 000,00
Celkem za práce v korytě			12 412 000,00		

Tabulka 11: cena prací v korytě třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Výsadba, zatravnění a péče					
	Úkon	Jednotka	Množství	Cena/Jednotka	Celkem Kč
1	Zatravnění	m2	13 000	10,00	130 000,00
2	Výsadba stromu s balem do 200 cm výšky	ks	250	260,00	65 000,00
3	Následná péče na rok	Kč	1	350 000,00	350 000,00
Celkem za zeleň			545 000,00		

Tabulka 12: cena výsadby zeleně třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek, 2022).

Celkové náklady na realizaci projektu činí: **25 073 440 Kč**

Ceny prací a materiálu byly stanoveny dle kapitoly 15.4.3

15.4.3 Odhad cen prací a materiálu

Průměrné ceny vybraných stavebních prací byly získány z Českého statistického úřadu.

Ceny kamene a sazenic byly určeny zprůměrováním cen dostupných na internetu, na stránkách firem poskytujících požadované zboží.

Ceny kamene - Odhadované ceny na základě cen firem: Kámen a Písek spol. s.r.o.,
Levnýšutr Ostrava, Kámen Zbraslav.

Ceny sazenic – Odhadované ceny na základě cen firem: Lesní školka ARNICA,
Lesoškolky.cz a Lesní školka Dobešov s.r.o.

Ceny uložení odpadů a deponie – Odhadované ceny na základě cen firem: Miroslav
Šmíd, Zemní práce Zbytovský s.r.o.

16. Diskuse

Cílem diplomové práce byl návrh revitalizace vybraného úseku vodního toku Šembery. Pro účely vlastního řešení byly na základě výsledků geomorfologického hodnocení toku metodou HEM vybrány tři úseky Šembery - úsek na horním toku, úsek na středním toku a úsek na dolním toku (tento byl dále rozdělen na tři dílčí úseky). Na úsecích horního a středního toku, které byly na základě výsledků metody HEM vyhodnoceny jako přírodě blízké, byla uvažována pouze částečná revitalizace spojená s úpravou příčných profilů za účelem podpory rozlivu vyšších průtoků do nivy. Na úseku dolního toku, který byl na základě výsledků metody HEM vyhodnocen jako značně modifikovaný, byla navržena částečná revitalizace všech tří úseků a úplná revitalizace třetího úseku. Všechny návrhy zohledňují zachování funkce protipovodňové ochrany při zlepšení ekologického stavu toku. Tento fakt, tedy zachování funkce protipovodňové ochrany, se zde jeví jako limitující faktor rozsahu revitalizačních úprav. Nově navržená trasa koryta ve třetím úseku dolního toku je při zachování požadavků na ochranu zemědělské půdy před záplavou pouze prodloužením trasy s opatřeními na úrovni částečné revitalizace. Otázkou tedy zůstává, zda je výsledný efekt takového projektu adekvátní vynaloženým prostředkům. Součástí návrhů jsou kalkulace cen jednotlivých úprav. Je tedy možné porovnat nákladnost částečné i úplné revitalizace třetího úseku dolního toku. Do projektu úplné revitalizace však nejsou zahrnuty finance nutné ke zřízení pozemkových úprav, nutných k realizaci projektu úplné revitalizace, které by celý projekt učinily ještě nákladnějším. Cílem je tedy zvýšit protipovodňovou ochranu a zlepšit ekologický stav a funkce toku v celé délce pomocí přírodě blízkých opatření. Lze očekávat, že takto navržená opatření jsou dostatečná k ochraně před povodní a k nápravě stavu dolního toku směrem k udržitelnému ekologickému stavu. Pomohou také vytvořit biokoridor pozitivně ovlivňující celé okolí v oblasti životního prostředí. Otázkou zůstává, zda takto provedené úpravy na jednom toku mohou svým dosahem pozitivně ovlivnit celou oblast povodí. Uvažujeme-li o takovýchto dílčích krocích alespoň na větších přítocích, pak je možné se domnívat, že by došlo k určitému propojení sféry pozitivního vlivu, což by mělo za následek výrazné zvýšení kvality životního prostředí v celé oblasti povodí Šembery. Pohledů na revitalizaci je mnoho. Pohled čistě inženýrský, ekonomický, vodohospodářský, ale i etický, sociální, estetický atd. Je třeba vycházet z jedinečnosti úseku a volit takový zásah, který

přinese co nejvíce pozitiv v konkrétním místě, ale jeho dosah bude hmatatelný na celém toku. Přírodě podobné revitalizační úpravy se jeví jako ideální řešení. Jsou-li vhodné podmínky a podaří-li se nastartovat přirozené procesy, získáme funkční celek bez nákladných staveb vyžadujících pravidelnou údržbu.

17. Závěr

Diplomová práce se zabývá návrhem revitalizace a protipovodňových opatření na řece Šembeře. Jako její základ posloužily výsledky geomorfologického hodnocení toku metodou HEM, kterou autor diplomové práce zpracoval v bakalářské práci. Výsledkem je návrh opatření vedoucích ke zlepšení ekologického, geomorfologického a estetického stavu toku, posílení protipovodňové ochrany, posílení zdrojů podpovrchové vody s pozitivním dopadem na životní prostředí oblasti. Porovnáním dvou variant revitalizace dolního toku, tedy částečné revitalizace a úplné revitalizace, se ukazuje, že úplná revitalizace dolního toku není vhodným řešením z důvodu legislativní složitosti, vysokých nákladů na realizaci a nejistý rozsah pozitivního dopadu na vodní tok a jeho okolí. Důvodem této nejistoty je fakt, že regulace toku byla provedena převážně za účelem ochrany zemědělské půdy před záplavou a projekt úplné revitalizace s vybudováním nového, přírodě blízkého a méně kapacitního koryta by tuto funkci neplnil.

18. Seznam použitých zdrojů

Agentura Ochrany Přírody a Krajiny České Republiky - AOPK. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/>

Bednařík, K., 1957: Penčice, Dějiny Rybníků na Českobrodsku, dostupné online z: <https://pencice.estranky.cz/clanky/POTOKY.html>

Biebighauser T., 2002: A Guide to Creating Vernal Ponds, (online) [cit. 019.10.25], dostupné z: <https://www.nyfoa.org/application/files/3514/7948/6007/GuideCreateVeronPonds.pdf>

Cardoso, F. J., 2017: Ambientes Fluviais Urbanos: Novos Paradigmas de Projetos. Thesis (Doctorate), Pontificia Universidade Catolica de Campinas, Campinas, 365 s.

Carroll, L., Merton, L., Burger, P., 2000: Impact of vegetative cover and slope on runoff, erosion and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland coal mines. Australian Journal of Soil Research 38: 313-327.

Čamrová, L., Jílková, J., (Ed) a kol. 2006: Povodně v území institucionální a ekonomické souvislosti. Praha: Eurolex Bohemia, 176 s.

Český statistický úřad, Průměrné ceny vybraných stavebních prací. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20541419/7001q413.pdf/ee007253-da22-4790-84bb-8c0be60288bb?version=1.0>

Demek, J., Rubín, J., Balatka, B., a kol. 1965: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů: Geomorfologie českých zemí. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd. 335 s.

Demek, J., Mackovčín, P., et al. 2006: Zeměpisný lexikon: Hory a nížiny. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, VÚKOZ. Vyd. 2. 583 s. ISBN 80-86064-99-9.

Dumbrovský, M., 2005: Příspěvek k řešení vodního hospodářství krajiny v pozemkových úpravách. Zkrácená verze habilitační práce. VUT v Brně, Brno.

Gameiro, A., Dos, S., 2010: Proposta de Restauracao Ecologica Fluvial de um Troco da Ribeira das Vinhas, Cascais. Dissertation (Master degree), Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciencias e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal. 16 s.

Gergel, S. E., Turner, M. G., and Kratz, T. K., 1999: Scale-dependent landscape effects on north temperate lakes and rivers. *Ecological Applications* 9: 1377–1390.

Hladík, J., Pivcová, J., 2005: Pozemkové úpravy a ÚSES. In *ÚSES - zelená páteř krajiny: sborník příspěvků z konference 2005* [online]. Dostupné: <http://www.uses.cz/data/sbornik05/hladik_pivcova.pdf>.

Hlaváč, L., 1957: Československo a Kolínsko: Oblastní turistický průvodce. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství. Řada oblastních a turistických průvodců, 19. svazek. 114 s.

Just, T., 2003: Revitalizace a povodně. *Landscape and water*, Consult, Praha, 62–68 s.

Just, T., Matoušek, V., Dušek, M., Fišer, D., Karlík, P., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: Český svaz ochránců přírody, 359 s, ISBN 80-239-6351-1.

Just, T., Moravec, P., Šámal, V., Franková, L., 2009: Obnova rybníku, Obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků. AOPK ČR, Praha.

Just, T., 2013, Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky, Morfologické typy vodních toků, dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicke-typy-vodnich-toku/>

Kámen a písek spol. s. r. o. Dostupné z: <http://www.kamen-ck.cz/web/cs/>

Kámen Zbraslav. Dostupné z: <https://kamenzbraslav.cz/>

Kottová, B., 2021: Pozemkové úpravy - přednášky „nepublikováno“.

Krásný, J., Daňková, H., Krásná, R., Kněžek, M., Kulháněk, V., Trefená, E., Skořepa, J., 1985: Vysvětlivky k základní hydrologické mapě ČSSR 1 : 200 000 : List 13 Hradec Králové. Praha: Ústřední ústav geologický. 160 s.

Langhammer, J., (Ed.), 2007: Povodně a změny v krajině. PBtisk, Příbram, 396 s.

Langhammer, J., 2014: HEM Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014.

Lesní školka Arnika. Dostupné z: <https://www.arnikaskolky.cz/>

Lesní školka Dobešov s. r. o. Dostupné z: <http://www.lsdobesov.cz/index.php>

Lesoškolky s. r. o. Dostupné z: <https://lesoskolky.cz/>

Levný šurt Ostrava. Dostupné z: <https://www.levnysutr.cz/>

Mareš, K., 1997: Úpravy toků: navrhování koryt. ČVUT, Praha, 210 s. ISBN 80-01-00903-3.

Ministerstvo zemědělství, 2018: Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2017.

Ministerstvo zemědělství, 2019: zemědělství 2018. Ministerstvo zemědělství, Praha, 164 s.

Niehoff, N., 1996: Ökologische Bewertung von Fließgewässer. Heidelberg, 98 s.

Ockenden, M. C., Deasy C., Quinton J. N., Bailey A. P., Surridge B., Stoate Ch., 2012: Evaluation of field wetlands for mitigation of diffuse pollution from agriculture: Sediment retention, cost and effectiveness. Environmental science & policy 24. P. 110-119.

Petts, G. E., 1990: Forested River Corridors: a lost resource. Belhaven Press, Water, Engineering and Landscape: 12-34.

Pivec, J., Porovnání klimatické regionalizace ČR podle Moravce – Votýpky 1998 a Quitta 1971. Jan Pivec - autobiografie [online]. [cit. 20-10-2019]. Dostupné z: <http://janpivec.wz.cz/pivec.htm>

Poppe, M., Kali, J., Aroviita, J., Stelmaszczyk, M., Giełczewski, M., and Muhar, S., 201: Assessing restoration effects on hydromorphology in European mid-sized rivers by key hydromorphological parameters. *Hydrobiologia* 769(1):21–40.

Povodí Labe, 2013: Souhrnná zpráva o povodních v červnu 2013 v oblasti povodí Horního a středního Labe a na vlastním toku Labe v oblasti povodí Ohře a Dolního Labe (1. 6. – 13. 6. a 25. 6 – 28. 6.). Dostupné z: http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/zpravy_vhd/Zprava%20o%20povodni%202013_06b.pdf

Roni, P., and Beechiet, T., 2013: Stream and watershed restoration: a guide to restoring riverine processes and habitats. Wiley-Blackwell, Chichester, England.

Rosgen. D. L., A classification of natural rivers, *Catena* 22 (1994) 169-199

Schmutz, S., Jurajda, P., Kaufmann, S., Lorenz, A. W., Muhr, S., Paillex, A., Poppe, M., and Wolter, C., 2016: Response of fish assemblages to hydromorphological restoration in central and northern European rivers. *Hydrobiologia* 769(1):67–78.

Sklenička, P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s.

Sopper, W. P., 1992: Reclamation of mine land using municipal sludge. *Advances in Soil Science* 17: 351-431.

Šlezinger, M., Úradníček, L., 2002: Vegetační doprovod vodních toků a nádrží. Cerm, Brno. 130 s.

Šlezinger, M., 2009: Vybrané důvody revitalizací vodních toků. Výstavba měst a obcí, 4, Brno, 256 s. ISBN: 978-80-214-3942-9.

Šlezinger, M., 2010: Revitalizace toků – Příspěvek k problematice úprav vodních toků. Vutium, Brno, 255 s.

Šmíd, Miroslav Šmíd, deponie. Dostupné z: <https://www.miroslavsmid.cz/>

Václavek, J., 2020: Posouzení historického vývoje a současného stavu vodního toku Šembery na území Českobrodsko – Bakalářská práce. Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování (FŽP). Dostupné z: <https://is.czu.cz/auth/lide/clovek.pl?id=137062;zalozka=7>

Váchal, J., (Ed), 2011: Pozemkové úpravy. Praha: Consult, 207 s.

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

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

Zbytovský s. r. o. Dostupné z: <http://zemni-prace-zbytovsky.cz/>

Zuna, J., 1979: Úpravy malých vodních toků s ohledem na požadavky životního prostředí. Zbraslav: Výzkumný ústav meliorací, 1979. Metodiky Výzkumného ústavu meliorací, Praha-Zbraslav, Čís. 10.

19. Seznam Obrázků a tabulek

Seznam obrázků

- Obrázek č. 1 - Srovnání průřezů koryt (Just a kol., 2005)
- Obrázek č. 2 - Přírodní a technicky upravené koryto (Cílek, Just, Sůvová a kol., 2017)
- Obrázek č. 3 - Jednostranné rozšíření (Šlezinger 2010)
- Obrázek č. 4 - Druhy a umístění usměrňovacích staveb (Šlezinger 2010)
- Obrázek č. 5 - Zápletový plůtek (Šlezinger 2010)
- Obrázek č. 6 - Haťošťerkový válec (Šlezinger 2010)
- Obrázek č. 7 - Příčné objekty na toku (Just et. Al.)
- Obrázek č. 8 - Zasažení pozemků při revitalizaci vodního toku (Kottová ČZU)
- Obrázek č. 9 - Poloha toku Šembera na území ČR (Jiří Václavek 2021)
- Obrázek č. 10 - Šembera celý tok a přítoky (Jiří Václavek 2021)
- Obrázek č. 11 - Teplotně srážkový graf povodí Šembery (meteoblue.com)
- Obrázek č. 12 a 13 - Most u obce Zvěříněk před ústím do Výrovky (Zvěříněk, Jiří Václavek)
- Obrázek č. 14 a 15 - Koryto v intravilánu Českého Brodu (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)
- Obrázek č. 16 a 17 - Koryto v intravilánu Českého Brodu (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)
- Obrázek č. 18 a 19 - Jez u pivovaru Český Brod 2013-2021 (Tomáš Kopčil, Jiří Václavek)
- Obrázek č. 20 - Evidenční list hlásného profilu Šembera, Český Brod (Povodí Labe)
- Obrázek č. 21 - Zaplavované lokality (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 22 - Podélný sklon a profil koryta na ploše bývalého rybníku Šember (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 23 - Úprava příčného profilu koryta pravý oblouk (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 24 - Úprava příčného profilu levý oblouk (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 25 - Zaplavované plochy nového koryta části horního toku (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 26 - Příčný profil původního koryta a tvar břehu (AOPK)
- Obrázek č. 27 - Příčný profil nového koryta a tvar břehu (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 28 - Úprava části středního toku (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 29 - Doplnění vegetačního doprovodu a šťerkový pohoz (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 30 - Úprava erodovaného břehu (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 31 - Doplnění vegetace podél koryta v úseku zasaženém erozí půdy (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 32 - Návrh nového příčného profilu třetího úseku autor (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 33 - Doplnění vegetace třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 34 - Návrh podélného tvaru nového koryta třetího úseku dolního toku (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 35 - Podélný profil stávajícího a nového koryta (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 36 - Návrh kynety nového toku (Jiří Václavek)
- Obrázek č. 37 - Původní profil a návrh příčných profilů všech úseků koryta (Jiří Václavek)

Obrázek č. 38 - Návrh výsadby doprovodné vegetace (Jiří Václavek)

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Kapacita koryt v závislosti na průtocích navrhovaných podle ČSN 73 6823 (Mareš, 1997)

Tabulka 2 – Negativa a důsledky nevhodných úprav vodních toků (Sklenička, 2003)

Tabulka 3 – Tabulka konstant pro výpočet třídy kvality dílčích parametrů (BP Posouzení historického vývoje a současného stavu vodního toku Šembery na území Českobrodsko, Jiří Václavek)

Tabulka 4 – Dosažená třída kvality jednotlivých území (BP Posouzení historického vývoje a současného stavu vodního toku Šembery na území Českobrodsko, Jiří Václavek)

Tabulka 5 – Souhrnná cena úprav horního toku (Václavek 2022)

Tabulka 6 – Souhrnná cena úprav středního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 7 – Souhrnná cena úprav prvního úseku dolního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 8 – Souhrnná cena úprav druhého úseku dolního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 9 – Souhrnná cena úprav třetího úseku dolního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 10 – Souhrnná cena úprav úplné revitalizace třetího úseku dolního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 11 – Cena prací v korytě třetího úseku dolního toku (Václavek, 2022)

Tabulka 12 – Cena výsadby zeleně třetího úseku dolního toku (Václavek, 2022)

20. Fotografické přílohy



Obrázek č. 39 Horní tok



Obrázek č. 40 Střední tok



Obrázek č. 41 Dolní tok



Obrázek č. 42 částečně revitalizovaný úsek



Obrázek č. 43 atletický stadion Kutilka 2013 (Milan Rollo)



Obrázek č. 44 Prostor meandru vhodný k úpravě břehů



Obrázek č. 45 Hrázka na bezejmenném přítoku



Obrázek č. 46 Mokřad na středním toku



Obrázek č. 47 Hráz zaniklého rybníka Šember



Obrázek č. 48 Úsek před Liblicemi



Obrázek č. 49 Šembera v Poříčanech



Obrázek č. 50 Koryto mezi Poříčany a Třebestovicemi



Obrázek č. 51 Koryto mezi Poříčany a Třebestovicemi



Obrázek č. 52 Koryto mezi Poříčany a Třebestovicemi



Obrázek č. 53 Koryto před soutokem s Výrovkou