

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zahradní a krajinné tvorby



Zhodnocení současného stavu a návrh terénní a krajinné úpravy vybraného erodovaného údolí

Diplomová práce

Autor práce: Ing. Štěpánka Kašparová

Obor studia: Zahradní tvorba

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Kunt, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Zhodnocení současného stavu a návrh terénní a krajinné úpravy vybraného erodovaného údolí**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. dubna 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce ing. Miroslavu Kuntovi, Ph.D. a RNDr. Oldřichu Vackovi, CSc. za cenné rady a pomoc při zpracování projektu.

Zhodnocení současného stavu a návrh terénní a krajinné úpravy vybraného erodovaného údolí

Souhrn

Diplomová práce se v rešeršní části zabývá významem vody v krajině, funkcích říční krajiny, zmiňuje vývoj hydrologických jevů v souvislosti s klimatickými změnami, popisuje přístup k úpravám vodních toků i okolní říční krajiny v průběhu posledního století a vlivem těchto úprav na fungování říční krajiny. Čím je poškozenější vodní režim a hydromorfologie toků, tím častější jsou extrémní hydrologické jevy – povodně a sucho. Rešerše se zabývá různými trendy v práci s vodou v krajině, (prosazování versus bourání velkých vodních nádrží a různé přístupy k revitalizacím vodních toků i celých říčních krajin) a uvádí příklady revitalizací jak v České republice, tak v jinde v Evropě (konkrétní příklady jsou z Německa, Dánska a Velké Británie).

Ve vlastní projektové části se zpracovává studie části bezejmenného občasného vodního toku, který po instalaci propustku pod lesní cestou začal trpět hloubkovou erozí. Měla za cíl zjistit příčiny a vypracovat opatření k nápravě. Projekt byl zpracován ve dvou variantách, první z čistě přírodně – ekologického hlediska, druhý připouštěl antropogenně-kulturní změny.

V obou případech bylo u trubního propustku navrženo snížení jeho sklonu z 12% na 2% a následně v dopadišti pod propustkem vytvoření kaskádovitě periodické tůňky. Tato tůňka může mít rozdílné vzdouvací objekty, v první variantě je to kamenný práh prosypaný šterkodrtí, v druhé variantě je navrhována dřevěná přehrážka. Dále jsou v průběhu toku navrženy vložené jednotlivé balvany, skupiny balvanů a kamenné prahy a skluzy, s cílem rozmístění tak, aby se koryto rozčlenilo na klidnější a proudné pasáže a tok vypadal přirozeně.

V druhé variantě je pak v dolní části navržena retenční nádržka, dostatečně velká, aby se tam dalo v na vodu příznivých obdobích i vykoupat.

Klíčová slova:

revitalizace vodního toku
eroze
retence
úprava vodních koryt
bourání přehrad

Assesment of the current state and proposal of landscape adaptation of the selected eroded valley

Summary

This master's thesis deals in its research part with importance of water in the landscape, functions of the river landscape, mentions the development of hydrological phenomena related to climate changes, describes approach to watercourse modifications and surrounding river landscape during the last century and the impact of these modifications on the functioning of the river landscape. The more damaged the water regime and the hydromorphology of streams, the more common are extreme hydrological phenomena - floods and droughts. The research deals with various trends in working with water in the landscape (promotion versus demolition of large reservoirs and different approaches to restoration of watercourses and entire river landscapes) and gives examples of revitalization both in the Czech Republic and elsewhere in Europe (specific examples are from Germany, Denmark and the United Kingdom).

In the project part itself, a study of a part of an unnamed occasional watercourse is being prepared, which after the installation of the culvert under the forest road began to suffer from deep erosion. It aimed to identify the causes and develop remedial measures. The project was developed in two variants, the first from a purely natural - ecological point of view, the second allowed anthropogenic-cultural changes.

In both cases, it was proposed to reduce the slope of the pipe culvert from 12% to 2% and subsequently to create a cascading periodic pool in the landing area below the pipe. This pool can have different dams objects, in the first variant it is a stone threshold strewn with gravel, in the second variant a wooden dam is designed. Furthermore, embedded individual boulders, groups of boulders and stone thresholds and slides are designed during the course of the stream, with the aim of arranging so that the riverbed is divided into quieter and more flowing passages and the stream looks natural.

In the second variant, a retention tank is designed in the lower part, large enough to bathe in water-friendly periods.

Keywords:

restoration of watercourse, restoration of the river
erosion
retention
channel modifications
dam removals

1 Obsah

2 Úvod	3
3 Cíl práce	4
4 Literární rešerše	5
4.1 Význam vody v krajině, říční krajina, funkce říční krajiny	5
4.1.1 „Geofyzikální“ funkce (tvorba údolí, sedimentů, nivy, říčního mokřadu, záplavové pláně, říční krajiny).....	5
4.1.2 Hydrologické funkce	5
4.1.3 Funkce povodňová a protipovodňová	5
4.1.4 Zdroj vody a přírodní napajedla.....	6
4.1.5 Transformace energie a funkce klimatická	6
4.1.6 Funkce destruentní (dekompoziční) a samočistící (likvidace „odpadů“) ...	6
4.1.7 Stabilizační funkce (ochrana před katastrofami, ochrana ekologické stability)	6
4.1.8 Funkce regulace složení atmosféry.....	6
4.1.9 Funkce půdotvorná a protierozní	6
4.1.10 Produkční funkce	6
4.1.11 Funkce „biologická“ (životní prostředí).....	6
4.1.12 Funkce toku informací a migrační funkce	6
4.1.13 Plavební funkce.....	6
4.1.14 Rekreační a obytná funkce	7
4.1.15 Funkce energetická	7
4.1.16 Funkce státní hranice.....	7
4.1.17 Funkce „vnitřní krajiny“.....	7
4.2 Hrozba hydrologických extrémů (sucha a povodně) a možná řešení	7
4.2.1 Zásady revitalizací říčních krajin	7
4.2.2 Velké vodní nádrže	8
4.2.3 Havárie přehrad.....	8
4.2.4 Odstraňování přehrad.....	9
4.3 Trendy v práci s vodou v krajině	10
4.4 Revitalizace v Čechách a na Moravě	11
4.4.1 Vývoj revitalizací a revitalizační programy	11
4.4.2 Revitalizace povodí potoka Borová (Českokrumlovsko, realizace 1998 - 2001)	12
4.4.3 Revitalizace toku Milná – Lužní potok (u Lipna, realizace 2000 – 2001)..	13
4.4.4 Revitalizace Černého potoka a jeho přítoků v přírodní rezervaci Černá louka	13
4.4.5 Podpora samovolné renaturace řeky Moravy u Štěpánova.....	14
4.4.6 Nový prostor pro řeku Dyji.....	15
4.4.7 Inovativní postupy zadržování vody v Beskydech	16
4.4.8 Živá voda, občanské sdružení pro návrat vody do krajiny	16
4.5 Příklady revitalizací v zahraničí	18
4.5.1 Revitalizace v Německu	18
4.5.2 Revitalizace v Dánsku	21
4.5.3 Revitalizace ve Velké Británii	22
5 Projekt - zhodnocení podkladových údajů	23
5.1 Širší územní vztahy	23
5.2 Katastr a vlastnictví parcel	23
5.3 Geologické charakteristiky	24
5.4 Půdní mapa	24
5.5 Reliéf	25
5.6 Potenciální přirozená vegetace	25
5.7 Další klimatické a geomorfologické zařazení území	25
5.8 Současný stav	25
6 Projekt – návrhová část	28
6.1 Posouzení sklonu zatrubnění	28
6.1.1 Výškopis zatrubnění	28
6.1.2 Plocha povodí pro místo zatrubnění	28
6.1.3 Výpočet stoleté vody	29
6.1.4 Výpočet průměru trubky na požadovanou X-letou vodu	29
6.2 Návrh	30
6.2.1 Zvláštní pozornost a ochrana při realizaci	33
6.2.2 Obnova a údržba tůní	33
6.2.3 Výkaz výměr a rámcový rozpočet – varianta 1	34
6.2.4 Vegetační doprovod	35
7 Diskuze	41
8 Závěr	43
9 Literatura	44

2 Úvod

Správně fungující říční krajiny jsou důležité nejen z ekologického a estetického hlediska, ale celkově i pro lidskou společnost, klima a život obecně, což se ukazuje naléhavěji v souvislosti s projevy změn klimatu – dlouhodobými suchy, zvyšováním teplot, čtenějšími povodněmi a přívalovými dešti.

Bohužel většina vodních toků a niv v ČR byla v průběhu posledních sta let poničena vodohospodářskými úpravami. Do konce minulého století bylo plošně odvodněno milión hektarů půd a polovina délky řek a potoků byla technicky upravena, což vedlo k destrukci vohohospodářských vlastností půd a poškození schopnosti krajiny hospodařit s vodou. K tomu přispíval i zhoršující se stav zemědělských půd vlivem utužení, eroze a ztráty organické hmoty. (Just, 2020)

V 90. letech minulého století začaly vznikat v České republice programy na obnovu a revitalizaci krajiny a říčních toků.

Diplomová práce se v rešeršní části zabývá různými přístupy a vývojem revitalizací v České republice i v zahraničí, včetně vývoje různých pohledů na velké vodní nádrže, v projektové části úpravou erodovaného občasného toku.

3 Cíl práce

Vytvořit funkční koryto konkrétního bezejmenného vodního toku v katastrálním území. Rváčov v Podkrkonoší.

Dílčí cíle: úprava koryta vodního toku, okolního terénu i přilehlé vegetace tak, aby se snížila eroze a zvýšila se retenční schopnost a následně se zvýšila i biodiverzita tohoto místa. Výsledná podoba by měla být v souladu s okolním prostředím.

4 Literární rešerše

4.1 Význam vody v krajině, říční krajina, funkce říční krajiny

Je nepochybné, že voda v krajině má zcela zásadní význam pro jakýkoliv život. Naprostá většina objemu sladké vody se nachází v říčních krajinách.

Říční krajina je celek, který se skládá nejen z vlastní řeky, ale i z říčních sedimentů (tzv. aluvium) a suchozemské nivy (náplavová rovina podél řeky, ležící nad aluviem), ale také z řady dílčích ekosystémů: břehy, agradační valy, hyporeál (zvodnělé podpovrchové říční dno pod aktivním tokem, do něhož se infiltruje povrchová říční voda – na rozdíl od aluvia, které je zvodněné převážně mělkou podzemní vodou), aktivní i odstavená ramena, jezera, tůň, povodňové stupně, pískové duny apod.

V České republice zabírají říční krajiny přibližně 10% plochy státu.

Říční krajiny mají spoustu nezastupitelných funkcí. Aby byly všechny funkční, je nutné, aby byly i všechny složky říční krajiny alespoň v uspokojivém ekologickém stavu. V původním stavu je dnes už nalezneme jen v nepřístupných oblastech rovníkových pralesů nebo vysoko na severu. V civilizované Evropě jsou říční krajiny lidskou činností různou měrou pozměněny a odpřírodněny, ale i tak si zachovávají alespoň částečně svoje původní funkce.

Jak dlouhý bude seznam funkcí a „služeb“ říční krajiny záleží na tom, zda se na téma podíváme jednooborově nebo v celé komplexnosti.

Možné členění funkcí vodního toku dle knihy o krajinotvorných programech (Kender, 2004):

- Funkce biologická + související systém ÚSES
- Funkce hydrologická
- Funkce hygienická – podmínky pro samočištění
- Funkce hydrogeologická – odvodňování a infiltrace
- Funkce krajinotvorná
- Funkce estetická
- Funkce rekreační

Ve větší komplexnosti shrnuje funkce celé říční krajiny ekolog a hydrobiolog Otakar Štěrba (2008).

Z tohoto pramene je čerpán celý následující výčet a charakteristika funkcí:

4.1.1 „Geofyzikální“ funkce (tvorba údolí, sedimentů, nivy, říčního mokřadu, záplavové pláně, říční krajiny)

Mocnost a intenzita této funkce závisí na reliéfu krajiny, vlastnostmi podloží a velikostí řeky.

V počáteční fázi, v horách, řeka obvykle divočí v hlubokých úzkých údolích, je dominance eroze a odnosu. V podhorských částech, charakterizovanými tvorbou mnoha bočních ramen s ostrovy a ostrůvky (zde již s vegetačním pokryvem) se eroze začíná vyrovnávat se sedimentací a začínají se objevovat odstavená ramena, tůň, mokřady, meandry. V nížinách pak dominuje sedimentace, čímž se na dolních tocích vytváří aluvium a na něm hlinitá říční niva. Také je to místo největšího rozsahu mokřadů, meandrů, tůní a jiných prvků pomalu tekoucí nebo stojaté vody.

Velmi důležitá je také záplavová (povodňová) pláň – území nivy, které bývá při povodních zatopeno. Velmi důležité území z hlediska zasakování vod do podzemí i zpomalování povodňového toku.

Říční štěrk z aluvií je velmi důležitá stavební surovina, lze též mluvit o funkci tvorby štěrku.

Tyto geofyzikální funkce jsou v současnosti v civilizovaných zemích silně ovlivňovány až destruovány lidskou činností. Například regulace řek zamezuje sedimentaci v původním záplavovém území a urychluje odnos do nižších poloh, zvyšuje povodňové zatížení na nejspodnějších částech toků, zvyšuje erozi a zahlubuje koryto. Odlesnění a zornění v těsné blízkosti potoků a řek v pramenných oblastech snižuje zadržování vody a zvyšuje erozi půd a v některých oblastech způsobuje bahnotok po průtržích, který páchá škody v intravilánu i na polích (odnosem půdy). (Štěrba, 2008)

4.1.2 Hydrologické funkce

Odvádění a vedení vody krajinou, drenace podzemní vody (nezbytná krajinná funkce, v suchém období je podzemní voda jediným zdrojem řek), infiltrace povrchové říční vody (průchod říční vody přes dno do hyporeálu je velmi důležitá součást samočištění řek – z tohoto důvodu je velmi nevhodné zpevnění říční dno technickými úpravami).

Neuhaditelná funkce s vlivem na ostatní krajiny v povodí i celou řadu jiných jevů, jako např. klima.

Nevhodné množství vody v krajině je vidět v extrémech (poušť nebo naopak území bez vyvinuté odtokové sítě – tundra).

Neuvážené zásahy do hydrologických poměrů (např. regulace řek, zavodňování, odvodňování, převod vody přes rozvodí) mohou napáchat mnoho problémů a v konečném důsledku i ekonomické ztráty. (Štěrba, 2008)

4.1.3 Funkce povodňová a protipovodňová

Povodně odvádějí vodu z okolní krajiny v době abnormálního nadbytku (jarní tání, dlouhotrvající deště). Povodňové vody se v záplavové pláni zabrzdí a tím z proudu vypadá velké množství unášených látek, čímž dochází k samočištění vody a tvorbě fluvizemí. Při povodni dochází také k výrazné infiltraci vody do aluviálu, kde vznikají zásoby podzemních vod, jež jsou poté zásobárnou vody pro řeky v období sucha i vodárenským zdrojem. Předpokládá to ovšem, že se voda má možnost rozlít do svých přirozených záplavových území. Zregulováním řek do úzkých hlubokých koryt se jednak zvyšuje síla, rychlost a ničivost povodně na dolních tocích, jednak to přispívá (vedle dalších zásahů do říční krajiny) k aridizaci (vysoušení) krajiny.

V průběhu lidské historie člověk začal měnit krajinu, odlesňoval nivu, svahy v blízkosti řek, v pramenné oblasti i horské svahy a současně začal budovat technická ochranná opatření – hráze, kanály, přehrady, opevnování a napřimování koryt. Ukázalo se, že tato technická opatření se zdárně vyrovnávají s malými a středními povodněmi, ale při velkých povodních selhávají.

Proto se ve vyspělých zemích vedle protipovodňové ochrany technické začínají prosazovat ekologické metody protipovodňové ochrany, které se snaží zpátky imitovat přírodní stav – a to především to, co má vliv na snížení ničivosti povodní:

- Zvýšení půdní jímavosti vody nahrazením polí v říčních krajinách loukami, ideálně i lužními lesy, případně obnova alespoň některých mokřadů
- Zmenšení ploch nadměrně odvodněných pozemků v pramenných oblastech
- Zvýšení povrchové drsnosti krajiny v povodí, což zpomalí povrchový odtok vody – zvýšením podílu lesů, případně lepší druhovou skladbou
- Uvolnění části nivy pro povodňové rozlivy, což se považuje za nejúčinnější opatření. V přírodním stavu jsou rozlivová území porostlá lužním lesem s bohatým keřovým patrem a s

četnými mokřady a mokřadními loukami. Lužní les nejvíce zpomalí postup povodně a voda mu navíc prospívá. (Štěrba, 2008)

4.1.4 Zdroj vody a přírodní napajedla

Pitná voda se upravuje z povrchové nebo podzemní vody. Daleko většími odběrateli vody než domácnosti jsou průmysl a zemědělství. Největším výchozím zdrojem vody je říční krajina, ať už jde o povrchový tok nebo o mělkou podzemní vodu z aluvia nebo z ještě hlubších štěrkopísků pleistocenního stáří, vzniklých také činností řeky.

Jako zdroj vody slouží říční krajiny i volně žijícím živočichům. V případě vyschnutí v aridních oblastech nebo naopak zalednění (glaciály) se podpovrchové dno (hyporeál) stává ekologickým refugiem, kde drobnější organismy přežívají nepříznivá období. (Štěrba, 2008)

4.1.5 Transformace energie a funkce klimatická

Říční krajina s lužními lesy a loukami díky přirozenému zásobení vodou a bohaté transpiraci mění dopadající sluneční energii z velké části na latentní výparné teplo, což má klimatizační efekt na celou okolní krajinu.

Kromě přímého ovlivňování klimatu je říční krajina i prostředníkem a nástrojem ovlivňování hydrorežimu okolních krajin. V oblastech, kde se většina území přetvořila na ornou půdu, je většinou tento malý vodní okruh různou měrou narušen - voda odtéká rychleji a nevrací se zpět malým vodním okruhem a v lokálním klimatu se to projeví rozkolísaností srážek – prudké deště, které rychle odtečou v povodňové vlně nebo naopak období sucha, které vedou k postupné aridizaci krajiny. (Štěrba, 2008)

4.1.6 Funkce destruentní (dekompoziční) a samočisticí (likvidace „odpadů“)

Rozkladný proces odumřelých těl živočichů i rostlin probíhá všude, ale nejintenzivnější je ve vlhkých tropických pralesích (co se týká souše). I ve vlhkém středoevropském lužním lese je velmi intenzivní, ale mnohem produktivnější je rozklad a likvidace látek v oživených, především říčních vodách, kam jsou splachovány i látky z okolního zemského povrchu. V řekách tento proces nazýváme samočištěním.

Řeky mají také jinak nenahraditelnou funkci jako recipient odpadních vod, především pro svou vysokou míru samočištění.

Organické hmoty jsou likvidovány nejlépe v přírodních podmínkách, čím více jsou ekosystémy narušeny, tím horší je samočisticí schopnost, což může vyústit až v znečištění řek, půdy, odumíráním vegetace apod.

Na chemické, plastové a jiné odpady však samočištění nestačí. (Štěrba, 2008)

4.1.7 Stabilizační funkce (ochrana před katastrofami, ochrana ekologické stability)

Říční krajiny mají velký význam i pro své široké okolí, jsou „narázníkovou zónou“, „pufrační zónou“, koridorem biodiverzity, „posledním ekologickým kontinuem“ apod. (Štěrba, 2008)

4.1.8 Funkce regulace složení atmosféry

Obsah CO₂, O₂ i vodních par v atmosféře je ovlivňován jednak mořskými řasami a sinicemi, jednak lesními porosty, zvláště na zamokřených lokalitách, neboť v těchto bývá produkce biomasy a tudíž i intenzita fotosyntézy největší.

Říční krajiny tropických deštných pralesů v pásu kolem rovníku bývají označovány za plíce planety. (Štěrba, 2008)

4.1.9 Funkce půdotvorná a protierozní

Eroze a povodně na jedné straně (většinou na horním toku) unášejí částice organického i anorganického materiálu, na straně druhé (doleji po proudu) se částice usazují a jsou zpracovávány edafonem a dalšími činiteli do podob fluvizemí, glejů, organozemí nebo černic.

Nejlepší protierozní ochranou je dobře vyvinutá lokální vegetace. (Štěrba, 2008)

4.1.10 Produkční funkce

Schopnost produkovat organickou hmotu, využívanou pro člověka. Především jde o ryby. Ve vyspělých zemích význam spíše pro sportovní nebo volnočasový rybolov, ale jsou místa, kde produkce ryb má hospodářský význam.

V některých oblastech se využívá i jiné produkce (např. rákosu, který má 5x větší přírůstek hmoty na hektar nebo jiných vodních nebo na říční krajiny vázaných živočichů, kteří zde žijí ve větších počtech než v sušších ekosystémech díky velké produktivitě říčních krajin v produkci biomasy). (Štěrba, 2008)

4.1.11 Funkce „biologická“ (životní prostředí)

Ekosystémy říčních krajin jsou jedny z nejpestřejších a nejdůležitějších biotopů na světě, současně však jsou křehké. S ubýváním druhů však postupně degradují i ostatní funkce. Proto je nutná ochrana biologických druhů a biodiverzity. (Štěrba, 2008)

4.1.12 Funkce toku informací a migrační funkce

Kontinuální vyměňování genetických informací mezi jedinci jednotlivých druhů.

Při fragmentaci prostředí dochází k roztržitosti populací a jejich izolaci, což může časem vést až k oslabení populace a degeneraci. Proto vznikla teorie ekologického kontinua, proto vznikl systém ÚSES a proto bychom se měli snažit zachovat propustnost krajiny pro jednotlivé druhy, které je obývají. (Štěrba, 2008)

4.1.13 Plavební funkce

Řeky byly dopravní cestou od nepaměti, někde to bývala jediná cesta, kterou lidé pronikali do vnitrozemí. Spory mezi voraři a mlynáři (případně jinými zájmovými skupinami) o splavnost byly řešeny už od středověku. Největší rozmach říční lodní dopravy ale začal v 19. století. V té době také začaly

masivnější úpravy řek kvůli splavnosti. Úpravy řek postupně stále více postihovaly říční krajiny až v některých případech byl přírodní charakter celých úseků říčních krajín zlikvidován úplně a její prospěšné funkce byly zcela potlačeny na úkor lodní dopravy.

V průběhu 20. století dochází k postupnému odklonu od říční dopravy (především z ekonomických důvodů) a nyní je pro ní ekonomické opodstatnění jen tam, kde jsou pro to mimořádně výhodné podmínky (např. Porýní a Porúří nebo propojení řeka sv. Vavřince – Velká severoamerická jezera – Mississippi v Americe).

Devastace splavněním však přetrvává, jen někde se za značných finančních nákladů navrácí k přírodnějšímu stavu alespoň některé úseky řek, hlavně v západní Evropě. (Štěrba, 2008)

A přesto se objevují nové projekty, které by rozumný člověk už nečekal, jako kanál Dunaj-Odra-Labe nebo tlak Polska na splavnění Odry, která jako hraniční řeka mezi Polskem a Německem odolala devastaci a do dnešních dnů zůstala jako poslední velká řeka v Německu s téměř přirozenou přírodní podobou. (Český rozhlas – iRozhlas, 9.1.2022)

4.1.14 Rekreační a obytná funkce

Funkce rekreační - přímé využívání řek člověkem, koupání, chataření, kempování, pěší turistika, cykloturistika (cyklostezky podél řek), kanoistika, atd. Zvyšování životní úrovně a větší objem volného času vede k většímu zájmu o míst vhodných k rekreaci.

Města a vesnice odedávna vznikaly na řekách jako na zdroji vody, vodních cestách i recipientu odpadu. (Štěrba, 2008)

4.1.15 Funkce energetická

Využívání kinetické energie vody člověkem. Mlýny, hamry, katry, elektrárny.

Vodní nádrže mohou poskytovat velký užitek, ale také přinášejí spousty problémů včetně zásahů do životního prostředí říčních krajín i rozsáhlých okolních regionů. (Štěrba, 2008)

4.1.16 Funkce státní hranice

- jako dobře definovaná geografická linie. (Štěrba, 2008)

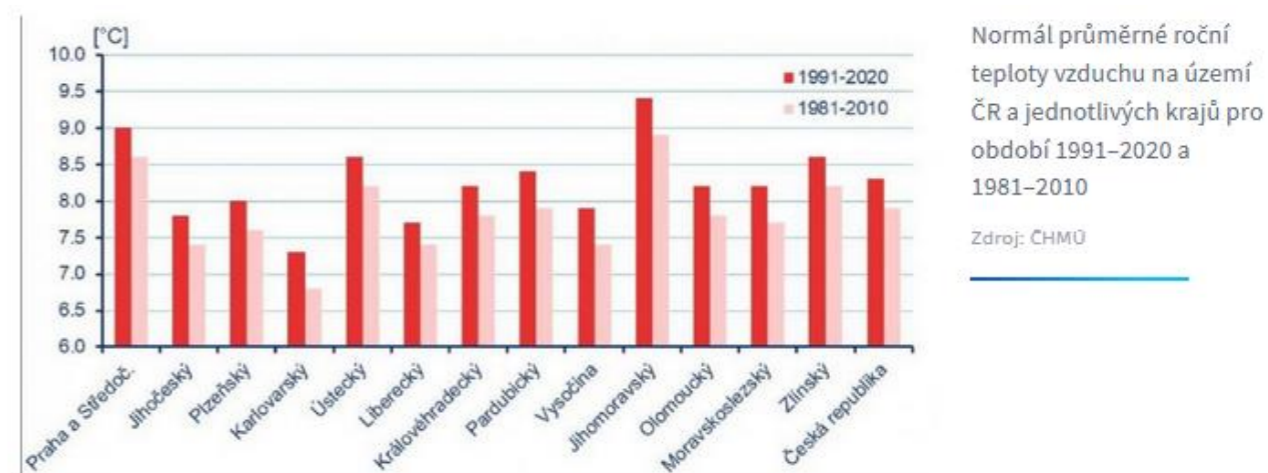
4.1.17 Funkce „vnitřní krajiny“

Působení na psychiku lidí, v různých podobách a transformacích (vztah hinduistů k řekám, láska lidí k „jejich“ řekám, kulturní tradice apod.). Na první pohled neuchopitelné a těžko podložitelné vědeckými daty, ale to, jaké místo zaujímá určitý fenomén v emocích lidí, se může projevit ve směřování a tlaku společnosti na politiky. (Štěrba, 2008)

4.2 Hrozba hydrologických extrémů (sucha a povodně) a možná řešení

Klimatické změny vedou k oteplování, což vede k většímu výparu a samo o sobě způsobuje vysušování krajiny.

Klimatologové na začátku února 2021 oznámili nejnovější klimatologické normály teplot a srážek pro ČR. Srovnáním normálových období 1981 – 2010 s novým 1991 – 2020 vyšlo zvýšení průměrné teploty o 0,4 °C. (ČHMÚ, Česká televize, 9.2.2022)



Obr.1 Zdroj: ČHMÚ, dostupné z https://ct24.ceskatelevize.cz/pocasi/3439870-meteorologove-stanovili-nove-klimaticke-normaly-ukazuji-jak-se-cesko-otepluje?fbclid=IwAR00GITH_FDJVL-7Czlns75VIPmeggDMST5Zi296I55VyOVg2JissQutbCk [cit. 2022-02-07]

Zatímco teploty stoupají, normál ročního úhrnu srážek na území ČR zůstává přibližně stejný. Bohužel jednak dochází vlivem vyšších teplot k vyššímu výparu, takže v krajíně a řekách zůstává méně vody než dřív, jednak dochází ke změně v distribuci - ubývá srážek v dubnu, listopadu a prosinci a naopak je nárůst v červnu, říjnu a září. (ČHMÚ, Česká televize, 9.2.2022)

Zvýšení teplot přispívá k vysušování, změna distribuce přispívá k vyšším extrémům, delším obdobím sucha a na druhé straně k větším povodním.

Na změnu distribuce srážek má vliv i porušený malý vodní cyklus, přičemž k jeho změnám podstatně přispěly i změny říčních krajín, zvláště za poslední století, kdy docházelo k vysušování mokřadů a prameništ, narovnávání a zahlubování koryt toků, zornění půd v nivách, docházelo k dalšímu úbytku lužních lesů apod. (Štěrba, 2008; Kender, 2004)

Většina úprav říčních krajín byla v minulosti prováděna kvůli protipovodňové ochraně, zabírání dalších území pro ornou půdu, někde kvůli splavnění, v éře pozdního socialismu už i spíše z ideologických důvodů (meliorace i tam, kde to z hospodářského hlediska nemělo velký efekt a z ekologického hlediska to bylo vyloženě škodlivé, Novomlýnské nádrže, atd.).

4.2.1 Zásady revitalizací říčních krajín

Při hledání zásad a opatření, které pomohou zlepšit odolnost naší krajiny vůči suchu, je nutno vzít v úvahu, že v naší republice jsou téměř jediným zdrojem vody atmosférické srážky. Proto je nutné:

- Zachytit co nejvíce vody na území povodí – zpomalit odtok vody a následně zachytit –retence, akumulace
 - Důraz na retenci, co nejvíce vody infiltrací do podzemních vod
 - Zvyšovat akumulační schopnost půdního profilu – čím více organické složky v půdě, tím vyšší
 - Zabezpečit povrchové i podzemní vody před kontaminací cizorodými a rizikovými látkami, podpora samočištění toků
 - Revitalizační opatření by měla být komplexní, nejen malé bodové projekty a nejen v korytě toků, ale na větších územích v ploše povodí
 - Udržovat hydromeliorační opatření jen tam, kde jsou nutná, prověřit a zrevitalizovat tam, kde byla zbytečná či přímo škodlivá
 - Snížit podmínky pro vznik a následky vodní eroze
- (Slavík & Neruda, 2007)

Podobná opatření zmiňuje i Kender (2004), který to uvádí jako protipovodňová opatření (což je druhá strana stejné mince):

- Zachovat retenční potenciál inundací
- Vyjít z dosavadního systému ochrany území a technickými prostředky zvyšovat protipovodňovou ochranu pouze na území měst, obcí a významných průmyslových a zemědělských objektů
- V obcích spojit zvýšení kapacity koryt s revitalizací nábřeží, koryta a prostorů mezihrází, zatímco mimo obce obnovovat přírodě blízký krajinný ráz údolní nivy
- V územních plánech rezervovat dostatečně široký pás pro průtočný profil a zeleň
- V extravilánech, v úsecích, kde je stabilizace koryt značně náročná a kde je žádoucí obnovit přirozený ráz vodního toku, nechat volný průběh aktivním korytotvorným procesům uvolněním okolí koryt těchto toků – jedná se zejména o bystřinný charakter toků
- stupeň ochrany volit na základě zhodnocení nejen ekonomických, ale i mimoekonomických škod a nákladů vyvolaných protipovodňovou ochranou

Štěrba (2008) k tomu dodává, že je nutná nejen celková ekologická optimalizace říční krajiny, ale i široká osvěta. Vodní tok je prostorově, funkčně i časově provázán se všemi navazujícími ekosystémy říční krajiny a všechny změny mají odezvu v jejím fungování, ve schopnosti plnit své funkce a sloužit jak přírodě, tak i lidské společnosti. Proto by při revitalizacích měl být rejstřík opatření co nejširší, aby optimalizoval co nejvíce funkcí říční krajiny. Je nutné přednostně podporovat komplexní revitalizace a současně je nutná osvěta v objasňování ekologických zákonitostí a souvislostí všem vrstvám společnosti. Bez pochopení těchto principů může docházet k omylům v projektech a realizacích a navíc je tu nebezpečí zneužití revitalizací k další devastaci krajiny.

4.2.2 Velké vodní nádrže

Existuje však i druhý názorový proud k opatřením v boji se suchem, a tou je směr vodohospodářů a stavitelů vodních děl. Ti vidí řešení jak zadržování vody, tak v minimalizaci škod z povodňových situací

kompenzačními opatřeními převážně technického charakteru, především ve výstavbě nových nádrží, případně poldrů a v rekonstrukcích, úpravách a dostavbách hrázových systémů. Výhody tohoto konceptu jsou spatřovány v tom, že technická opatření mají exaktní a definovatelný účinek. Navíc to, že jde o stavby v řádu desítek miliard je velmi přitažlivé pro různé zájmové skupiny. Bohužel tento přístup nebere ohled na širší krajinně-ekologické souvislosti. (Kender, 2004)

Co se týče zadržení vody, velké nádrže jsou schopny zadržet daleko méně vody, než je schopna říční niva (Štěrba, 2008), zato likvidují celou škálu různých biotopů, které se vyskytují v rozmanité mozaice říční krajiny. U nás to bylo asi nejkontroverznější u megalomanských Novomlýnských nádrží, u kterých stavba započala v roce 1975 a kde stavba měla vedle obvyklých vodohospodářských důvodů ještě i podobně politicko-ideologické pozadí jako u masivně budovaných meliorací všude za každou cenu. A tak se tam zatopilo 1200 ha velmi cenného kompaktního lužního lesa, nivní louky, náš největší 50 ha mokřad Panze s bujnou vegetací, který zadržoval jarní vody, archeologická naleziště lovců mamutů, starých Slovanů, Římanů, Keltů, staroslovanské pohřebiště, i v té době obydlená vesnice Mušov. V době natáčení dokumentu, po necelých 30 letech od vybudování, byla již prostřední nádrž položanesená. (přírodovědec Miloslav Šebela v pořadu *Česká televize-iVysílání*, 2008 -).

V protipovodňové ochraně se velké nádrže osvědčují v případě menších a středních povodní. U velkých povodní je možná efektivní příprava, pokud jsou včas předpovězeny. Dosud však umíme s dostatečným předstihem předpovědět jen povodně z jarního tání sněhu. V současné době se však zvyšuje četnost přívalových dešťů v jiných obdobích roku. Také nutno vzít v úvahu, že přehrady jsou vesměs víceúčelové, protipovodňová funkce významně snižuje další funkce přehrady – hydroenergetickou, plavební, rekreační, vodárenskou – prostě vodozádržnou. Normální přehrada tak menší povodeň transformuje na neškodný odtok, větší zmírní a velkou, např. L₁₀₀ povodeň buď zmírní, nebo ji paradoxně ještě zvětší – pokud deště trvají již delší dobu a půda v zátopové oblasti je již nasycená, je postup povodňové vlny po hladině přehrady výrazně rychlejší než v nezregulovaném korytě s možností rozlivu do nivy. (Kender, 2004).

Vychází nám z toho, že zatímco u přehrad je funkce vodozádržná poněkud v rozporu s funkcí protipovodňovou, tak v přírodní říční krajině se obě funkce doplňují.

4.2.3 Havárie přehrad

Lze také zmínit nebezpečí selhání přehrad. Na území dnešního Česka došlo ke třem selhání přehrad. V roce 2002 to bylo protržení Soběnovské přehrad na říčce Černé SV od Kaplice při povodních, v roce 2010 přetečení vodní nádrže Mlýnice na Albrechtickém potoce v Jizerských horách, kdy byla odplavena zemina pod hrází, statika hráze však vydržela. Nejznámější je protržení přehrad na Bílé Desné v roce 1916, rok po dokončení, v tehdejší době nejtragičtější katastrofa přehradního stavitelství v Evropě. Protržení celé hráze nastalo po 70 minutách od zpozorování prvního pramínku prosakujícím hrází. Přívalová vlna ničila domy v údolí a vyžádala si 65 lidských životů. Důvodem protržení byla souhra více okolností v hlavní roli s geologickými podmínkami podloží. Tato katastrofa pak přispěla k rozvoji vědních oborů spojených s výstavbou a bezpečností vodních děl. (Protržená přehrada na Bílé Desné – vizualizace, 2016)

Česká wikipedie uvádí 46 případů selhání přehrad ve světě (překvapivě 20 z nich je z USA), seznam končí rokem 2010 a za nejhorší příklady uvádí Malpasset (Francie) v roce 1959 a Vajont (Itálie) v roce

1963, zatímco anglická wikipedie (<https://en.wikipedia.org>) uvádí celosvětově 200 významných selhání přehrad mezi lety 2000 a 2009

V Malpasetu došlo k protržení kvůli nedostatečnému geologickému průzkumu, vydatným srážkám, lajdáctví a souhrou náhod, záplavová vlna byla zpočátku vysoká 40 m, smetla 2 vesnice, zaplavila 7 km vzdálené město a vyžádala si 420 lidských životů. (*Naše voda, informační portál o vodě*, 2019)

Ve Vajontu (severní Itálie) v roce 1963, 2 roky po dokončení stavby, se zřítila do nádrže část hory, hráz sice vydržela, ale přes hráz se převalila záplavová vlna, na začátku s výškou 200 m a zcela zničila městečko Longarone a několik dalších vesnic a vyžádala si 2 117 lidských životů.

Nicméně česká wikipedie měla zřejmě na mysli nejhorší evropské příklady.

Anglická wikipedie uvádí podrobnější tabulku (název přehrady, datum události, lokalita, stát, počet obětí, důvod neštěstí) pro 115 selhání přehrad do roku 2021 po celém světě.

7 nejhorších případů, řazeno dle počtu obětí:

Čína, přehrady Banqiao a Shimantan (+ 60 dalších), rok 1975, odhad až 85 600 - 240 000 obětí

Indie, Morbi, přehrada Machchu-2, rok 1979, 5 000 obětí

USA, Pennsylvania, Johnstown, South Fork Dam, rok 1889, 2 208 obětí

Itálie, přehrada Vajont, 1963, 2 000 obětí

Německo, Porúří, přehrada Möhne, 1943, 1 579 obětí

Britská Indie, Tigra Dam, 1917, 1 000 obětí

Indie, Pune, Panshet Dam, 1961, 1 000 obětí

V době čínské kulturní revoluce, v srpnu 1975, došlo pod vlivem tajfunu a extrémních lokálních srážek, vysoko překračujících 1000 letou vodu, na kterou byly přehrady počítány, k zhroucení přehrady Banqiao a 61 dalších přehrad v Henan v Číně, kde bylo zaplaveno 30 měst a 12 000 km². Oficiální počet obětí byl 26 000 lidí, ale skutečný počet byl odhadován v rozmezí 85 600 – 240 000 lidí. Informace týkající se celé katastrofy se částečně dostaly na veřejnost až po cca 20 letech, protože čínská strana a vláda mlčela a média nesměla podávat zprávy. Oficiální dokumenty byly odtajněny až v roce 2005. Návrh přehrad se příliš soustředil na účel akumulace vody jako na „revolučnější“ přístup a přehlížel protipovodňové funkce. Doba kulturní revoluce byla dobou budování přehrad (v letech 1957 – 1959 bylo postaveno přes 100 přehrad) a zároveň dobou Maova zemědělského programu a intenzivní výroby oceli („ocelářská pec na každém dvorku“). To mělo za následek drastický pokles procenta lesního porostu, poškození ekosystémů a degradaci půdy, což bylo dle názorů odborníků považováno za hlavní příčiny takového kolapsu. (Wikipedia-Banqiao Dam failure)

Ještě v paměti máme záběry z televize nebo z internetových videí z února 2021, kdy došlo k protržení přehrady na řece Alaknandě na severu Indie, když se odlomil kus himálajského ledovce a zřítil se do přehrady. (ČT24, 2021)

Naše minulá vládní garnitura viděla řešení v boji se suchem především ve stavbě dalších přehrad a do generelu LAPV (Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území), dokumentu schváleném Ministerstvem životního prostředí a Ministerstvem zemědělství, v roce 2020 přibylo 21 dalších lokalit pro možné budoucí přehrady. Před tím jich v generelu bylo 65: 21 kategorie A (doplňkové zdroje pitné vody) a 44 kategorie B (funkce protipovodňové, odběrů vody, nadlepšování průtoků). Po doplnění 21 nových lokalit by jich mělo být 86. (*MŽP, tiskové zprávy*, 2020)

V současné době Národní plán obnovy s výstavbou žádných nových přehrad nepočítá, byly do něj zahrnuty jen přírodě blízká opatření.

Zrovna tak se naštěstí podařilo odvrátit megalomanský projekt D-O-L. Bohužel peníze utopené v projektech a posudcích už jsou ztracené.

A zatímco u nás se vytipovávaly lokality pro další přehrady, na Balkáně (především v Albánii) se staví další nové přehrady, a také v Asii, Africe a Jižní Americe mají ještě přehradní boom, tak v USA a západní Evropě (tedy v zemích, kde se stavbami přehrad začali nejdříve) se naopak dostává ke slovu odstraňování přehrad.

4.2.4 Odstraňování přehrad

V USA bylo postaveno přes 76 000 přehrad a jezů kvůli protipovodňové ochraně, zadržení vody, vodním elektrárnám, splavnění a rekreačním příležitostem. Budování přehrad dosáhlo vrcholu v 60. letech 20. století, kdy bylo vybudováno 25% všech existujících amerických přehrad a jezů. Tyto stavby však mají určitou životnost a časem ztrácejí svou využitelnost, buď zanesením sedimenty nebo zastaráním. Mezi lety 1940 a 1970 u mnoha starších, malých hydroelektráren došlo k převýšení nákladů na údržbu nad ekonomickým přínosem. K faktorů bezpečnosti a ztrátě ekonomického zisku se v 90 letech přidal faktor environmentální, kdy vědci získali lepší porozumění o škodlivých dopadech přehrazení toků na fungování říčních ekosystémů. Vědecké studie o degradacích řek, které se dostaly až k soudům, upoutaly pozornost národa a v reakci na to se revitalizace amerických řek prostřednictvím odstraňování přehrad dostaly v 90 letech 20. století do politického mainstreamu. V některých případech, jako např. přehrada Elwha ve Washingronu nebo přehrada na Lower Snake River v Oregonu se diskuse objevily i v celostátních titulcích. (Pohl, Molly, 2002)

Lze-li alespoň přibližně zevšeobecnit primární důvody rozhodnutí u již odstraněných přehrad, tak u větších přehrad převládají důvody bezpečnostní a ekonomické, u menších převládají důvody environmentální. Co se týče počtu realizovaných zbourání v rámci jednotlivých států USA, do toho se promítá přítomnost programů, které podporují nebo financují bourání přehrad. V odstraňování přehrad z environmentálních důvodů je tak vedoucím státem Kalifornie, kde existuje CalFed Bay Delta Program, zahájený v roce 1994. (Pohl, Molly, 2002)

Už koncem 90 let vědci docházeli k tomu, že na obnovu degradovaných systémů na místě bývalých přehrad nestačí jen biologické znalosti, že je potřeba spolupráce i s fyzikálními vědci (protože ekosystémy se skládají z mnoha vzájemně se ovlivňujících abiotických i biotických složek) i s odborníky, kteří nám pomůžou pochopit, jak lidské postoje, instituce a technologie ovlivňují stav a řízení ekosystémů, což je důležité pro tvorbu veřejné politiky. (Lubchenco 1998, Covich 2000, Ludwig et al. 2001, Hart, Leroy 2002)

Zatím největší přehradou, která byla dosud zbořena, je Glines Canyon, respektive 2 přehrady na řece Elwha v n.p. Olympic (Washington, USA), vzdálené od sebe cca 13 km. Elwha Dam byla dostavěna v roce 1914, Glines Canyon Dam v roce 1927. Bourání započalo v září 2011 a bylo dokončeno 31. srpna 2014.

Dávno před tím, než byl založen národní park (v roce 1938) byla Elwha nejbohatější řekou na lososy na celém poloostrově Olympic, čemuž vybudování 2 přehrad s elektrárnami udělaly konec, neboť přerušily migraci ryb. V tomto případě se o prosazení zbourání zasloužil indiánský kmen Lower Elwha Klallam, který tímto přišel o své živobytí a poté, co pomalu získal politickou moc (koncem 60 let 20. století), začal napřed bojovat proti ztrátě práva na rybolov, které jim bylo slíbeno federální smlouvou v polovině 19.

století. V roce 1979 Nejvyšší soud USA rozhodl, že kmeny Washingtonu, včetně Elwha Klallam, mají nárok na polovinu úlovku lososů ve státě. Po tomto vítězství začaly kmeny bojovat za ochranu a obnovu migrace lososů. V polovině 80. let začaly indiánské kmeny a ekologické skupiny seriózně prosazovat odstranění přehrad s argumentem, že jejich enviromentální náklady a bezpečnostní rizika převažují nad jejich přínosy – zejména proto, že poloostrov Olympic byl již dávno připojen k regionální elektrické síti a přehrady již poskytovaly jen malý zlomek energie. V roce 1992 Kongres schválil federální výkup obou přehrad od dřevařských společností, které je vlastnily a nařídil zpracování studie odstranění přehrad. Vzhledem k protichůdným zájmům jiných skupin trvalo dalších 12 let, než byl projekt zbourání schválen. A dalších 7 let zabraly projektové a přípravné práce, než se s bouráním začalo. Následující 3 roky po odstranění přehrad byly postupně splavovány sedimenty zachycené v bývalých nádržích (27 miliónů m²), přetvořily říční břehy a šterkové lavice a v ústí do moře vytvořily nové pláže a novou deltu řeky se stanovišti pro kraby, škeble a jiné živočichy. Do řeky se také navrátili lososi, další ryby i bezobratlí, následování ptáky a vědci jsou přesvědčeni, že budou následovat i další živočichové – vydry, jeleni, losi, medvědi... (Nijhuis, 2014)

Odstranění takto velké přehrady přineslo i doporučení a poučení. Tím, že dlouhodobě zadržovaly splaveniny, které se po zbourání hráze uvolní, ovlivní i blízké pobřeží u ústí řeky (i v případě vnitrozemských přehrad). Do plánů na obnovu je tedy nutné zahrnout nejen území bývalé přehrady, ale i blízké pobřeží, zvláště pokud tam mají stanoviště pro části svých vývojových cyklů ryby, kvůli kterým se zde bourání nakonec prosadilo. Také je užitečné dlouhodobé sledování a výzkum kvality vody, objemu sedimentu, jeho načasování a složení, rybiho společenství (množství, velikost, druhové složení aj.). Mapování ekologických funkcí blízkého pobřeží před, během a po odstranění hráze, včetně složení vegetace a bezobratlých. A také předvídaní kolonizace blízkých invazních druhů, které jsou schopny monopolizovat nově vytvořená stanoviště ústí a s dlouhodobými důsledky vytlačují původní druhy. (Schaffer, 2017)

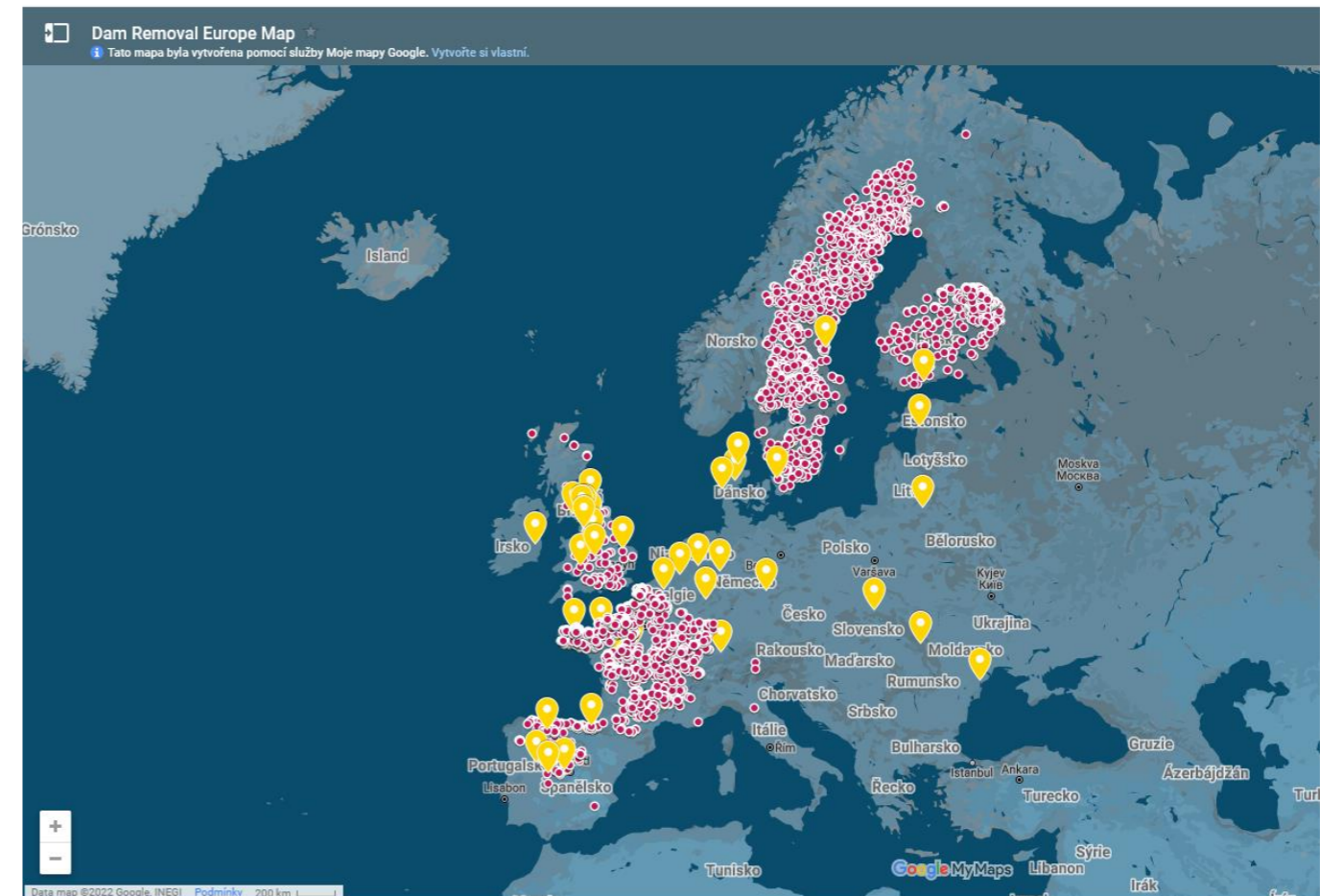


Obr. 2-3 Zatím světově největší projekt na odstranění přehrad - na řece Elwha, (Washington, USA). Vlevo osvobozená řeka, vpravo nově vytvořená delta ze sedimentů, které byly zachyceny v obou přehradách (<https://www.nationalgeographic.com/science/article/140826-elwha-river-dam-removal-salmon-science-olympic>)

V Evropě je podle portálu Damremoval (<https://damremoval.eu/>) přes milion vodních bariér (přehrad, jezů) a k 16.2.2022 mají na kontě již 4 984 zbouraných přehrad.

Dam Removal Europe je projekt s vizí evropských volných toků. Projekt propojuje odborníky, nabízí webové stránky ke komunikaci a sdílení případových studií, novinek a umožňuje podporu a vedení

budoucích projektů odstraňování starých, opuštěných a nepoužívaných přehrad pod záštitou evropského hnutí za odstraňování přehrad (European Dam Removal movement). Důvody jsou především ekologické, chtějí odstraňovat přehrad a jezy jako migrační bariéry a důvod narušení přírodních funkcí řek. V roce 2021 zbourali 31 přehrad nebo jezů.



Obr. 4 Mapa odstraněných přehrad v Evropě (<https://damremoval.eu/dam-removal-map-europe/>)

4.3 Trendy v práci s vodou v krajině

Jak již bylo napsáno výše, úpravy jsou buď **technické**, nebo se snaží o **návrat k přirozené krajině**. S opatřeními, které jsou založeny na návratu k přirozené krajině - tam, kde je to možné (a také co je možné ufinancovat) se začalo nejdříve v západní Evropě, u nás byla velká setrvačnost v oblibě technických řešení, ale postupně začíná pronikat ekologický a trvale udržitelný a zároveň krajinářský pohled nejen mezi odbornou veřejnost a lidi, kteří mají k tomuto pohledu blízko, ale i do veřejných sdělovacích prostředků. Nicméně technický přístup k vodotečím v Čechách leckde přetrvává, zvláště pak u odborné inženýrské veřejnosti, jak dokazuje v roce 2020 vydaná kniha Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží (Vokurka, Zlatuška), která nezdůvodňuje, proč by se ony hrazenářské zásahy měly provádět, není vysvětleno, že tyto postupy nemohou být v dnešní době obecné cíle vodních toků, nýbrž že takové zásahy mohou být uplatňovány jenom v poměrně úzce vymezených úsecích nebo místech vodních toků, kde jsou pro to dostatečně pádná zdůvodnění (např. stabilitní či protipovodňová ochrana budov, komunikací apod.), nezmiňuje nepříznivé dopady těchto opatření na morfologii toku, hospodaření s vodou, ekologii, migrační

prostupnost i estetiku a naopak vzbuzuje dojem, že přesně takto by se s vodotečemi mělo zacházet obecně. (Just, 2021). Přičemž Evropská směrnice o rámcích vodní politiky považuje za dobrý stav primárně toky přírodní, technicky neupravené a pro technické zásahy předpokládá dobré zdůvodnění. (Just, 2021. Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES)

Ve městech se začínají postupně objevovat projekty zohledňující **modro-zelenou infrastrukturu** – tj. projekty s vodními prvky pro zachytávání a zasakování dešťové vody, případně její čištění, a prvky vegetace. Modro-zelená infrastruktura zmírňuje ve městech mikroklima, omezuje přehřívání, snižuje riziko přívalových povodní, zvyšuje biodiverzitu, omezuje znečištění ovzduší, ovlivňuje kvalitu půdy a stav podzemní vody. A samozřejmě má velmi příznivý vliv na příjemné obytné prostředí pro lidi, na jejich duševní i fyzický stav.

Modro-zelená infrastruktura pracuje například se zelenými střechami nebo stěnami, zasakovacími travnatými pásy, prosakovací dlažbou, zatravnovacími tvárnici, dešťovými zahradami, průlehy, umělými vodními plochami a mokřady, retenčními objekty, plošnými vegetačními prvky, stromořadími, systémovými řešeními infrastruktury v uličním profilu.

(Wikipedia, Modro-zelená infrastruktura), (Drabinová, *tzbinfo*, 2021)

Ve volné krajině se vychází z širěji pojatých východisek zmíněných v kapitole 4.2.1

Co se týče konkrétního provedení revitalizací, vývoj šel od „*Slepé uličky neúčinného zkrášlování „melioračních“ kanálů přepadovými stupínky a podobnými objekty. Doba orientačně do roku 2000, kdy už existovaly dotace na revitalizace, ale moc se nechtělo vědět, jak na to, protože se stále ještě nechtělo až tak škodit těm krásným kanalizačním úpravám z minulosti.*“ (Just, 2020) až po dnešní přístup, kdy se pracuje s horizontální i vertikální proměnlivostí koryta, revitalizací celého říčního pásu, nejen koryta a začleňování mrtvého říčního dřeva do koryt (Just, 2020). Podrobněji k vývoji viz následující kapitola.

4.4 Revitalizace v Čechách a na Moravě

4.4.1 Vývoj revitalizací a revitalizační programy

Program revitalizace říčních systémů byl u nás schválen 20. května 1992, jako první krajinotvorný program, metodicky řízený Ministerstvem životního prostředí, finančně podporovaný ze státního rozpočtu. Cílem je napravování důsledků rozsáhlého narušení vodního režimu krajiny, s větším důrazem na obnovu vodního režimu v povodí a obnovu funkce hydroekosystémů, než jen na pouhé znečištění vodních toků. Regionálními poradními sbory (tj. správci a organizátoři Programu) byli stanoveni podniky Povodí (nyní s.p.), členové poradních sborů byli Český ústav ochrany přírody (dnes AOPK), Státní meliorační správa (dnes Zemědělská vodohospodářská správa), Lesy ČR s.p., územní odbory MŽP a Ministerstva zemědělství. K jednotlivým akcím byli zváni odborníci z referátů životního prostředí okresních úřadů, správ CHKO a NP, pozemkových úřadů, výzkumných ústavů, VŠ apod.

V roce 1996 začalo MŽP uskutečňovat druhý ze svých krajinotvorných programů – **Program péče o krajinu**. Ten byl neinvestiční a zahrnoval takové zásahy v krajině, které program revitalizace nemohl pokrýt, ale které program revitalizace systémově doplňovaly.

V prvním roce bylo zahájeno celkem 22 akcí v rámci Programu revitalizace říčních systémů o celkovém objemu 18 mil. Kč.

V průběhu let se rozpočet na tento Program stále zvyšoval, přibývalo realizovaných akcí a především se měnil charakter a účinnost projektů.

Po počáteční fázi, kdy převažovala výstavba malých vodních nádrží, především proto, že byla jasnější koncepce výstavby, menší počet dotčených vlastníků a dostatečné množství vhodných profilů, se postupně začaly zpracovávat i revitalizace vodních toků. (Vrána, 2004)

Například v letech 1992 - 1997 bylo v programu PRŘS věnováno na výstavbu a údržbu nádrží 214,8 mil. Kč na 139 projektů. A na revitalizace toků, pro které byl PRŘS vytvořen především, bylo alokováno 166,3 mil. Kč, ovšem jen na 88 projektů. Důvodem bylo, že hlavně zpočátku správci toků nebyli liniové revitalizace ochotni ani schopni provádět a také byl problém s výkupem nebo pronájmem pozemků. (Paterová 2016) Ale na základě zkušeností a poučení z provedených realizací a spolu se zahraničními zkušenostmi vznikala metodika, která stanovuje zásady vedoucí k funkčně úspěšným revitalizacím.

V roce 2007 přešel PRŘS pod Operační Program Životní prostředí (OPŽP), který je primárně financovaný z fondů EU a řídicím orgánem je MŽP ČR. Program se skládal z prioritních os, které zahrnovaly různé oblasti, např. Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní, Zlepšování kvality ovzduší a omezování emisí nebo Zlepšování stavu přírody a krajiny. Osa týkající se revitalizací vodních toků se dříve řadila pod číslo 6 s názvem Zlepšování stavu přírody a krajiny, nyní to je prioritní osa 4 s názvem Ochrana a péče o přírodu a krajinu (Paterová 2016, Limrová 2014, *Operační program životní prostředí*).

Projekty prošly přibližně 3 vývojovými fázemi:

1. generace – revitalizace spočívala v úplném zachování opevněného koryta (původní trasa, profil, kapacita, hloubka, opevnění), „revitalizační efekt“ spočíval ve vkládání kamenných a dřevěných prahů. Myšlenka spočívala ve snížení průtočné rychlosti nad vzdouvajícími objekty a tím i možného ukládání sedimentu a také prokysličení vody (což se ukázalo jako zanedbatelné).

Tyto projekty byly výhodné proto, že nebylo potřeba žádat souhlas vlastníků se změnou trasy koryta a nebyly ani jiné problémy s vlastnickými vztahy, nebyly ani problémy se zůstatkovou hodnotou opevnění koryta, byly nízké finanční náklady a jednoduché provádění.

Bohužel základní požadavky na revitalizaci byly splněny jen částečně. Hladina toku neovlivňovala hladinu podzemní vody v okolí toku, velká rychlost proudění neumožňovala ukládání sedimentu, v podjezí byla malá hloubka, která neumožňovala migraci ryb, nemluvě o tom, že opevněné koryto neposkytovalo vodním živočichům žádný úkryt. Prahy často protékaly, takže se za nimi ani voda nevzdouvala, estetická hodnota zůstávala nízká, liniová vegetace na břehové hraně neměla stabilizační účinek ve svazích břehů a ani estetické hledisko příliš nezískalo.

2. generace – kvalitativní posun: odstanění opevnění, nové mělčí koryto, nová trasa. Idea - koryto, které i při nízkých průtocích má dostatečnou hloubku pro migraci i život vodních organismů, voda toku má kontakt s okolním prostředím, v korytě jsou různorodé rychlosti v příčném i podélném profilu, při zvýšených průtocích nebude koryto ničeno.

Řešení navrhovala nové trasy toku s meandry (nebo alespoň jen obloukovitě), čímž se prodloužila délka toku, zmírnil se podélný sklon a zmenšila rychlost toku. Nová koryta už byla mělčí a méně kapacitní. Stará koryta byla obvykle zahrnuta výkopovým materiálem z nové trasy, bylo potřeba také vyřešit vyústění drenáže, pokud byly na okolních pozemcích.

Tyto projekty už nebyly možné všude, pouze tam, kde byl k dispozici širší pás podél toku, především s lučním porostem (rozlivy při větší vodě), kde byly vhodné vlastnické vztahy (pozemky buď ve vlastnictví investora, nebo možný výkup či směna, nebo je majitel ochoten přijmout věčné břemeno), pozemky podél

toku nebyly intenzivně zemědělsky využívány, a pokud byly meliorovány, tak odvodnění nesmělo mít příliš velkou hloubku a v řešeném pásu se nenacházely objekty a zařízení, které nesmí být ani dočasně zaplavovány.

Základní požadavky na revitalizaci byly u takovýchto projektů splněny: směrové a výškové vedení trasy koryta, průtočné rychlosti, propojení hladiny podzemní vody v okolí s hladinou vody v toku, destrukce koryta jen výjimečně a pokud se stane, tak jen lokální nátrže, koryto toku bylo uvolněno k samovolnému dotváření, pokud je celý pás ve vlastnictví investora, tak doprovodnou vegetaci lze vysázet skupinově, střídavě na obou březích – příznivější než liniová výsadba.

Nevýhodami je větší finanční náročnost (výkup pozemků, nutnost odpisu a komplikované účetní likvidace původního opevnění, zvýšené nároky na péči o břehovou vegetaci v prvních minimálně 3 letech).

3. generace – komplexní pojetí revitalizační akce, zahrnuje vlastní tok i širší okolí (zejména niva), případně i celé povodí toku.

Volba nové trasy koryta, menší průtočný profil, menší zahloubení dna koryta, dimenzování koryta jen na jednoletý průtok – při větších průtocích voda vyběží do nivy a nepoškodí koryto. Boční tůň, větvení koryta, slepá ramena, mokřady. Revitalizovaný pás je široký, lze provést výsadbu podle ekologicko-estetických principů, optimálně novou výsadbu napojit na stávající plochy v povodí, umožňuje to migraci živočichů.

Nutná podrobná znalost celého povodí, posouzení vlastnických vztahů a financování.

(Vrána K., 2004)

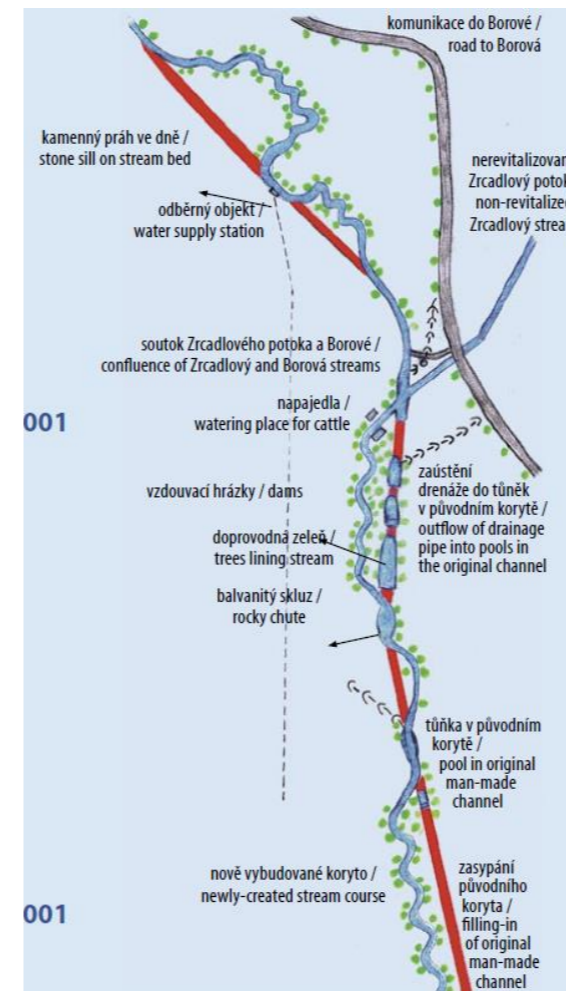
Později přibývaly nové poznatky, které se doplňovaly do metodiky, například že pro správnou funkci přírodních koryt je důležitá i přítomnost říčního dřeva. Konečný cíl revitalizačních snah je návrat k přírodním předlohám, za podmínky dobré znalosti fluviální morfologie. Také se předpokládá, že velkou část práce na svém zpřírodnění udělá vodní tok sám. (Just, 2020)

V roce 2015 byla uspořádána soutěž Adaptační opatření roku (pořádala Integra Consulting s.r.o.), bylo přihlášeno 29 projektů, byli vybráni 4 vítězové. Z této soutěže se postupně vyvinula soutěž **Adaptterra Awards**, ve které se hledají ty nejlepší nápady adaptací na změnu klimatu, v kategoriích volná krajina, zastavěná území, pracovní prostředí, náš domov (ekologicky udržitelná řešení budov). Do soutěže se přihlašují již hotové realizace. (*Adaptterra Awards*)

Vedle oficiálních projektů začíná přibývat i soukromých aktivit, mezi kterými lze jmenovat například spolek **Živá voda**, Sdružení pro návrat vody do krajiny.

Následuje výběr některých revitalizací v České republice.

4.4.2 Revitalizace povodí potoka Borová (Českokrumlovsko, realizace 1998 - 2001)



Obr. 5 <https://jiznicechy.ochranaprirody.cz/>

Revitalizace potoka Borová byl v Čechách jeden z prvních větších revitalizačních pokusů o navrácení toku do přirozeného stavu v pravém smyslu slova, nikoliv jen vkládáním překážek do ponechaného betonového opevnění.

V letech 1982-1984 byl potok radikálně napřímen, nepřirozeně zahlouben a kanalizován do lichoběžníkového profilu v rámci odvodňovacího projektu při pozemkových úpravách. Zároveň byly odvodněny zemědělské pozemky v celém okolí. Důsledkem bylo vážné narušení vodního režimu v povodí, degradace původních přírodních nebo přírodě blízkých společenstev, snížení biodiverzity a další nevratné změny v přírodě.

V roce 1994 zahájila správa CHKO Blanský les přípravné práce na revitalizaci. Cílem revitalizace byla zejména obnova přirozeného charakteru toku a obnova jeho celkové funkčnosti, zvýšení akumulací schopnosti území a zpomalení celkového povrchového odtoku vody, zvýšení biodiverzity, rozčlenění území na menší celky výsadbou alejí a skupin zeleně.

Vytvořilo se zcela nové koryto, které respektuje pokud možno všechny nároky přirozeného koryta s meandrující trasou, dimenzované na průtok Q_{1d} . Byly vytvářeny úseky s větší drsností a členitostí (kamenné skluzy, peřeje). Zahloubení se podstatně snížilo, délka trasy se zvýšila o více než 1,25 násobek původní délky. Nová

meandrující trasa křížuje původní koryto, které bylo z velké části zasypano a zatravněno, částečně bylo využito pro vytvoření řady malých tůň. Byla provedena i doprovodná výsadba autochtonních vlhkomilných dřevin (zejména vrby a olše) s proměnlivou šířkou i výškou porostu a byl vytvořen ochranný pás oddělující koryto toku od okolních zemědělsky využívaných pozemků, byly rekonstruovány i staré polní cesty včetně výsadby doprovodných alejí. V místě funkčních drenů z okolních pozemků byly ponechány úseky původního koryta, kde vznikly mokřady a tůň. V původní trase koryta byl na konci dolního revitalizovaného úseku vytvořen centrální mokřad.

Výsledkem revitalizace bylo snížení rychlosti odtoku povrchových i podpovrchových vod, zvýšení retenční kapacity krajiny, dočištění drenážních odtoků v tůňkách před vtokem do potoka, rozvoj břehové a doprovodné vegetace včetně již se objevujícího mrtvého dřeva v korytě (což má pozitivní vliv na změny morfologie koryta), vytvoření biokoridoru v extenzivně zemědělsky využívané krajině a vytvoření biotopů vhodných pro vzácné druhy mokřadních organismů.

Stavba byla provedena ve 2 etapách – nad obcí Borová v roce 1999 a pod obcí Borová v roce 2000. V samotné obci bylo ponecháno původní regulované koryto. Projekt byl financován z Programu revitalizace říčních systémů a celkové náklady včetně dvou větších tůň činily 6,9 mil. Kč.

(VÚV TGM), (*Jižní Čechy, ochrana přírody*), (*Envirokop*, 2016)

Krátce po dokončení II. etapy výstavby, v létě roku 2001, bylo povodí Borové postiženo lokálním přívalem, dosahujícím téměř úrovně Q_{100} . Revitalizační stavba byla poškozena jen velmi mírně, opravy se řešily jen kamennými záhozy či pohozy. Největší poškození nastaly v rizikových místech – při křížení s trasou starého koryta a v úsecích, kde nové koryto vedlo mimo údolnici. Odborné vyhodnocení provedené uznávaným hydraulikem Ing. Matouškem, Dr.Sc. ukázalo, že revitalizace zmenšila ve svém závěrečném profilu velikost odtokové kulminace přibližně o 20% oproti stavu, kdy by stejná srážka dopadla na povodí před revitalizací. Toto velmi významně pomohlo celému rodícímu se revitalizačnímu oboru. Samozřejmě to neodstranilo předsudečné obavy hydrotechniků, ani nepředělalo jejich chápání morfologie a dynamické stability přírodních koryt, ale tato událost znamenala určitý posun. Přestože povodňové zatížení bylo velké, nenastala mnohými předpovídaná katastrofická destrukce.

Borová přinesla i další zkušenosti do dalších realizací. Například důsledněji se vyhýbat vedení mimo údolnici i za cenu, že staré koryto, které údolnici zaujímá, by bylo třeba zaplnit i poměrně mohutnými kamennými záhozy a tvarovat koryto více proměnlivě v šířkách a hloubkách a vytvářet zřetelnější střídání proudných pasáží a dnových prohlubní. (Just, 2018)



Obr. 6-7 Revitalizace Borové – vlevo původní stav, vpravo nové koryto těsně po vytvoření, 2000 (Just, 2018)



Obr. 8-9 Revitalizace Borové – vlevo po opadnutí povodně 2001, vpravo stav na jaře 2018 (Just, 2018)

4.4.3 Revitalizace toku Milná – Lužní potok (u Lipna, realizace 2000 – 2001)

Výchozím stavem bylo technicky upravené koryto neproměnného hlubokého lichoběžníkového průřezu, opevněné plnými betonovými deskami, vedené v co nejpřímější trase sklonitou údolnicí mezi pastvinami. Do koryta bylo zaústěné trubkové odvodnění z okolních ploch.

Okolní pozemky nebyly bohužel k dispozici, proto byla provedena kompromisní revitalizace pouze v rámci stávajícího koryta. Přesto to byla jedna z prvních věrohodných revitalizací v České republice.

Trasa vodoteče nebyla významněji měněna ani nebyla zmenšována kapacita (Q_5), bylo jen odstraněno opevnění betonovými deskami, koryto bylo rozvolněno a nově stabilizováno nepravidelnými strukturami z lomového kamene. Došlo k dílčímu zvýšení nivelety kamennými prahy a rozvolnění stávající kynety bočními balvany. Podél břehu byla provedena doprovodná výsadba (olše, jilm, jeřáb).

Náklady stavby byly 4,2 mil. Kč, hrazené z Programu revitalizace říčních systémů MŽP.

Revitalizační koryto prodělalo v pozdějších letech relativně výrazné dotvarování. Vymíláním a sesouváním břehů se zvětšovala stranová členitost. Díky odolnému podloží se koryto dále nezahlubovalo, pouze vedlo k rozvoji hloubkové členitosti s dnovými tůněmi.

(Just, 2018)



Obr. 10-13 Revitalizace Milné – po odstranění betonových desek v 2000 / rok 2001, střídavě umístění skupiny kamenů v březích překryté drnovými čepičkami / rok 2004 / jaro 2018 (Just, 2018)

4.4.4 Revitalizace Černého potoka a jeho přítoků v přírodní rezervaci Černá louka

(Krušné hory, 2009-2010)

Náhorní plošina pod Adolfovem byla v 60.-80. letech 20. století nesmyslně odvodněna, potoky byly důsledně technicky upraveny. Tím došlo k degradaci zdejších vlhkých až rašelinných horských luk a rozpadu na ně vázaných společenstev zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů (např. lilie cibulkonosná, tučnice obecná, prstenec májový, vrba plazivá, všivec mokřadní, tetřívek obecný, bekasína otavní aj.). Také došlo ke zrychlení odtoků vody z území, což bylo nepříznivě vnímáno na saské straně hranice. (Just, 2018)

Tento projekt měl oproti jiným výhodné startovní podmínky – jednak byl realizován v době, kdy byly s revitalizacemi vodotečí už nějaké zkušenosti, jednak o území údolnic se nemuselo složitě

vyjednávat a vykupovat je. Jde o pozemky zvláště chráněného území v majetku státu a ve správě investora (AOPK ČR, krajské středisko Ústí nad Labem). Je tedy logické, že zde byl prioritou návrat k přírodnímu stavu a nemuselo docházet ke kompromisům.

Byla vytvořena přírodě blízká potoční koryta o kapacitě orientačně na úrovni Q_{30d} . Koryto v příčném Obr řezu vychází z tvaru „ploché mísy“, který je častý u přírodních toků. V nových korytech nebyla prováděna žádná dodatečná opevnění břehů a dna pomocí nepřírodních technických prvků. Dynamická stabilita koryt je zajištěna přirozeným podélným sklonem toku, který je rozčleněn na tůně a brody, dále pak tvarem příčného profilu, který neumožňuje soustředění energie vody při velkých průtocích přímo v korytě toku, a pohozen kamenů vykopaných v původním korytě na některá místa. Nové koryto potoka se bude přirozeně měnit v rámci meandračního pásu v nivě. Uvedené revitalizační úpravy byly doplněny několika tůněmi a tůněmi s mokřady. Tyto objekty vznikly úpravou výkopů při získání místního materiálu pro stavbu (zemina, kameny). Stará koryta byla dílem zasypána, dílem ponechána jako biotopní tůně. (Just, 2018)

Náklady na revitalizaci činily 7,7 mil. Kč. Většina částky (6,5 mil. Kč) byla pokryta z operačního programu Životní prostředí z prostředků EU – Evropského fondu pro regionální rozvoj. Dále přispěl SFŽP (0,4 mil. Kč) a vlastní zdroje žadatele – AOPK – tedy státní rozpočet (0,8 mil. Kč).

Následně po realizaci byla oblast využívána jako vzor na konferencích a také tam pořádány exkurze. Funkčnost opatření byla prokázána díky výzkumu studentky, která v rámci své bakalářské práce hodnotila kvalitu vody a množství rozpuštěných látek, stejně jako migraci pstruha potočního, který se tam nově usadil. Díky významu lokality se i další aktéři snaží o revitalizaci dalších částí toku. Projekt byl oceněn v soutěži Adaptterra Awards. (*Adaptterra Awards*, databáze příkladů)



. 14-15 Zdroj: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Revitalizace-Cerneho-potoka-a-jeho-pritoku>



Obr. 16 revitalizovaný Černý potok (Just, 2020)

4.4.5 Podpora samovolné renaturace řeky Moravy u Štěpánova

(Litovelské Pomoraví, okres Olomouc, 2019)

Další z projektů, přihlášený a oceněný v soutěži Adaptterra Awards, který také přispěl k pozdějšímu ocenění Povodí Moravy, s.p (které bylo investorem) cenou AOPK (v roce 2021).

Litovelské Pomoraví je jediná vnitrozemská delta na území České republiky, ale i zde došlo v 70. letech minulého století k nevhodným zásahům – zkrácení jednoho nejvýraznějšího meandru a stabilizace břehů těžkými balvany.

Jednou z uvažovaných možností byl samovolný návrat řeky k přirozenému stavu, ale kvůli masivnímu opevnění břehů by toto bylo závislé na extrémních povodních a postup by byl velmi pozvolný, trvající desítky let. Proto bylo přistoupeno k revitalizaci, spočívající hlavně v rozebrání kamenného záhozu tam, kde to dovolovala hydromorfologie a majetkoprávní vztahy. Kameny se pak využily k prvkům, posilující přirozenou aktivitu řeky – středovým rozrážečům (ostrůvkům), břehovým výhonům, dnovým pásům bránícím zahloubení koryta.

Cílem proměny bylo zvýšit zasakování povrchové vody do podzemní a vytvářet tak zásoby pro období sucha. Zároveň by nové rozmanitější koryto mělo být schopné brzdit povodňové vlny v přilehlé říční krajině. Zamezit hloubkové erozi a naopak podpořit boční erozi a iniciovat tím meandrování řeky. K tomu bylo třeba vykoupit příbřežní pozemky od původních majitelů, aby řeka měla dostatek prostoru pro budoucí pohyb koryta do stran. Také vznikla pestrá škála biotopů, na něž se v budoucnosti mohou vázat i nové druhy rostlin a živočichů. Na stovkách metrů přibýly kolmé hlinité břehy, kde mohou hnízdit ledňáčci či břehule, nové šterkové lavice a výhony nabízí hnízdní příležitosti kulíkům a pisíkům.

Projekt se snažil minimalizovat zásahy do CHKO, a tak se veškerý vytěžený materiál znovupoužil v rámci stavby, což snížilo pohyb techniky i ušetřilo náklady.

Akce byla dokončena v roce 2019. Celková výše byla 3,8 mil. Kč a byla hrazena z Operačního programu Životní prostředí. (*Adaptterra Awards*, databáze příkladů, 2019) (Ročenka AOPK ČR 2018)



Obr. 18-19 Ročenka AOPK ČR 2018



Obr. 20-21 <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Podpora-samovolne-renaturace-reky-Moravy>

4.4.6 Nový prostor pro řeku Dyji

(vítěz kategorie Volná krajina a vítěz Ceny sympatie 2020 v soutěži Adaptterra Awards)

V 70. a 80. letech se napřimování toku a budování protipovodňových hrází nevyhnulo ani Dyji a Moravě, kde se nachází největší a ekologicky nejcennější komplex lužních lesů ve střední Evropě. Zkrácený tok však urychloval odtok vody, což se nyní, kdy krajina bojuje se suchem, ukázalo jako nežádoucí.

Projekt byl výjimečný i v evropském měřítku, spolupracovali na něm Povodí Moravy spolu s rakouskými partnery. Řece byly navraceny 3 vedlejší meandry, které by bez tohoto zásahu brzy zcela zanikly, čímž Dyje dostala zpátky téměř třetinu své původní délky a spolu s tím i typický charakter nížinné řeky.

Má to zásadní přínos pro biodiverzitu a obnovení přírodních procesů v toku a nivě Dyje, pro zvýšení odolnosti říční krajiny na extrémní hydrologické jevy (povodně a sucho), zachování a obnovu vodních a na vodu vázaných biotopů a na zastoupení chráněných druhů živočichů a rostlin.

Projekt otevřel oba konce obnovovaného ramene a vložil rozdělovací objekty do stávajícího koryta, aby většina vody začala téct původně odstaveným ramenem. Počítá se i s dalším samovolným morfologickým vývojem řeky.

Krátce po dokončení revitalizace prošly Dyjí dvě jarní povodně, odezva byla velmi pozitivní, v korytě se vytvořily morfologické struktury, které v tom úseku chyběly, jako jsou šterkové lavice nebo střídání hloubek a mělčin v brodech.

Celkové náklady přeshraničního projektu byly 23,5 mil. Kč. Projekt byl financovaný z projektu Interreg AT-CZ, z rozpočtu Povodí Moravy, s.p. a společnosti Viadonau – dceřinné společnosti rakouského ministerstva dopravy, inovací a technologií.

(*Adaptterra Awards*, databáze příkladů, 2020)

Tento projekt lze tak považovat za zatím nejkomplexnější a prostorově nejrozsáhlejší revitalizaci říčního systému v naší zemi. V následujícím roce 2021 získalo Povodí Moravy cenu AOPK v kategorii Počin roku za některé revitalizační a renaturační projekty v povodí řek Morava a Dyje – tedy mezi jinými i za tento. (*AOPK ČR*, 2021)



Obr. 22 <https://www.adaptterraawards.cz/cs/Databaze/2020/Novy-prostor-pro-reku-Dyji>



Obr. 23-24 <https://www.adaptterraawards.cz/cs/Databaze/2020/Novy-prostor-pro-reku-Dyji>

4.4.7 Inovativní postupy zadržování vody v Beskydech

(oceněný projekt v soutěži *Adaptterra Awards*, 2020)

V beskydech v posledních letech dochází vlivem nedostatku srážek k vysychání lesů, snižování hladiny spodní vody a kalamitám škůdců v oslabených porostech. Uschlé stromy jsou těženy těžkou mechanizací, která zhutňuje půdu a navíc kvůli těžbě je v lesích hustá síť zhutněných přibližovacích linek, které vedou nejpřímějším směrem dolů a systematicky potom odvádějí vodu z lesů. Čím jsou svahy prudší, tím je síť lesních cest hustší a linky zahloubenější, a tím je silnější odvodňovací efekt. Na holinách po kůrovcové těžbě pak probíhá extrémní degradace půdy, vysoušením vznikají hluboké erozní rýhy a i mírné deště pak odnášejí zeminu pryč, zabíhají pozemky pod lesními cestami a způsobují bleskové povodně v horních částech toků. Celková snížená zadržovací schopnost porostů potom vede k úbytku rostlin a živočichů vázaných na vlhké lesní prostředí.

AOPK spolu s vlastníky pozemků vybrali dlouhodobě nepoužívané přibližovací linky. Projekt pro rekultivaci pak zahrnoval 30 starých linek pro stahování dřeva. Na nich pak použil systém jáma – hráz – jáma. Díky tomu se naruší zhutněná půda, dešťová voda se zasáhne do hlubších vrstev půdy, čímž zabrání jejímu rychlému odtoku. Na linkách o celkové délce 6 km vzniklo přes 2000 vsakovacích jam o rozměrech 3 x 2 x 1,1 m a hrázek o výšce 0,7 – 1,5 m (podle sklonu svahu). Později byl projekt ještě obohacen o zasakovací pásy, průlehy odvádějící vodu do tůní a úpravy bočních svahů zahloubených cest.



Obr. 25-27 <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2021/Zadrzovani-vody-v-Beskydech>

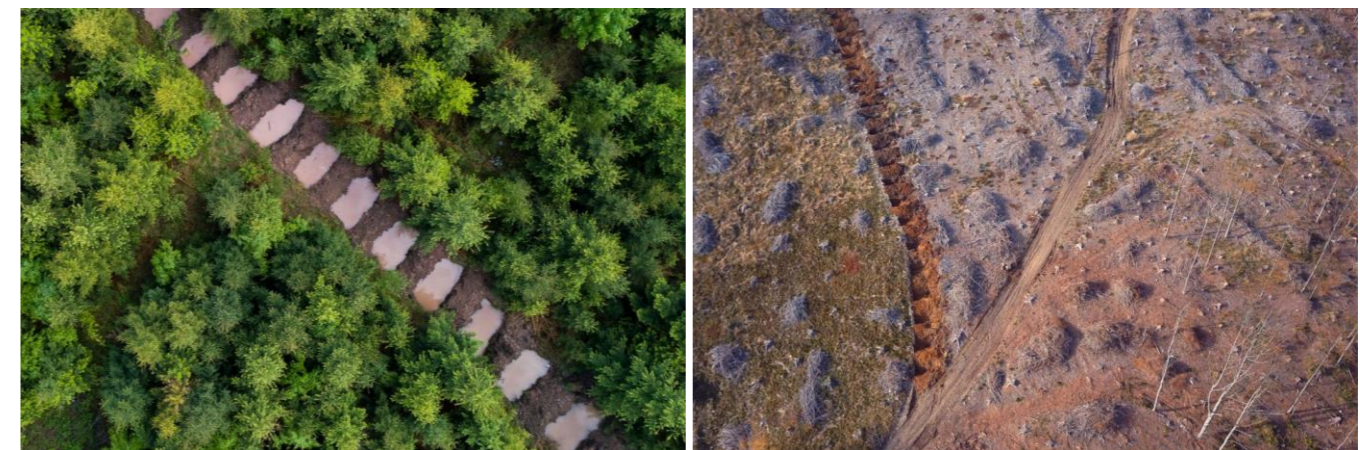
Dle zprávy o projektu se překvapivě ukázalo, že největší výzvou a překážkou bylo pojmenovat problém systematického odvodňování, přesvědčit majitele pozemků, získat představitele obecních

samospráv a správců lesů, obhájit záměr před vodoprávním a stavebním úřadem, a hlavně prosadit a odůvodnit v ČR zcela nový typ nákladů na revitalizaci.

Již teď je vidět, že opatření velice dobře plní své cíle. Na všech lokalitách přestala voda po deštích viditelně odtékat po vertikálních trasách. V půdě bývalých stahovacích linek a úpravou svahu nad těmito linkami se daří zadržet cca 36 mil. litrů vody ročně, které se uchovávají v hlubších vrstvách půdy, zajistí vláhu pro stromy v období dlouhodobého sucha a zlepšují i jejich obranyschopnost proti škůdcům. K dalším pozitivním přínosům patří ochlazení rozpáleného prostředí na holinách po těžbě, ochrana před povodňovými škodami v podhorských obcích a vytvoření nových biotopů pro chráněné druhy živočichů (např. pro kuňku žlutobřichou, čolka horského, čolka obecného, čolka karpatského, skokana hnědého, ropuchu obecnou apod.).

Dle propočtů se ukázalo, že tyto relativně malé úpravy dokáží zadržet při vhodném umístění miliony litrů vody ročně a nahradit tak nákladnější řešení – budování vodních nádrží. V současné době probíhá ověřující výzkum Ostravské univerzity a Univerzity Palackého v Olomouci týkající se rozdílů v nasycenosti půdy vodou v oblastech rekultivovaných a nerektivovaných linek, probíhá i biologický monitoring zaměřený na obojživelníky.

Náklady na revitalizaci přibližovacích linek dosáhly 750 tisíc Kč. Mezi zdroje financování patřily Program péče o krajinu (MŽP), Městské lesy Rožnov s.r.o a pivovar Radegast. (*Adaptterra Awards*, databáze příkladů, 2020), (Ročenka AOPK ČR 2020)



Obr. 28-29 <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2021/Zadrzovani-vody-v-Beskydech>

4.4.8 Živá voda, občanské sdružení pro návrat vody do krajiny

Kromě oficiálních projektů, financovaných z podstatné části z veřejných prostředků vznikají i některé iniciativy ze zdola.

Občanské sdružení Živá voda bylo založeno v roce 2005 Jiřím Malíkem, dlouholetým ekologem z Hnutí Duha, profesně vodařem Správy CHKO Broumovsko s cílem zadržovat vodu v krajině.

Nosnou ideou vzniku Sdružení je to, že v minulých obdobích byly státem za státní peníze zlikvidovány funkce krajiny (odvodňování, napřimování a zahlubování toků) a chemizací a těžkou technikou je ničena úrodnost a vodozadržná struktura půdy. K tomu přistupují klimatické změny, na které krajina není schopna dostatečně rychle reagovat.

V posledních letech se sice realizují revitalizace, nicméně vzhledem k tomu, že jde o finančně velmi náročné akce, tak jsou dostupné pouze státním institucím s plným krytím dotací. Kvůli omezenosti

finančních prostředků i kvůli malým kapacitám jde náprava velmi pomalu (a samozřejmě vedle setrvačnosti myšlení, nedostatečné osvěty a případným protichůdným zájmům vlastníků dotčených pozemků). Proto zakladatelé přišli s myšlenkou zakládat veřejné sbírky, aby alokovali vždy na určité období dostatečnou sumu ze všech možných zdrojů a dokryli případně získané granty. A následně se stali investory tam, kde bude třeba. Sdružení má napojení na přední odborníky v zemi, kteří se zabývají nejen revitalizacemi, ale i kvalitou vod atd. a dle potřeby pracují i externě pro potřeby sdružení v mnoha dalších vědních oborech. Heslo: jak přelstít sucho? Vrátit vodě plochy, které jsme jí vzali... (Živá voda, sdružení pro návrat vody do krajiny)

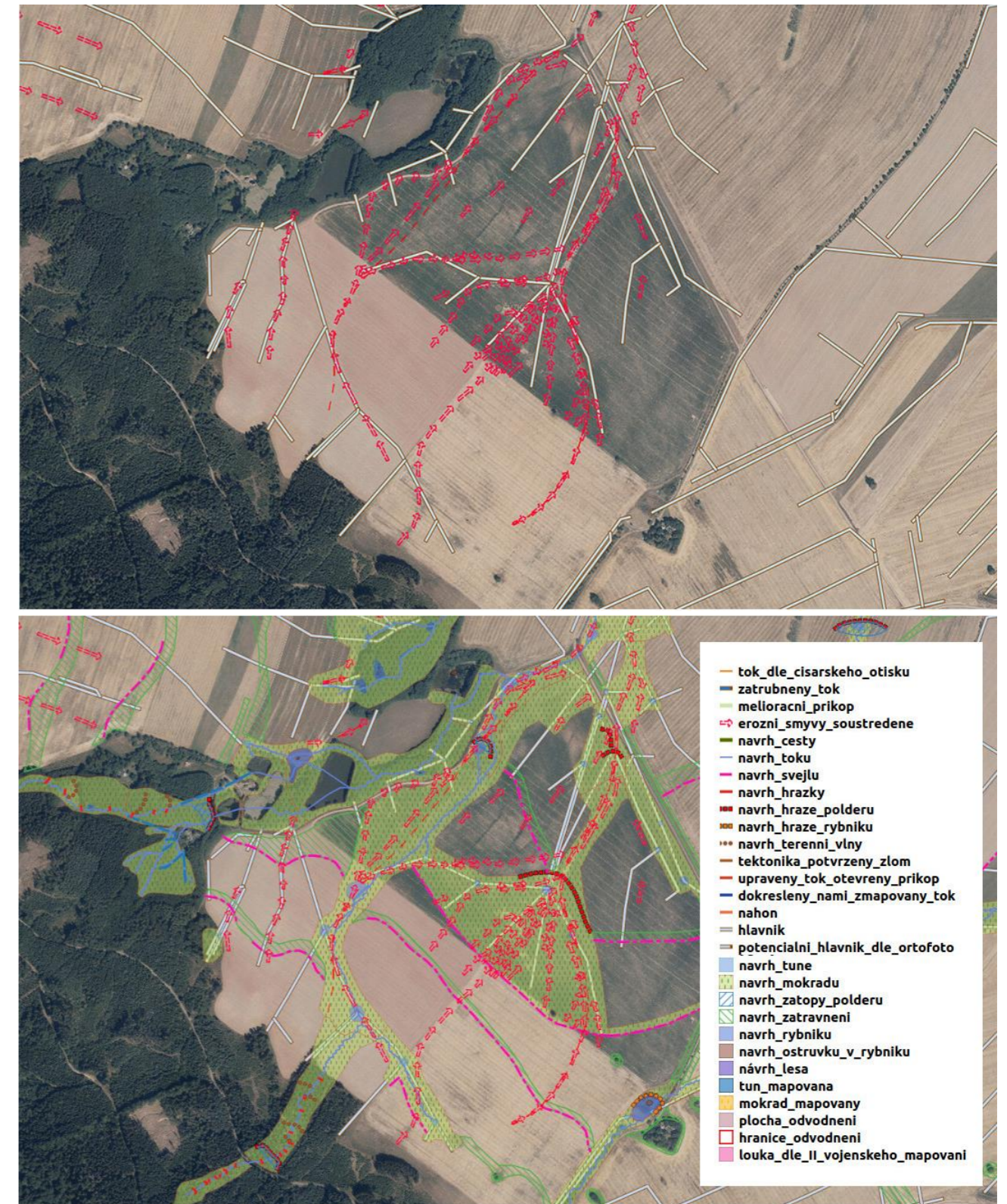
Sdružení začalo se studií proveditelnosti na území Zdoňov (Broumovsko). Na základě znalostí území, terénních šetření a mapování pomocí GPS, zjišťování existence a stavu odvodňovacích zařízení, navrhuje v terénu body, kde by bylo vhodné provést nápravná opatření s uvedením typu (mokřad, tůň, větrolam, poldr, mez, tok, průleh, návrat toku k přírodě blízkému stavu apod.), navrhuje novou mimolesní a lesní zeleň. V průběhu mapování je stav krajiny dokumentován fotograficky. Zaznamenané body z mapování se zanáší do aplikace QGIS, kde se dají zobrazit i další vrstvy z veřejně dostupných internetových portálů. Vše se pak ukládá do Projektu. Projekt by měl být otevřený a veřejně sdílený. Pro sdružení pracují dobrovolníci i dobrovolní koordinátoři. Návrhy vycházejí ze zásad vrátit vodě plochu a délku toků, naplnit nivy a zhotovit nové tůně, snížení (rychlosti) odtoku vody z krajiny odvodňovacími zařízeními (melioracemi), zvýšit podíl zeleně v krajině, zajistit správnou skladbu lesa a správné hospodaření v něm. Optimálně by mělo dojít i k transformaci zemědělství, aby se do půdy navrátil edafon a půda zvýšila svou porozitu. (Spolek Živá voda, 2018)



Obr. 30-31 Hrnčířský potok, ukázka návrhu jednotlivého detailu za Studie proveditelnosti Zdoňov (Spolek Živá voda, 2018)

Spolek chce kow-how Studie proveditelnosti Zdoňov nabídnout pod názvem Model Živá krajina širokému okruhu zájemců o zapojení se do podobných aktivit jinde a dělá pro ně i semináře a školení.

Kromě širšího návrhu zahrnující celé okolí Zdoňova, stojí Sdružení i za některými realizacemi: 2 velké tůně v Horních Teplicích (nad Metují), revitalizace potoka v Březové, revitalizace ve Zdoňově nad Navrátilovým lesem (11 tůní, obnoveno 600 m toku s mokřadním okolím), revitalizace toku Bučnice. Spolek se podílel i na vstupních analýzách revitalizace odstaveného ramene Labe u obce Hrozná u Hradce Králové. (Spolek Živá voda, 2018)



Obr. 32-33 Ukázkový příklad z Modelu Živá krajina, používaný ve školení: nahoře skutečné erozní rýhy zmapované v terénu Spolkem Živá voda (červeně) a meliorační hlavničky, zjištěné z map a ověřené v terénu, dole návrh opatření (Živá krajina, společně proti suchu, 2021)

4.5 Příklady revitalizací v zahraničí

Individuální snahy o zlepšení poškozených krajín existují velmi dlouho, ale jako celosvětové hnutí se začalo projevovat od 60. let dvacátého století. V různých zemích se rozvíjejí různě.

V USA byl již v r. 1986 přijat zákon, který nařizuje upřednostňovat před výstavbou velkých vodních děl alternativy odpovídající lokálnímu měřítku, V Kanadě se vybrané řeky stávají součástí tzv. „národního říčního dědictví“. Na mezinárodní úrovni pak je významným počinem „Mezinárodní úmluva na ochranu světových mokřadů“ (Ramsarská konvence, 1974). V Evropě skýtá naději na ochranu říčních krajín Evropská úmluva o krajině, která vychází z principu trvalé udržitelnosti krajiny.

Naopak v rozvojových zemích, kam se přesunulo těžiště působení stavitelů velkých vodních děl, se i nadále uplatňuje zjednodušené vidění úprav a zásahů do ekosystémů tekoucích vod (Štěrba et al. 2008).

Just (2005) uvádí, že u revitalizačních akcí v Anglii je znát dominantní přírodovědecká motivace. V modelových projektech z 90. let na řekách Skerne v Darlingtonu, Cole v Coleshillu a Ogwen v Severním Walesu se podařily revitalizace významných úseků říčních niv, ale řada drobnějších projektů se odehrává v poměrech velmi stísněných vlastnictvím a užíváním pozemků, takže revitalizačních efektů je někdy dosahováno jen v detailech.

V Dánsku a Holandsku se vedle zájmu o všeobecnou ochranu přírody a krajiny už od počátku projevuje snaha současně obnovovat přirozené vodohospodářské funkce toků a niv, zejména jako jedna z významných součástí protipovodňové ochrany. V Dánsku stojí za zmínku především revitalizace řeky Skjern (v délce přes 20 km) a nížinné řeky Brede.

Také v Německu, Rakousku a Švýcarsku započalo v 70. letech 20. století významné revitalizační úsilí. Největším projektem v Německu je revitalizace řeky Isary v Mnichově, dokončená v roce 2005.

V zemích Evropské unie nalézají v současné době revitalizační snahy oporu ve Směrnici 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000, stanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Cílem směrnice je uvést všechny vodní toky do dobrého stavu jednak po stránce ekologické, jednak z hlediska kvality vody (Just 2005).

4.5.1 Revitalizace v Německu

V Německu dodává revitalizacím, ekologizaci správy vodních toků a využívání přirozených renaturačních mechanismů koncepční charakter to, že jsou pokládány za nosnou součást komplexní protipovodňové ochrany.

Bavorské státní ministerstvo pro územní rozvoj a otázky životního prostředí vydalo v roce 2002 Akční program protipovodňové ochrany do roku 2020 (Hochwasserschutz in Bayern, 2002), ve kterém si dalo mimo jiné za cíle zpracovat pro všechny větší bavorské vodní toky vodohospodářské rozvojové plány řešící i předběžnou protipovodňovou ochranu, spočívající v podpoře přirozené retence vody v krajině a do roku 2020 revitalizovat 2 500 kilometrů vodních toků a 10 000 hektarů pobřežních ploch (Just 2005).

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2021) na svých internetových stránkách uvádí, že v souladu s rozhodnutím Rady ministrů ze dne 8. května 2001 program 2020 stanovil investice v celkové výši 2,3 miliardy eur za období 20 let. Tento požadavek na financování kryly bavorské rozpočtové fondy, fondy EU, federální fondy, příspěvky účastníků i vlastní prostředky nevládních poskytovatelů opatření.

V červnu 2013 kabinet rozšířil protipovodňový akční program 2020 na program 2020plus a současně rozhodl o navýšení finančních prostředků na protipovodňová opatření až na 235 milionů eur ročně.

Akční programy 2020 a 2020plus dosahují cílů co nejlepší ochrany před povodněmi kombinací tří principů: Přirozená podpora (téměř přirozené říční krajiny, povodňová koryta a nivy, ve kterých je umožněn rozliv a retence. Za tímto účelem jsou přemísťovány hráze, těsněji propojeny řeky a nivy, častěji zaplavovány lužní lesy a obnovovány vodní plochy a břehy), technická protipovodňová ochrana (hráze, zdi, protipovodňové zábrany, protipovodňová koryta, retenční nádrže a přehradky) a prevence před povodněmi (stavební opatření, včasné a spolehlivé varování před povodněmi a zajištění rizika).

Just (2005) dále uvádí, že německé předpisy cílevědomě vytlačují z říčních niv nejen stavební činnost, ale i orbu a na rozdíl od České republiky se v Německu za revitalizace nepokládají stavby rybníků.

Revitalizační akce podporují především spolkové země a hlavní odpovědnost mají zemská ministerstva. Nositelem revitalizací na větších tocích je většinou stát, který je i správcem těchto toků.

4.5.1.1 Revitalizace řeky Isar v Mnichově

Řeka Isar protéká v délce 14 km Mnichovem. Původně meandrovala v širokém rozvětveném štěrkovém korytě s ostrůvky, reprezentovala tak původní alpskou říční krajinu až do poloviny 19. století. Během 19. století byly břehy v rámci protipovodňových opatření zregulovány a řeka zkanalizována. V letech 2000 – 2011 byl úsek dlouhý 8 km zrevitalizován pod heslem „nový život pro Isar“. Dnes je Isar v tomto úseku opět v přírodě blízké podobě, čímž se zlepšilo prostředí pro rostliny i živočichy a současně Mnichované získali nové rekreační plochy. (*Innovation Academy*)

Projekt byl vnímán nejen jako revitalizace řeky, ale i jako investice do budoucna. Koncept městské řeky jako kombinace přírody a městského životního stylu má pro Mnichovany neměřitelnou hodnotu, jde daleko za prostý poměr nákladů a přínosů. (Arzet, Joven)

Hlavní cíle obnovy byly: 1/ ochrana před povodněmi, 2/ zvyšování biodiverzity, 3/ zlepšení míst pro volný čas a rekreaci, v podrobnějším členění jednotlivých témat: rybolov, řízení povodňových rizik, prostředí a biodiverzita, vodní energie, hydromorfologie, řízení využívání půdy – lesnictví, monitorování, sociální výhody, územní plánování, kvalita vody, kvalita městského prostředí. (*Restoring Europe's Rivers, Case study-Isar-plan 2019*)



Obr. 34-35 Před: Příkré, nepřístupné kamenné břehy podobné kanálu, monotónní nábřeží před revitalizací
Zdroj: www.muenchen.de/dam/isar-plan_flyer_en [cit. 2021-03-27]



Obr. 36-37 Před: Série říčních prahů vystavěných v řece každých 200 metrů, zpomalujících rychlost proudění a eroze v narovnaném korytě, znemožňující rybám migraci i nalezení úkrytu. V obdobích nízkého nebo středního stavu vody se z Isary stala série přehrazených rybníčků



Obr. 38-39 Po: umělé rovné říční prahy byly nahrazeny nízkými a členitými, poskytujícími ochranu pro vodní faunu. Také byly přestavěny staré pobřežní hráze tak, aby byla zlepšena protipovodňová funkce a zlepšen celkový vzhled a současně aby byly zachovány stávající vzrostlé stromy
Obr. 36-39 Zdroj: www.muenchen.de/dam/isar-plan_flyer_en [cit. 2021-03-27]

Obnova příbřežních pásů zajišťuje povodňovou průtočnost, přírodě blízké tvarování koryta umožňuje rekreační využití přímo ve městě. (Just, 2005)



Obr. 40-41 Po revitalizaci, Zdroj: <https://www.innovation-academy.de/en/renaturierung-der-isar/> [cit. 2021-03-27]



Obr. 42-43 Původní regulovaný Isar (vlevo) a obnovený diverzifikovaný kanál (vpravo)
Zdroj: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3AIsar-Plan [cit. 2021-03-27]

Celkové náklady byly 35 mil. EUR (z toho 28 mil. EUR náklady stavby a 7 mil. EUR sanace kontaminovaných ploch a odstranění a zneškodnění zbraní z II. světové války). 55% hradila spolková země Bavorsko a 45% město Mnichov. (*Muenchen.de, Das offizielle Stadtportal*)

V srpnu 2005, ještě před dokončením revitalizace, prošla Isarou mimořádně velká povodeň. Ukázalo se, že revitalizace splnila svůj hlavní účel – nedošlo k zaplavení města. Povodeň poškodila jen některé technické prvky. Rozsáhlé přetvarování řečiště erozním členěním břehů a hlavně ukládáním rozsáhlých štěrkových lavic již v revitalizovaném úseku nemělo charakter škody, jako spíše přirozeného vývoje, který podstatu díla nemění, ale dotváří. Velká povodeň, která začíná v Alpách a prošla zatrávněnými nivami, byla relativně čistá a po úklidu naplaveného odpadu a dříví – již po 14 dnech – se mohli Mnichované vrátit na přetvarované štěrkové lavice k slunění a relaxování. (Just 2005)

V letech 2010-2011 navazovala zatím poslední část revitalizace Isary. Znamenala velkou výzvu pro projektanty, která spočívala v rozdělení vody na „Velý a Malý Isar“ se zohledněním protipovodňové ochrany i k zvláštních podmínek „Malého Isaru“, biologicky cenného. Konstrukce rozdělených koryt byly optimalizovány ve Zkušebním ústavu pro hydrotechniku v Obernachtu Technické univerzity v Mnichově ve spolupráci s univerzitou v Innsbrucku pomocí fyzikálního modelu. (Wasserwirtschaftsamt Muenchen, 2018)

4.5.1.2 Revitalizace řeky Wertach nad Augsburgem

Rozsáhlá revitalizace zahájená v roce 1999, první etapa dokončená v roce 2005, která byla rovnou v tom roce prověřena srpnovou povodní, stejně jako Isar.

Zregulované, nadměrně zahloubené technické koryto lichoběžníkového průřezu způsobilo v roce 1999 velmi rychlý postup povodňové vlny do Augsburgu.

V rámci revitalizace bylo koryto rozšířeno na dvoj až trojnásobek, současně bylo změkčeno a rozvolněno a jeho širokému a plochému dnu byl ponechán samovolný vývoj. Břehy jsou mírněji sklonité než dříve. Hlavním cílem je umožnit povodňovému proudu rozlítí do šířky a tím jeho zpomalení. Další efekt přinese též zvětšení celkového retenčního objemu koryta. A v neposlední řadě posílení ekologické hodnoty toku. Zvýšením úrovně dna se téžlepší vláhový režim okolních lesních porostů. (Just 2005)



Obr. 44 Wertach u Augsburgu, stav rozpracované 1. etapy v roce 2005, před srpnovou povodní (Just 2005)

Obr. 45 Wertach u Augsburgu, v září 2005, po povodni, ve stavu ještě nedokončené revitalizace. Široké koryto splnilo účel – bylo zaplněno vodou po okraj, ale nebylo přelito a ztlumilo průběh povodňové vlny. K podstatným škodám nedošlo. (Just 2005)

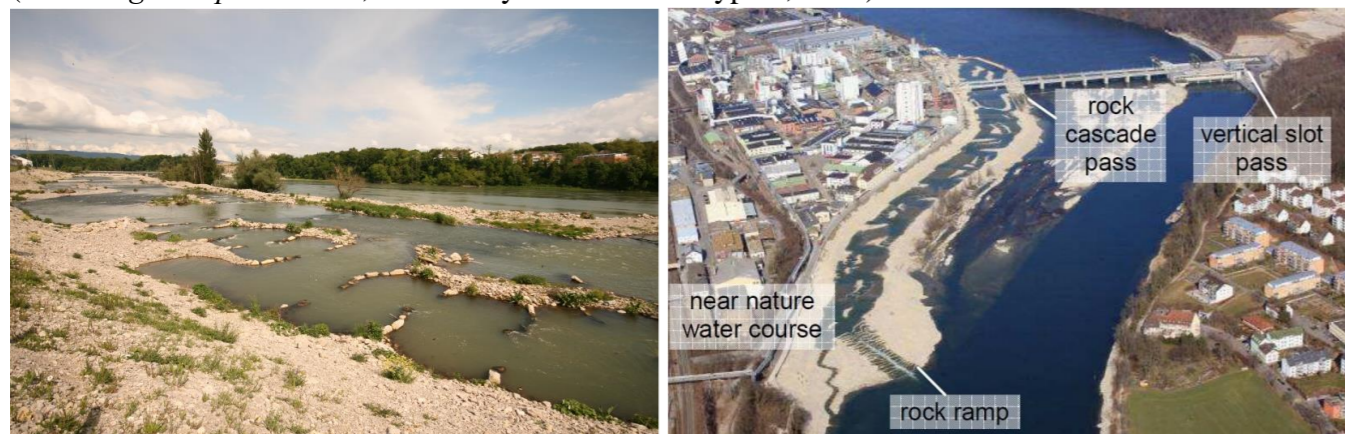
4.5.1.3 Obchvat Rheifelden (Německo, Švýcarsko)

Největší rybí přechod v Evropě okolo vodní elektrárny na Rýně. Jsou instalovány tři rybí přechody, u levého břehu vertikální štěrbinový průchod, nový obtokový tok ve starém korytě u pravého břehu a skalní kaskádový průchod, který spojuje spodní vodu jezu s tokem řeky.

Hlavním záměrem je poskytnout vhodné stanoviště pro reofilní druhy (tj. druhy vodnatých řek), zejména pro druhy ryb závislých na štěrkovém dnu řeky (parma obecná (*Barbus barbus*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*)).

Svou šířkou (40-50m), středním spádem (0,8%) a průtokem (10-35 m³/s) má rybí přechod charakter horské řeky.

Celkové náklady na projekt byly 6 mil. EUR, z toho 4 mil. EUR stál samotný rybí přechod. (*Restoring Europe's Rivers*, Case study: Rheifelden bypass, 2013)



Obr. 46-47 Největší rybí přechod v Evropě je konstruován jako přírodní. Zdroj: <https://restorerivers.eu>

4.5.1.4 Obnova řeky Erft ve Weilerswistu

Řeka Erft (západně od Bonnu) byla intenzivně zregulována v 60. letech 20. století, aby umožnila vyšší průtoky jako prevenci povodní a usnadnila mechanickou údržbu řeky. Podél břehů řeky byly stavěny vysoké hráze a koryto řeky bylo zpevněno velkými kameny. Výsledkem této regulace byla řeka s nízkou morfologickou rozmanitostí.

Projekt obnovy byl realizován ve spolupráci Landesbetrieb Straßen NRW (státní silniční úřad) a Erftverband (povodí Erftu). Důvodem byly povinné kompenzace dopadů na přírodu a životní prostředí způsobených výstavbou nové silnice, ale současně zlepšení ekologického stavu Erftu bylo nutné dle požadované rámcové směrnice o vodě. Spojením těchto dvou požadavků do jednoho cíle byly efektivněji vynaloženy veřejné výdaje.

Projekt byl zahájen v dubnu 1995 a byl zaměřen na rozvoj členitého, ekologicky propustného úseku řeky s pravidelně zaplavovanými nivami a vysokým potenciálem pro vlastní rozvoj. Bylo nakoupeno asi 10 hektarů orné půdy a přeměněno na louku na levé straně řeky směrem k nejnižší části údolí. Hráz podél řeky Erft oddělující tuto louku od řeky byla odstraněna. Regulační břehové opevnění na této straně bylo odstraněno a v korytě řeky byly postaveny vlnolamy, aby se přidala morfologická rozmanitost a zahájila boční eroze. Vlnolamy byly navrženy ve spolupráci s místním rybářským svazem a podle jejich pozorování mladé ryby, které byly v minulosti odnášeny povodněmi, jsou se nyní v těchto místech schopny udržet.. (*Restoring Europe's Rivers*. Case study: Restoration of the Erft-river in Weilerswis, 2013)



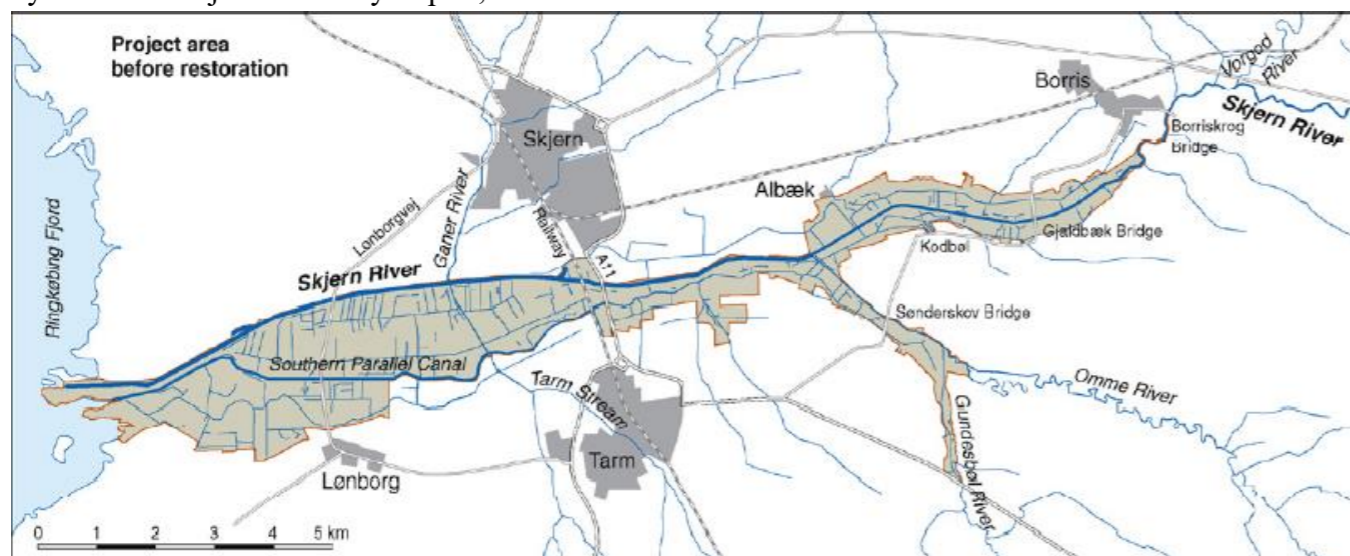
Obr. 48-49 Erft před (vlevo) a po (vpravo) revitalizaci

Zdroj: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3ARestoration_of_the_Erft-river_in_Weilerswis [cit. 2021-03-27]

4.5.2 Revitalizace v Dánsku

4.5.2.1 Revitalizace řeky Skjern

S povodím 2 490 km² je řeka Skjern je největší řekou v Dánsku. V 60. letech 20. století bylo spodních 19 km toku zregulováno – koryto bylo narovnáno, a prohloubeno, cca 40 km² mokřadů bylo zemědělsky rekultivováno. Od 60. let až do revitalizace v 1999-2002 bylo toto území intenzivně zemědělsky využívanou krajinou s obilnými poli, hrázemi a kanalizovanou řekou.



Obr. 50 Řeka Skjern před revitalizací. Pole, kanály a hráze.

Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585740600111X> [cit. 2021-03-27]

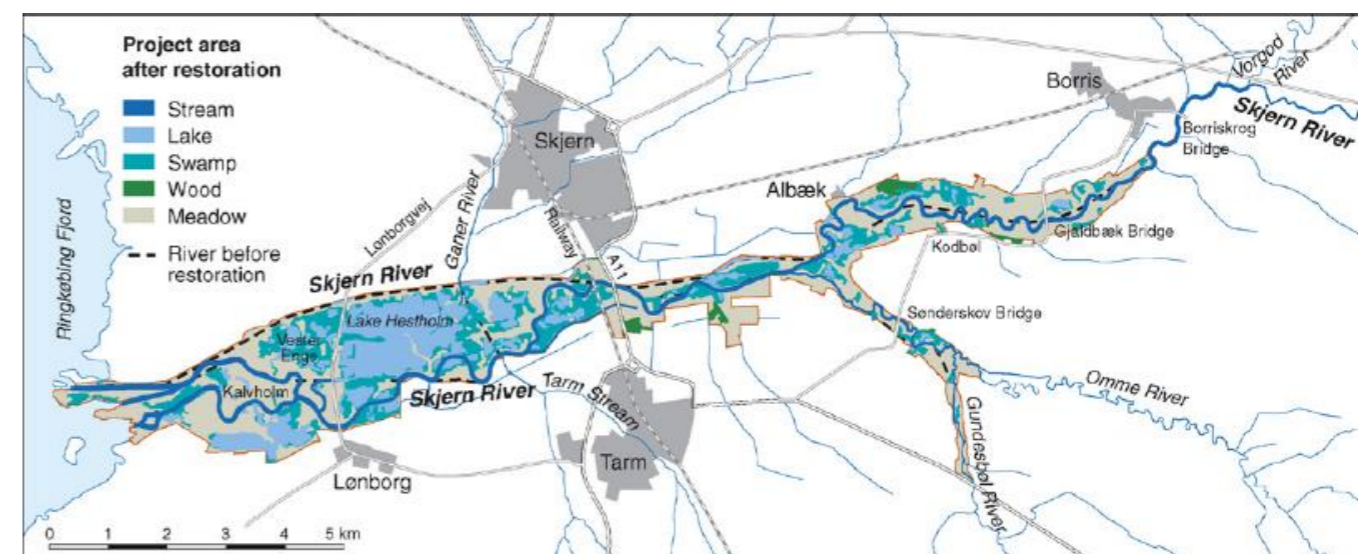
V roce 1987 se dánský parlament rozhodl pro revitalizaci spodní části Skjern a jejího údolí s vetyčenými cíli: 1/ obnovit živnou a retenční kapacitu říčního údolí, 2/ obnovit mezinárodně cenný mokřad se stanovišti tažných ptáků, 3/ podpořit rybářství v ústí řeky, 4/ zvýšit rekreační a turistickou přitažlivost oblasti.

Projektované území zahrnovalo 22 km² z původních 40 km², kterých bylo v 60. letech zrekultivováno. 19,5 km² bylo vykoupeno od farmářů dánskou Forest and Nature Agency, zbývajících 2,5 km² zůstalo v soukromém vlastnictví. Projektu se účastnily místní úřady a různé organizace a byl komunikován se širokou veřejností.

Projekt zahrnoval znovu zmeandrování řeky, obnovení přirozené hladiny podzemní vody i její přirozené kolísání, které má pozitivní vliv na životní podmínky rostlin a živočichů i na kvalitu vody. Zvláštní biologický cíl se pak týkal zlepšení podmínek pro tažné ptáky, zlepšení nivní a mokřadní vegetace a zvýšení populace lososovitých ryb.

Stavební práce započaly v červnu 1999 a byly dokončeny na podzim 2002. Zahrnovaly vykopání 40 km nového meandrujícího koryta, odstranění hrází, zasypaní starého regulačního koryta, odstranění jezu a dvou přečerpávacích stanic, vybudování mostů a cest. Kde to bylo možné, bylo využito původních říčních břehů (před regulací). Délka hlavního toku se zvýšila z 19 na 26 km, zmizela intenzivně obdělávaná pole a údolí bylo přetvořeno na otevřené údolí s meandrující řekou a stálým mělkým jezerem v nejnižší části. Na většině revitalizovaných ploch jsou nyní pastviny.

Náklady na projekt byly 37,7 mil. EUR, což přibližně odpovídá nákladům na regulaci a rekultivaci z 60. let 20. století. Na projekt přispěla EU 3,3 mil. EUR prostřednictvím programu LIFE-Nature.

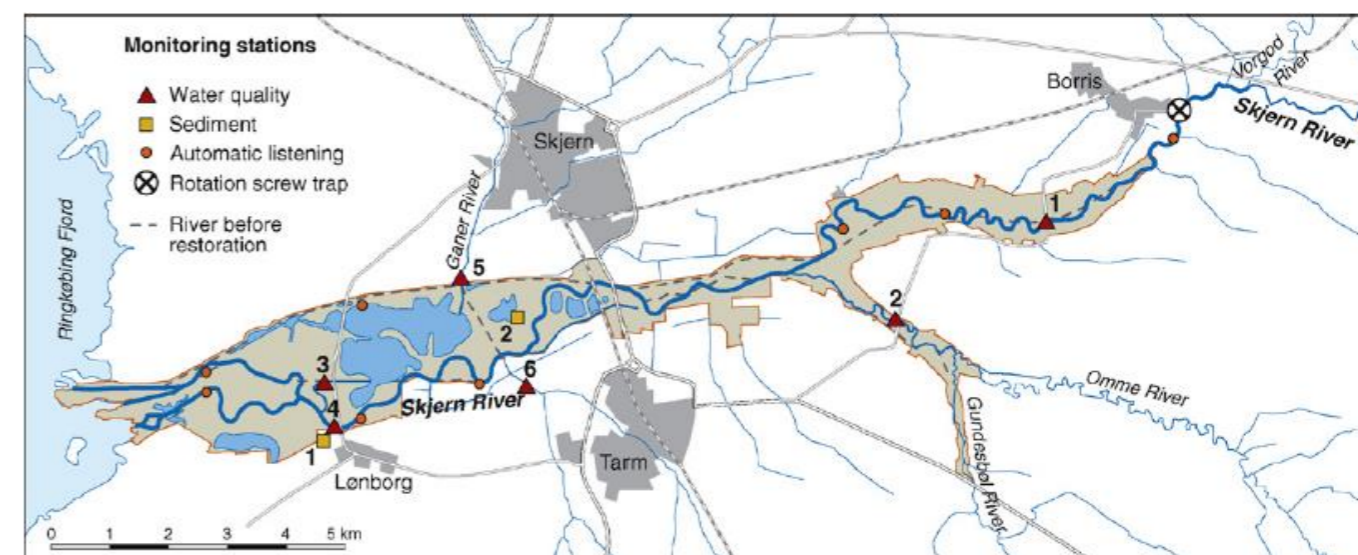


Obr.51 Projekt revitalizace řeky Skjern. Zdroj: <https://www.sciencedirect.com> [cit. 2021-03-27]

Cílem revitalizace je vytvořit a udržet nivu jako mezinárodně důležitou oblast pro vodní a tažné ptactvo s pobřežními loukami, mokřady, nízkou vegetací a mělkými jezerami s odpovídajícími ekosystémy. K tomu je ustanoven management této oblasti. Bez zásahů by krajina postupně zarostla rákosem (*Phragmites australis*) a stromy jako olše (*Alnus serrulata*) a vrby (*Salix sp.*). Dalším cílem je chránit rostliny a živočichy, kvůli kterým je oblast Skjern zařazena do programu Natura 2000.

Hlavním prostředkem cílového managementu je pastva dobytka v ohradách ve většině údolí. Další činností je sekání sítiny (*Juncus effusus*), janovce (*Cytisus scoparius*) a olší (*Alnus glutinosa*) na březích řeky, aby nezarostly lesem. Řeka samotná je ponechána přirozenému vývoji bez zásahů.

Pro plánování revitalizačních projektů je nezbytné znát ekologické efekty změn, ale jen v málokterých projektech byla zahrnuta dokumentace ekologických benefitů. Proto byl do projektu Skjern zahrnut monitorovací program, který dokládá ekologické souvislosti. Hlavní body sledování jsou vliv na



Obr. 52 Monitorovací stanice na zjišťování kvality vody a transport vody a živin a usazování splavenin během povodní. Čárkovanou čarou je značeno dřívější regulované koryto.

Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585740600111X> [cit. 2021-03-27]

transport živin a retenci, říční morfologii a stanoviště bezobratlých, ryb a makrofytů, říční vegetaci a obojživelníky, vydry a tažné a hnízdící ptáky v období 1999-2003.

(Pedersen, M.L., at al, 2007)

V roce 2004 bylo projektové území zahrnuto do národního programu monitorování životního prostředí (NOVANA), které je ještě podrobnější.

(*Restoring Europe's Rivers. Case study: Skjern River Project, 2017*)



Obr. 53 Skjern po revitalizaci. Zdroj: <https://www.google.cz/maps> [cit. 2021-03-28]



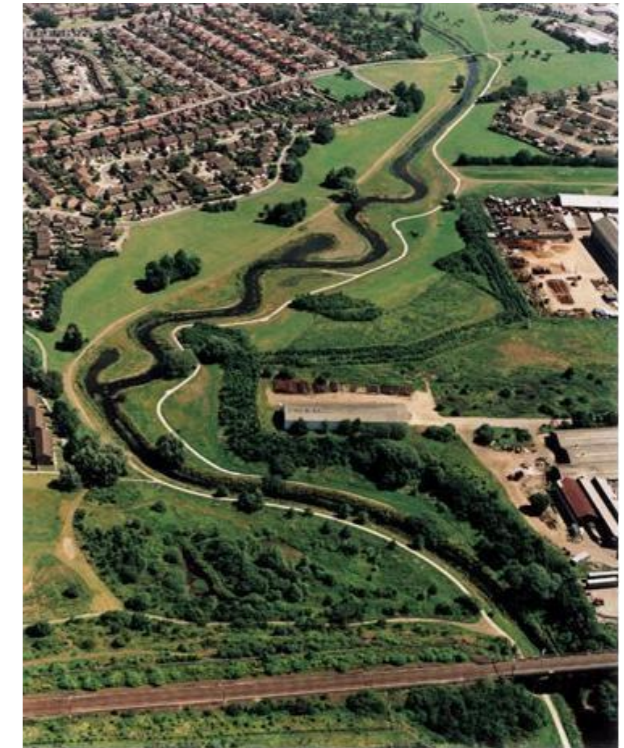
Obr. 54-55 Pohled na Skjern během (vlevo) a po (vpravo) revitalizaci. Zdroj: <https://restorerivers.eu>

4.5.3 Revitalizace ve Velké Británii

4.5.3.1 Revitalizace řeky Skerne v Darlingtonu

Jeden ze společných dánsko-britských modelových projektů 90. let EU-LIFE na obnovu městských i venkovských řek.

Řeka Skerne je přítokem řeky Tees v severovýchodní Anglii. Obnovený úsek leží v příměstské oblasti na okraji Darlingtonu v hrabství Durham. Během posledních 150 let byla řeka Skerne těžce zregulována v důsledku industrializace a urbanizace. V letech 1850 až 1945 byla narovnána a kanalizována a říční koridor byl výrazně zúžen. K rozšíření a prohloubení došlo v padesátých a sedmdesátých letech a na celé severní straně řeky byly postaveny nové bytové výstavby. Tato oblast má bohaté průmyslové dědictví včetně první železniční společnosti Stockton a Darlington. Most přes Skerne, který se nachází těsně pod místem projektu, byl zobrazen na starých pětilibrových bankovkách.



Obr. 56 Letecký pohled na dokončené práce na Skerne. Zdroj: <https://restorerivers.eu>

Projekt obnovy řeky Skerne byl podpořen z prostředků Evropské komise LIFE s podporou Agentury pro životní prostředí, Rady Darlington Borough, Northumbrian Water English Nature, Countryside Commission a Heritage Lottery Fund.

Obnova 2 km úseku Skerne byla zahájena v červenci 1995. Velká část nivy byla vyvýšena nánosem starého průmyslového odpadu a podél řeky vedlo plynové a kanalizační potrubí, čímž byla revitalizace dost limitována. To je ale typické pro městské řeky i jinde. Byly vytvořeny čtyři nové meandry přes starý kanál, který byl částečně použit k vytvoření dvou slepých ramen. Vnější břehy meandrů byly zpevněny měkkými prostředky - jako vrbové plůtky, vrstva šterku na dně, vláknité role a geotextilie - aby se zabránilo erozi směrem k plynovodu. Jako opatření pro zadržení povodňové vody bylo z břehů řeky odstraněno asi 25 000 m³ nánosů, které byly později použity na terénní úpravy.

Bylo vybudováno 13 čistících komor na přítocích do řeky, nové chodníky a nová lávka, která má připomínat lokomotivu jako pocta historickému významu mostu Skerne. Do nové výsadby zeleně byli zapojeni i místní obyvatelé.

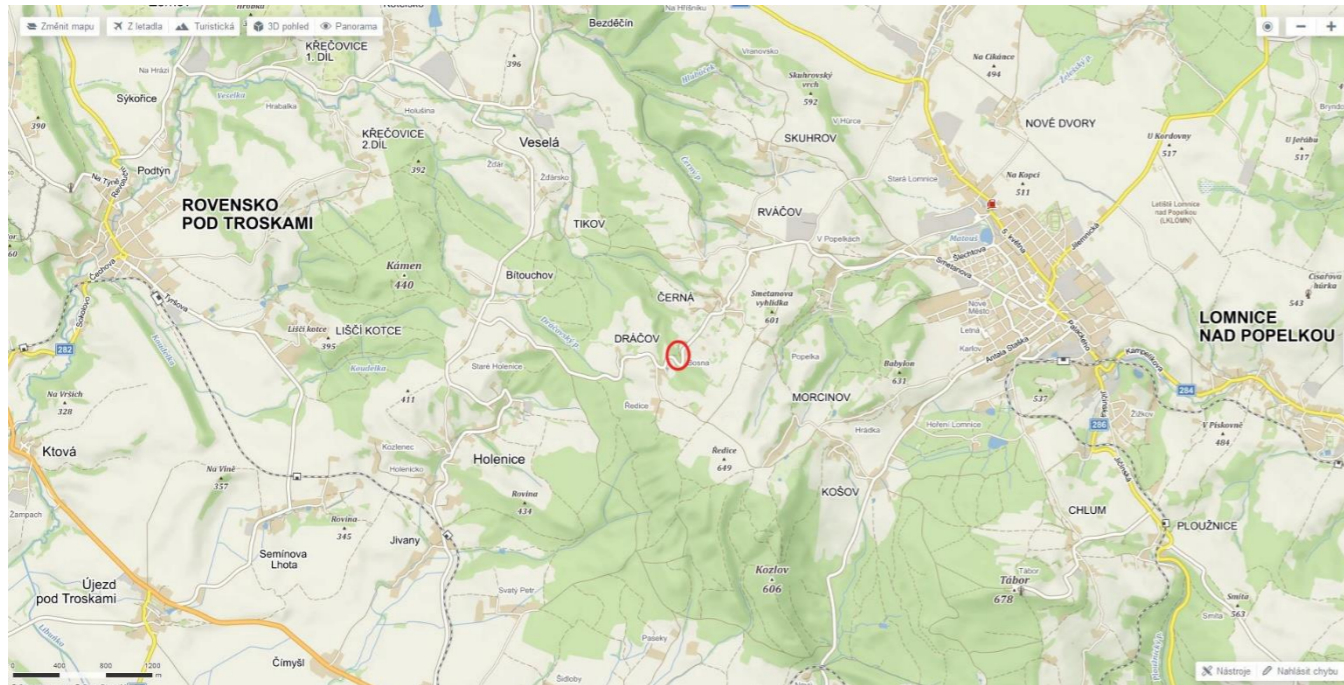
Následně byl zaveden monitoring ekologických, hydromorfologických a sociálně-ekonomických faktorů, z kterého vyplynulo, že projekt Skerne byl velký sociální úspěch. Lidé byli do projektu zapojeni a vnímali ho velmi pozitivně. Ekologický stav se mírně zlepšil, ale přece jen je značně limitován městským prostředím.

(*Restoring Europe's Rivers. Case study: River Skerne-Life project, 2018*) ; (Vivash R, Ottosen O., Janes M., Sorensen H.V., 1998)

5 Projekt - zhodnocení podkladových údajů

5.1 Širší územní vztahy

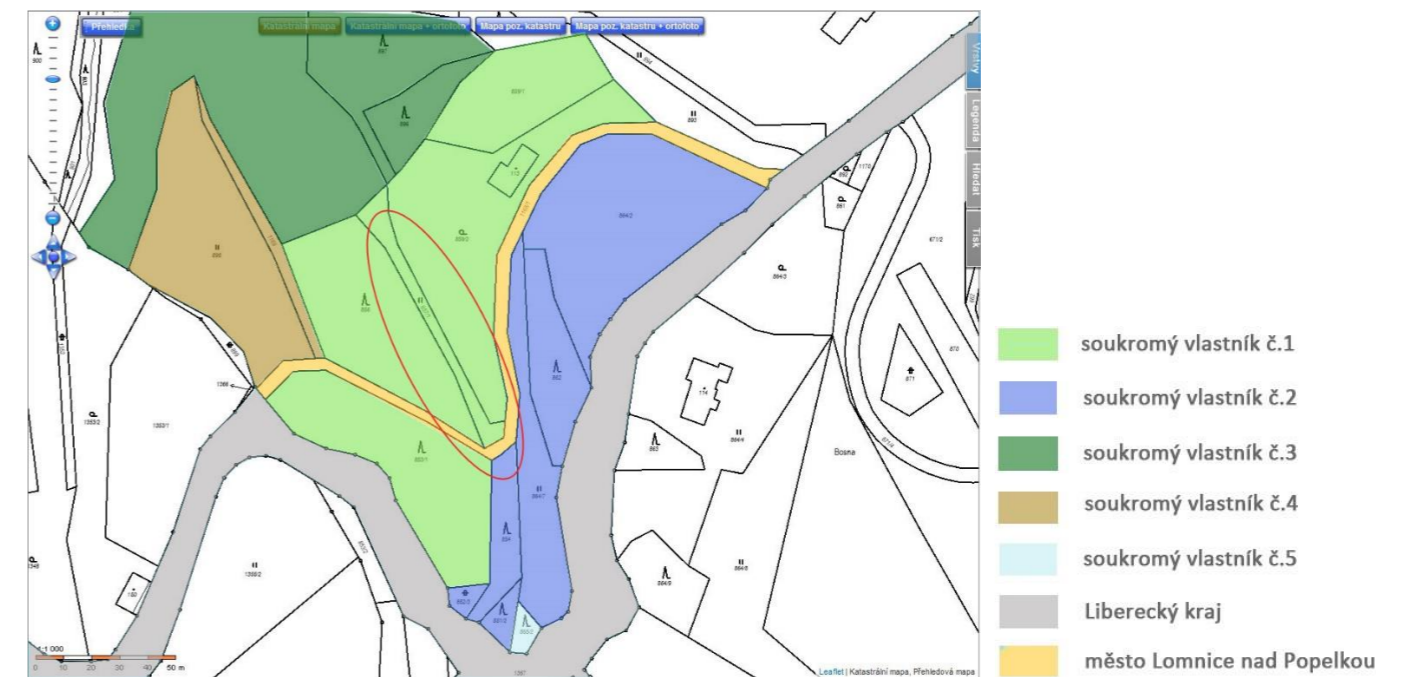
Vybraná část údolí se nachází u obce Dráčov v Libereckém kraji, mezi Rovenskem pod Troskami a Lomnicí nad Popelkou, v katastrálním území Rváčov, v nadmořské výšce 520 - 532 m.n.m.



Obr. 57-58 zdroj: <https://www.mapy.cz/>

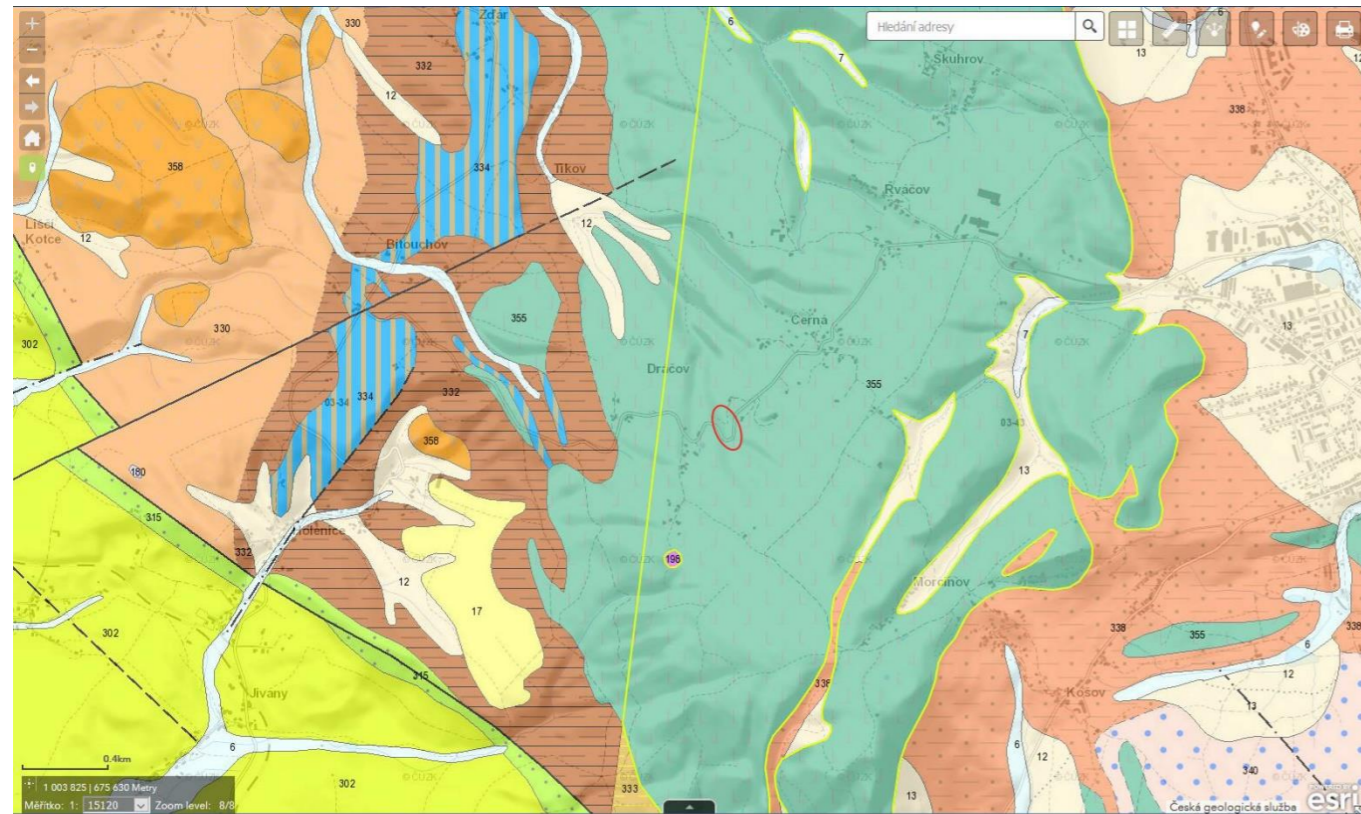
5.2 Katastr a vlastnictví parcel

Pozemky, na kterých se nachází koryto potoka i pozemky okolní patří do soukromého vlastnictví. Výjimkou je právě místní cesta, pod níž vede trubka, která patří do vlastnictví města Lomnice nad Popelkou a silnice nahoře, která je ve vlastnictví Libereckého kraje a správě Krajské správy silnic Libereckého kraje.



Obr. 59-60 zdroj: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

5.3 Geologické charakteristiky

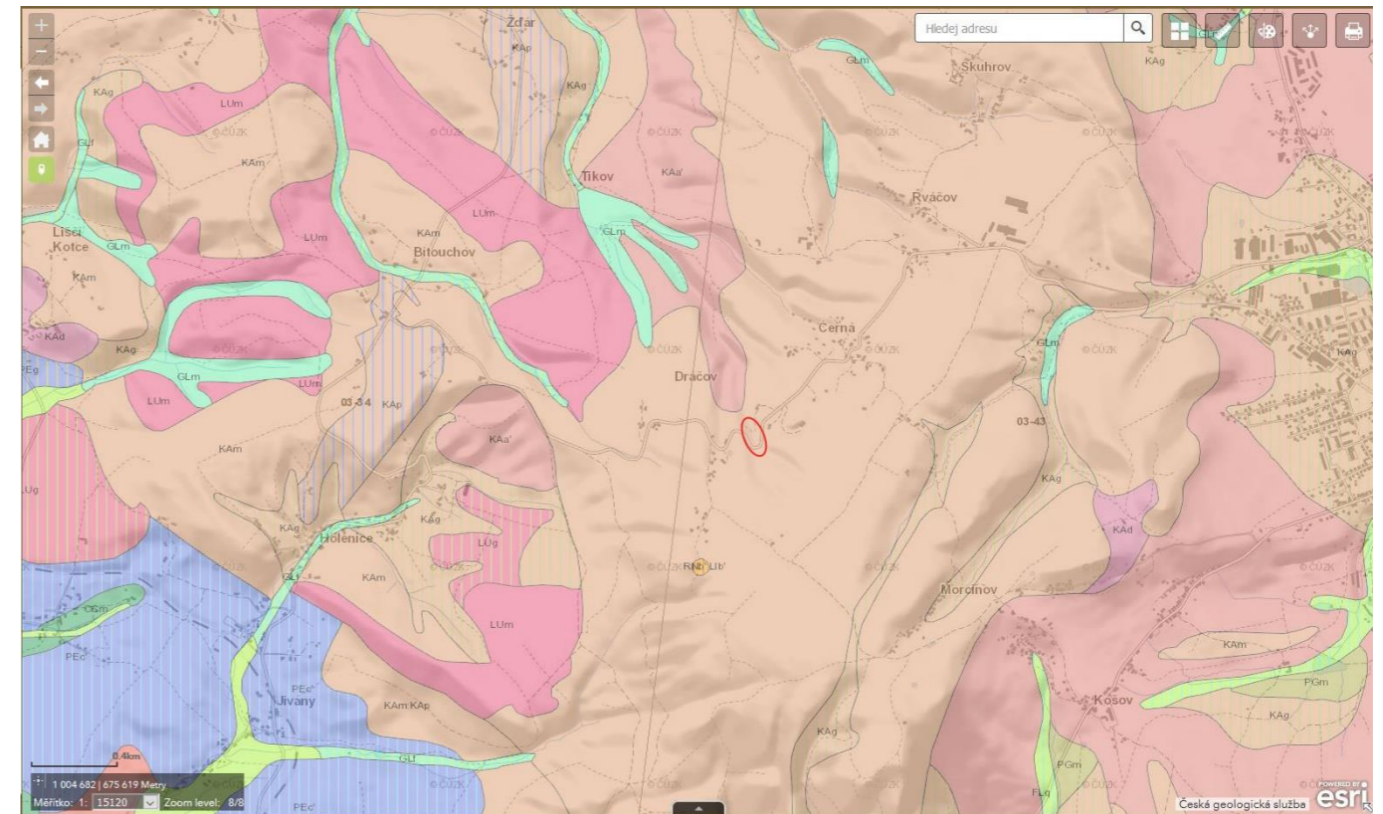


335	vulkanit	bazaltandezity, andezitové tufy, tuftické brekcie, aglomeráty
6	sediment nezpevněný	nivní sediment
7	sediment nezpevněný	smíšený sediment
12	sediment nezpevněný	písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
13	sediment nezpevněný	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
17	sediment nezpevněný	spraš a sprašová hlína
196	vulkanit	olivinický nefelinit
302	sediment zpevněný	slínovce, vápnité jílovce místy písčité
315	sediment zpevněný	pískovce křemenné, jílovité, glaukonitické
330	sediment zpevněný	červenohnědé aleuropelity, pískovce, lokálně pestrabarevné vápnité aleuropelity s vložkami vápenců
332	sediment zpevněný, vulkanit	červenohnědé aleuropelity, polohy pískovcu, arkóz, slabé vložky pestrabarevných a šedých pelitů s vápenci a silicidy, tufy a tufty
333	sediment zpevněný	hnědočervené aleuropelity, vložky pestrabarevných slínovcu s polohami vápenců
334	sediment zpevněný	pestrabarevné a šedé slínovce, prachovce, vápence, lokálně bituminózní jílovce
338	sediment zpevněný	pískovce s polohami slepenců, vložky aleuropelitů
340	sediment zpevněný	arkózovité pískovce s polohami slepenců a vložkami červenohnědých, i pestrabarevných aleuropelitů
358	vulkanit	ryolitové ignimbrity, ryolity

Obr. 61 zdroj: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

Území se nachází v podkrkonošské pánvi. Mapa geologických poměrů ukazuje, že v okolí převažují vulkanity - bazaltandezity, vulkanické tufy a aglomeráty. Okolo vyvýšené části Kozákovského hřbetu tvořeném vulkanity, na kterém se nachází vybrané území, se pak nacházejí hlavně zpevněné sedimenty.

5.4 Půdní mapa



KAm	kambizem modální	KAp	kambizem pelická	GLf	glej fluvický
KAa'	kambizem mezobazická	KAg	kambizem oglejená	PGm	pseudoglej modální
GLm	glej modální	KAd	kambizem dystrická	FLm	fluvizem modální
Lum	luvizem modální	PEc'	pelozem karbonátová	FLq	fluvizem glejová
LUg	luvizem oglejená	RND/LID	ranker eutrofní		

Obr. 62 zdroj: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

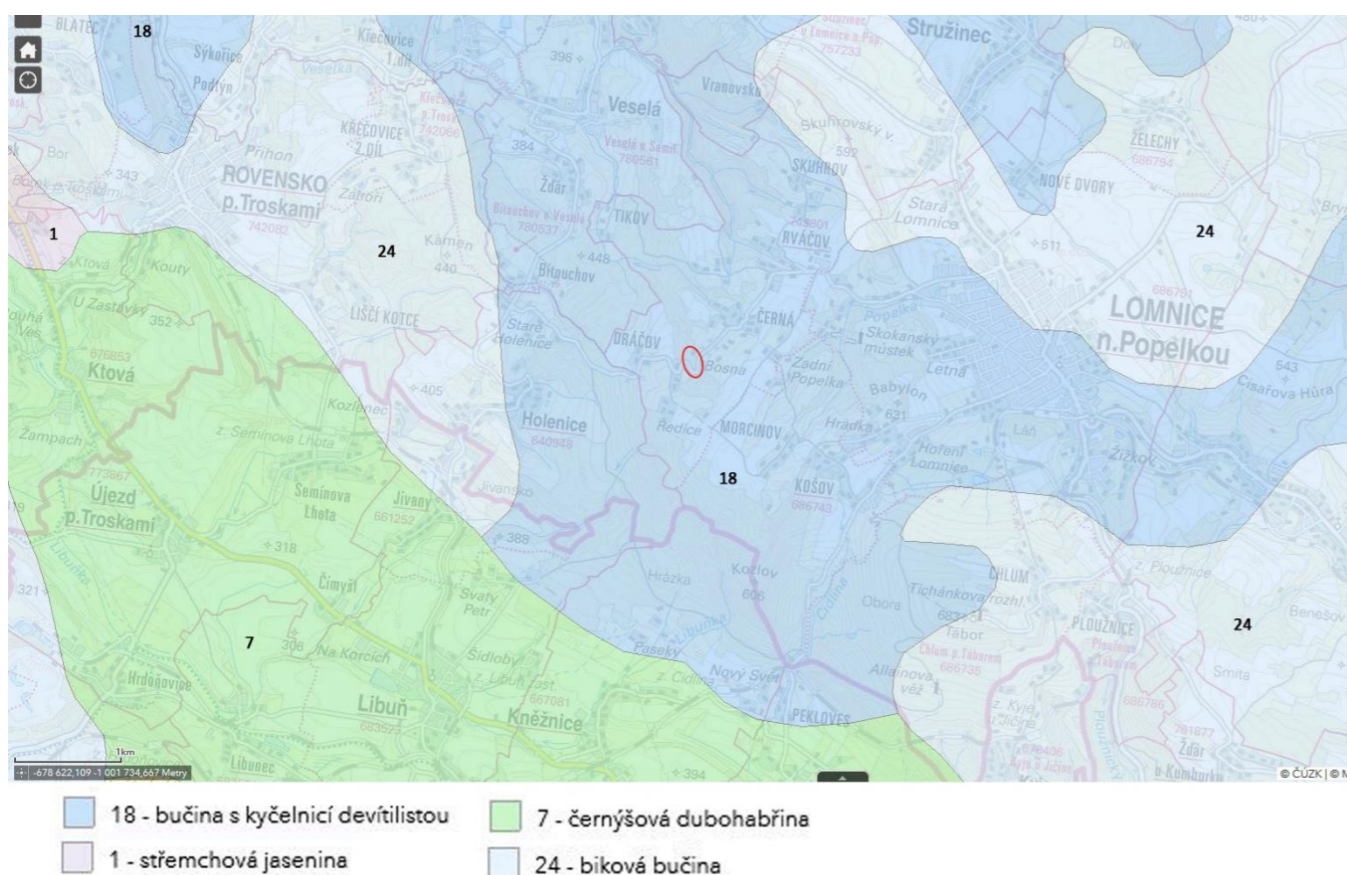
V údolíčku jsou modální kambizemě, o kus níž po proudu potoka jsou mezobazické kambizemě. Kambizemě (neboli dříve hnědé lesní půdy) jsou nejrozšířenějším půdním typem na území České republiky a jsou vázány na silně členité reliéfy.

5.5 Reliéf



Obr. 63 zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz>

5.6 Potenciální přirozená vegetace



Obr. 64 Mapa potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová et kol. 1997), dostupné z <https://mapy.nature.cz>

Podle katalogu biotopů spadá území pod květnaté bučiny – listnaté lesy s převládajícím bukem lesním (*Fagus sylvatica*), který může být doprovázen příměsí listnáčů (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus petraea* agg., *Q. robur*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos* a *Ulmus glabra*). Ve vyšších polohách nebo na stinných svazích jsou v porostech zastoupeny jedle bělokorá (*Abies alba*) a smrk ztepilý (*Picea abies*).

Z keřů zde rostou *Coryllus avellana*, *Lonicera nigra*, *L. xylosteum*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, může být i *Daphne mezereum* aj. Pokryvnost bylinného patra obvykle nepřesahuje 30%, ale na vlhčích stanovištích bývá větší. V bylinném patře se vyskytují mezofilní druhy listnatých lesů, např. *Actaea spicata*, *Bromus benekenii*, *Carex piosa*, *Dentaria bulbifera*, *D. enneaphyllos*, *Dryopteris filix-mas*, *Festuca altissima*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Hordelymus europaeus*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Prenanthes purpurea*, *Scrophularia nodosa*, *Senecio ovatus*, *Viola reichenbachiana* a další, na vlhčích místech a v okolí pramenišť např. *Chaerophyllum hirsutum*, *Lysimachia nemorum* a *Petasites albus* (Chytrý, M. et kol. 2010).

5.7 Další klimatické a geomorfologické zařazení území

Klimatické oblasti: vymezené území leží v mírně teplé oblasti MT2. Ta je charakterizovaná krátkým a mírným jarem, krátkým, mírným až mírně chladným a mírně vlhkým létem, krátkým a mírným podzimem; zima je mírná, normálně dlouhá, suchá s normálním trváním sněhové pokrývky. (Quitt, 1971)

Geomorfologické zařazení: Krkonoško-jesenické soustava, Krkonošská podsoustava, Ještědsko-kozákovský hřbet (celek), Kozákovský hřbet (podcelek), Táborský hřbet (okrsek).

Biogeografie: hercynská podprovincie (biogeografická podprovincie, Culek et al., 2013), mesophyticum (fytogeografická oblast BÚ ČSAV 1987), vrchoviny na bazickém krystaliniku 4 v.s. (biochora, Culek et al, 2005)

Zdroj: <https://mapy.nature.cz>

5.8 Současný stav

Jedná se o údolí potoka, jehož horní část je většinu roku suchá a kde voda teče jen při jarním tání a při větších deštích. Nahoře vytéká z trubky pod silnicí, poté teče v mírném sklonu lesem a poté se dostává do místa, kde je přes potok místní cesta a pod ní teče dolů už v mírně větším sklonu. Trochu níže po proudu pod cestou se už z občasného potoka stává stálý potok. V místě přechodu přes údolíčko byla cesta upravena svedením zde ještě nepravidelné vodoteče do trubky a zahrnutím zeminou. Touto úpravou však začalo docházet k erozi pod trubkou.



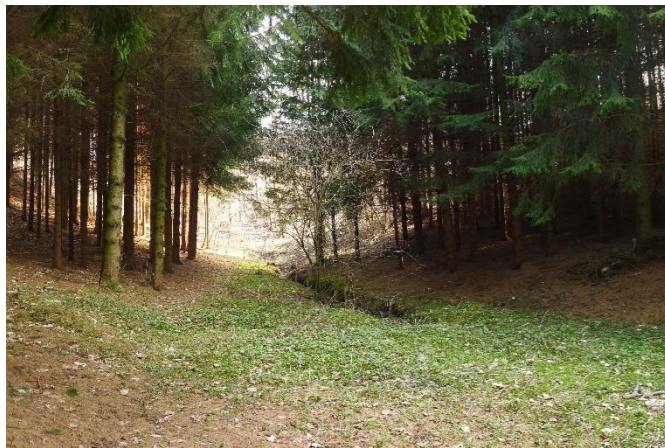
Obr. 65 Vyústění pod silnicí



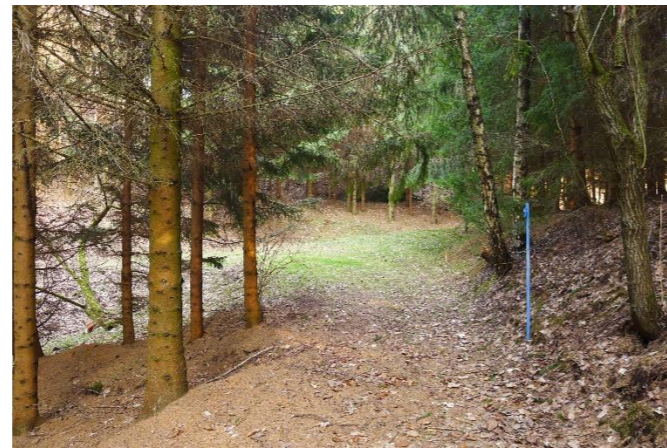
Obr. 66 Potok mezi silnicí a zatrubněným místem pod cestou



Obr. 71 Pohled ze spodu na cestu, trubku a erodované koryto pod ní



Obr. 67 Zaústění potoku do trubky a cesta



Obr. 68 Cesta



Obr. 72 Erodovaná část koryta a snaha o nápravu závážkou



Obr. 73 V údolí potoka kvetou i chráněné bledule jarní



Obr. 69 Pohled z cesty směrem po proudu



Obr. 70 Pohled ze spodu na vyústění trubky a na cestu



Obr. 74 Meandry pod erodovaným úsekem



Obr. 75 Část koryta v otevřené louce pod domem



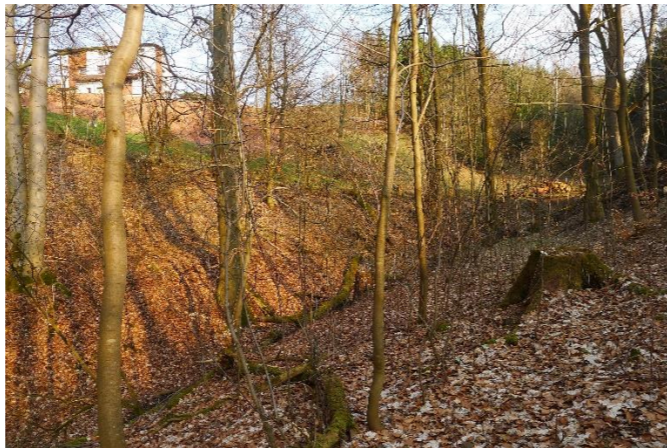
Obr. 80 Meandry v lese pod loukou



Obr. 81 Mokřad v lese pod loukou



Obr. 76 Pohled na louku a koryto z protějšího svahu



Obr. 77 Pod loukou potok vtéká do lesa v hlubokém zářezu



Obr. 78-79 Vodárenské zařízení v lese pod loukou

6 Projekt – návrhová část

Jak již bylo psáno v předešlé kapitole, předmětem návrhu je koryto občasného potoka a posouzení a úprava zatrubnění pod cestou a úprava koryta pod cestou tak, aby se snížila eroze a zvýšila retenční schopnost tohoto místa. Následně po této úpravě by se měla zvýšit biodiverzita. Výsledná podoba návrhu by měla být v souladu s okolním prostředím.

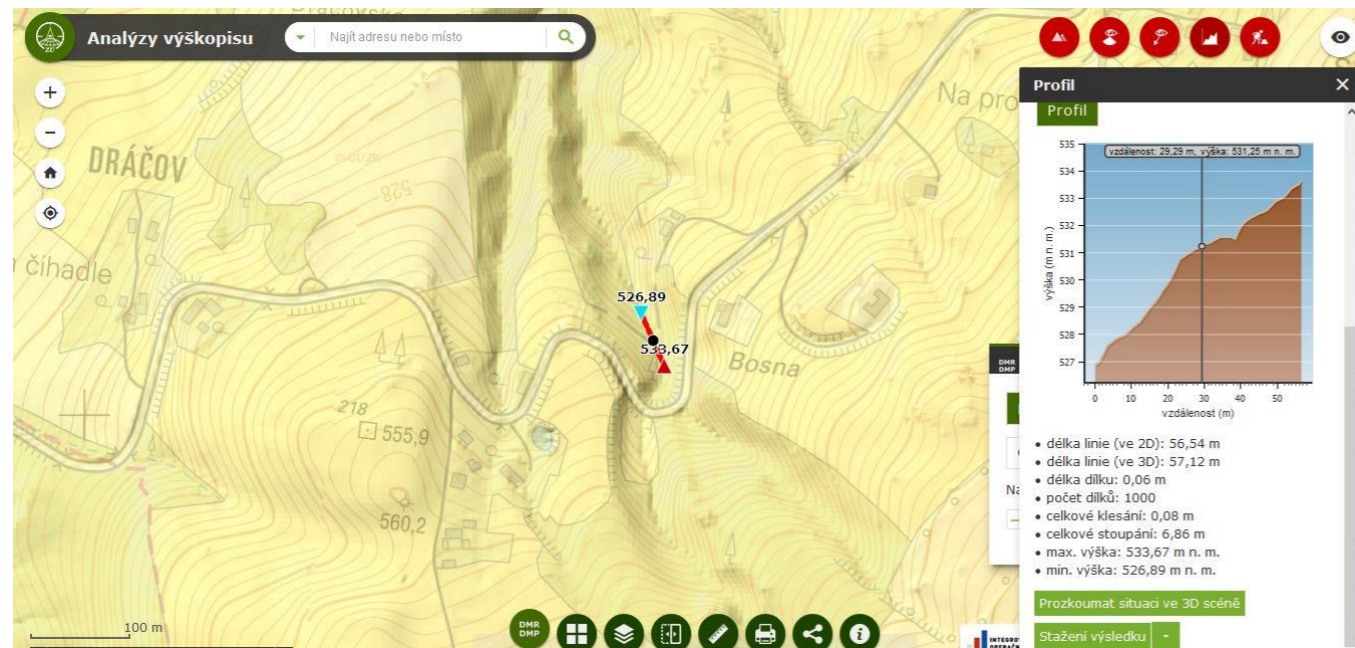
6.1 Posouzení sklonu zatrubnění

Čím je větší sklon, ve kterém voda odtéká, tím je větší rychlost, protože voda si vymění potenciální energii za kinetickou a tím je i následně větší eroze. Nicméně sklon trubky má vliv jen na úsek bezprostředně pod ní, dále už je rychlost vody závislá na sklonu samotného koryta, což je ostatně vidět i z průběhu eroze na fotografiích.

Je užitečné si spočítat průměry trubky na X-letou povodeň, protože tím si vypočteme různé kombinace průměrů, sklonů a kapacit. V tomto místě je postačující výpočet pro dvouletou nebo maximálně pětiletou vodu, protože v případě větší vody se má voda kam rozlít aniž by napáchala velké škody, naopak to lze z hlediska retence a doplnění zásoby podzemní vody považovat za žádoucí.

Na dvouletou vodu se dostaneme přes výpočet stoleté vody, ke kterému potřebujeme vypočítat plochu povodí nad trubkou. Také je potřeba znát sklon stávající trubky.

6.1.1 Výškopis zatrubnění

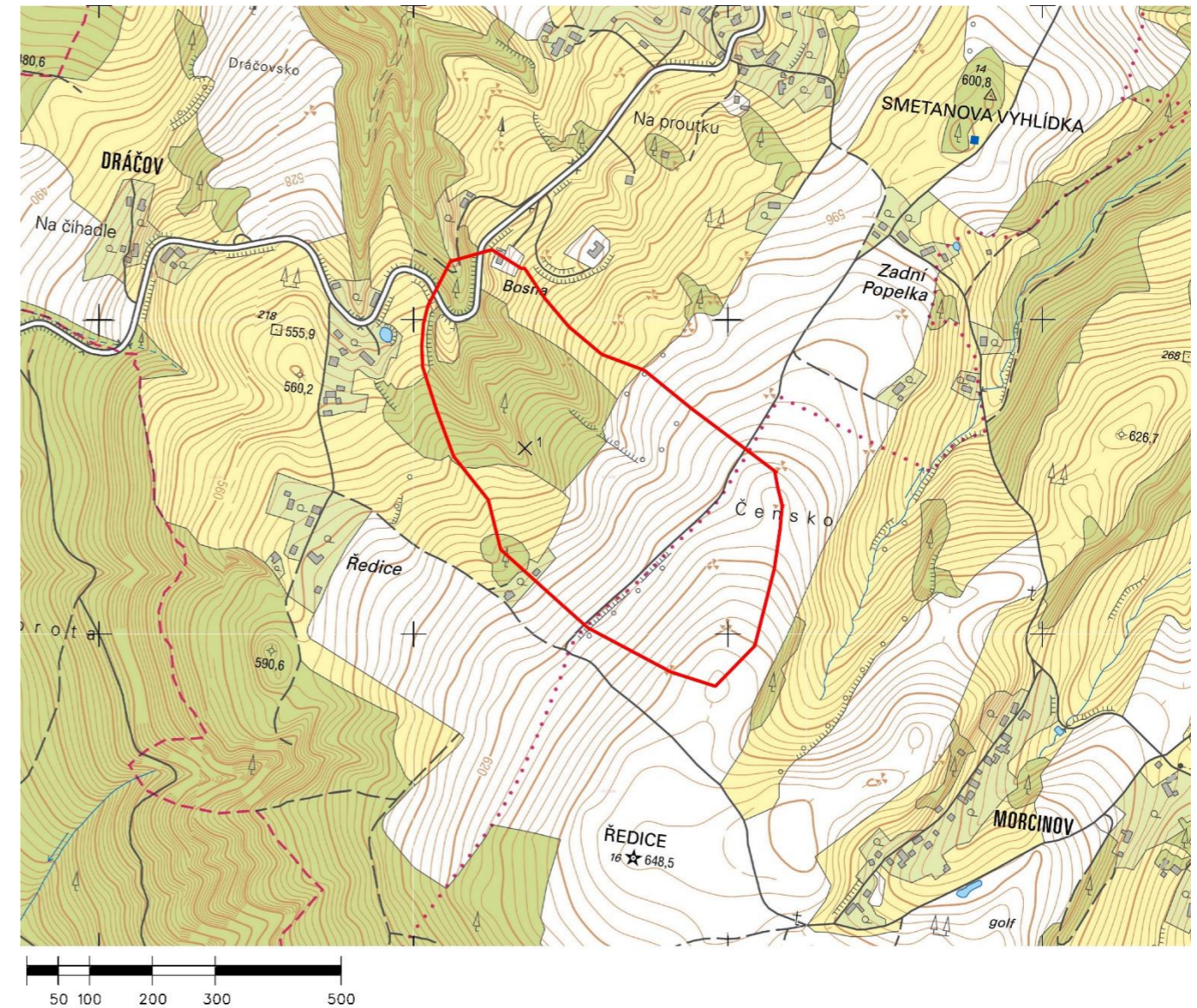


Obr. 82 zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz>

Podle prohlídky na místě (doložené fotografiemi) byla trubka položena na povrchu původního terénu a následně zahrnuta náspem cesty. Z analýzy výškopisu vychází, že původní terén v místě trubky má sklon cca 12% (6,78 výškových metrů na 56,54 metrů délky). Je to výpočet orientační, ale pro naše účely stačí.

6.1.2 Plocha povodí pro místo zatrubnění

Plocha povodí se určí tak, že na mapě podle vrstevnic vyznačíme území ohraničené hřbetnicemi (terénní rozhraní, z kterých voda stéká do rozdílných směrů) a k vyznačenému území pak spočítáme plochu. Nejjednodušší postup je pomocí milimetrového papíru, ale musíme dbát na správné nastavení měřítka.



Obr. 83 zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz>, doplněný o obrys plochy povodí

Plocha povodí po místo zatrubnění je 0,19 km², z toho je 0,10 km² orná půda a 0,09 km² les a trvalé travní porosty.

6.1.3 Výpočet stoleté vody

$$Q_{100} = 16,67 * i_s * S_p$$

$$i_s = \frac{H_{Se}}{t}$$

S_p ... plocha [km] $S_p = 0,19 \text{ km}^2$ z toho $0,09 \text{ km}^2$ les, TTP – 47%
 $0,10 \text{ km}^2$ orná půda – 53%
 i_s ... intenzita srážky [mm/min]
 t ... doba trvání srážky $t = 60 \text{ min}$
 $H_{Se} = H_S - V - R$
 H_{Se} ... výška efektivní srážky [mm]
 H_S ... výška srážky [mm]
 V ... vsak [mm] pro hlinité půdy $V = 20 \text{ mm}$
 R ... retence [mm] pro les, TTP $R = 15 \text{ mm}$
pro ornou půdu $R = 8 \text{ mm}$
 $R = (0,47 * 15) + (0,53 * 8) = 11,29 \text{ mm}$
 $H_{St,p}$... srážka za dobu trvání t s pravděpodobností p
 $t = 60 \text{ min}$
 $p = 0,01$ Q_{100} ... 1 za 100 let (tj. $p = \frac{1}{100}$)
 $H = 0,006 * \bar{t} * t$
 \bar{t} ... specifická vydatnost deště $[\frac{l}{(s*ha)}]$ dle tabulek
pro Turnov $\bar{t} = 181 \frac{l}{s*ha}$
pro Bakov n/Jiz. $\bar{t} = 195 \frac{l}{s*ha}$

Výpočet stoleté vody pro tabulkovou specifickou vydatnost deště okolí Bakova n/Jiz.:

$$H_{St,p} = 0,006 * 195 * 60 = 70,2 \text{ mm}$$

$$H_{Se} = 70,2 - 20 - 11,29 = 38,91 \text{ mm}$$

$$i_s = 38,91 / 60 = 0,65 \text{ mm/min}$$

$$Q_{100} = 16,67 * 0,65 * 0,19 = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

Výpočet stoleté vody pro tabulkovou specifickou vydatnost deště okolí Turnova.:

$$H_{St,p} = 0,006 * 181 * 60 = 65,16 \text{ mm}$$

$$H_{Se} = 65,16 - 20 - 11,29 = 33,87 \text{ mm}$$

$$i_s = 33,87 / 60 = 0,56 \text{ mm/min}$$

$$Q_{100} = 16,67 * 0,56 * 0,19 = 1,77 \text{ m}^3/\text{s}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že průtok stoleté vody v místě trubky je přibližně $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.1.4 Výpočet průměru trubky na požadovanou X-letou vodu

Přepočítání stoleté vody na častější průtoky:

$$Q_{50} = Q_{100} * a_{50}$$

$$Q_{10} = Q_{100} * a_{10} \text{ atd...}$$

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
a (koeficient)	0,14	0,21	0,33	0,45	0,60	0,81	1
QN pro Turnov	0,25	0,37	0,58	0,80	1,06	1,43	1,77
QN pro Bakov	0,29	0,43	0,68	0,93	1,24	1,67	2,06

Z tabulky vyplývá, že v místě trubky dvouletá voda odpovídá cca $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$, pětiletá voda odpovídá něco přes $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Navrhovat v tomto místě na větší průtoky je zbytečné, jde pouze o občasně používanou cestu a voda se má kam rozlít, nehrozí škody na majetku.

$$Q = S * v$$

Q ... průtok [m^3/s]
 S ... průtočná plocha [m^2]
průřezová plocha trubky: $S = \pi * r^2$
 v ... střední průřezová rychlost [m/s]
 $v = c \sqrt{R * I}$
 I ... podélný sklon původní trubka: 12% = 0,12
 R ... hydraulický poloměr
 $R = \frac{S}{o}$ tj. $R = \frac{\pi * r^2}{2\pi r} = \frac{r}{2}$ kde r ... poloměr trubky
 $c = \frac{1}{n} \sqrt[6]{R}$
 c ... rychlostní součinitel
 n ... drsnost koryta pro trubku $n = 0,02$

Po dosažení dostaneme:

$$v = \left(\frac{1}{0,02} * \sqrt[6]{\frac{r}{2}} \right) * \sqrt{\frac{r}{2} * I}$$

$$Q = \pi r^2 * \left(\frac{1}{0,02} * \sqrt[6]{\frac{r}{2}} \right) * \sqrt{\frac{r}{2} * I}$$

Následují výpočty pro různé kombinace sklonů trubky, průtoků a průměrů trubky:

sklon 0,06 tj. 6 %			sklon 0,07 tj. 7 %			sklon 0,08 tj. 8 %		
poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s	poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s	poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s
0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,06	0,1	0,2	0,06
0,15	0,3	0,15	0,15	0,3	0,17	0,15	0,3	0,18
0,2	0,4	0,33	0,2	0,4	0,36	0,2	0,4	0,38
0,25	0,5	0,60	0,25	0,5	0,65	0,25	0,5	0,69
0,3	0,6	0,98	0,3	0,6	1,06	0,3	0,6	1,13
0,35	0,7	1,47	0,35	0,7	1,59	0,35	0,7	1,70
0,4	0,8	2,11	0,4	0,8	2,27	0,4	0,8	2,43
0,45	0,9	2,88	0,45	0,9	3,11	0,45	0,9	3,33
0,5	1	3,82	0,5	1	4,12	0,5	1	4,41
0,55	1,1	4,92	0,55	1,1	5,32	0,55	1,1	5,68
0,6	1,2	6,21	0,6	1,2	6,70	0,6	1,2	7,17

sklon 0,09 tj. 9 %

poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s
0,1	0,2	0,06
0,15	0,3	0,19
0,2	0,4	0,41
0,25	0,5	0,74
0,3	0,6	1,20
0,35	0,7	1,81
0,4	0,8	2,58
0,45	0,9	3,53
0,5	1	4,68
0,55	1,1	6,03
0,6	1,2	7,60

sklon 0,10 tj. 10 %

poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s
0,1	0,2	0,07
0,15	0,3	0,20
0,2	0,4	0,43
0,25	0,5	0,78
0,3	0,6	1,26
0,35	0,7	1,90
0,4	0,8	2,72
0,45	0,9	3,72
0,5	1	4,93
0,55	1,1	6,35
0,6	1,2	8,01

sklon 0,12 tj. 12 %

poloměr m	průměr m	Q- průtok m ³ /s
0,1	0,2	0,07
0,15	0,3	0,22
0,2	0,4	0,47
0,25	0,5	0,85
0,3	0,6	1,38
0,35	0,7	2,09
0,4	0,8	2,98
0,45	0,9	4,08
0,5	1	5,40
0,55	1,1	6,96
0,6	1,2	8,78

Z uvedených výpočtů je vidět, že na dvouletou vodu stačí trubka o průměru 40 cm, na pětiletou vodu 50 cm a že sklon trubky v rozmezí možném na tomto konkrétním místě má na potřebnou velikost průměru jen malý vliv.

Co se týče sklonu trubky, tak máme jen omezené rozpětí, pro které můžeme volit % sklonu. Od 12%, což je sklon současné trubky položené na původním terénu (což se ukázalo jako nevyhovující), po sklon jen něco málo odchylený pod horizontálu, tedy teoreticky 0 – 12% (nulový sklon by ale nezajišťoval odtok a pro sklon blízký nule by pravděpodobně musel být vyšší násep cesty).

Čím menší sklon zvolíme, tím bude rychlost protékající vody nižší, ale také tím výš bude vyústění trubky nad původním korytem a voda tedy bude padat v větší výšce – do tůňky, která by se tam měla vytvořit, pokud by se to ponechalo přirozenému vývoji. Z čím větší výšky voda padá, tím hlubší tůňku si udělá, ve které se zbrzdí její rychlost. Samozřejmě je zde ale více činitelů, které mají vliv na utváření tůňky, koryta a eroze. Jde o výšku pádu vody do koryta a dlouhodobost procesu a především o horninový podklad. V písčitém (což není tento případ) nebo čistě hlinitém podkladu by k vývoji té správné tůňky nemuselo dojít.

Náš případ má k dispozici jen nízký přepad a koryto vede loukou s hlubším horizontem, nejsou zde balvany jako v případě horských potoků, které si už svou cestu obnažily na podklad, který jim tvoří přirozené dno. Proto bych zvolila řešení 1/ zmírnit sklon trubky co nejvíce, do té míry, aby to bylo rozumné pro vedení pod cestou (cca 2%) 2/ napomoci vytvoření tůňky pod vyústěním trubky.

Je také dobré si uvědomit, co vlastně erozi způsobilo, když současná trubka je položena na původním terénu, tj. ve stejném sklonu jako tekla původní potok, který erozí netrpěl. Změnila se drsnost koryta (původní přirozené / hladká trubka) a především možnost rozliti do širšího prostoru, což je další argument pro tůňku pod vyústěním trubky.

6.2 Návrh

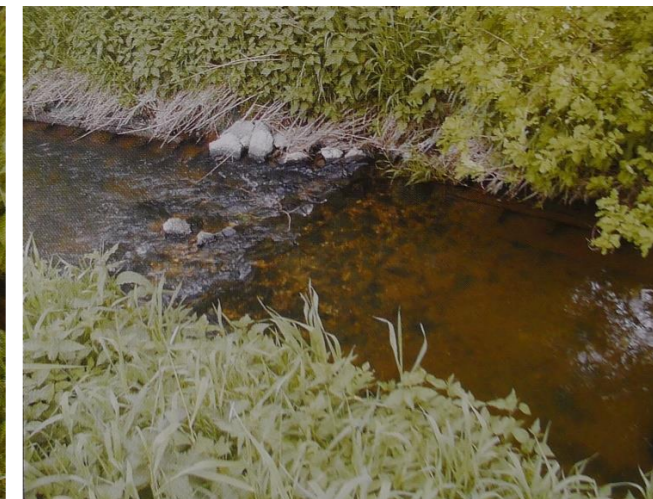
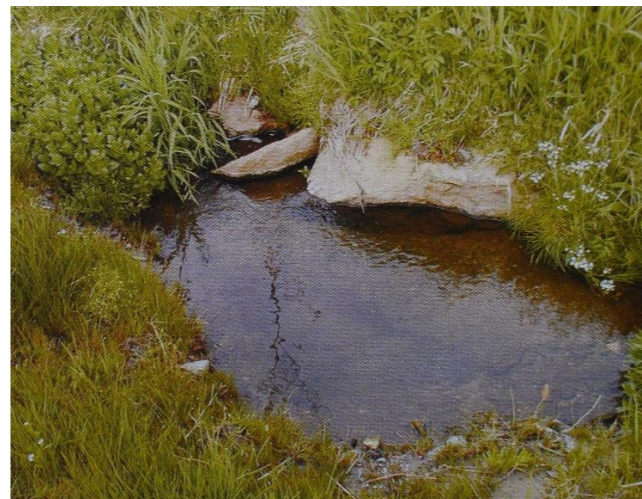
Potok v řešeném území teče v sevřenějším údolí a má průměrný sklon 11% (v místě současné trubky 12%) a přirozeně jde o **typ toku s přímým korytem**, kde členitost koryta je zajištěna spíše příčnou polohou kamenitých struktur, které vytvářejí střídání méně proudných úseků až tůní a štěrkových

či kamenitých prahů, vytvářejících proudnější místa. Klasický meandrující tok se vytváří až v terénech se sklonem do 2% (Just, 2020)

Inspiračním zdrojem tedy bude horský potok, kde rychlost vody zpomalují balvany a kamenité kaskádky.

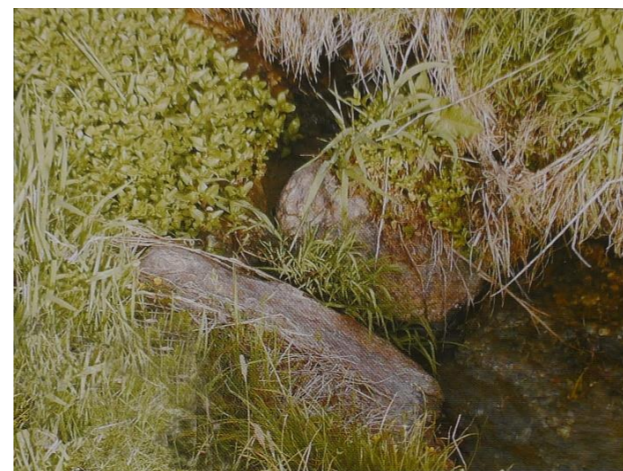
Použitý přidaný materiál – kameny, balvany i celkový návrh by měly být v souladu s okolním prostředím. Kameny by tedy měly pocházet z okolí – tedy nejspíše půjde o andezit či jiné vyvřeliny a neměl by to být lomový kámen, hrany by měly být ohlazené časem a vodou nebo povětrnostními vlivy.

Inspirační fotografie prvků vhodných na daném místě:



Obr. 84 (vlevo) průtočná tůň bez vzdouvacích objektů, neopevňené břehy s proměnným sklonem, (Milná, revitalizovaná v 2001)

Obr. 85 (vpravo) Kamenná vzdouvací stavba v opevněném korytě složená z různorodného kameniva, mezery jsou vyplněny štěrkem a pískem (Dobečovský potok, revitalizovaný v 1992)



Obr. 86 (vlevo) Vložení velkých izolovaných kamenů do koryta bez opevnění – pozitivní efekt na stabilizaci koryta a diverzifikaci podmínek (Milná, revitalizovaná v 2001)

Obr. 87 (vpravo) dřevěný jízek se stabilizovanou tůňkou v podjezí fungující jako vývar. (Dobečovský potok, revitalizovaný 1992)



Obr. 88 (vlevo) Vložení velkých izolovaných kamenů do koryta bez opevnění – pozitivní efekt na stabilizaci koryta a diverzifikaci podmínek (Milná, revitalizovaná v 2001)

Obr. 89 (vpravo) Překonání výškového rozdílu skluzem z kamenné rovnaniny vhodné velikosti. Kameny jsou místní, ohlazené (Dobechovský potok, revitalizován 1992)

(Zdroj Obr. 84 - 89: Vrána 2004)

Pro vytvoření návrhu je nutné si ujasnit, co si investor vlastně přeje, jaké má priority. Tento pozemek lze považovat za přechodné území mezi zahradou a volnou krajinou, takže zde můžou přicházet v úvahu oba přístupy – jak primárně ekologický (co nejbližší přírodě blízké morfologii – **varianta 1**) tak zahradně-krajinářský, ve kterém se může objevit přání mít na potoce pod svým domem malý rybníček, kde by se dalo případně i vykoupat (**varianta 2**).

V obou případech však návrh počítá s vytvořením stupňovité tůňky pod vyústěním trubky, kde vytékající voda ztratí svou rychlost a tudíž se sníží schopnost eroze. Tato (horní) tůňka bude periodická.

Kromě toho, co je primárním záměrem, je nutno se zamyslet nad problémem již vzniklé **hloubkové eroze koryta**. Zbytečně zahloubené koryto způsobuje nadměrné odvodňování okolního zeminového prostředí, omezuje rozvoj boční členitosti a za větších průtoků soustřeďuje proudění do větších rychlostí, což opět vede k další hloubkové erozi. (Just, 2020)

V erodovaných úsecích je koryto zahloubeno o cca 1 m níže, než je povrch okolního terénu. Vzhledem k tomu, že nenapravujeme rozsáhlé regulací rovnoměrně a systematicky zahloubené koryto, ale jen 2 kratší úseky a navíc bude projekt financován ze soukromých omezených zdrojů, dá se k tomu přistoupit dvěma způsoby. Buď vyzvedneme dno koryta (nikoliv boky) vyplněním kamenitým a šterkovitým materiálem nebo přijmeme místní krátké kaňonky, pouze zpomalíme tok, aby se prohlubování nezvětšovalo a využijeme hloubku erodovaných úseků pro tůň. V obou případech je nutné vytvořit **v celé délce potoku v řešeném území výše zmíněné kamenité prahy či skluzy z různě velkých balvanů, kamenů a šterku i vložit ojedinělé balvany. Tím by se mělo vytvořit střídání klidných a proudných míst a snížit celková rychlost toku.** 2. varianta je levnější, nespotřebuje tolik materiálu, ale kamenité

prahy a skluzy (a případně přehrážky v 2. variantě návrhu) by měly být vyšší, což je technicky náročnější. Kamenité fungují dobře při větších průtocích, při menších vodu procezuji a příliš ji nedrží, dřevěné mají omezenou životnost (Just, 2018). Z toho důvodu je prospěšné, aby vzdouvací kamenitý práh dočasné tůň z varianty 1 byl z různě velkých kamenů, prosypaných šterkem a z návodní strany zatažen jílem. Tam, kde to je možné, výhony kamenných prahů směrem od břehu zadrnovat.



Obr. 90 – 91 Příklad Černé, Krušné hory – příklad přirozeného potoka v podobném sklonu vlastní foto

Periodické (neboli dočasné, efemérní) tůň jsou zvláštní biotopy, které každoročně vysychají. Z ekologického hlediska mají nezastupitelnou úlohu. Organismy obývající tyto tůň jsou na opakující se režim zaplavení a vysychání evolučně přizpůsobeny, některé jsou na tomto režimu i existenčně závislé a naopak tento režim nevyhovuje jejich predátorům. Některé z nich jsou i vzácné či ohrožené, jako například listonohové či žábřonohy, jejichž vajíčka se nemohou bez úplného vyschnutí vyvíjet. (*Cesty venkova*)

Takto vzácní živočichové se pravděpodobně v nové tůňi samovolně neobjeví, ale běžnější obyvateli tůň jsou drobní korýši, vodní ploštice (vodoměrky, bruslařky a znakoplavky), vodní brouci (např. potápníci), hlístice, vodní plži, plankton (např. bičíkovci, pláštěnky apod.), kde už je postupná samovolná kolonizace pravděpodobná. (*Pražská příroda*)

Standartní požadavky na tůň budovanou z ekologických důvodů jsou pozvolné břehy a nerovné dno bez pravidelného vyspádování, které nabízí různé existenční podmínky pro širokou škálu organismů. (Dvořák, Maštera, 2015). U okrasných jezírek převažují estetické požadavky, u přírodních koupacích jezírek je naopak vedle mělké čistící litorální zóny (alespoň 2/3 plochy) nutná i část, kde jezírko dosahuje potřebné hloubky alespoň 1,5-2 m (pro koupání i pro udržení kvality vody). Jak vidno, požadavky jsou různé podle různých záměrů a účelů.

Navrhovaná horní tůňka: Jako nejvhodnější se jeví malá periodicky průtočná tůň, mírně zahloubená, s menším vzdouvacím prahem na výtoku, z různorodého kameniva, šterku a písku. Pro lepší funkci zpomalení rychlosti vody i přirozenějšího vzhledu bude tůňka kaskádkovitá, voda z trubky bude padat do menší prohlubně za kameny a až odtamtud bude přetékat do tůňky.



Obr. 92-93 „vzorové“ kaskádovité tůňky, stejné místo 2x (Přítok Rolavy, Krušné hory, vlastní foto)

Bohužel z důvodu zahloubení koryta (pokud nepřijmeme variantu zasypaní a vyvýšení nového dna) bude vzdouvací kamenný práh na výtoky vyšší a robustnější, než by odpovídalo přirozenému toku (varianta 1). Ve variantě 2 je zvolena dřevěná přehrážka tvořená kulatinou, zaraženou do dna, která drží další klády, umístěné vodorovně a zapuštěné do břehů.



Obr. 94 – 95 Příklady dřevěných přehrážek. Vlevo Rokytnice n.Jiz, vlastní foto, vpravo Ralsko, <https://www.jiritaus.cz/fotky/1665-hrazeni-bystriny-pod-nedamami>

Nepropustnost lze okrasným zahradním tůňkám zajistit nepropustnou fólií, nicméně do přírodních tůňí fólie nepatří.

Je to cizorodý prvek, má jen omezenou životnost a především uzavřený systém neplní účel a smysl jako biotop, který komunikuje s okolní půdou („zemním tělesem“ - Holzer, 2011). Holzer buduje s velkým

úspěchem jezera, nádrže a tůň i v suchých oblastech a utěšňuje pouze nepropustné jádro hráze (většinou z jílu), které ale musí jít až na nepropustný podklad a spojit se s ním. Toto jádro hráze jde většinou do hloubky několika metrů. Jezera, která buduje, nejsou rezervoárem vody samy o sobě, ale rezervoárem je zde právě ono zemní těleso, do kterého voda z jezera postupně prosakuje a v sušších obdobích naopak dodává vláhu zpět do jezera. Takto však postupuje jen v rovinaté nebo mírně zvlněné krajině. U jezírek ve svahu je již nutné ztuhnout dno, aby se stalo nepropustným.

Při stálém průtoku vody by se pod dnem naší tůň časem vytvořila nepropustná (kolmatační) vrstva sama. Tzv. kolmatační vrstva je několik cm silná vrstva běžného dnového sedimentu, který je proycen a stmelen do nepropustnosti látkami, které vznikají biochemickou cestou v souvislosti s nástupem anaerobity neboli bezkyslíkatého prostředí (obvykle 40-100 cm pode dnem vodoteče). (Štěrbá, 2008).

Pod trubkou je však potok jen občasný, takže s trvalou anaerobitou pode dnem nové tůňky nelze počítat. Proto separační vrstvu vytvoříme ztuhováním dna. Pokud bychom chtěli zvýšit jistotu nepropustnosti a prodloužit délku trvání zavodnění (v létě tůň stejně vyschne), můžeme ji podpořit dodáním několika centimetrové vrstvy jílu.

Jíl se dá zakoupit v Provodínských pískách, a.s. v 77 km vzdáleném Provodíně. (*Provodínské pisky*). Plocha dna tůňky je cca 10 m². Při tloušťce vrstvy 10 cm je to cca 1 m² jílu.



Obr. 96 – 97 Zde k nepropustnosti retenční nádržky stačil pouze místní jíl, ač je umístěna v kopci, na dočasném toku (v době focení suchém) a focena v době déle trvajících sucha. Úbočí Plešivce, Brdy vlastní foto

Navrhovaná dolní nádržka (u varianty 2):

S přirozeným tokem to nemá moc společného, ale je to varianta malého rybníčku, ve kterém se dá i vykoupat, nějakou vodu zadrží a přírodě je více k užítku než ke škodě. Migrační nepropustnost pro ryby na tomto místě není nutné řešit.

Nádržka je větší, než horní periodická tůň a dimenzování hráze/ přehrážky by tomu mělo odpovídat. V projektu je zvolena jednodušší srubová přehrážka prosypaná kamením a šterkem (viz obr. 98), navrchu drnovaná jako na obr. 99 (kromě místa přelivu). Nutno zavázat do břehu minimálně 1,5 m. Dno budoucí nádrže ztuhnout, aby lépe držela vodu. U této dolní nádrže/tůň má použití dodatečně položeného jílu na

zvýšení nepropustnosti více záporů než kladů, návrh s ním zde nepočítá. V době plného naplnění vodou bude mít nádrž plochu cca 73 m².

Nutno věnovat pozornost úpravě pod přepadem. V dopadišti kamenný pohoz prosypaný štěrkokrtí, po cca 7 metrech je podpovrchové křížení s křížení s vysokotlakým plynovodem DN 300. Tam také kamenný pohoz prosypaný štěrkokrtí. Za dopadištěm, mezi těmito dvěma místy, místo pro minitůňku a dále jednotlivé kameny nebo skupinky kamenů, aby se energie toku zpomalila zde a přes místo křížení protékala bez erozních efektů. Detail v místě křížení je nutné projednat se správcí plynovodu.



Obr. 98 – 100 Příklady různých druhů srubových přehrážek, foto z internetu

Obr. 98 <https://prerovsky.rej.cz/clanky/zpravy/504-kolaudace-vodni-nadrze-n2-a-dalsich-souvisejicich-opatreni-u-hradcan-na-morave>

Obr. 99 <http://www.utok.cz/sites/default/files/data/USERS/u24/Hrazeni.pdf>

Obr. 100 https://www.mesto-pisek.cz/html/soubory/_WEB_Studie/_WEB_Mehelnicky/pdf/B/Navrhy_opatreni/SO_12/B_1_SO_12.pdf

6.2.1 Zvláštní pozornost a ochrana při realizaci

Na této lokalitě přirozeně rostou bledule jarní (*Leucojum vernum*), které patří mezi ohrožené druhy a jsou tak zvláště chráněny (Seznam zvláště chráněných rostlin a živočichů podle § 56 odst. 1 a 2 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění a Vyhlášky 395/1992 Sb.)

Je potřeba na ně brát ohled při zemních úpravách, pojezdech mechanizace a ukládání vykopané zeminy.

6.2.2 Obnova a údržba tůň

V průběhu času dochází k zanášení a zazemňování tůň, především spadem listí a dalšího materiálu z okolí, zarůstáním vodními rostlinami a vysycháním.

Tůň obecně je možné obnovovat v různých sukcesních stádiích, od každoroční údržby malého rozsahu až po kompletní odtěžení sedimentů zcela zanesené tůň jednou za několik let.

Zde je vhodnější každoroční údržba, která sice není úplně v souladu s metodologií ekologických tůň, ale tůň v návrhu jsou průtočné (na rozdíl od klasických „ekologických“ neprůtočných) a proto se rychleji zanášejí a také jsou tu i jiné funkce (protierozní a estetické – území na pomezí zahrady a volné krajiny). Rostliny v tůň se sekají a odstraňují v srpnu, čímž zároveň dojde i k odstranění přebytečných živin, které mají vliv na kvalitu vody v tůň. Pobřežní rostliny se stříhají na podzim a (nebo) na jaře. Také by se měl redukovat dřevinný nálet na břehu a 1-2x ročně odstranit sediment.

Pokud se údržba zanedbá nebo se dá úmyslně na nějakou dobu volný průběh sukcesí a dojde k zazemnění, pak obnova by měla probíhat v době, kdy bude mít nejmenší přímý dopad na flóru a faunu. Tedy u vysychajících tůň v době vyschnutí, u nevyschlých v září. V této době již nejsou v tůň přítomni obojživelníci (kteří tůň využívají pro rozmnožování a larvální vývoj) a současně zde ještě nejsou jedinci, kteří do tůň přichází zimovat. U soustavy tůň je ekologického hlediska vhodnější neobnovovat všechny najednou, ale postupně. (Mokřady z.s.)

6.2.3 Výkaz výměr a rámcový rozpočet – varianta 1

V návrhu jsou následující výměry:

Délka upravovaného úseku koryta	80 m
Délka erodovaných úseků	cca 63 m
Průměrná šířka koryta	1 m
Plocha tůň	cca 10 m ²

Odhad spotřeby materiálu:

Kameny různé velikosti (optimálně zaoblené, ne lomový kámen)	40 m ³
Štěrka	40 m ³
Jíl (na zatažení vzdouvacího prahu tůň a na dno tůň)	3 m ³

1 m³ kamení (nebo písku, jílu) je přibližně 1,5 t (*Realma, pískovna Dolany*)

Popis položky	měrná jednotka	jednotková cena	výměra	cena za počet položek
úprava terénu (63 m ²), přemístění materiálu	hod	800	6	4800
zemní práce na místě vzdouvacího prahu tůň	hod	800	4	3 200
hutnění plochy budoucí tůň	hod	800	2	1 600
vytvoření kamenných pohozů, umístění jednotlivých balvanů a skupin balvanů včetně zásypu štěrkem	hod	800	32	25 600
Velké kameny (PK Nestandard)	t	120	60	7 200
Štěrka (PDK 32/63)	t	300	30	9 000
Štěrka (PDK 63/125)	t	300	30	9 000
Doprava kameniva a štěrku				4 375
Utěsnění vzdouvacího prahu jílem + položení jílu na dno tůň	hod	800	5	4 000
Jíl	t	100	4,5	450
Doprava jílu				3 200
Zadrnování vzdouvacího prahu u břehů + místní zadrnování výhonů (dotvoření na místě)	hod	500	6	3 000
Přesun hmot a kapacit (1%)				710
Cena celkem bez DPH		76 135		
Cena celkem s DPH		92 123		

Uvedený rozpočet je orientační, vychází z následujících předpokladů:

- Pro kamení a štěrka je brána zaokrouhlená cena z blízkého lomu Košťálov, který je od místa realizace vzdálen pouze 11 km, jakožto nejjednodušší a nejlevnější možnost. Bohužel zde mají

pouze lomový kámen a pro realizaci je vhodnější ohlazenější povrch. Pokud by se vzalo kamení z vhodnějšího zdroje (např. z pískovny Dolany u Pardubic nebo a Kamene Hradec), bude jednotková cena trochu odlišná a narostla by cena dopravy.

- Vzhledem k tomu, že jde o malou akci soukromého investora, který nelpí na konkrétním termínu realizace, je možné, že se může naskytnout příležitost kamene za odvoz z nějaké boudy z okolí. V takovém případě by se náklady naopak snížily. Výhodou by bylo kromě snížení nákladů také to, že by šlo o místní kámen a pravděpodobně nikoliv ostrohranný.
- V případě zvyšování dna koryta (doporučeno) by se zvýšila spotřeba kamení o cca 10 m³ a štěrku o cca 15 m³ – tj. materiálové vstupy včetně dopravy by se zvýšily o cca 9,5 tis. Kč (bez DPH).
- Pro materiál na zadrnování je předpoklad místního zdroje (z pozemku investora).
- Skutečná cena prací záleží na tom, s jakou firmou se nakonec investor dohodne. Firmy dnes nefakturují podle směrných cen stavebních prací.
- Varianta 1 ctí ekologický přístup - nekáci (s výjimkou případných uschlých stromů) a v tomto případě dává přednost přirozené sukcesi před umělou výsadbou.
- V rozpočtu není zahrnuta přeložka trubního propustku pod cestou. Jak cesta, tak propustek je v majetku města Lomice nad Popelkou, které bude přeložku provádět i financovat.

Vzhledem k tomu, že se jedná o revitalizaci podle zásad metodiky AOPK, lze rámcový rozpočet porovnat se souhrnnými „náklady obvyklých opatření“, které byly k 31.3.2022 aktualizovány (Náklady obvyklých opatření 2022). NOO je nástroj k výpočtu výše příspěvku pro vlastníky a nájemce a k posuzování žádostí a projektů v rámci dotačních programů podporujících péči o přírodu a krajinu. Řešený projekt vzhledem k charakteristice občasné vodoteče asi nemá potenciál pro získání dotace, ale NOO lze použít pro srovnání.

Délka upravovaného úseku – 80 m

Průměrná šířka koryta – 1 m

Řízená renaturace – pomístní zásahy do vodních linií s cílem podpory přirozených korytotvorných procesů – 1 650 Kč / m²

80 x 1 x 1 650 = 132 000 Kč

Případně: Revitalizace koryta drobného vodního toku – 1 200 Kč / m²

80 x 1 x 1 200 = 96 000 Kč

Nutno ovšem dodat, že v obou souhrnných položkách NOO by mělo být započteno vše, včetně projektu, administrativy, jednání s úřady a následné výsadby, což v uvedeném rozpočtu zahrnuto není.

6.2.4 Vegetační doprovod

Přirozené břehové a doprovodné porosty podporují stabilizaci koryt, vytvářejí přirozené tvarové členitosti koryta, usměrňují a zpomalují povodňové proudění, zachycují povodňové splávi, podporují zasakování vody v nivě, a podporují i filtraci vody, jsou biotopem mnoha druhů organismů a mají i řadu dalších funkcí. Druhové složení porostů by mělo odpovídat společenstvu konkrétního regionu a daného stanoviště. Břehový porost by měl být i optimálně členitý – věkově, prostorově, srtukturně. Přirozené břehové porosty nepokrývají souvisle každý metr břehu, přítomnost nezastíněných pasáží břehů patří rovněž k ekologicky žádoucí členitosti vodního toku. (Just, 2020)

Co se týče tůní, z ekologického hlediska je vhodné nechat nově vybudované tůně ve volné krajině zcela samovolnému vývoji, nepřesouvat tam živočichy ani neosazovat rostlinami odjinud. Z hlediska údržby pak není vhodné vysazovat na břehu tůní s malým nebo žádným průtokem dřeviny vůbec (viz kapitola 6.2.2 Obnova a údržba tůní).

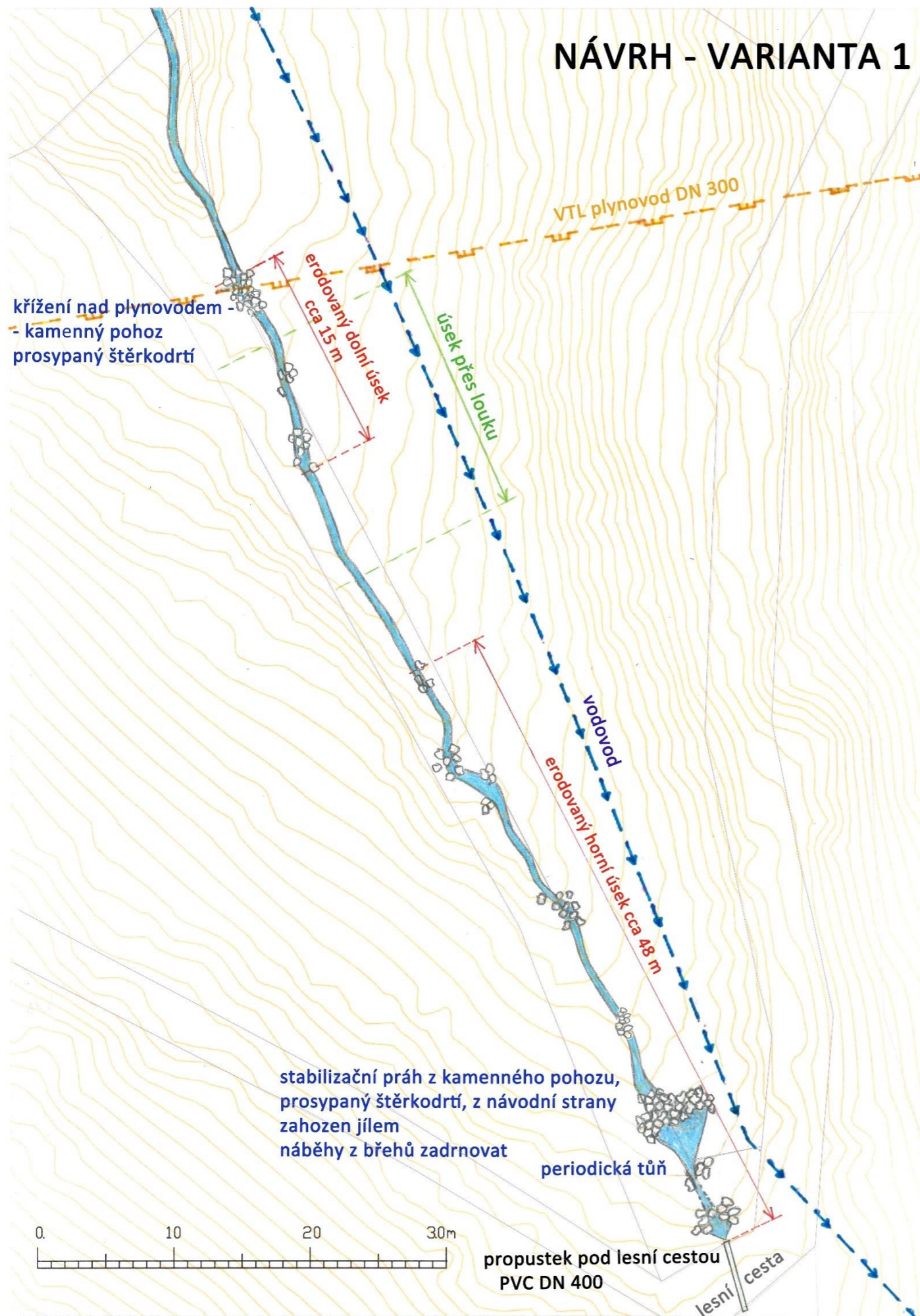
Výsadba dřevin: umělá obnova je vhodná tam, kde je přirozená obnova vhodných druhů dřevin nedostatečná či nevhodná, což v řešeném území evidentně není. „Samovolná obnova porostů, která je zadarmo a dovoluje si luxus přirozeného výběru nejodolnějších jedinců, drahé a neduživé výsadby často nejen dožene, ale také předežene.“ (Just, 2020)

Navíc v řešeném území dřeviny nechybí. Po levé straně potoka je les, který v dolní části pozemku je přerušen průsekem kvůli ochrannému pásmu VTL plynovodu (v návrhovém půdorysu označený jako „louka“). Po pravé straně je úzká potoční niva, v níž řídkce a nepravidelně rostou vrby. Niva tak poskytuje akorát přiměřeně světla, další osázení by nebylo ku prospěchu. Dále (a výše) od břehu je již přirozený zápoj. Níže po proudu opět docházíme k průseku, který jde kolmo k potoku.

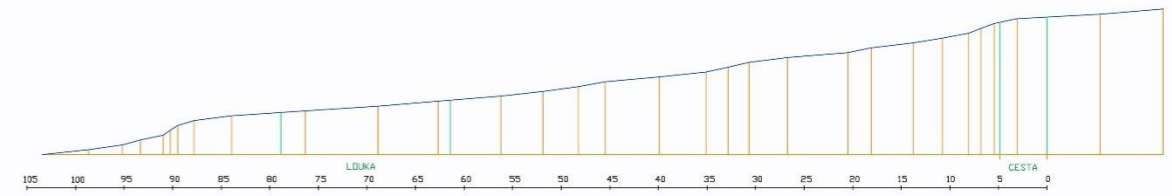
Z toho všeho plyne, že jediná nutná a vhodná výsadba je zadrnování kamenných prahů a kamenných výhonů v korytě, směrem od břehů. Pokud dojde pojezdem mechanizace kvůli úpravám koryta k rozsáhlejší devastaci současného řídkého vrbového porostu u horní části potoka, je možné ho zase doplnit, ale na to stačí zapíchané vrbové řízky na břehové hraně. S rozmyslem, aby se to nepřehnalo, tato část by měla zůstat prosvětlená a lze předpokládat samovolnou obnovu. Stačí pár skupinek zapíchaných řízků (dle aktuální devastace po úpravách), skupinky velmi řídkce rozmístěné.

Tento pozemek lze však také považovat za přechodné území mezi zahradou a volnou krajinou. Vegetační úpravy nejsou nutné, ale pokud majitelé mají představu spíše zahradní úpravy, tak je možná výsadba z vhodně volených rostlin – se zaměřením na vlhkomilné, trvalky. Optimálně z okruhu potencionální přirozené vegetace (Neuhäuslová et kol. 1997), ale to bychom měli velmi omezený výběr. Určitě by se měla vyvarovat invazivních rostlin. Tímto je nutné škrtnout z repertoáru vlhkomilných i případných vodních rostlin například zajímavé žluté toulce kapsovce (*Lysichiton americanus*), žlutě kvetoucí kolotočnický ozdobný (*Telekia speciosa*), žlutě kvetoucí hluchavku s panašovanými listy pitulník postříbřený (*Galeobdolon argentatum*) nebo modře kvetoucí vodní rostlinu modrásku (*Pontedria*). Krásně fialově kvetoucí kyprej vrbice (*Lythrum salicaria*) je z tohoto pohledu na hraně. Bývá doporučováno odkvetlé stonky včas odřezat, aby se příliš nerozsemnila.

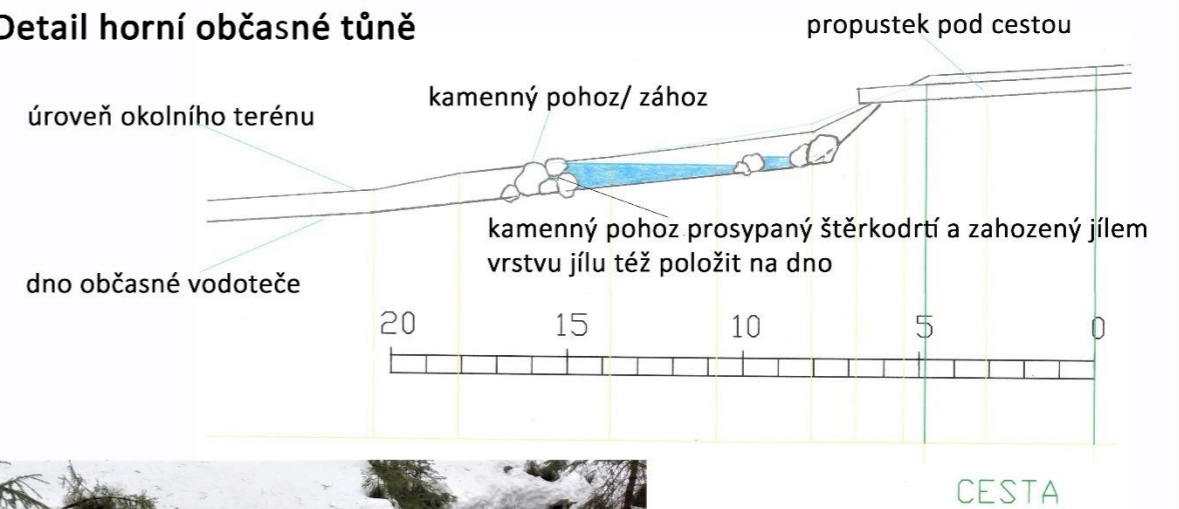
Závěrečný návrh výsadby trvalek pro účely závěrečné práce na katedře zahradní architektury vychází z předpokladu řešeného území jako zahrady. Byl zpracován pro projektovou variantu 2 a bere v potaz pouze stanovištní podmínky.



Řez celého řešeného území občasné vodoteče



Detail horní občasné tůně



Inspirační obrázek k horní stupňovité tůni

Voda z trubky padá přes kameny a teče přes dvě malé prohlubně za kameny, které vytvářejí přírodní stupňovitost
Foto: autorka

Inspirační obrázky k vedení potoka

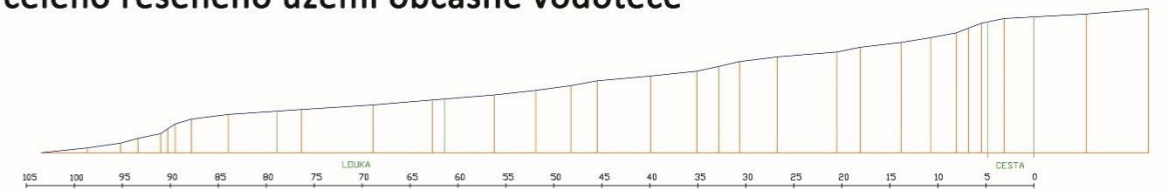


v trase vodoteče v řešeném úseku volně uložit balvany různých velikostí, jak jednotlivě, tak občas na vhodném místě skupiny až pohoz, aby se vytvořilo střídání mělčin a tůní. Větší náběhy lze směřem od břehu drnovat
Foto: autorka

NÁVRH - VARIANTA 2



Řez celého řešeného území občasné vodoteče

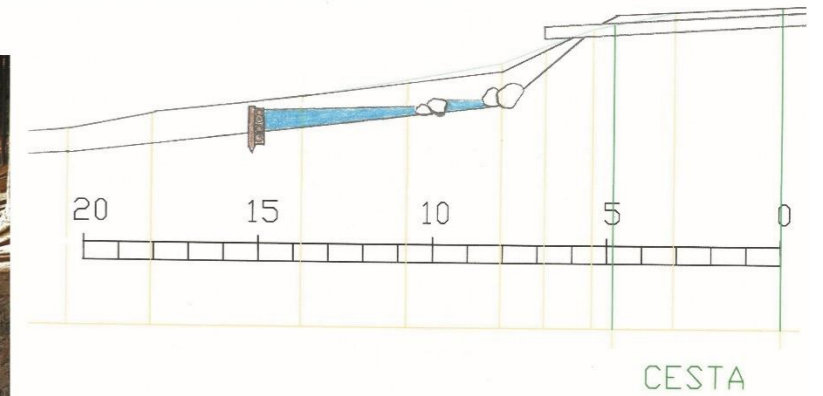


Inspirační obrázky k přehrážce

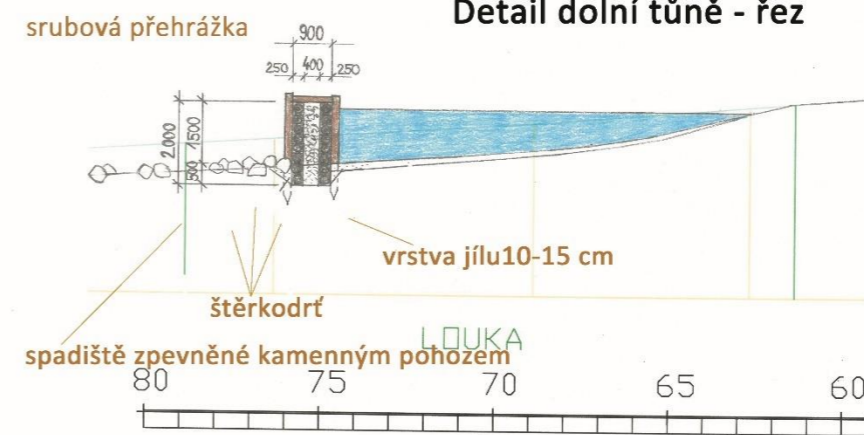


stabilizační přehrážka - kulatina zaražená do dna, která drží další klády, seříznuté do hranolu, umístěné vodorovně a zapuštěné do břehů Zdroj: vlevo vlastní foto, vpravo internet

Detail horní občasné tůně - řez



Detail dolní tůně - řez



Inspirační obrázky k srubové přehrážce

Zdroj: internet

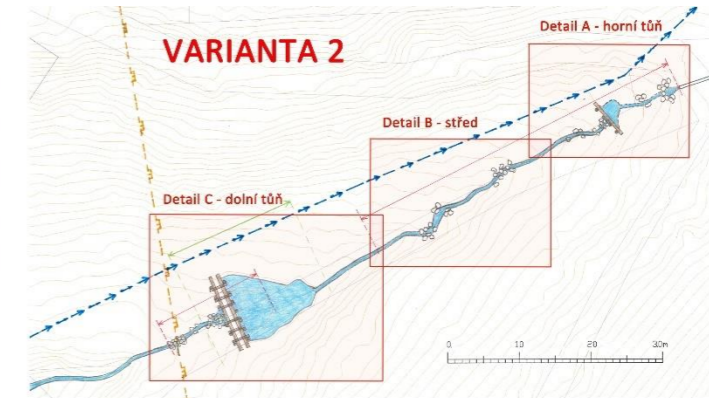


OSAZOVACÍ PLÁN - DETAIL A - horní tůň

		cm	ks	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Asp	<i>Asplenium scolopendrium</i> (jelení jazyk)	40	3								
Dry	<i>Dryopteris dilatata</i> (kaprad' rozložená)	80-90	4								
Act	<i>Actaea (Cimicifuga) racemosa</i> 'ATROPURPUREA' (štěn)	150-200	2								
Alch	<i>Alchemilla mollis</i> (kontryhel měkký)	40	5								
Aru	<i>Aruncus dioicus</i> (udatna lesní)	100-150	1								
AsrC	<i>Astrantia</i> 'CLARET' (jarmanka)	40-60	2								
AsrA	<i>Astrantia major</i> 'ALBA' (jarmanka větší)	80-100	2								
AstE	<i>Astilbe japonica</i> 'ELLIE' (čechrava)	40-60	3								
AstP	<i>Astilbe</i> 'YOUNIQUE SILVERY PINK' (čechrava)	30-40	2								
HoJ	<i>Hosta</i> 'JUNE' (bohyška)	30-40	1								
HoA	<i>Hosta fortunei</i> 'AUREOMARGINATA' (bohyška)	40-60	1								
HoP	<i>Hosta</i> 'POTOMAC PRIDE' (bohyška)	60-70	1								
HoS	<i>Hosta</i> 'SWEET SUSAN' (bohyška)	40-50	1								
HoQ	<i>Hosta</i> 'QUILL' (bohyška)	25-30	1								
Hol	<i>Hosta</i> 'INVINCIBLE' (bohyška)	35-45	2								
Prj	<i>Primula japonica</i> 'MILLER'S CRIMSON' (prvosenka japo)	40-50	4								
Prd	<i>Primula denticulata</i> (prvosenka zoubkovaná)	15-30	10								



Actaea r. ATROPURPUREA *Aruncus dioicus*



Primula dentata

Primula japonica

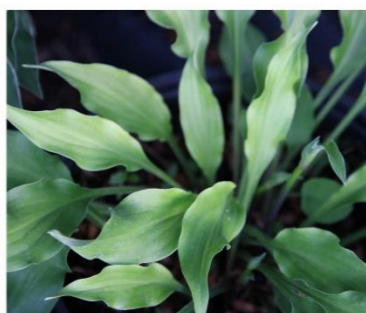
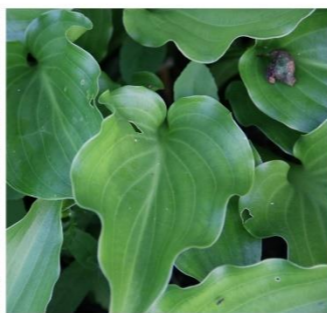
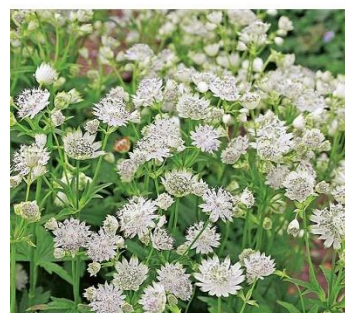
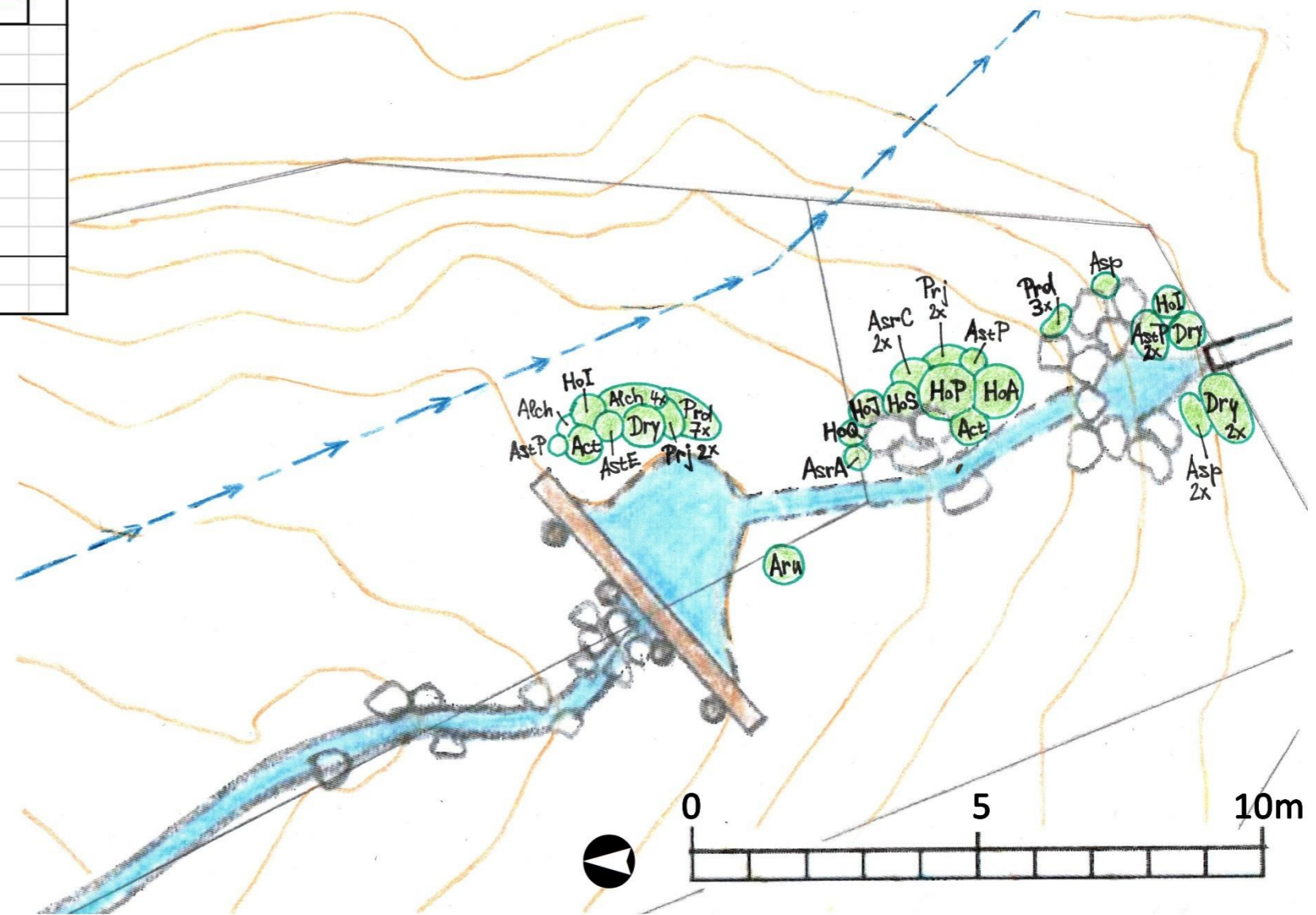
Alchemilla mollis



Dryopteris dilatata

Astilbe ELLIE

Astilbe SILVERY PINK



Astrantia ALBA

Astrantia CLARET

Asplenium scol.

Hosta AUREOMARGINATA / INVINCIBLE

JUNE

POTOMAC PRIDE

QUILL

SWEET SUSAN

OSAZOVACÍ PLÁN - DETAIL C - dolní tůň

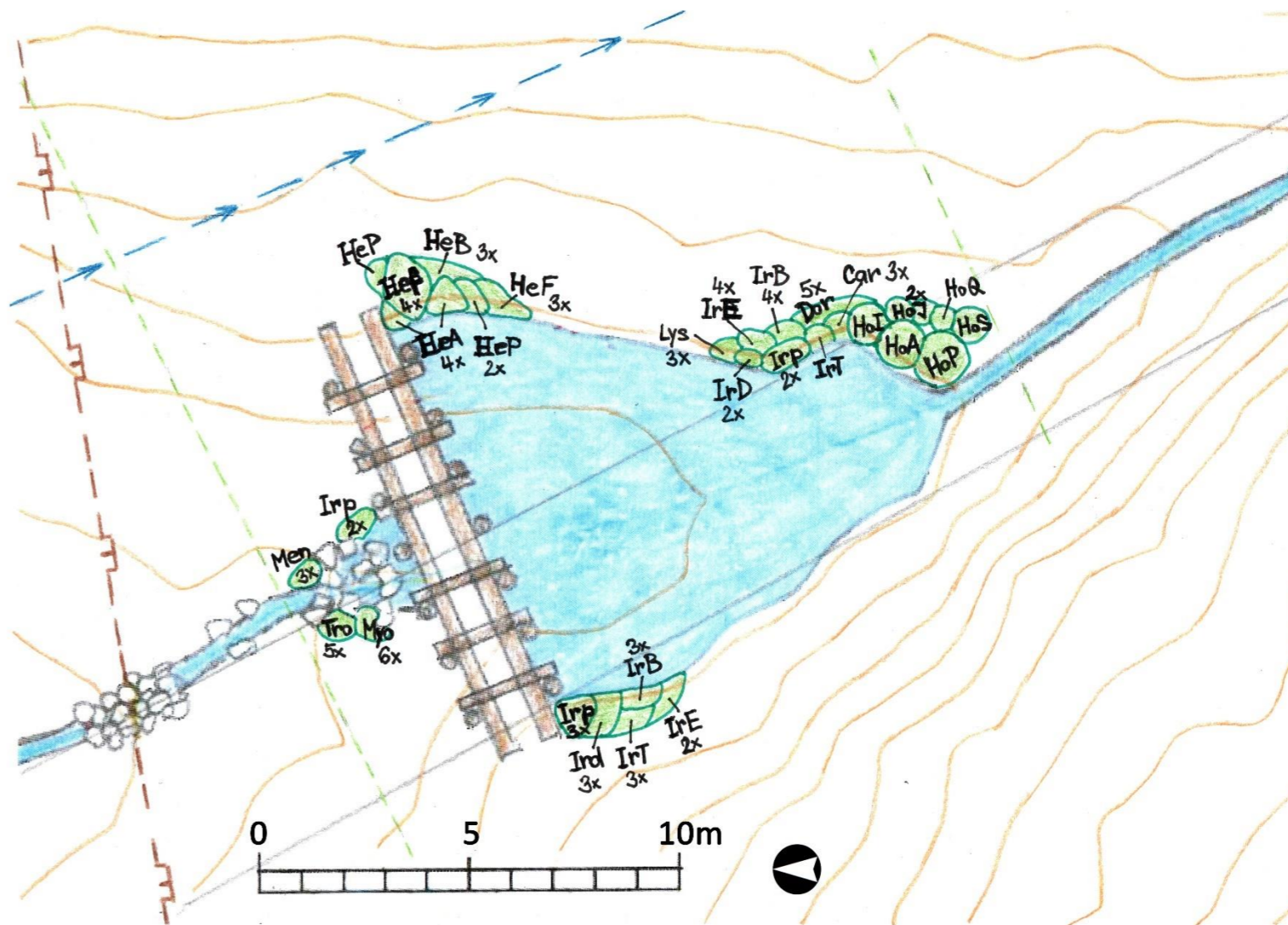
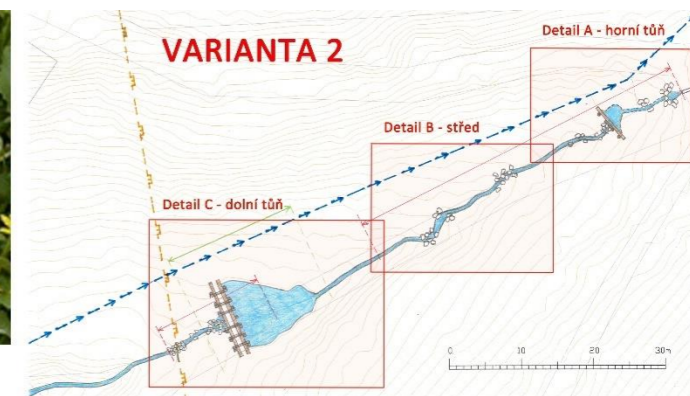
		cm	ks	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Car	<i>Carex grayi</i> (ostřice Grayova)	50-80	3								
Dor	<i>Doronicum orientale</i> (kamzičník)	40	5								
HeA	<i>Hemerocallis</i> 'ATEN' (denivka)	80-100	4								
HeB	<i>Hemerocallis</i> 'BONANZA' (denivka)	50-60	3								
HeF	<i>Hemerocallis</i> 'FRANS HALLS' (denivka)	60-80	3								
HeP	<i>Hemerocallis</i> 'PURPLE WATERS' (denivka)	80-100	2								
Hef	<i>Hemerocallis fulva</i> (denivka)	50-100	4								
HeP	<i>Hemerocallis</i> 'PRIMAL SCREAM' (denivka)	80-100	1								
HoJ	<i>Hosta</i> 'JUNE' (bohyška)	30-40	2								
HoA	<i>Hosta fortunei</i> 'AUREOMARGINATA' (bohyška)	40-60	1								
HoP	<i>Hosta</i> 'POTOMAC PRIDE' (bohyška)	60-70	1								
HoS	<i>Hosta</i> 'SWEET SUSAN' (bohyška)	40-50	1								
HoQ	<i>Hosta</i> 'QUILL' (bohyška)	25-30	1								
HoI	<i>Hosta</i> 'INVINCIBLE' (bohyška)	35-45	1								
Irp	<i>Iris pseudoacorus</i> (kosatec žlutý)	50-150	7								
IrB	<i>Iris ensata</i> 'BAMBINO' (kosatec japonský)	60-80	7								
IrT	<i>Iris ensata</i> 'TRIOMPHE' (kosatec japonský)	80-100	4								
IrD	<i>Iris sibirica</i> 'DREAMING YELLOW' (kosatec sibiřský)	80	5								
IrE	<i>Iris sibirica</i> 'EGO' (kosatec sibiřský)	60	6								
Men	<i>Mentha aquatica</i> (máta vodní)	20-50	3								
Lys	<i>Lysimachia punctata</i> (vrbina tečkovaná)	50-80	3								
Myo	<i>Myosotis palustris</i> (pomněnka bahenní)	20-30	6								
Tro	<i>Trollius europaeus</i> (upolín evropský)	40-60	5								



Carex grayi



Doronicum orientale



Hemerocallis BONANZA / FRANS HALLS / PURPLE WATERS / PRIMAL SCERAM

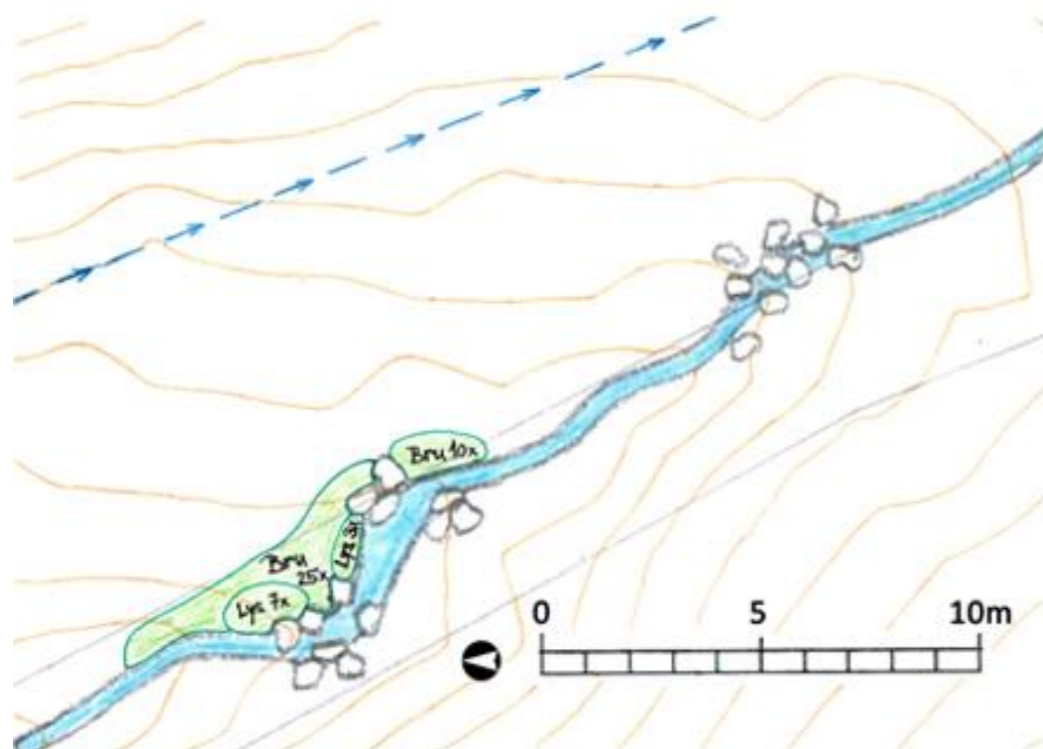
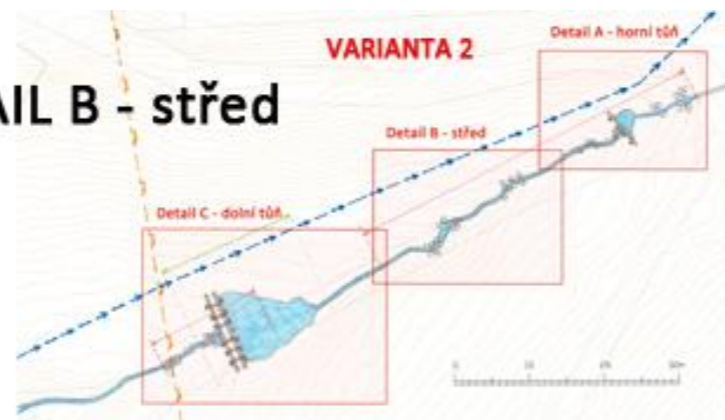


Hemerocallis fulva Hemerocallis ATEN Iris pseudoacorus



Iris ensata BAMBINO Iris ensata TRIOMPHE Iris sibirica DREAMING YELLOW Iris sibirica EGO

OSAZOVACÍ PLÁN - DETAIL B - střed



Lysimachia punctata



Brunnera macrophylla

		cm	ks	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Bru	<i>Brunnera macrophylla</i> (pomněnkovec)	20-40	35								
Lys	<i>Lysimachia punctata</i> (vrbina tečkovaná)	50-80	10								

Obrázky k detailu C



Trollius europaeus



Myosotis palustris



Mentha aquatica

VIZUALIZACE pro VARIANTU 1 (brzo na jaře)



stav před úpravou (brzo na jaře)



7 Diskuze

- Rešerše

Rešerše je zaměřena na vodu v krajině, fungování říčních krajin a vývoj antropogenních zásahů do říčních krajin.

Lidé ovlivňovali říční krajiny od nepaměti, ať už úmyslně (rybníky, mlýnské a jiné náhony, splavňovací zásahy) nebo neúmyslně (vykácení velké plochy lesů v podhorských a pramenných oblastech nástupem zemědělství vedlo k větším a ničivějším povodním na dolních tocích). (Kender, 2004)

S nástupem průmyslové revoluce, kdy začaly být k dispozici takové technické prostředky, které dříve nebyly k dispozici, spolu s větším zalidněním a větším tlakem na získávání další orné půdy a zabírání dalších území pro zástavbu, nabyly zásahy do krajiny takových rozměrů, že začaly likvidovat její přírodní hodnoty i omezovat důležité funkce říčních krajin i malého koloběhu vody. Nejzávažnější negativní vlivy v tomto smyslu byly pak spojeny s intenzifikací zemědělství, zvláště v pojetí socialistického hospodaření (rozorávání mezí, přehnojování polí a především melioracemi, které byly v éře pozdního socialismu leckde prováděny i tam, kde to ekonomicky nemělo velký efekt a z ekologického hlediska to bylo vyložené škodlivé). (Kender, 2004)

Toto vše, spolu se zvyšováním teplot vlivem klimatických změn, vede k problémům hydrologických extrémů (hrozba sucha i větších bleskových povodní), a čím dál více je zjevná nutnost nápravy.

Od 60. let dvacátého století se začaly ve světě objevovat snahy o zlepšení poškozených krajin. V různých zemích se rozvíjely různě, nejdříve v USA a v západoevropských zemích. Na základě těchto snah a podnětů se od poloviny 90. let 20. století začaly v Severní Americe a západní Evropě přijímat nové principy ekologického managementu řek, podpořené i různými zákony, úmluvami a směrnicemi. Za zlepšení kvality vodního prostředí se již nepovažovalo jen pouhé snížení znečištění vody. Jedním z necharakterističtějších nástrojů obnovy řek v USA se stalo odstraňování přehrad a jezů. American Rivers, prominentní ekologická skupina se sídlem v USA, zahájila v 90. letech kampaň zaměřenou na odstraňování přehrad a provádí každoroční sčítání přehrad odstraněných od té doby. Na amerických tocích a řekách zůstává přítomno zhruba 80 000 přehrad. American Rivers však uvádí, že od roku 1912 do 2017 bylo odstraněno asi 1400 přehrad, z toho více než 70 % od roku 1999 (Sneddon, 2017).

V Evropě existuje hnutí „European Dam Removal movement“ s vizí evropských volných toků. Podle nich je v Evropě přes milion přehrad a jezů. Dle jejich údajů bylo v únoru 2022 odstraněno již téměř 5 tisíc těchto bariér. (*dam removal europe*).

Nicméně těžiště revitalizací v Evropě jsou potoky a řeky. V rešerši jsou podrobněji zmíněné některé komplexnější projekty revitalizací řek z Německa, Dánska a Velké Británie.

23. října 2000 byla přijata Směrnice Evropského parlamentu a rady O rámcích vodní politiky, která považuje v dobrém stavu primárně toky přírodní, technicky neupravené a pro technické zásahy předpokládá dobré zdůvodnění. (Just, 2021. Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES)

Do České republiky začaly jednotlivé informace pronikat už před 1989, ale k realizacím začíná docházet až od 90. let. V roce 1992 vznikl Program revitalizace říčních systémů (PRŘS) řízený Ministerstvem životního prostředí s cílem nápravy narušení vodního režimu krajiny a jeho obnovy, tvorby nových vodních ploch a mokřadů, zvýšení retence a biodiverzity. Počáteční pokusy tím, že neodstraňovaly hlavní příčiny degradace (opevnění, napřímení a zahloubení koryt), neměly skutečného většího revitalizačního efektu a pozornost investorů čerpajících dotace se soustředila hlavně na výstavbu malých

vodních nádrží (případně údržbu stávajících). Důvodem bylo, že hlavně zpočátku správci toků nebyli ochotni ani schopni liniové revitalizace provádět a také byl problém s výkupem nebo pronájmem pozemků. (Paterová, 2016) Nicméně přesto pod tímto programem vznikaly revitalizace, na kterých se získávaly zkušenosti a poučení a spolu se zahraničními zkušenostmi vznikala metodika, která stanovuje zásady vedoucí k funkčně úspěšným revitalizacím.

V roce 2007 přešel PRŘS pod Operační Program Životní prostředí (OPŽP), který je primárně financovaný z fondů EU a řídicím orgánem je MŽP ČR. Program se skládá z prioritních os, které zahrnují různé oblasti. Osa týkající se revitalizací vodních toků se dříve řadila pod číslo 6 s názvem Zlepšování stavu přírody a krajiny, nyní to je prioritní osa 4 s názvem Ochrana a péče o přírodu a krajinu (Paterová 2016, Limrová 2014, *Operační program životní prostředí*).

Vývoj revitalizací vodních toků šel od počátečních ne příliš účinných vkládání přepadových stupínků do opevněných lichoběžníkových koryt (do roku 2000), přes pouhé odstranění opevnění, které bylo nahrazeno kamenitými a balvanitými strukturami (kolem roku 2000), opevněné hluboké vlnovice (nepříliš správný postup), vykamenované bobové dráhy (už mělčí a zvlněná koryta, ale panovaly obavy ze stability), až po postupně se prosazující poznatky z hydromorfologie: základem stability a členitosti horizontální i vertikální je sled tůní (u nárazových břehů) a brodů (ve dně koryta v přechodu mezi oblouky), je lepší revitalizovat celý říční pás, než jen samotné koryto (rostou nároky na pozemky), počítá se s následným vývojem koryta, více se pracuje s proměnlivostí šířek koryta a jeho hloubkovým členěním tůněmi, bere se v potaz i důležitost říčního dřeva. Jako konečný cíl jsou přírodní předlohy, počítá se s tím, že velkou část práce odvede vodní tok sám. (Just, 2020)

Ale ne všude došla osvěta přírodních revitalizací. I dnes jsou někde braná technická opatření jako samozřejmá a nutná. Vedle setrvačnosti inženýrsky vzdělaných správců toků nebo starostů, na které tlačí občané, bojící se povodňových škod, to může být i nedostatek znalostí o říčních systémech. Můžou k tomu přispět i publikace jako Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží (Vokurka, Zlatuška, 2020), která je pravděpodobně technicky dokonalá, ale nevyšla v 60 letech, ale předloni a vůbec nezduvodňuje, proč a kde by se ony hrazenářské zásahy měly provádět, že takové zásahy mohou být uplatňovány jenom v poměrně úzce vymezených úsecích nebo místech vodních toků, kde jsou pro to dostatečně pádná zdůvodnění (např. stabilitní či protipovodňová ochrana budov, komunikací apod.), nezmiňuje nepříznivé dopady na morfologii toku, hospodaření s vodou, migrační propustnost, a spíše vzbuzuje v inženýrských adeptech představu, že právě takto by se s vodotečemi mělo nakládat. (Just, 2020). Což je v rozporu se Směrnicí EU o rámcích vodní politiky (viz výše).

Nejen nedostatečná osvěta, ale i betonářská lobby je cítit za prioritními snahami zastavět přehradami vše, co je možné, místo prioritního zájmu o zvýšení krajinné retence. Pokud nebude dostatečná retence a malý vodní okruh nebude v pořádku, nebude ani co do těch přehrad zachytávat.

O projektu D-O-L ani nemluvě, ale ten je již snad naštěstí mimo hru.

Ale nejen nedostatečná osvěta nebo finanční zájmy betonářů, ve hře je také velká míra poškození. V minulosti bylo za dlouhá léta a většinou za veřejné peníze poškozeno mnoho kilometrů vodotečí a mnoho km² jejich povodí a náprava jde jen velmi pomalu, jsou jen omezené zdroje finanční a lidské. Proto se objevují i soukromé iniciativy „ze zdola“, kterou je například Občanské sdružení Živá voda, které přišlo s myšlenkou mapovat území v dosahu souznicích dobrovolníků, kde je proveden aktuální terénní průzkum a návrh opráření. Na ta pak Sdružení založilo veřejnou sbírku, na které se shromáždí prostředky, které se pak můžou spolu s případnými granty alokovat na některý z konkrétních projektů. Sdružení má napojení na přední odborníky na revitalizace a kvalitu vody, ale spolupracuje i s jinými odborníky. Na Broumovsku

už mají i jednotlivé menší realizace. Údaje jsou převzaty z jejich internetových stránek. (*Spolek Živá voda*, 2018)

- **Projekt**

Jak již bylo napsáno v kapitole 6.2, návrh je vypracován pro 2 různé varianty priorit.

Varianta 1 se snaží přiblížit přírodě blízkému stavu podle zásad revitalizačních opatření, sepsaných Justem (2005, 2018, 2020) a Vránou (2004). Vzdouvací kamenný práh pod horní tůňkou vypadá na výkresu brutálně nepatřičně, ale pokud chceme, aby se tam voda udržela, je nutné udělat vzdouvací objekt tak, aby měl šanci fungovat. Důvodem je i nepřiměřené erozní zahloubení koryta. V korytě o správné hloubce se průtočná tůň tvoří zahloubením prostředku tůně, práh zůstává ve dně koryta a proto může být nízký a tudíž trvanlivý. Kdežto v případě, kdy se nebude dno koryta zvyšovat, máme dané hloubky tůní a je tedy nutné vyzdvihnout přepad. Nicméně náběhy ze břehů se budou svrchu drnovat, takže ve výsledku by potok měl vypadat celkem přírodně.

V tomto řešení by se tedy nezvyšovalo dno, pouze by se vkládaly občasné pohozy jako prahy až skluzy nebo jen skupiny kamenů, aby se rozčlenilo koryto na klidnější a proudné úseky. Nicméně je to trochu kompromisní řešení s ohledem na množství materiálu a tedy cenu. Lze jen předpokládat, že voda si dotvoří koryto tak, jaký byl záměr projektu.

Správnější, užitečnější, ale dražší postup je vyzvednout dno koryta (kamenno-šterkovým zásypem, dřevní hmotou – větve, kmeny, případně pařezy) (Just, 2018, 2020) do rozumné výšky, z kterého by mírně vyčnívaly jednotlivé balvany, skupiny kamenů nebo kamenné prahy a skluzy. Také by byla větší jistota následného fungování podle záměru.

Dolní retenční nádržka (rybníček) z varianty 2 má své klady i zápory. Nachází se níž po proudu, kde už občasný potok začíná mít vodu průběžně, nicméně pořád je to jen začátek potoka. Vodní plocha, zvláště taková, ve které se dá i vykoupat, je velmi příjemné obohacení prostoru u obytného domu. Určitě bude mít vodu déle, než horní občasná tůňka, ale co se týče koupání, pravděpodobně bude mít dobrou kvalitu vody jen na jaře a na podzim, tj. v chladnějších obdobích. V létě bude nižší pravděpodobnost kvalitní vody, možná bude i suchá úplně. Také bude mít srubová konstrukce omezenou životnost. Nicméně pokud by tam byla touha po rybníčku, za pokus to stojí. Ostatně, v dnešní době stoupá obliba otužování a mít rybníček pod svým domovem je skvělá věc.

Pro následnou výsadbu v tomto případě není z přírodně-ekologického pohledu důvod (Just, 2020), také se v řešeném území vyskytují chráněné bledule jarní, nemělo by se jim poškozovat stanoviště.

Nicméně toto území lze považovat za přechodné území mezi volnou přírodou a zahradou. Proto byl pro účely závěrečné práce na katedře zahradní architektury pro variantu 2 vypracován návrh výsadby trvalek, který vychází z předpokladu řešeného území jako zahrady a bere v potaz pouze stanovištní podmínky.

8 Závěr

Cíle projektu byly splněny.

Byly zanalyzovány vstupní podmínky (současný stav, širší vztahy a jiná data z mapových portálů).

Délka katastrální parcely investora, na které se nalézá upravovaný úsek občasného potoka je 97 m, upravovaný úsek potoka je o něco kratší, cca 80 m.

Byl zpracován výpočet pro různé kombinace průměrů a sklonů propustku a byl vypracován návrh ve dvou variantách.

První varianta pro přístup co nejbližší přírodnímu stavu, ovšem se zamezením další eroze, druhá varianta s vodním prvkem časově omezeně využitelným i pro koupání.

Přeložení propustku pod lesní cestou na menší sklon (2% z původních 12%) bude třeba vyjednat s vlastníkem lesní cesty (Město Lomnice nad Popelkou).

Pro odstranění eroze byla navrhuta pod propustkem kaskádovitá tůň, ve které byl použit jako vzdouvací objekt kamenný práh prosypaný štěrkem a z návodní strany zahozen jílem. Dále byly v korytě vloženy jednotlivé balvany, skupiny kamenů, kamenné pohozy, použito zadrnování kamenných výhonů.

Ve variantě 2 byly kromě toho použity i přehrážky, nahoře jednoduchá dřevěná (místo kamenného vzdouvacího prahu ve variantě 1), dole dřevěná srubová, zahozená kameny a štěrkem, navrchu zadrnovaná.

Na konci řešeného území pod potokem prochází VTL plynovod, tedy bude nutné projekt koordinovat i se správcem plynovodu.

9 Literatura

- Arzet, K. - Joven S. The Isar Experience – Urban River Restoration in Munich. Wasserwirtschaftamt Bayern, Dostupné z: https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf
- Covich, A. 2000. Biocomplexity and the future: The need to unite disciplines. *BioScience* 50: 1035
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz [online]. Hochwasserschutz in Bayern. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://translate.google.com/translate?hl=cs&sl=de&u=https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/index.htm&prev=search&pto=aue>
- Drabinová, S. *Tzbinfo* [online] Modro-zelená infrastruktura změní podobu měst. Pokud ji budeme umět vytvořit. 17.2.2021 [cit. 2022-02-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/21870-modro-zelena-infrastruktura-zmeni-podobu-mest-pokud-ji-budeme-umet-vytvorit>
- Dvořák, J - Maštera J. 2015. Budování a obnova drobných vodních ploch (tůň). [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/31896647-Budovani-a-obnova-drobnych-vodnich-ploch-tuni.html> nebo archivu www.csop.cz
- Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území, 2002, dokument MZE a MŽP, dostupné on-line z <http://eagri.cz> › public › web › file › Generel_uze [cit. 2022-02-15]
- Hart, D - Leroy, P. A Special Section on Dam Removal and River Restoration. 2002/08. *BioScience* Vol.52, No 8
- Holzer, S. 2011. *Wueste oder Paradies*. Leopold Stocker Verlag, Graz 2011.
- Chytrý, M et kol. 2010. Katalog biotopů České republiky. AOPK.
- Just, T. 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3. ZO ČSOP Hořovicko, Ekologické služby s.r.o., AOPK ČR, Ministerstvo ŽP ČR, Praha.
- Just, T. 2018. Příklady revitalizací vodních toků ve volné krajině, doplněk k Navrhování revitalizací vodních toků v nezastavěné krajině. AOPK ČR; 1/2018
- Just, T. et kol. 2020. Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků: Revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů. Metodika AOPK ČR
- Just, T. 2021. Recenze na Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží. *Ochrana přírody*, ročník 76, číslo 2/2021.

Katalog trvalek, 2005. Svaz školkařů České republiky, vydalo Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

Kender, J. 2004. Voda v krajině. Consult Praha pro MŽP a AOPK ČR.

Limrová A., 2014. Operační program Životní prostředí na přelomu dvou programových období. *Ochrana přírody*, 69, 5, 14-17.

Lubchenco, J. 1998. Entering the century of the environment: A new social contract for science. *Science* 279: 491-497.

Ludwig, D – Mangel, M – Haddad, B. 2001. Ecology, conservation, and public policy. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 481-517++

Muenchen.de, Das offizielle Stadtportal. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:22321bc5-8f64-40ac-b835-a671b715ca2b/isar-plan_flyer_de.pdf

MŽP, tiskové zprávy [online] MŽP odsouhlasilo 21 nových lokalit k zařazení do tzv. generelu vodních nádrží. 30.6.2020 [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20200630-MZP-odsouhlasilo-21-novych-lokalit-k-zarazeni-do-generelu-vodnich-nadrzi

Náklady obvyklých opatření. [online] 31.3.2022 [cit. 2022-04-08]. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/aopk-cr-informuje/aktuality/mzp-prave-zverejnilo-nove-naklady-obvyklych-opatreni/>

Neuhäuslová et kol. 1997 *Mapa potenciální přirozené vegetace*, Praha, Academia, mapa dostupná z <https://mapy.nature.cz>, po přesměrování <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ee190990a1be4ac685d5f7c69c637ae4>

Nijhuis, M. World's Largest Dam Removal Unleashes U.S. River After Century of Electric Production. *National Geographic* [online] 27.8.2014 [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/140826-elwha-river-dam-removal-salmon-science-olympic>

Paterová, Stela. 2016. Revitalizace malých vodních toků v České republice. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie.

Pedersen, M.L., at al.. Restoration of Skjern River and its valley: Project description and general ecological changes in the project area. *Ecological Engineering*. 2007, Volume 30, Issue 2, str. 131-144. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585740600111X#!>

Pohl, M. M. 2002. Bringing down our dams: Trends in American dam removal rationales Journal of the American Water Resources Association, vol. 38, no. 6: 1511-1520

Protržená přehrada na Bílé Desné – vizualizace. [online]. 2016 [cit. 2022-02-14]. Dostupné z https://www.youtube.com/watch?v=doOY8uK_y8o

Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Academia, Studia geographica, Praha.

Restoring Europe's Rivers [online]. Case study: Isar-Plan. 2.1.2019 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3AIsar-Plan

Restoring Europe's Rivers [online]. Case study: Rheinfelden bypass. 9.12.2013 [cit. 2021-03-37]. Dostupné z: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3ARheinfelden_bypass

Restoring Europe's Rivers [online]. Case study: Restoration of the Erft-river in Weilerswis. 6.9.2013 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3ARestoration_of_the_Erft-river_in_Weilerswis

Restoring Europe's Rivers. [online]. Case study: Skjern River Project. 1.6.2017 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3ASkjern_River_Project

Restoring Europe's Rivers. [online]. Case study: River Skerne-Life project. 1.11.2018 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3ARiver_Skerne-_Life_project

Ročenka AOPK ČR za rok 2018 [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/vyrocní-zpravy/>

Ročenka AOPK ČR za rok 2020 [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/vyrocní-zpravy/>

Schaffer, J.A. et kol. 2017. Large-scale Dam Removals and Nearshore Ecological Restoration: Lessons Learned from the Elwha Dam Removals. *Ecological Restoration*, 2017/7, 35:2. p.87-101

Seznam zvláště chráněných rostlin a živočichů podle § 56 odst. 1 a 2 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění. Dostupné z: <https://www.mzp.cz>

Slavík L - Neruda M. 2007. Voda v krajině. Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem.

Sneddon, Ch.S. – Barraud, R. – Germaine, M.A. 2017. Dam removals and River Restoration in International Perspective. *Wateralternatives* 2017, Vol 10, Issue 3, p. 648 -654

Spolek Živá voda,. 2018. Zadrž vody v celé ploše povodí Zdoňovsko. Etapa: Studie proveditelnosti. Prezentace, dostupná on-line z: <https://www.klasterbroumov.cz/galerie/klaster/684/6f01dad4.pdf>

Štěrbá, O. et kol. 2008. Říční krajina a její ekosystémy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

Vivash R - Ottosen O. - Janes M. - Sorensen H.V., 1998. Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: a joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, II—The river restoration works and other related practical aspects. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* **8**: 197-208

Vokurka, A - Zlatuška, K, 2020. Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Vrána, K. et kol., 2004. Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu. Consult Praha, pro Ministerstvu životního prostředí, Praha.

Wasserwirtschaftsamt Muenchen, 2018. Der Isar-Plan „Neues Leben fur die Isar“. [online] Dostupné z: https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/

Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Úřední věstník Evropské unie

Internetové zdroje

Adaptterra Awards, nadace partnerství, lidé a příroda. [cit. 2022-02-06]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/>

Adaptterra Awards [online] databáze příkladů – Nový prostor pro řeku Dyji. 2020 [cit. 29-03-2022]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/cs/Databaze/2020/Novy-prostor-pro-reku-Dyji>

Adaptterra Awards [online] databáze příkladů – Podpora samovolné renaturace řeky Moravy u Štěpánova. 2019. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Podpora-samovolne-renaturace-reky-Moravy>

Adaptterra Awards [online] databáze příkladů – Inovativní postupy zadržování vody v Beskydech. 2020 [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2021/Zadrzovani-vody-v-Beskydech>

Adaptterra Awards [online] databáze příkladů – Revitalizace Černého potoka a jeho přítoků. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Revitalizace-Cerneho-potoka-a-jeho-pritoku>

AOPK ČR [online]. Ceny AOPK ČR uděleny. 28.1.2021 [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/aopk-cr-informuje/aktuality/ceny-aopk-cr-2021-udeleny/>

Cesty venkova. [online]. O mokřadech a tůních. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.cestyvenkova.cz/index.php?id=310>

Česká televize-iVysílání [online] Zatopené osudy 11/13 Nové Mlýny. 2008. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10169746290-zatopene-osudy/408235100191012/>

Český rozhlas - iRozhlas. Konec meandrů? V Německu se připravuje úprava Odry, podle expertů to ohrozí biologickou rozmanitost. [online]. 9.1.2022 [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/nemecko-odra-reka-priroda-upravy-krajiny-lodni-doprava_2201092015_kth

ČHMÚ, Česká televize. [online] Meteorologové vypočítali nové klimatické normály. Ukazují, jak se Česko otepluje. 9.2.2022 [cit. 2022-02-09]. Dostupné z https://ct24.ceskatelevize.cz/pocasi/3439870-meteorologove-stanovili-nove-klimaticke-normaly-ukazuji-jak-se-cesko-otepluje?fbclid=IwAR00GITH_FDjVL-7Czlns75VIPmnggDMST5Zi296I55VyOVg2JissfQutbCk

ČT24 [online] V indických údolích záchranáři hledají 165 lidí, kteří zmizeli po odtržení ledovce. Potvrzených úmrtí je 26. 9.2.2021 [cit.2022-02-14]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/3267150-v-indicky-udolich-zachranari-hledaji-165-lidi-kteri-zmizeli-po-odtrzeni-ledovce>

Dam removal Europe [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://damremoval.eu/>

Envirokop. [online] Revitalizovaný potok Borová.25.10.2016 [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <http://envirokop.cz/?revitalizovany-potok-borova>

Eurovia Vinci, kamenolom Košťálov [online] [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <http://www.euroviakamenolomy.cz/Provozovna/KOS>

Innovation Academy. [online]. Restoration of the Isar river. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.innovation-academy.de/en/renaturierung-der-isar/>

Jižní Čechy, ochrana přírody. [online] [cit.2022-04-02]. Dostupné z: <https://jiznicechy.ochranaprirody.cz/res/archive/230/029061.pdf?seek=1432795577>

Naše voda, informační portál o vodě. [online]. Voda protržené přehrady Malpasset vytvořila vlnu vysokou 40 metrů. 1.12.2019 [cit. 2022-02-14]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/voda-protrzene-prehrady-malpasset-vytvorila-vlnu-vysokou-40-metru/>

Mokřady z.s. [online] Ruční budování tůní [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/Rucni-budovani-tuni.html>

Operační program Životní prostředí, Evropské strukturální a investiční fondy. [online] [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/>

Pražská příroda. [online]. Tůně. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/tune-a-mokrady/tune/> [cit. 2022-01-25]

Provodínské písky. [online] [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://www.pisky.cz/>

Realma, pískovna Dolany. [online] [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.piskovnadolany.cz/prane-kamenivo>

VÚV TGM, - Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka. Příklad opatření na vodních tocích a údolních nivách. [online]. [cit. 2022-04-02] Dostupné z: https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/6_typizovana_lokalita_borova.pdf

<https://cs.wikipedia.org>

<https://en.wikipedia.org>

Wikipedia.org. [online] 1975 Banqiao Dam failure. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/1975_Banqiao_Dam_failure

Wikipedia [online]. Modro-zelená infrastruktura. 8.8.2021 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Modro-zelen%C3%A1_infrastruktura

Živá voda, sdružení pro návrat vody do krajiny [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://zivavoda.biz/o-nas/>

Živá krajina, společně proti suchu. [online]. 2021 [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://spolecneprotisuchu.cz/model-ziva-krajina/>

Milan Havliš – specializované zahradnictví [online]. Dostupné z: <https://www.havlis.cz/index.php>

Puškvorec, zahradní architektura a služby. [online]. Dostupné z: <https://www.puskvorec.cz/zahrada/eshop/5-1-Vlhkomilne-rostliny>

Zahradnictví Flos. [online] Dostupné z: <https://www.zahradnictvi-flos.cz>

Zdroje mapových podkladů

ČUZK. 2020. Katastrální mapy, ortofotomapy, historické snímky. Český úřad zeměpisný a katastrální Praha. - zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz>

<https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

Geologická mapa 1 : 50 000. In: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

Půdní mapa 1 : 50 000. In: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

Přírodní poměry [online]. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z <https://mapy.nature.cz>

Seznam.cz. 2020. Ortofotomapy, základní mapa ČR.– zdroj: <https://www.mapy.cz/>

<https://mapy.nature.cz>

<https://www.google.cz/maps>

Zdroje obrázků u osazovacích plánů

Actaea, *Asplenium*, *Astrantia* CLARET, obě *Astilbe*, *Brunnera*, všechny *Hemerocallis*y, *Hosta* JUNE a AUREOMARGINATA, *Lysimachia*, *Primula japonica*:

Milan Havliš – specializované zahradnictví [online]. Dostupné z: www.havlis.cz

Hosta INVINCIBLE, POTOMAC PRIDE, QUILL, SWEET SUZAN

Puškvorec, zahradní architektura a služby. [online]. Dostupné z: <https://www.puskvorec.cz>

Iris BAMBINO, TRIOMPHE

Lukon Glads s.r.o.. [online]. Dostupné z: www.lukon-glads.cz

Actaea racemosa ATROPURPUREA www.schwitter.ch

Alchemilla mollis www.zahradnictv-eden.cz

Aruncus dioicus www.heureka.cz

Astrantia major www.ireceptar.cz

Carex grayi www.botany.cz

Doronicum orientale www.zahradnictvikrulichovi.cz

Dryopteris dilatata www.botanika.prf.jcu.cz

Iris DREAMING YELLOW www.themanicbotanic.co.uk

Iris EGO www.daylily.phlox.eu

Iris pseudoacoros www.zahrada-cs.com

Mentha aquatica www.flowerpower.com

Myosotis palustris www.zahradnictvi-flos.cz

Primula dentata www.zahradnictviweiss.cz

Trollius europaeus www.flickr.com

