

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



**VYUŽITÍ OBJEKTŮ Z DŘEVNÍ HMOTY  
PRO REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Autor práce: Bc. Hana Kuřová

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Hana Kuřová

Regionální environmentální správa

Název práce

**Využití objektů z dřevní hmoty pro revitalizace vodních toků**

Název anglicky

**Use of wood structures for river restoration**

---

### Cíle práce

Mrtvé dřevo tvoří důležitou součást vodních toků ovlivňujících morfologii, stabilitu koryt a množství ukládaných sedimentů. Dřevní prvky poskytují útočiště vodním organismům, obojživelníkům, ptákům i živinám některým rostlinným druhům, čímž výskyt dřeva zvyšuje druhovou rozmanitost toku a jeho nivy.

1. Systematizovat revitalizační opatření vytvořené pomocí prvků z mrtvé i živé dřevní hmoty ve vodních tocích.
2. Vytvořit přehledný katalog dřevních prvků používaných k revitalizačním opatřením

### Metodika

Proveďte systematizaci přírodě blízkých revitalizačních opatření, zvláště se zaměřte na využití mrtvé i živé dřevní hmoty v korytech vodních toků.

Vytvořte přehledný katalog opatření používaných k revitalizacím pomocí dřevních prvků, popište účel, funkci, výhody i nevýhody konkrétních opatření.

- shromážděte informace o objektech z dřevní hmoty využitých při revitalizaci
- objekty katalogizujte a zařaďte typologicky
- vybrané vzorové objekty zmapujte na místě a vyhodnoťte
- zjistěte typy přístupů k revitalizacím vodních toků
- popište vztah mezi užívanými objekty z dřevní hmoty a typy revitalizací
- sestavte katalog objektů z dřevní hmoty

### **Doporučený rozsah práce**

50 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

### **Klíčová slova**

hydromorfologie, vodní tok, revitalizace vodních toků, říční dřevo

---

### **Doporučené zdroje informací**

Gebler R. J., 2005: Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse. Verlag Wasser + Umwelt, Walzbachtal 75 s.  
JUST, T. – JUST, T. – AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Přírodě blízké úpravy vodních toků v intravilánech a jejich význam v ochraně před povodněmi [elektronický zdroj] : revitalizace sídelního prostředí vodními prvky.*

ŠINDLAR, M. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů.* Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. ISBN 978-80-254-2445-2.

Wohl, E., Scott, D. N., Yochum S. E., 2019: Managing for large wood and beaver dams in stream corridors. Gen. Tech. Rep. 404. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 137 s.

---

### **Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

### **Vedoucí práce**

Ing. Martin Sucharda

### **Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2022

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma "Využití objektů z dřevní hmoty pro revitalizace vodních toků" vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze 29.3.2022

.....

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Martinu Suchardovi za cenné rady, připomínky a vstřícnost při konzultacích.

## **Abstrakt**

### **Využití objektů z dřevní hmoty pro revitalizace vodních toků**

Cílem této práce je kategorizace biotechnických opatření z říčního dřeva využívaných k revitalizacím vodních toků. Podle způsobu provedení rozdělujeme revitalizace na několik kategorií. Součástí práce je vytvoření návrhu systematizovaného katalogu opatření používaných k revitalizacím pomocí říčního dřeva. V každé kategorii bylo popsáno několik objektů. Výsledkem je 25 katalogových listů jednotlivých staveb z dřevních struktur obsahujících jejich funkce, doporučená opatření k instalaci a zajištění proti pohybu korytem, jednoduché schéma a názorné fotografie. Katalog může sloužit projektantům k vodohospodářským účelům při plánování revitalizačních akcí, a tak dopomoci přeměnit toky na našem území zpět v dobrý ekologický stav. Jsou v něm obsaženy nejčastěji používané typy opatření, díky kterým lze zvýšit ekologickou hodnotu toků a navrátit alespoň úseky mimo zastavěná území do původních či přírodě blízkých podmínek, jež podporují zadržování vody v krajině a zvyšují její diverzitu.

**Klíčová slova:** Říční dřevo, dřevní elementy, mrtvé dřevo, přírodě blízká biotechnická opatření, renaturace, revitalizace vodních toků.

## **Abstract**

### **Use of wood structures for river restoration**

The aim of this work is the categorization of biotechnical measures from river wood used for revitalization of watercourses. According to the method of execution, we divide revitalizations into several categories. Part of the work is the creation of a systematic catalog of measures used for revitalization using river wood. Several objects were described in each category. The result is 25 catalog sheets of individual buildings made of wooden structures containing their functions, recommended measures for installation and securing against movement by the riverbed, a simple diagram and illustrative photographs. The catalog can be used by planners for water management purposes when planning revitalization events, and thus help turn streams in our territory back into good ecological status. It contains the most frequently used types of measures, thanks to which it is possible to increase the ecological value of streams and return at least sections outside built-up areas to the original or close-to-nature conditions, which support water retention in the landscape and increase its diversity.

**Keywords:** Large wood, woody debris, dead wood, nature-friendly biotechnical measures, renaturation, river restoration.

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Literární rešerše.....	2
3.1 Vývoj revitalizací .....	2
3.2 Revitalizační cíle.....	4
3.3 Doporučení k hodnocení revitalizací .....	5
3.4 Základní kategorie revitalizací.....	5
3.5 Mrtvé nebo říční dřevo.....	6
3.6 Význam dřevní hmoty pro vodní tok .....	7
3.7 Význam dřevní hmoty pro živočichy.....	8
3.8 Vhodné mrtvé dřevo pro použití prvků .....	11
3.9 Doprovodná zeleň revitalizovaných úseků .....	11
3.10 Kotvení prvků z mrtvé dřevní hmoty .....	14
4. Metodika práce.....	16
5. Katalog typů opatření.....	21
5.1 Prvky změlčující a rozšiřující koryto .....	21
1. typ opatření: Kmeny stromů zajištěné proti pohybu.....	24
2. typ opatření: Kmenová pyramida uložená do břehu.....	27
3. typ opatření: Pokácený strom zajištěný proti pohybu.....	29
4. typ opatření: Kmeny s kořenovým balem uložené svými dřívky do břehu .....	31
5. typ opatření: Svazek větví ukotvených ke břehu a dnu .....	34
6. typ opatření: Haťové válce (fašiny) uložené do břehu .....	36
7. typ opatření: Trojúhelníkový haťo(štěrk)ový výhon .....	38
8. typ opatření: Trojúhelníkový víceřadý haťo(štěrk)ový výhon.....	40
9. typ opatření: Trojúhelníkový výhon ze zápletkových plůtek.....	42
10. typ opatření: Trojúhelníkový kmenový výhon .....	45
5.2 Stabilizační prvky .....	47
11. typ opatření: Pokácený strom uložený podél břehu .....	48
12. typ opatření: Zápleťový plůtek.....	50
13. typ opatření: Obnovení břehové vegetace z vrbových prutů .....	52
14. typ opatření: Haťové či haťošterkové válce podél břehu .....	55
15. typ opatření: Proutky a drobné větve k ochraně břehů .....	57
16. typ opatření: Kúlové hřebeny a zápleťové plůtky k ochraně břehů .....	60
17. typ opatření: Kmeny s vrbovými pruty k ochraně strmých břehů .....	62



5.3 Destabilizační prvky .....	64
18. typ opatření: Pařezy s kořeny umístěné do proudu či břehů .....	65
19. typ opatření: Pařezovo – kamenné ostrůvky .....	68
20. typ opatření: Pařez uložený do břehu .....	70
21. typ opatření: Vyvrácený strom vložený do proudu toku .....	72
22. typ opatření: Trojúhelníkový rozražeč z vrbových kůlů .....	74
5.4 Specifické prvky .....	76
23. typ opatření: Hrabla – lapače plavenin nebo ledu .....	77
24. typ opatření: Šikmé kmenové lapače plavenin nebo ledu .....	80
25. typ opatření: Skluz z kulatiny .....	82
6. Diskuze.....	84
7. Závěr .....	85
8. Přehled použitých zdrojů .....	87
8.1 Odborné publikace .....	87
8.2 Internetové zdroje.....	90
8.3 Ostatní zdroje .....	93

# 1. Úvod

Vodní toky a jejich systémy vždy lidé využívali jako zdroje vody, a proto území s jejich výskytem osídlovali nejhojněji. Mohli tak využívat sílu řek a potoků k využití energického potenciálu vody, zásobování obyvatelstva i zemědělství, rybolovu, dopravě a dalším výhodným činnostem. Aby však ochránili svá sídla před povodněmi a dokázali vodu využít i nad rámec svých momentálních potřeb, začali přírodní krajinu upravovat a měnit ke svému prospěchu (Halaj, 2010).

Společně s technickým pokrokem se rozvíjely i možnosti stavebních a melioračních činností. Koryta se technicky upravovala prohlubováním, napřimováním, budováním objektů a člověk se tak začal negativně podepisovat na hydromorfologickém stavu našich toků. Voda z krajiny rychleji odtékala do níže položených oblastí, kde její zvýšený průtok páchal škody na majetku. V jiných oblastech se snížily zásoby podzemní vody a krajinu trápila sucha. Díky průmyslové a důlní činnosti se nevhodně stabilizovala dna i břehy drobných vodních toků, zlikvidovaly se jejich břehové porosty – navíc byla zničena řada mokřadů, vzácných rašelinišť a malých vodních ploch (Němec, 2014). Dnes správně zvolené revitalizační přístupy napravují vzniklé škody, obnovují hodnoty vodních toků a niv z krajinářského a přírodovědeckého hlediska, stabilizují zásoby podzemní vody, podporují migrační propustnost a samočisticí schopnost vody v tocích, zároveň podporují ochranu před povodněmi. Těmito a dalšími způsoby úprav se koryta nevhodně technicky upravená nahrazují přírodě blízkými koryty (Just a kol., 2005).

Velký význam ve vodních tocích má dřevní hmota. Mrtvé dřevo je pevnou součástí přirozených vodních toků. V různých podobách se vyskytuje pod hladinou, nad ní i v břehových porostech, ovlivňuje morfologii, přispívá k proměnlivosti proudění a hloubek vody. V neposlední řadě poskytuje útočiště vodním živočichům a tím přispívá k biodiverzitě. Dle Siemense (2005) je dřevní hmota významným strukturním prvkem v řekách a potocích, proto je třeba ji využívat při revitalizačních opatřeních všude tam, kde je to možné. Technologické možnosti využití dřeva jsou popsány v této práci.

## **2. Cíle práce**

Hlavním cílem této práce je kategorizovat a systematizovat typy revitalizací a jejich biotechnických opatření s důrazem na využití dřevních objektů ve vodních tocích, na základě systematizace zařadit konkrétní opatření do kategorií podle jejich účelu a funkce, výhod a nevýhod.

Dílčím cílem této práce je návrh přehledného katalogu opatření používaných k revitalizacím pomocí dřevních prvků.

## **3. Literární rešerše**

### **3.1 Vývoj revitalizací**

Revitalizace je proces znovuoživení funkcí ekosystémů v krajině a jejich stabilizace. U vodních toků se jedná zejména o způsoby nápravy degradovaných úseků toků a jejich povodí k příznivému vývoji do budoucna (k přírodě blízkému stavu) – přirozenou cestou, nebo technickými opatřeními (Just a kol., 2005).

Chování říčních systémů můžeme dnes díky vědním oborům zabývajících se hydromorfologií předpokládat. Díky zkušenostem z minulosti víme, jak důležité je napravit chyby napáchané na vodních tocích antropogenní činností a vyvarovat se tím extrémních reakcí přírody, jimiž jsou povodně, sucho či změny klimatu. Koryta vodních toků odvádějí vodu, sedimenty a živiny z povodí. Společně s nimi ovlivňují hydrologický režim také další prvky napojené na vodní tok – zejména niva, do které se toky při větších průtocích rozlévají (Galia, 2017). Důležitou naukou o dynamických změnách ekosystémů vodních toků, údolních niv a navazujících ovlivněných svazích říčních teras a erozních údolí je fluviální geomorfologie (Goudie, 2004). Šindlar (2012) popisuje její provázanost s geologií, hydrologií a mnoha dalšími naukami. Spojením znalostí vědních oborů, zkušeností z minulých let a využitím předloh přírodních vodních toků řešíme škody napáchané činností člověka pomocí vodohospodářských revitalizací.

V druhé polovině 20. století se začaly vodohospodářské revitalizace rozvíjet v pokrokových zemích ve snaze o obnovení přírodě blízkého stavu narušené krajiny. V Německu, Rakousku a Švýcarsku můžeme vidět uskutečněná revitalizační opatření v podmínkách podobným krajině ČR. Jde zejména o oživení koryt a niv potoků i větších řek, podporu mokřadů a tlumivého rozlivu povodní v nivách. Velkou snahou je spojení biologických aspektů revitalizací s protipovodňovou ochranou zastavěného území měst a obcí. V Čechách se revitalizuje od roku 1990 především výstavbou malých vodních nádrží. Úpravou koryt a niv již však také proběhla řada prospěšných a fungujících vodohospodářských opatření (Just, 2003).

Od počátku revitalizací malých vodních toků do dnešní doby můžeme pozorovat vývojové fáze vymezené časovými etapami a ovlivněné poznatky z proběhlých akcí. Během první etapy se především snižovala průtočná rychlost ve zdržích nad vzdouvacími objekty tvořenými povětšinou z dřevěných prahů z kulatiny, které sloužily k ukládání sedimentů a prokysličení vody přepadem z objektů. V této době se zachovávala původní trasa, profil i opevnění koryta (Knap, 2019). Macura (1966) popisuje různé typy dřevních konstrukcí a dodatečné vkládání prahů do upravených toků tam, kde se koryto nežádoucně prohlubovalo či erodovalo břehy. Liniově na břehové hraně byla vysazována břehová vegetace. Úpravy byly levné, jednoduché, nenáročné, ukázaly se však jako nedostatečné (Just, 2018). Při další časové etapě už byl znatelný posun ve snaze o vytvoření neopevněného koryta, které unese větší povodňové průtoky bez poškození a zároveň při nízkých průtocích zajistí dostatečnou hloubku nutnou k migraci vodních živočichů. Trasy byly prodlužovány pomocí střídavého zmírnění sklonu svahů a tok tak tvořil vlnovku. Začínaly se řešit vlastnické vztahy okolních pozemků, informovanost jejich majitelů s účelem revitalizace tak, aby nedocházelo k následné degradaci například doprovodné vegetace (Vrána, 2015). Vytvořená koryta však měla velkou hloubku dna pod úrovní terénu a tím také velkou kapacitu, což není pro revitalizační efekt příznivé. Třetí etapa se již zabývá komplexně tokem i širokým okolím údolní nivy či celého povodí. Důkladně se studuje celá oblast, upravují se vlastnické vztahy pozemků k co možná nejúčelnějšímu využití. Doprovodná vegetace navazuje na stávající a tvoří biokoridory pro živočichy. Volí se nová trasa méně zahloubeného koryta s menším průtočným profilem. Při větším průtoku voda naplňuje celou údolní nivu. Původní koryto bývá částečně ponecháno v podobě

slepých ramen, tůní či mokřadů. Pečlivě se k rekultivacím vybírá vhodný tok, jeho trasa a parametry koryta, používá se místní přirozený materiál. Objekty fixující koryto se umísťují v důležitých profilech bez velkých výškových skoků. Klade se zřetel na splaveninový režim, migrační propustnost, vegetační doprovod toku a řeší se financování akce. Velmi důležité je navrhnout revitalizaci v kontextu s okolním prostředím tak, aby zapadala do celkové kostry krajiny a plnila nezbytné funkce (Vrána, 2004).

Při plánování revitalizačních opatření je třeba pochopení přírodních morfologických vzorů a současných podmínek konkrétního toku a jeho povodí. Je zapotřebí využívat říční vzory a na ně vázané parametry (Just, 2016).

Dle zkušeností ze zahraničních projektů (Abbe, 2003) dokážou biotechnické úpravy z dřevní hmoty podpořit přírodní fluvialní procesy. Postupně narůstá využití prvků z dřevní hmoty, které přispívají k délce říčních kilometrů se zlepšeným geomorfologickým stavem. Přírodní vodní toky je nutné preventivně chránit respektováním jejich ekologické únosnosti, v poškozeném území podpořit obnovu úseků vodních toků a ploch v místech, kde byly degradovány, zvýšit biodiverzitu a retenční schopnost krajiny. V tomto smyslu se dnes využívá vodohospodářských revitalizací (Němec, 2014).

### **3.2 Revitalizační cíle**

Cílem revitalizací je navrácení přírodě blízkého a harmonického stavu krajiny, která bude schopna vodu zadržovat v ekologicky stabilních ekosystémech a lokalitách. V minulosti změněným objektům navrátit původní funkci, jako kdyby k technickým zásahům nedošlo. U koryt toků to většinou znamená zpětné zmenšení kapacity a hloubky a prodloužení trasy. Předlohu pro revitalizační opatření nám poskytují přírodní potoky, mokřady a řeky. Zároveň je nutno splnit funkci protipovodňových opatření k ochraně majetku a bezpečnosti v intravilánech obcí (Just, 2005).

Revitalizačním cílem je návrat toku a jeho nivy do stavu bližšího přirozenému v několika parametrech. Není tedy vhodné řešit pouze jeden problém, či jen některé z nedostatků, nýbrž hledat komplexní řešení vodohospodářských, biologických,

krajinářských, užitkových a společenských funkcí. Revitalizační opatření by měla zvýšit vlastní diverzitu prostředí a nastartovat vývoj přirozenou cestou při zachování antropogenních funkcí jako je potřebná protipovodňová ochrana, trasa koryta apod (Vrána, 2004).

Evropská unie využívá tzv. Rámcovou směrnici 2000/60/ES, jejím prvořadým cílem je dosažení „dobrého stavu“ všech vod, kdy stavem povrchových nebo podzemních vod se rozumí obecné vyjádření stavu vodního útvaru určené ekologickým nebo chemickým nebo kvantitativním stavem, podle toho, který je horší – pokud je horší stav alespoň „dobrý“, nalézá se vodní útvar v „dobrém stavu“. Právě využití dřevní hmoty je jedním z důležitých nástrojů používaných dle požadavků Rámcové směrnice o vodách k dosažení dobrého stavu vodních útvarů (Horecký, 2011). K dalším cílům patří zabránění dalšího zhoršování stavu a ochrana a zlepšení stavu vodních ekosystémů, dále podpora trvalého užívání vod, snižování znečišťování podzemních vod a přispění ke zmírnění účinku povodní a období sucha (MZe, 2003).

### **3.3 Doporučení k hodnocení revitalizací**

K hodnocení toků z pohledu „přírodního stavu“ lze sledovat několik parametrů. V případě koryta jde o přirozenou trasu, proměnný sklon břehů, členité dno, korytotvorný proces, průchodnost toku při malých průtocích a stabilita objektů. V případě nivy jde o travní pásy, charakter a složení vegetačního doprovodu, začlenění a provázanost s ostatními prvky krajiny, vhodnost toku a jeho úseku k revitalizaci (Vrána, 2004).

### **3.4 Základní kategorie revitalizací**

Přírodní ekosystémy nenarušené lidskou činností jsou velmi cennými společenstvy v přírodě. K jejich zachování a podpoře používáme způsoby chránící tyto oblasti před degradací. Tato revitalizační opatření můžeme dle způsobu rozčlenit podle Roniho a Beechieho (2013) na následující typy:

1. *Ochranou rozumíme vytváření zákonů nebo jiných mechanismů k ochraně oblastí nedotčeného stanoviště před degradací.*
2. *Obnova, u již negativně ovlivněných ekosystémů, znamená, že je naší snahou navrácení vodního systému na stanovištích do původního stavu. Úplné obnovení lze rozdělit na pasivní (odstranění lidské činnosti k ponechání stanoviště samovolné sukcesi) a aktivní (manipulace k obnovení procesů a podmínek).*
3. *Částečnou renaturaci používáme jako termín ke zlepšovacím činnostem, které ekosystému pomohou, avšak zcela ho neobnoví.*
4. *Rehabilitaci přirozeného prostředí používáme ke zlepšení kvality přímou manipulací, např. přidáním živin či dřevních struktur k usměrnění proudu.*
5. *Kompenzací rozumíme návrat k předchozímu typu stanoviště a částečné obnově jeho funkcí, např. odstranění břehových struktur k možnému zaplavování historického mokřadu.*
6. *Rekonstrukci nového stanoviště či ekosystému provádíme zmírňujícími opatřeními tam, kde dříve neexistoval (např. vytvoření nového stanoviště v ústí řek nebo vybudování odtokového příkopu).*

### **3.5 Mrtvé nebo říční dřevo**

V české odborné literatuře se setkáváme s dvojitým názvem „mrtvé“ nebo „říční“ dřevo, v německé literatuře např. Gebler (2005) se používá název „Totholz“. Jelikož plní v tocích a nivách řadu funkcí, rozhodli se ho někteří autoři nazývat dřevem „říčním“ (Máčka, 2011) a tento pojem u nás začíná i převládat. Jedná se vždy o přirozeně se vyskytující dřevo v podobě ulámaných, vyvrácených stromů, kmenů, pařezů, kořenů, větví a drobného spláví, v každém vodním toku se nachází v proměnlivém množství. K tomuto dřevu řadíme také struktury stále živého dřeva – kmeny v hladině, žijící kořeny a pařezy v březích, ulámané větve schopné zakořenit, zejména vrby. Na některých úsecích může způsobovat škody, jinde naopak pomoci obohatit biodiverzitu i členitost toku z morfologického hlediska. V minulosti se ve vodohospodářství razil jednoznačný názor odstraňovat mrtvé dřevo ze všech úseků toků z důvodu zabránění omezení průtočnosti koryt. Dnes již od tohoto názoru upouštíme a snažíme se rehabilitovat říční systémy po vzoru přírody. V nezastavěné

volné krajině nám dřevní hmota v korytech toků pomáhá zdravě hospodařit s vodou a navrátit stav krajiny do harmonického ekologického stavu bez povodňových vln a období sucha (Just, 2008).

### **3.6 Význam dřevní hmoty pro vodní toky**

Stromy a keře ovlivňují procesy v korytech a nivách vodních toků neustále nejen za svého života. Postupem času i jako mrtvé dřevo pomáhají zajišťovat podmínky pro život organismů a dokáží měnit morfologii toku. Dřevní hmota ovlivňuje hydrauliku a hydrologii vytvářením nerovností, zvyšuje drsnost koryta, působí na proudění, směr, hloubku a odtok vody. Dřevo v toku dokáže ovlivnit rychlost hloubkové a břehové eroze, stabilitu dna i břehu, tvar příčného a podélného profilu, tvorbu výmolů. Dále se podílí na chodu dnových splavenin, zachytává organický materiál, uvolňuje živiny, zvyšuje biodiverzitu vodního prostředí, tvoří útočiště pro živočichy a také jim slouží jako zdroj potravy (Siemens, 2005). Rámcová směrnice o vodách požaduje využívání dřevní hmoty jako jednu z podpůrných možností a vhodný nástroj k dosažení dobrého ekologického stavu vodních toků (MŽP, 2011).

Dřeviny rostoucí v březích potoka představují pevné body, mezi nimiž probíhá vývoj břehové čáry. Jsou velmi důležité pro stabilitu a vývoj koryta, významně také zpomalují povodňové proudění. Pletence jejich kořenů ve vodě poskytují vodním živočichům úkryt (Madsen, 2013). Dříve tyto dřeviny byly pokládány za nebezpečné, odstraňovaly se a nahrazovaly liniemi sazenic několik metrů od břehu často nevhodnými druhy dřevin. Renaturačními procesy se příroda snaží znovu vymílat přírodě blízký obraz toků, než vyrostе strom s funkcí pevného bodu a obsáhlým kořenovým pletencem potrvá i desetiletí. Renaturační procesy můžeme podporovat jednoduchými zásahy pomocí částečných revitalizací. Jsou to například zleva a zprava střídavé vyžínání porostů či sypání štěrku a kamenných vhozů do dna koryta za účelem zpětné meandrace a prodloužení trasy toku i obnově tůní, brodů a štěrkových ploch ve dně sloužících také jako trdliště pro ryby nebo vysazování dřevin střídavě přímo do břehové čáry. Pomocí částečně či zcela



ponořených objektů z mrtvého dřeva dokážeme ovlivnit proudění, podpořit vymílání či naopak sedimentaci. Živočichové tyto struktury využijí jako vhodné stanoviště a úkryt (Cílek, 2017).

Ponejvíce se dřevo vyskytuje v tocích, u nichž se nedaleko vyskytuje lesní společenstvo. Jeho množství určují přírodní faktory oblasti, druhy stromů, choroby a škůdci dřeva, větrné či sněhové podmínky, sesuvy a eroze půdy (Mende, 2018). Zvýšený výskyt mrtvého dřeva se nachází v říčních systémech, které osidluje bobr evropský (viz obr. 1).



*Obr. 1. Bobří stavba u slepého ramene řeky (Mende, 2018)*

Mrtvé dřevo se v řekách a potocích vyskytuje přirozeně a všestranně přispívá k fungování říčních ekosystémů. Morfologicky dokáže ovlivnit odtokové poměry, charakter proudění i trasy, větvení koryta, zvýšit členitost dna a břehových struktur. Dřevní prvky vyskytující se přirozeně či umístěním člověka do toku zvyšují jeho rozmanitost (Siemens, 2005).

### **3.7 Význam dřevní hmoty pro živočichy**

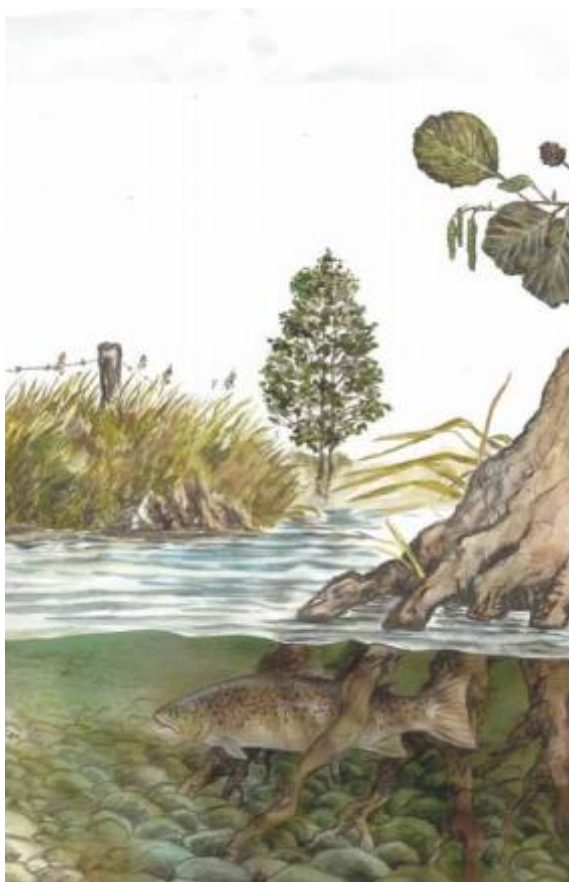
Na živočichy působí dřevo přímým způsobem, neboť tvoří zázemí vodním rostlinám a jejich biofilmům. Rovněž zachycuje organický materiál z nivní vegetace. Slouží tak mikroorganismům jako zdroj živin a zároveň jako stanovištní podklad. Bezobratlí živočichové osidlují větvoví, splávi a listí na dně toku. Výhodné je také ukotvené dřevo, které tak tvoří dno koryta a nabízí úkryt i potravu bezobratlým i rybám. Nepřímým způsobem dokáží dřevní struktury ovlivnit život v toku morfologickými změnami tvaru koryta, směru proudění vody a zrnitostí dnových

splavenin. Padlý smrk přes potok na obr. 2 poskytuje útočiště mladým rybám i při vyšších povodňových průtocích, kdy se voda rozlije do okolní nivy. Dřevo svým výskytem zvyšuje biodiverzitu toku a jeho okolí, tím zlepšuje stanovištní podmínky pro mnoho živých organismů (Máčka, 2011).



*Obr. 2. Padlý kmen smrku s větrovím v toku (vlevo). Obr. 3. Larvy chrostíka (vpravo)*

Pro bezobratlé živočichy znamená mrtvé dřevo zdroj potravy, poskytuje útočiště a zázemí pro kladení vajíček. Pro mnohé z nich je rozpadající se dřevo životně důležité. Přichycují se na jeho povrch společně s řasami a houbami, živí se jím, rozkládají ho a současně slouží jako potrava pro další živočichy. Na obr. 3 jsou zachyceny larvy chrostíka zakuklené ve schránce ze štěrkových splavenin a dřevních úlomků. Mnoho druhů ryb se živí bezobratlými živočichy v jejich různém životním stádiu, dřevo v toku tedy zvyšuje potravní nabídku stanoviště. Potěr a mladé ryby nachází ochranu před silným prouděním i před predátory u břehů mezi větrovím usazeném ve dně a přikrytým naplaveninami. Rozsáhlejší dřevní struktury vhodné jako úkryt (viz obr. 4, str. 10) vyhledávají větší ryby. V blízkosti upevněného dřeva ve vodě vznikají vrstvy různých dnových splavenin a štěrku, jež slouží jako významná trdliště při tření (Lamberty, 2020). Mnohanásobně vyšší než průměrná hustota rybích populací bývá zaznamenávána v blízkosti bobřích staveb, ve spletcích větví v hloubce se ryby cítí bezpečně a nacházejí zde dostatečné množství potravy. I když je přítomnost bobrů často na obtíž, neboť dokáží způsobit značné škody, mohou nám tyto bobří hrady, pyramidy a hráze nabídnout vhodné příklady k revitalizacím pomocí mrtvého dřeva. Četnost druhů a množství ryb jsou cenným indikátorem k hodnocení ekologického stavu toku (Siemens, 2005).



**Obr. 4.** Dospělé ryby vyhledávají úkryt větších dřevních struktur (Madsen, 2013)

Uměle vytvořené stavby z dřevní hmoty (viz obr. 5) dokáží vyvolat přirozenou geomorfologickou reakci řeky a podpořit tak stanovištní podmínky pro vzácné druhy lososů, pstruhů a dalších živočichů (NSD, 2019).



**Obr. 5.** Základ konstrukce stavby z kmenů mrtvého dřeva pro revitalizaci řeky ((NSD, 2019)

### 3.8 Vhodné mrtvé dřevo pro použití prvků

Z ekologického i praktického hlediska nejlépe vyhovuje pro použití dřevo, jež se přirozeně vyskytuje v blízkosti konkrétního toku. Není nutné dříve dopravovat dřevní materiál z dalekých míst. Přirozené mrtvé dřevo vzniká rozpadem, olamem větví při mrazu a sněhu, vyvrácením celých stromů při větrných kalamitách i podemletím stromů při zvýšených povodňových průtocích. Právě toto dřevo lze často použít jako stavební materiál při obnově přirozeného ekologického stavu našich potoků a řek a tím ušetřit. Vhodné k použití dřevních prvků je i dřevo antropogenně vyskytující se díky úmyslné těžbě (Máčka, 2011).

Výborně se osvědčuje použití dřevin s pevným a těžkým dřevem (jilm, dub), dřevo i jehličnatých stromů (modřín, borovice, smrk) je vysoce odolné, pokud se vyskytuje pod hladinou, při střídání sucha a vlhka u břehu se dřevní hmota rozkládá mnohem rychleji (Gebler, 2005).

### 3.9 Doprovodná zeleň revitalizovaných úseků

Především k břehovým opatřením se váže vhodné používání a osazování vegetace. Zvolení správných druhů silně napomáhá úspěšnému začlenění a plnění funkce konkrétních dřevních prvků. Osadit břehy a okolí snadno se uchycujícími druhy je rychlé a zdá se proto býti účelné a funkční. Musíme však vždy mít na paměti, že hlavním účelem revitalizace je vrácení se k přírodnějšímu stavu toku. Proto bychom měli být s volbou rostlinných druhů velmi opatrní a použít pouze ty, které se v lokalitě přirozeně vyskytují. Vyhnout se musíme především invazivním druhům, voda by je jich semena snadno roznesla i na další místa níže podél toku (Bonin, 2013).

Ekonomicky výhodná, a především přirozená metoda je ponechání obnažených míst po revitalizačních stavbách samovolné sukcesí. Je to metoda dlouhodobější, ovšem vyplatí se počkat si na odolnější a vitálnější přirozený porost, jenž toku čekání přinese. Například olše (viz obr. 6, str. 12) se dokáže na obnažených šterkových až kamenitých podložích množit lépe než na humusově bohatších zeminách, které z jara brzy obsadí traviny. Pro revitalizované plochy je právě náletová či náplavová olše výborným pionýrským druhem. K ozeleňování je nutné

přístupovat s rozvahou a osazovat pouze množstvím a způsobem, jenž dovede tok v budoucnu k nejvyšší možné přirozenosti. Vždy je třeba se rozhlédnout po konkrétní krajině v okolí revitalizovaného toku (Just T., 2003).



*Obr. 6. Přirozená obnova podél revitalizovaného úseku, náletová olše (Just T., 2018)*

Při výsadbě úspěch podpoří kvalita sadebního materiálu místně vhodných druhů. Vyplatí se dozajista pořízení sazenic, které jsou ze školky vychované k vyšší odolnosti kořenového systému. Také strukturu osazování je dobré okopírovat od přírody samotné. Ta rozhodně nedodrží rovnoběžné a řídké rozmístění jednotlivých stromků ve stejné vzdálenosti od toku. Osamocené stromky mají sice dostatek místa a navzájem si nepřekáží v růstu, ale většinou bývají udušeny buřeni, zničeny okusem zvěře či jiným způsobem. Naopak ve volné přírodě rostou povětšinou ve shlucích či skupinkách, kde si sice konkurují, ale také navzájem pomáhají přežít při nepříznivých podmínkách. Z tohoto důvodu bychom se při výsadbě měli vyhnout alejovému vysazování, spíše jedince shlukovat, opatřit kvalitními, dostatečně vysokými kůly, a pokud je to možné, tak i ochránit oplocenkou. Podle vlhkosti stanoviště volíme vhodné druhy. Samotné osazení provádíme v podzimním období s bohatou zálivkou a mulčováním. Po jarních měsících jim pomůžeme v růstu opatrným vyžínáním okolní buřně. Bonin (2013) se zmiňuje o velmi ekonomickém způsobu vegetativního ozeleňování pomocí vrb (viz obr. 8, str. 13) z plánovaných

probírek. Lze je ještě před vypučením nařízkovat a osadit ve shlucích do osluněných vlhkých míst. Vrbové řízky můžeme osazovat přímo do břehových čar a mělkých míst toku (viz obr. 7) (Regierungspräsidium Tübingen, 2018).



*Obr. 7. Řízky z vrbového materiálu v mělkém úseku toku (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*



*Obr. 8. Vrbový materiál se ve vlhkém prostředí snadno množí (Bonin, 2013)*

### 3.10 Kotvení prvků z mrtvé dřevní hmoty

Aby dřevní prvky mohly plnit svou funkci, obohacovat tok a zároveň nepředstavovaly svým pohybem nebezpečí v místech, kde je jejich výskyt nežádoucí, musí být zvolen dostatečný způsob kotvení vhodný pro konkrétní tok. Jako příklad nevhodnosti mobility lze uvést z publikace E. Wohl (2019) plavené říční dřevo u propustků či mostů, kde se mohou větve nahromadit (viz obr. 9), a snížením průtočné kapacity zapříčinit zaplavení okolních pozemků. Lapače dřeva umístěující se v úsecích toků před takovými mosty jsou znázorněny na obr. 10 a 11. Nahromaděné dříví se ručně odstraňuje během nízkých průtoků. Ocelové, železné a betonové stavby v přírodních úsecích toků narušují vzhled krajiny a ovlivňují přirozený vývoj toku. Lapače z dřevního materiálu dokáží plnit stejnou funkci a do krajiny se lépe začlení.



*Obr. 9. Plavené dřevo uvězněné mezi pilíři mostu (Wohl., 2019)*



*Obr. 10. - 11. Flexibilní lana jako lapače dřeva (vlevo) a štěrbinová hráz (vpravo) (Wohl, 2019)*

Dřevěné prvky lze při instalaci připevnit k velkým balvanům, stromům či pařezům u břehu pomocí přírodních, plastových nebo ocelových lan nebo řetězů (viz obr. 12). Velké balvany uchycené ke kmenům slouží jako kotva. Často používané je také jištění pomocí dřevěných kůlů zatlučených dostatečně hluboko do dna či břehu, částečné zakopání dřevěné struktury do břehu a zasypání sedimenty (Krejčí, 2010).



**Obr. 12.** Velké kameny a ocelová lana připravena k jištění dřevních prvků (Hausammann., 2018)

Při použití dlouhých lan hrozí nebezpečí poranění v případě pohybu osob či zvíře ve vodě – řešením je umístění informačních tabulí o výskytu dřevních prvků pro účastníky vodních rekreačních sportů, ocelová lana mohou částečně omezovat i rybáře v rybolovu. Velmi vhodné se ukazuje upevnění ke kamenům či skále pomocí závitových tyčí (viz obr. č. 13 a 14), neboť neruší přirozený vzhled konstrukce v toku, a navíc minimalizuje riziko zranění osob či zvíře při pohybu ve vodě (Meier, 2018).



**Obr. 13. – 14.** Ukotvení kmenů pomocí závitových tyčí k podloží (Meier, 2018)



## 4. Metodika práce

Cílem této práce bylo vytvoření účelného katalogu prvků z mrtvé dřevní hmoty, které se používají při revitalizačních opatřeních. Proto prvním krokem bylo nastudování funkcí i různých způsobů použití, které mrtvé či říční dřevo tokům poskytuje.

Následovalo třídění funkcí a rozhodování o systematizaci katalogu. Od možnosti typologie podle masivnosti použitých dřevních materiálů bylo posléze upuštěno a volba padla na rozdělení podle funkčnosti, klíčových vlastností, a především praktického využití dřevních objektů pro vodohospodářské účely.

Podle funkcí byly objekty z mrtvého dřeva rozděleny do čtyř hlavních kategorií:

1. **Změlčení a rozšíření koryta** – revitalizace a renaturace příliš zahloubených koryt technickými zásahy v minulosti, lze je častěji provádět mimo intravilán obcí, kde je možné rozvolnění vlny do nivy, tvorba tůní. Tím přispět k zadržení vody v krajině a zvýšit povodňovou ochranu níže po toku položených obcí
2. **Stabilizační** – prvky, které odkloní proudění od míst, které je nutno chránit před zátopou či erozí (usměrňovače, břehová ochrana)
3. **Destabilizační** – prvky, které pomohou intenzivněji vymílat koryto a posílí jeho členitost tam, kde je např. monotónní úsek toku (rozražeče)
4. **Specifické** – lapače, skluzy, prahy

K těmto hlavním skupinám byla nashromážděná revitalizační opatření prováděná pomocí dřeva a ta dále tříděna podle funkčnosti. Dřevní prvky zastávají při revitalizacích zejména tyto geomorfologické funkce:

**Posílení tvarové členitosti toku** – tvar a rozměr koryta je v přírodním toku dán morfologickými podmínkami okolní krajiny, pokud je v katalogu zmíněna tato funkce, je tím myšleno, že prvek dokáže ovlivnit proudění vody tak, aby samovolně vymíhalo koryto do více oblouků, meandrů, zátočin, tůněk a tím prodloužila jeho délku i dobu zdržení vody v krajině. Tvar revitalizovaného koryta by měl být

obnovou přirozeně zvlněný, přičemž vzor bychom měli přejímat z přírodních toků konkrétní oblasti.

**Posílení hydraulické členitosti toku** – velmi úzce souvisí s tvarovou členitostí, zajišťují ji různé hloubky v korytě v podobě mělčin, brodů, tůní a další místa různou hloubkou. Sklonitostní poměry spolu s tvarovou členitostí se nejlépe odráží na tocích střídáním úseků s rychlejším mělčím prouděním a většími hloubkami s pomalejším proudem. Ovlivňuje ji materiál, drsnost a propustnost dna, splaveninový režim. Je velmi důležitá pro život organismů ať již jako jejich stanoviště, úkryty, či zdroje potravy, které jim poskytuje. Upravená koryta opatřená nepropustným dnem tuto funkci v podstatě znemožňují nebo zajišťují minimálně. V přírodních korytech členitost toku obrovským způsobem zajišťuje říční dřvo, v revitalizovaných korytech ji obnovujeme dřevními prvky, jako jsou pařezy s kořeny, stromy i větvořím a dalšími v katalogu uvedenými opatřeními.

**Snížení hloubkové eroze a změlčení koryta v případě jeho nevhodného prohloubení** – přirozeně stabilní koryto se mění v čase svým vývojem do stran, nikoli do hloubky. Technicky upravená koryta, celkově prohloubená v kanály a postrádající hloubkové tůně se střídajícími mělčinami označujeme jako hloubkově nestabilní, neschopné přirozeného vývoje. Prvky v katalogu označené touto funkcí napomáhají k tvorbě dynamicky stabilního, mělčého, členitého koryta, rozlévání průtoků do niv a zdravému splaveninovému režimu.

**Snížení břehové eroze** – při samovolných renaturacích je břehová eroze k přirozenému tvarování koryt účelná. Nutno však rozlišit, kde je vhodné břehy pomocí dřevních prvků zpevnit a kde zvolit přírodní cestu a ponechat trasu koryta samovolné sukcesi. V katalogu jsou touto funkcí označeny opatření, která břehovou erozi potlačují.

**Podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do niv** – přispívá k protipovodňové ochraně zastavěného území. Kapacitní technicky upravená a rovná koryta koncentrují a vedou velkou vodu z povodí k zástavbě velmi rychle. Oproti tomu přírodní, členitá a mělká koryta dovolují rozlití do niv již při mírném zvýšení průtoků a tím sníží velikost i rychlost povodňové vlny blížící se k zastavěnému území či jiným místům, která je nutno chránit. Touto funkcí jsou označeny dřevní prvky v katalogu, jež přispívají k rozlévání vody do niv.

**Zvýšení retenční kapacity údolní nivy** – ve volné krajině mohou dřeviny a vegetace v nivě toků zadržet velké množství vody, a to i při povodních a přispět tak k protipovodňové ochraně zástaveb nemalou měrou. Důležité je plynulé rozlévání z mělkého koryta do niv, tomu pomáhají při revitalizacích dřeviny rostoucí přímo v březích, břehová a doprovodná vegetace přírodě blízkého charakteru. Široké bohaté nivy dávají více prostoru pro různé formy života vázané na vodní prostředí i pro přirozenou akumulaci a retenci vody v krajině. Podpoře retenční kapacity napomáhají také některé prvky z dřevní hmoty v tomto katalogu.

**Posílení přirozeného splaveninového režimu** – splaveniny jsou nezbytnou součástí vodních toků a důležitým ukazatelem jejich činnosti. Spotřebovávají část energie vodního proudu, což je významné hlavně při velkých průtocích. Potlačování splaveninového režimu pomocí různých přehrázek, stupňů, jezů i podélnými úpravami koryt, jež zadržují chod splavenin, způsobuje nežádoucí erozní vývoj koryt. Dřevní prvky touto funkcí v katalogu označené pomáhají s tvorbou a činností dobrého splaveninového režimu.


**Podpora biologické rozmanitosti** – dřevní materiál poskytuje vodním organismům podmínky vhodné i nutné k životu. Napadané tlející listí uchycené ve vodě (viz obr. 15 a 16), je základem potravního řetězce. Úkryty z dřevních struktur využívají větší ryby, tůňky osidlují obojživelníci, mokřady slouží řadě druhů ptactva. Vhodný dnový materiál je nutný pro rozmnožování ryb. Nivní vegetační doprovody slouží také obratlovcům jako přirozené biokoridory. Těmito a dalšími způsoby slouží revitalizace pomocí dřevních prvků ke zvýšení biodiverzity toku a jeho okolních součástí.



*Obr. 15. – 16. Drobné větve a kůly zatlučené do dna a břehů působí jako lapače nečistot a listí, které je základem vodního potravního řetězce a tím zvyšují diverzitu toku. (Tent, 2016)*

**Podpora samovolných renaturačních procesů** – nejvýznamnější revitalizací je taková úprava toku, která umožní a napomůže vytvořit samovolně se vytvářející koryto. Jde o opatření, která zlepšují morfologický i ekologický stav toku. Dřevní hmota společně s kamenivem v přírodních tocích jsou nám vzorem pro tato opatření, díky kterým se k nejcennějším přírodním tokům pomocí technických úprav přiblížíme alespoň do stavu přírodě blízkého.

Při práci následovalo sbírání dat z publikací, metodik, letáků či internetových zdrojů od českých i zahraničních autorů, kteří se zabývají revitalizacemi pomocí dřevních prvků. Následovala tvorba katalogového listu (viz obr. 17), jenž by obsahoval hlavní podstatu daného prvku z dřevní hmoty – jeho význam a hlavní funkci, schematický náčrt instalace do koryta s případnými poznámkami a doporučeními, možné výhody a nevýhody konkrétního typu opatření.

<b>Metoda:</b> 0	<b>Vzor - Katalogový list</b>
<b>Funkce:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• zmírnění koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• zvýšení retenční kapacity údolní nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> <li>• snížení břehové eroze</li> </ul>
<b>Schéma:</b>	 <p>Obr. 7.: Cílí směr vstupu do toku, kořenová struktura jako kotva nepřemítlí řadu vody a pomůže k tomu pomoci i s zabránění erozi (Hartmann, 2016)</p>
<b>Vhodné pro:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky střední a větší velikosti, v případě malých stromů i pro toky malé</li> </ul>
<b>Instalace:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kořenová deska se ukládá proti směru proudu a slouží jako kotva</li> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít připevněný kotevní kámen</li> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití stromů v blízkosti toku</li> <li>• zvýšení lze provést dostatečně velkým a hluboko zatlučeným dřevěným kůlem a připevněním k pařezu na břehu např. ocelovými lany</li> </ul>
<b>Výhody:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení druhosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentů</li> <li>• podpora tvorby tůň</li> <li>• podpora proklyčování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<b>Nevýhody:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nízké uvolnění stromů či jeho částí v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



Obr.6. Zařízení rybníkové eroze z nadřaditého oblouku (Hartmann, 2016)



Obr.7. Zlomená větev je vhodná do toku pro vytvoření tůň (Regierungsratium Tübingen, 2016)



Obr.8. Cílí směr vstupu do toku, kořenová struktura jako kotva nepřemítlí řadu vody a pomůže k tomu pomoci i s zabránění erozi (Hartmann, 2016)

**Obr. 17.** Náhled do vzorově vytvořeného katalogového listu

Ke každému listu byla připojena sada fotografií z již provedených revitalizačních akcí. Tímto způsobem byl zpracován každý dřevní objekt, o něm nashromážděná data s informacemi zapsána do listů, roztríděna do jedné ze čtyř funkčních kategorií a samotný katalog dřevních prvků začal pomalu vznikat. Celkem bylo sestaveno následujících 25 listů, které tvoří samostatnou kapitolu této práce – Katalog typů opatření.

Do 1. kategorie prvků: **změlčení a rozšíření koryta** – bylo zařazeno deset typů opatření:

- 1. typ opatření: Kmeny stromů zajištěné proti pohybu
- 2. typ opatření: Kmenová pyramida uložená do břehu
- 3. typ opatření: Pokácený strom zajištěný proti pohybu
- 4. typ opatření: Kmeny s kořen. balem uložené svými dřívky do břehu
- 5. typ opatření: Svazek větví ukotvených ke břehu a dnu
- 6. typ opatření: Haťové válce (fašiny) uložené do břehu
- 7. typ opatření: Trojúhelníkový haťo(štěrko)ový výhon
- 8. typ opatření: Trojúhelníkový víceřadý haťo(štěrko)ový výhon
- 9. typ opatření: Trojúhelníkový výhon ze zápletkových plůtek
- 10. typ opatření: Trojúhelníkový kmenový výhon

Do 2. kategorie prvků: **stabilizačních** – bylo zařazeno těchto sedm typů opatření:

- 11. typ opatření: Pokácený strom uložený podél břehu
- 12. typ opatření: Zápletkový plůtek
- 13. typ opatření: Obnovení břehové vegetace z vrbových prutů
- 14. typ opatření: Haťové či haťošterkové válce podél břehu
- 15. typ opatření: Proutky a drobné větve k ochraně břehů
- 16. typ opatření: Kůlové hřebeny a zápletkové plůtky k ochraně břehu
- 17. typ opatření: Kmeny s vrbovými pruty k ochraně strmých břehů

Do 3. kategorie prvků: **destabilizačních** – bylo zařazeno pět typů opatření:

- 18. typ opatření: Pařezy s kořeny umístěné do proudu či břehů
- 19. typ opatření: Pařezovo – kamenné ostrůvky
- 20. typ opatření: Pařez uložený do břehu
- 21. typ opatření: Vyvrácený strom vložený do proudu toku
- 22. typ opatření: Trojúhelníkový rozražeč z vrbových kůlů

Do 4. kategorie prvků: **specifických** – byly zařazeny tři typy opatření:

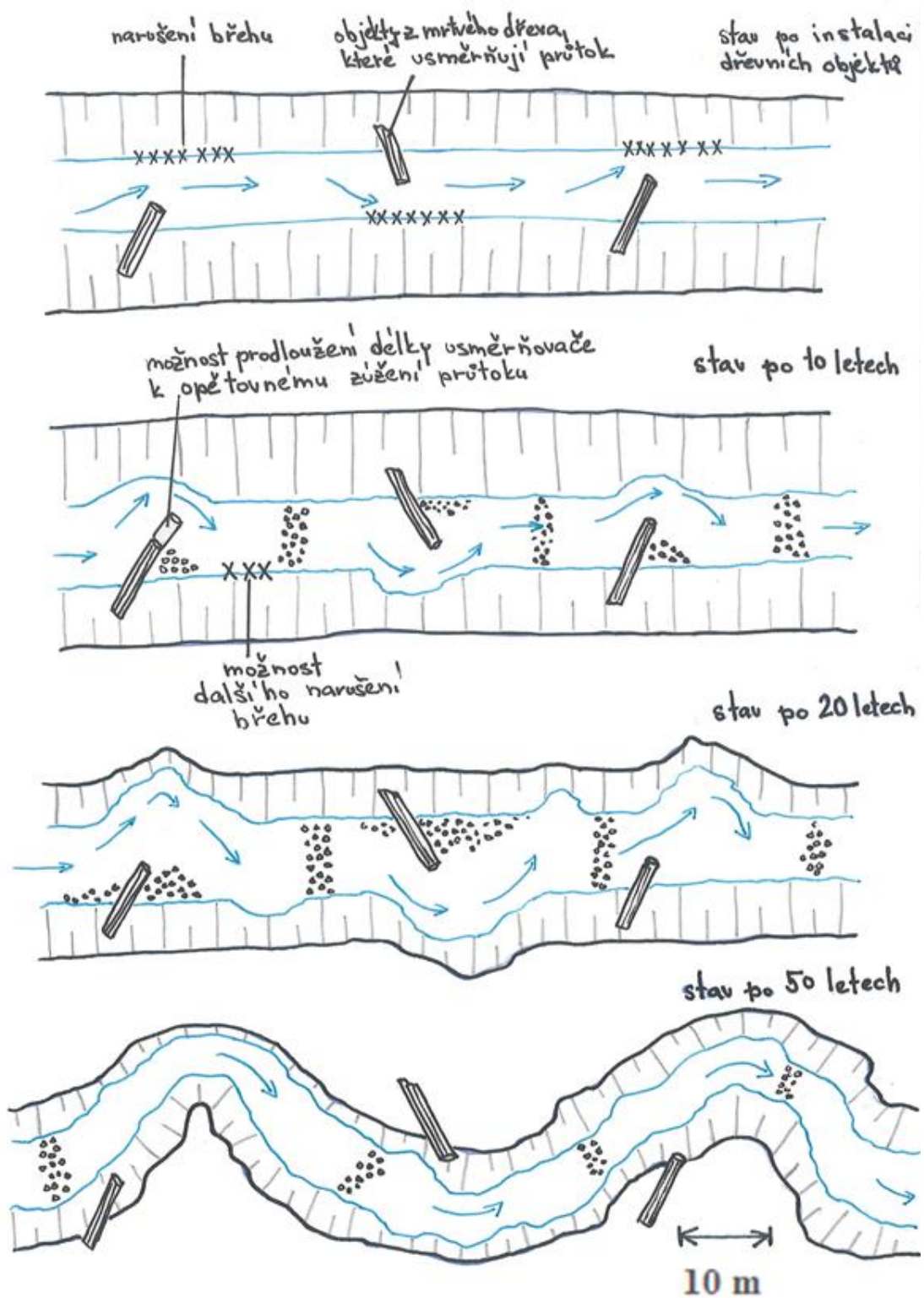
- 23. typ opatření: Hrabla – lapače plavenin nebo ledu
- 24. typ opatření: Šikmé kmenové lapače plavenin nebo ledu
- 25. typ opatření: Skluz z kulatiny

## **5. Katalog typů opatření**

Katalog typů opatření obsahuje 25 typů objektů vytvořených pomocí dřevní hmoty. U každého opatření jsou zaznamenány jeho funkce, jimiž se podílí na zlepšení ekologického stavu toku. Schéma objektu znázorňuje technické provedení vložení a instalace prvku do koryta. Další přínosy související s úpravou a napomáhající k obnově toku jsou vyjmenována ve výhodách. Možná rizika jsou zaznamenána v nevýhodách. Za každým katalogovým listem je přiloženo několik fotografií, které slouží jako praktické příklady z již provedených revitalizačních akcí.

### **5.1 Prvky změlčující a rozšiřující koryto**

Vrácení technicky upravených koryt do přírodě blízkého a dobrého ekologického stavu vyžaduje dlouhodobé úsilí. Pomocí usměrňovačů z mrtvé dřevní hmoty vložených střídavě do obou břehů toku můžeme docílit tvorby meandrů z rovného koryta za několik desetiletí (viz obr. 18, str. 22). Celkově tak docílíme zvýšení členitosti a prodloužení toku (viz obr. 19 až 22, str. 23). Tyto usměrňovače mohou být tvořeny z různých dřevních objektů. Lze použít celé stromy z blízkosti toku, vyvrácené i s kořeny i pokácené. Prvních deset typů opatření se zabývá objekty ke změlčení a rozšíření koryta toku. Při kácení je možné zbylé pařezy využít k fixaci kmene u břehu. K vzrostlým stromům není vhodné uchycovat objekty z důvodu poškození kmenů živých stromů dlouhodobým tlakem lana.



**Obr. 18.** Znárodnění přeměny rovného koryta v meandrující v časové posloupnosti (vlastní kresba dle Gebler, 2005)



*Obr. 19. Rovný tok ve fázi výstavby, úpravy levého břehu dokončeny a pravý břeh ve fázi příprav  
(Jany, 2013)*

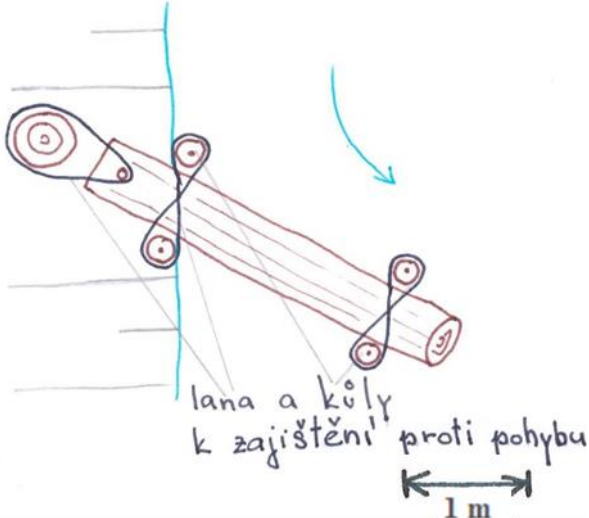
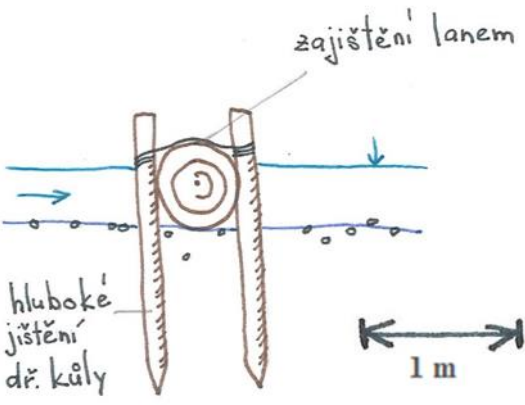


*Obr. 20. – 21. Narovnaný úsek toku (vlevo) a tentýž úsek po vložení dřevních prvků (vpravo)  
(Hartmann, 2018)*



*Obr. 22. Revitalizovaný úsek pomocí umístění kmenů střídavě do břehů krátce po rekonstrukci  
(Jany, 2013)*



<u>Typ opatření:</u> <b>1</b>	<b>Kmeny stromů zajištěné proti pohybu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové i hydraulické členitosti koryta</li> <li>• usměrnění proudění vody v požadovaném směru</li> <li>• změlčení koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 23. Kmen upevněný k pařezu u břehu (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>  <p><i>Obr. 24. Kmen upevněný k pařezu u břehu – profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmene v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 25. Odvětné kmeny stromů zabezpečené kůly z projektu obnovy mokřadů (NWR, 2018)*



*Obr. 26. Odvětné kmeny stromů umístěné střídavě při březích k podpoře vhodného prostředí pro ryby, zároveň napomáhá meandraci a prodloužení toku (DES, 2004)*



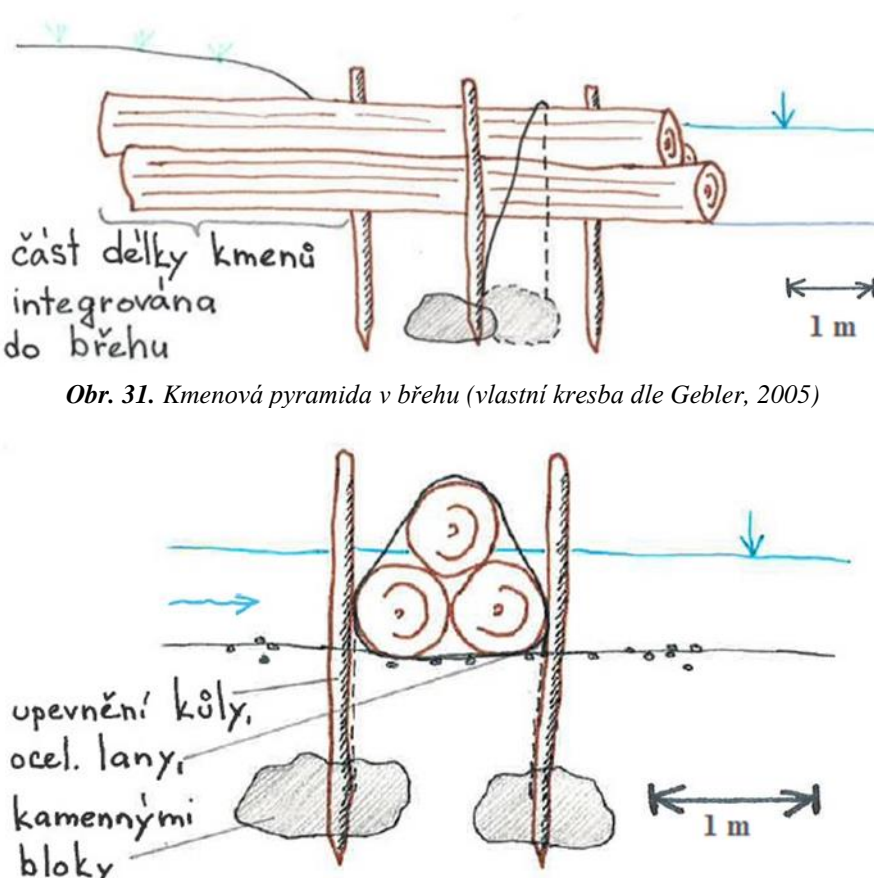
*Obr. 27. Kmenový výhon s uchyceným plaveným říčním dřevem (Linsin, 2018)*



*Obr. 28. Vestavba prvků z mrtvého dřeva a těžkých kamenů vytváří novou přirozenou trasu říčky (WWA, 2016)*



*Obr. 29. – 30. Kmen zajištěný ocelovými lany a dřevěnými kůly (vlevo) a pohled na úsek toku (vpravo) (Jany, 2013)*

<u>Typ opatření:</u> <b>2</b>	<b>Kmenová pyramida uložená do břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové i hydraulické členitosti koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 31. Kmenová pyramida v břehu (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p> <p><i>Obr. 32. Kmenová pyramida – profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky střední a větší velikosti</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití kmenů v blízkosti toku</li> <li>• zajištění lze provést kameny, dostatečně velkým a hluboko zatlučeným dřevěným kulem a připevněním ocelovými lany</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmenů v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 33. Kmenová pyramida na toku zajištěná dřevěnými kůly a lany, na břehu je umístěna mezi dva vzrostlé stromy (Gebler, 2005)*



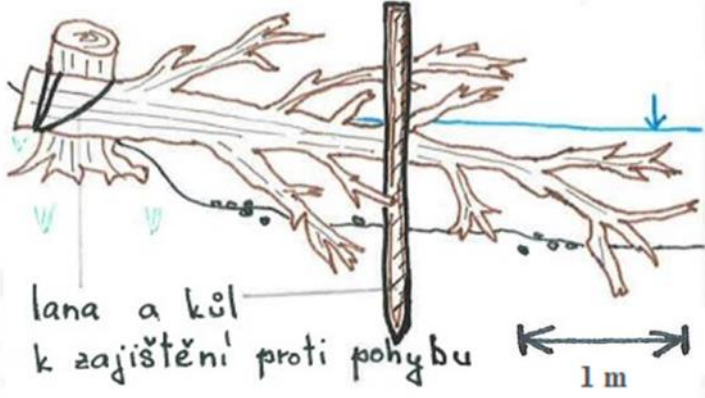
*Obr. 34. Malá pyramida k usměrnění toku (Lamberty, 2020)*



*Obr. 35. Kmenové pyramidy uložené do břehů (Jany, 2013)*



*Obr. 36. Stav kmenové pyramidy po 15 letech od vybudování (Linsin, 2018)*

<u>Typ opatření:</u> <b>3</b>	<b>Pokácený strom zajištěný proti pohybu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové i hydraulické členitosti koryta</li> <li>• usměrnění proudění vody v požadovaném směru</li> <li>• vymílání požadovaných částí toku či naopak odklonění proudění k ochraně vodních prvků a míst, která je nutno chránit před zátopou</li> <li>• změlčení koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 37. Kmen upevněný lany k pařezu a kůlem (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití stromů v blízkosti toku</li> <li>• zajištění lze provést dostatečně velkým a hluboko zatlučeným dřevěným kůlem ve dně a připevněním k pařezu na břehu ocelovými lany</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé živočichy</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění stromu v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



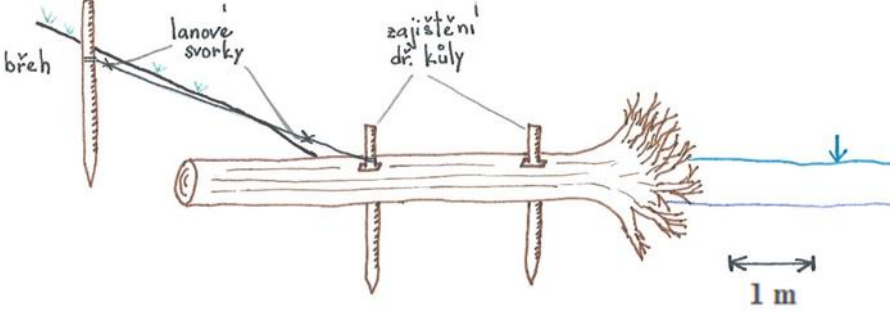
*Obr. 38. – 39. Ukotvení kmene padlého stromu k pařezu ocelovými lany (Meier, 2018)*



*Obr. 40. – 41. Celé stromy ukotvené kůly a jištěné ocelovými lany (Walser, 2016)*



*Obr. 42. Smrky upevněné spodní částí stromu do břehu řeky (Just, 2016)*

<u>Typ opatření:</u> <b>4</b>	<b>Kmeny s kořenovým balem uložené svými dřívky do břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• změlčení koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 43. Kmeny uložené do toku s kořeny, dřívky kmenů jsou zabudovány do břehu (vlastní kresba dle Gebler, 2005 )</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kmen se ukládá kořenovým balem do proudu a dřívky se upevní do břehu</li> <li>• zajištění lze provést dřevěnými kůly v březích i ve dnu a přivázání lany</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmene v případě velkých vod</li> </ul>



**Praktické příklady:**



*Obr. 44. – 45. Revitalizovaný úsek toku pomocí kmenů s kořenovým balem (vlevo) a tentýž úsek 3 měsíce po dokončení úprav (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 46. Kmeny stromů upevněné řetězy a velkými balvany ke břehu (NDS, 2019)*



*Obr. 47. Kmeny vyvrácených stromů upevněné svými dřívky do břehu toku (FGS, 2010)*



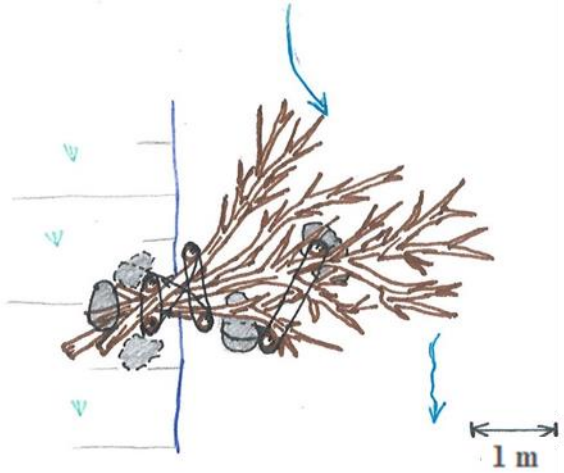
**Obr. 48.** Vyvrácený strom upevněný dřikem do břehu a kořenovou deskou do proudnice (GFG, 2009)



**Obr. 49.** Vyvrácené stromy upevněné svázané ocelovými lany (GFG, 2009)



**Obr. 50.** Dříky stromů integrované do břehu (Abbe T., 2009)

<u>Typ opatření:</u> <b>5</b>	<b>Svazek větví ukotvených ke břehu a dnu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové a hydraulické členitosti koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• zvýšení retenční kapacity údolní nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p style="text-align: center;"><i>Obr. 51. Svazek větví upevněných kůly, lany a kameny</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky střední a větší velikosti, v případě malých stromů i pro toky malé</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití stromů v blízkosti toku</li> <li>• zajištění lze provést dostatečně velkým a hluboko zatlučeným dřevěným kůlem a připevněním k pařezu na břehu např. ocelovými lany, lze provést zasypání do břehu</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění větví v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 52. – 53. Osazování velkých dřevěných kůlů do toku (vlevo) a jejich naplnění větvemi (vpravo)  
(Hausammann, 2018)*

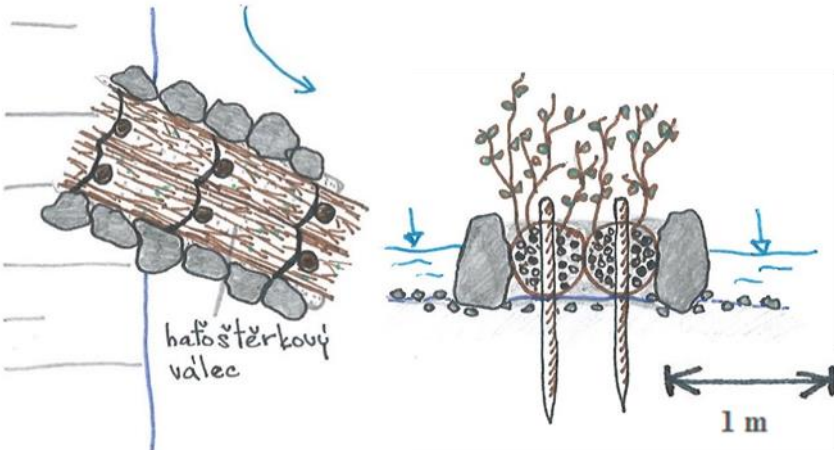


*Obr. 54. Větve upevněné ze břehu do koryta toku  
(Gebler, 2005)*

*Obr. 55. Tvorba nového přírodě blízkého koryta  
(KRN, 2001)*



*Obr. 56. – 57.: Výstavba výhonu z větví jištěných velkými kůly (nahore) a dokončený výhon (dole)  
(Linsin, 2018)*

<u>Typ opatření:</u> <b>6</b>	<b>Haťové válce (fašiny) uložené do břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obnova břehových porostů</li> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• zvýšení retenční kapacity údolní nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> <li>• snížení břehové eroze</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 58. Dva rovnoběžně uložené haťové válce, zajištění provedeno dřevěnými kůly a kameny, vpravo profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít připevněné kameny</li> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití stromů v blízkosti toku</li> <li>• zajištění lze provést dostatečně velkým dřevěným kůlem zatlučeným skrze válec hluboko do podloží</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové i břehové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění válce či jeho části v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 59. – 60. Instalace haťových válců do břehu (vlevo) a již dokončené opatření (vpravo)  
(DBVU, 2020)*

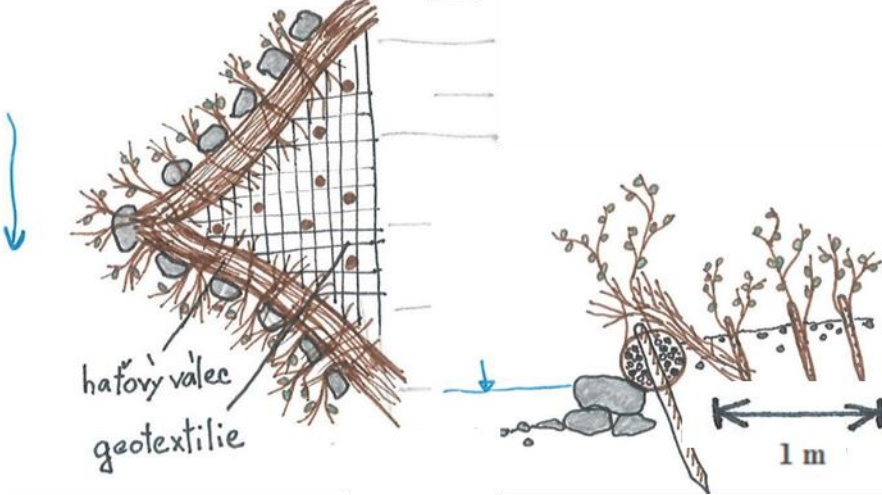


*Obr. 61. – 62. Haťové válce zabudované v toku (vlevo) a (vpravo) zachycené plaveniny jako zdroj potravy pro bezobratlé (DBVU, 2020)*



*Obr. 63. Usměrňovače z vrbových válců (vlevo)  
(TLUG, 2015)*

*Obr. 64. Husté haťové válce (vpravo)  
(WWA, 2016)*

<u>Typ opatření:</u> <b>7</b>	<b>Trojúhelníkový haťo(štěrk)ový výhon</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• změlčení a prodloužení délky koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 65. Trojúhelníkový haťošťerkový výhon vyplněný štěrkovou hlinou a kameny, středová plocha pokryta geotextilií, vpravo profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kameny zabezpečují podpěru válce</li> <li>• kůl je zatlučený skrze váleček šikmo do břehu</li> <li>• na výplň může být použito drobnější kamenivo, štěrk či zbytky mrtvého dřeva a přikryta geotextilií upevněnou menšími živými vrbovými kůly</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění částí či zborcení v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



**Obr. 66.** Trojúhelníkový haťoštěrkový výhon vyplněný kameny, zeminou a zbytky dřevní hmoty (Gebler, 2005)

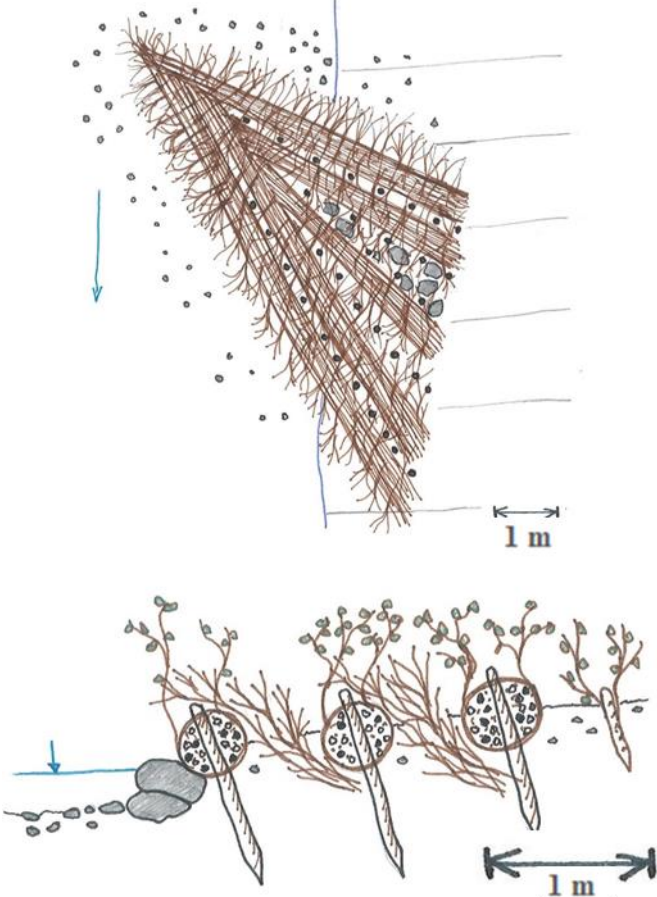


**Obr. 67.** Trojúhelníkový haťový nevyplněný výhon (WWA, 2016)



**Obr. 68.** Výroba haťového válce (Stowasserplan GmbH, 2018)



<u>Typ opatření:</u> <b>8</b>	<b>Trojúhelníkový víceřadý haťo(štěrk)ový výhon</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• změlčení a prodloužení délky koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 69. Víceřadý trojúhelníkový haťoštěrkový výhon (nahore) – válce uchyceny dřevěnými kůly a kameny, (dole) profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kameny zabezpečují podpěru válce</li> <li>• kůl je zatlučený skrze válec šikmo do břehu</li> <li>• na výplň může být použito drobnější kamenivo, štěrk a zbytky mrtvého dřeva, obohaceno menšími živými vrbovými kůly</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění částí či zborcení v případě velkých vod</li> </ul>

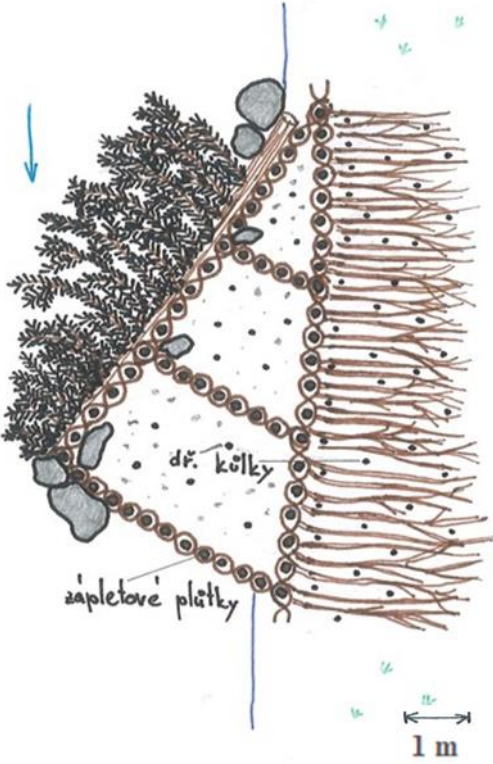
**Praktické příklady:**



*Obr. 70. Trojúhelníkový víceřadý haňoštěrkový výhon vyplněný kameny, zeminou a zbytky dřevní hmoty (Gebler, 2005)*



*Obr. 71. Rovný úsek toku (nahore) a po provedeném opatření pomocí trojúhelníkových výhonů z fašín a kameniva (dole) (Schwippe Angler Dagersheim, 2015)*

<u>Typ opatření</u> <b>2</b>	<b>Trojúhelníkový výhon ze zápletkových plůtků</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• změlčení a prodloužení délky koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 72. Trojúhelníkový výhon ze zápletkových plůtků z vrbového proutí obohacen o padlý strom – uchyceny dřevěnými kůly a kameny, výplň z kameniva může být zajištěna geotextilií, břeh s vrbovými pruty (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plůtky zapletené z vrbových prutů</li> <li>• menší vrbové kůly mohou uchycovat geotextilii pod výplň z kameniva, šterku a zbytků mrtvého dřeva</li> <li>• kameny zajišťují stavbu proti pohybu</li> <li>• možnost instalace padlého stromu – uchycen pomocí kůlů a lan, strom chrání proutí před zátěží</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění částí či zborcení v případě velkých vod, dřevěné části v důsledku času a střídání vlhka a sucha podléhají hnilobě</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 73. Trojúhelníkový hačošťerkový výhon vyplněný kameny, ochrana náplavové strany je podpořena padlým stromem (Gebler, 2005)*



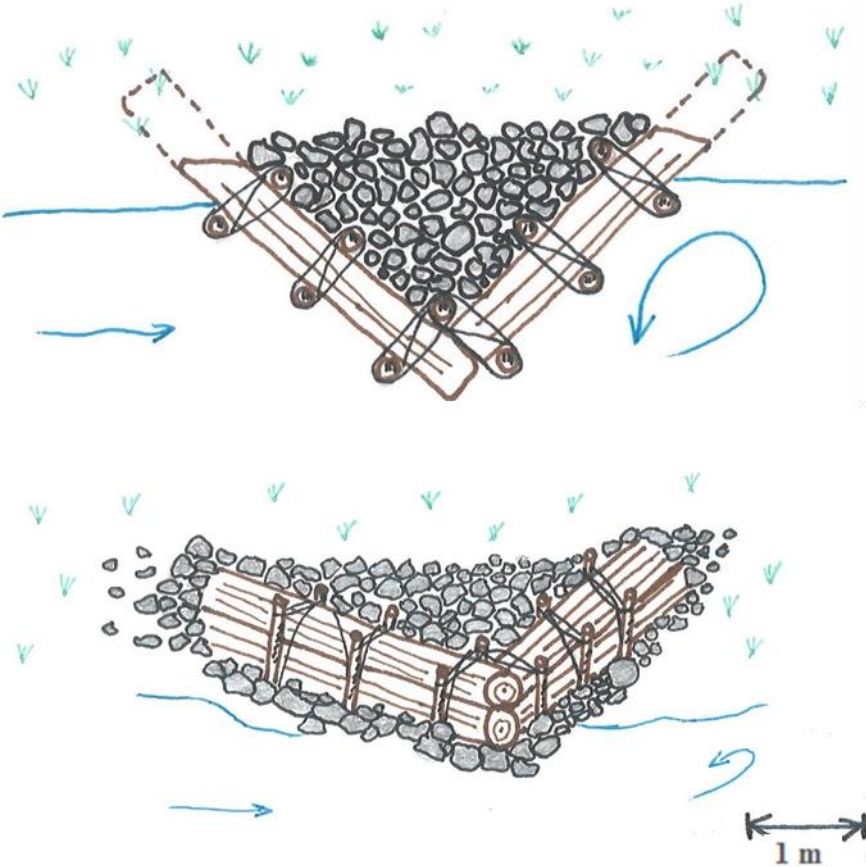
*Obr. 74. – 75. Trojúhelníkový výhon, u nárazového břehu upevněn celý strom (vlevo) a stav toku 6 let po provedení opatření (vpravo) (DBVU, 2020)*



*Obr. 76. – 77. Trojúhelníkový výhon z kůlů a vrbových prutů (vlevo), vysypán kamenivem (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 78. – 79. Trojúhelníkový výhon z kůlů a vrbových prutů jeden rok po instalaci (vlevo i vpravo) (Jany, 2013)*

<u>Typ opatření:</u> <b>10</b>	<b>Trojúhelníkový kmenový výhon</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení hydraulické členitosti toku</li> <li>• změlčení a prodloužení délky koryta</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 80. Trojúhelníkový kmenový výhon upevněný kůly, lany a vyplněný kameny (nahore) a boční pohled (dole) (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kmeny jsou integrovány dostatečně hluboko do břehu</li> <li>• zajištění zatlučenými kůly a lany doplňují větší kameny</li> <li>• jako výplň lze použít drobnější kamenivo a zbytky mrtvého dřeva</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění částí či zborcení v případě velkých vod</li> </ul>

### Praktické příklady:



**Obr. 81.** Trojúhelníkový kmenový výhon vyplněný kameny, zeminou a zbytky dřevní hmoty (vlevo) (GFG, 2009)



**Obr. 82.** Trojúhelníkový kmenový výhon vyplněný kameny, zeminou a zbytky dřevní hmoty (vpravo) (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)



**Obr. 83.** Trojúhelníkový kamenný výhon vyplněný kameny, vrbové kůly zajišťují geotextilii a jsou schopné obrazit (Gebler, 2005)



**Obr. 84. – 85.** Napučené vrbové kůly první rok po osazení (vlevo) a vegetace během první zimy (vpravo) (Jany, 2013)

## 5.2 Stabilizační prvky

Mezi stabilizační prvky řadíme dřevní úpravy, jež mají za úkol ochránit části toku před vymíláním proudem, především břehy před erozí, ale také staveb v přilehlém okolí. Například stožáry elektrického vedení, kde dřevostavby (viz obr. 86 – 87) odkloní proudění vody do směru, kde případné zvýšení hladiny při povodni nezpůsobí škody. Na obrázku 88 je názorná ukázka ochrany břehu v blízkosti komunikace.

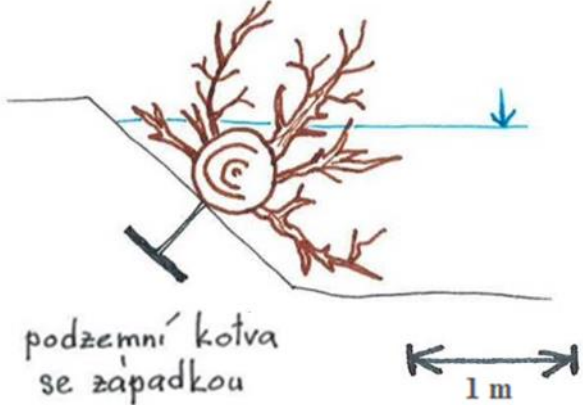


*Obr. 86. – 87. Velká kmenová a kamenná opatření k ochraně břehu se sloupem elektrického vedení (Hartmann, Hausammann, 2018)*



*Obr. 88. Břehové protierozní opatření pomocí kmenů ve břehu (Hausammann, 2018)*



<u>Typ opatření:</u> <b>11</b>	<b>Pokácený strom uložený podél břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protierozní ochrana břehů</li> <li>• posílení tvarové členitosti koryta</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p style="text-align: center;">podzemní kotva se západkou</p> <p style="text-align: right;">1 m</p> <p><i>Obr. 89. Strom upevněný podél břehu (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• celé kmeny s větrovím se upevňují podélně ke břehu pomocí ocelových lan, závitových tyčí, západkových kotev</li> <li>• možné je uložení jednoho kmene či svazků několika kmenů s větrovím či bez něj</li> </ul>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toky všech velikostí</li> <li>• nutné je ukotvení kmene způsoby vhodnými pro konkrétní tok</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění stromu či jeho části v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



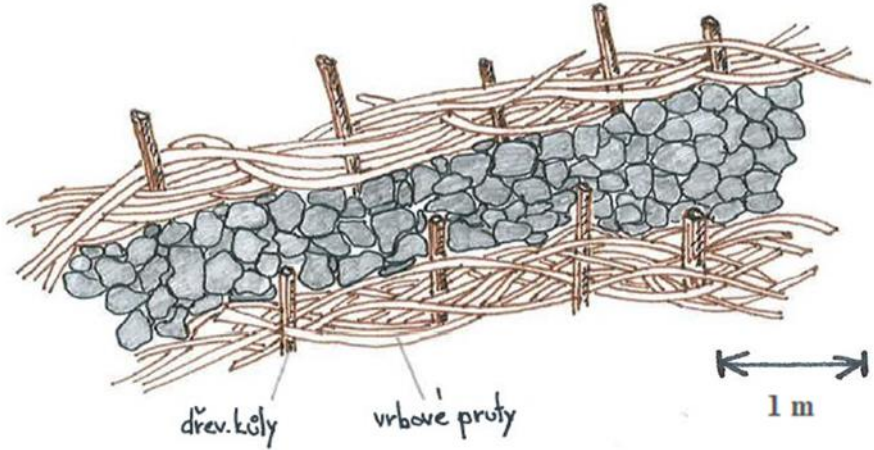
*Obr. 90. Pokácený strom upevněný podél břehu (Hausammann, 2018)*



*Obr. 91. – 92. Ochrana břehů uloženými samostatnými kmeny (vlevo) nebo celými svazky kmenů a větví (vpravo) (KRN, 2001)*



*Obr. 93. Ukládání dřevních struktur z větví a kmínků do břehů koryta (Hartmann, 2018)*

<u>Typ opatření:</u> <b>12</b>	<b>Zápleťový plůtek</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ochrana břehů před abrazí</li> <li>• oživení vegetace břehů</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• snížení břehové eroze</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 94. Zápleťové plůtky ve dvou řadách vysypané kamenivem (Šlezinger, 2015)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí i pro vodní plochy</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kůly jsou do poloviny délky zaraženy do podloží v jedné nebo více řadách</li> <li>• mezi kůly jsou zapleteny pruty vrb</li> <li>• štěrk a velké kameny jsou umístěny mezi plůtky</li> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití prutů vrb v blízkosti toku</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění plůtku v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



***Obr. 95.** Dvě řady zápletkových plůtků vysypaných kamenivem (vlevo) (Šlezinger, 2015)*



***Obr. 96.** Jednořadá výztuha břehu ze zápletkového plůtku (vpravo) (Jiránek, 2015)*



***Obr. 97.** Nízký zápletkový plůtek podél břehu (Sklenář, 2013)*

<u>Typ opatření:</u> <b>13</b>	<b>Obnovení břehové vegetace z vrbových prutů</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• zvýšení retenční kapacity údolní nivy</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	<p><i>Obr. 98. Na břehu uložené vrbové pruty zatěžkané slabými kmeny a upevněný kůly, (nahore) a boční pohled (dole) (vlastní kresba dle Jany, 2013)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí i pro vodní plochy</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít dřevěné kůly instalované hluboko do podloží</li> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití vrbových prutů v blízkosti toku</li> <li>• k zatížení je možné použít dlouhé smrkové kulatiny s průměrem cca 7 cm uloženými kolmo na pruty a uchycenými k zatlučeným kůlům</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé, popř. ptactvo</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění či poškození v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**

Obnova vrbovými pruty v časové posloupnosti:



*Obr. 99. – 100. Výsadba a instalace v roce 2004 (vlevo) a detail (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 101. – 102. Stejný tok jako na obrázcích 99. – 100. po revitalizaci v roce 2005 (vlevo) a v roce 2010 (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 103. Osazování vrbových prutů do upraveného břehu s geotextilií (Bonin, 2013)*



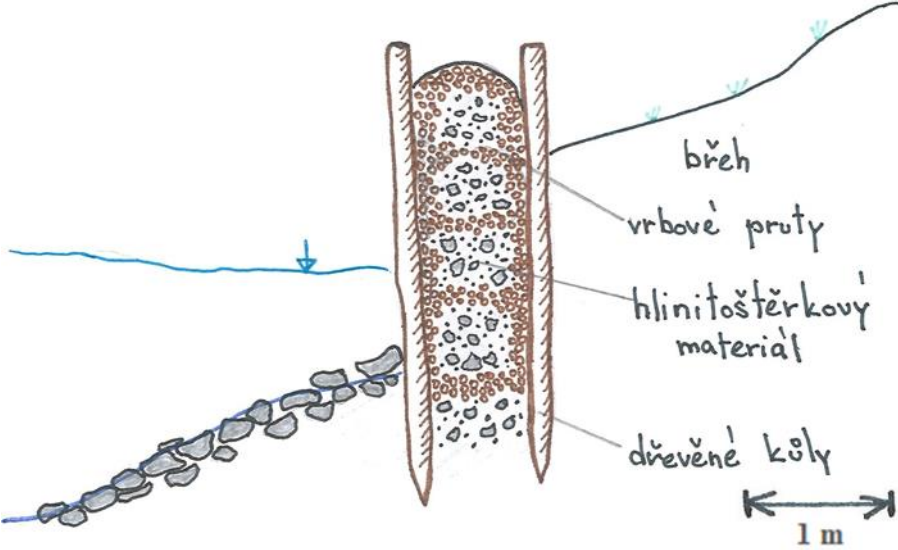
**Obr. 104. – 105.** Vrbové fašiny a pruty k obnovení břehové vegetace  
(Regierungspräsidium Tübingen, 2018)



**Obr. 106. – 107.** Smrkové kůly uložené kolmo na pruty zajišťují pruty k obnovení břehové vegetace  
(Jany, 2013)



**Obr. 108.** Pruty a kůly instalované do břehu (Bonin, 2013)

<u>Typ opatření</u> <b>14</b>	<b>Haťové či haťošťerkové válce podél břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• podpora tlumivého rozlivu povodňových průtoků do nivy</li> <li>• zvýšení retenční kapacity údolní nivy</li> <li>• posílení přirozeného splaveninového režimu</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 109. Haťošťerkový válec podél břehu uložený mezi kůly</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí i pro vodní plochy</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít dřevěné kůly instalované hluboko do podloží</li> <li>• velmi příhodné i ekonomické je použití vrbových prutů v blízkosti toku</li> <li>• válce vysypané kamenivem a šťerkem je možné svázat ocelovými lany</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé, popř. ptactvo</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění či poškození částí válců v případě velkých vod</li> </ul>



**Praktické příklady:**



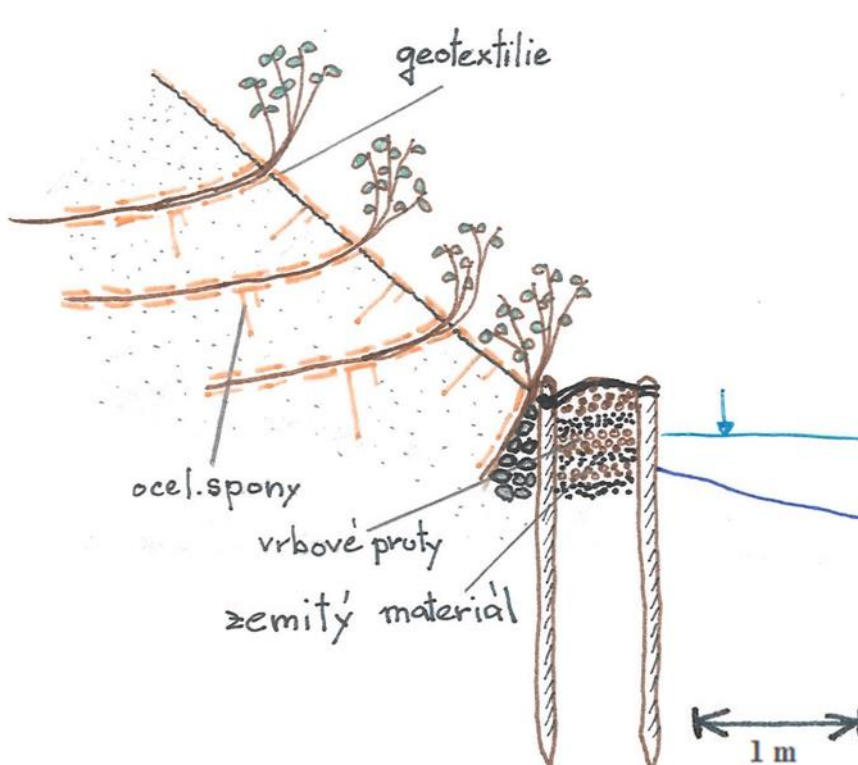
*Obr. 110. Výroba haťošterkových válců v terénu (Sklenář, 2013)*



*Obr. 111. Instalace haťošterkových válců (Sklenář, 2013)*



*Obr. 112. – 113. Realizace břehového opatření pomocí kůlů a válců z proutí (vlevo) a (vpravo) již s vegetací, dřevo po čase podléhá hnilobě a tok se samovolně renaturuje (Lamberty, 2020)*

<u>Typ opatření</u> <b>15</b>	<b>Proutky a drobné větve k ochraně břehů</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• obnova břehové vegetace</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 114. Uchycení prutů do břehu pod geotextilií, v patě svahu jsou mezi kůly uchycené vrstvy vrbových prutů a zemitého materiálu (vlastní kresba dle Bonin, 2013)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• břehy vhodné zpevnit sítěmi či geotextilií do nichž se proutky vpravují</li> <li>• zajištění lze provést do břehu zatlučenými dřevěnými kůly a ocelovými sponami</li> <li>• k patě svahu je možné upevnit vrbové pruty se zemitém materiálem či fašiny mezi kůly</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko poničení v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 115. -116. Drobné větve a proutí v březích (vlevo) a protierozní ochrana břehu (vpravo) (KRN, 2013)*



*Obr. 117. – 118. Biologická protierozní ochrana břehů pomocí drobného větvoví, proutí a pařeziny (Schütz, 2018)*



*Obr. 119. – 120. Biologická protierozní ochrana břehů pomocí vrbového proutí (Bonin, 2013)*



*Obr. 121. – 122. Výstavba břehového opevnění (Bonin, 2013)*



*Obr. 123. – 124. Průběh výstavby břehového opevnění (Bonin, 2013)*



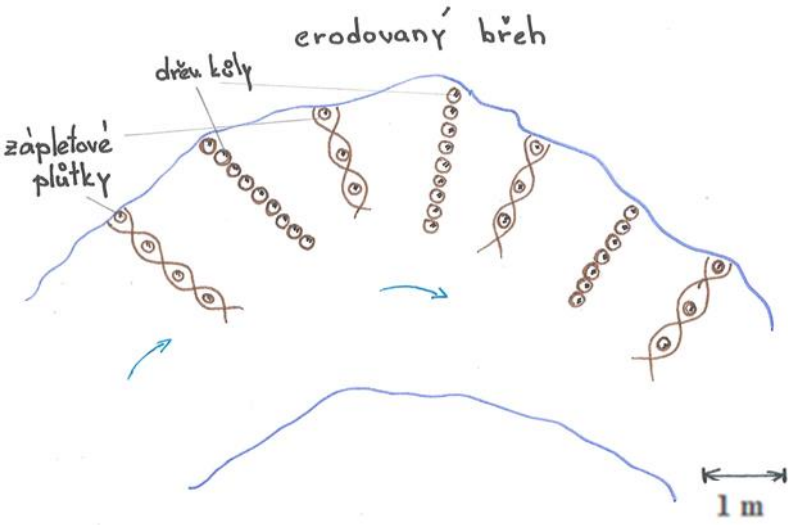
*Obr. 125. Uchycení prutů kůly do břehu pomocí textilie z kokosového vlákna (NRP, 2019)*



*Obr. 126. – 127. Výstavba břehového opevnění (Bonin, 2013)*



*Obr. 128. – 129. Zpevnění břehu geotextilií a vrbovými kůly (vlevo), napučená vegetace v prvním vegetačním období (Jany, 2013)*

<u>Typ opatření</u> <b>16</b>	<b>Kůlové hřebeny a zápleťové plůtky k ochraně břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• obnova břehové vegetace</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 130. Kůlové hřebeny cca 1,5 m dlouhé, integrované do břehů střídají krátké zápleťové plůtky (vlastní kresba dle Jany, 2013)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zajištění lze provést do pomoci ocelových lan, spon či závitových tyčí, které kmeny spojují</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko poničení v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



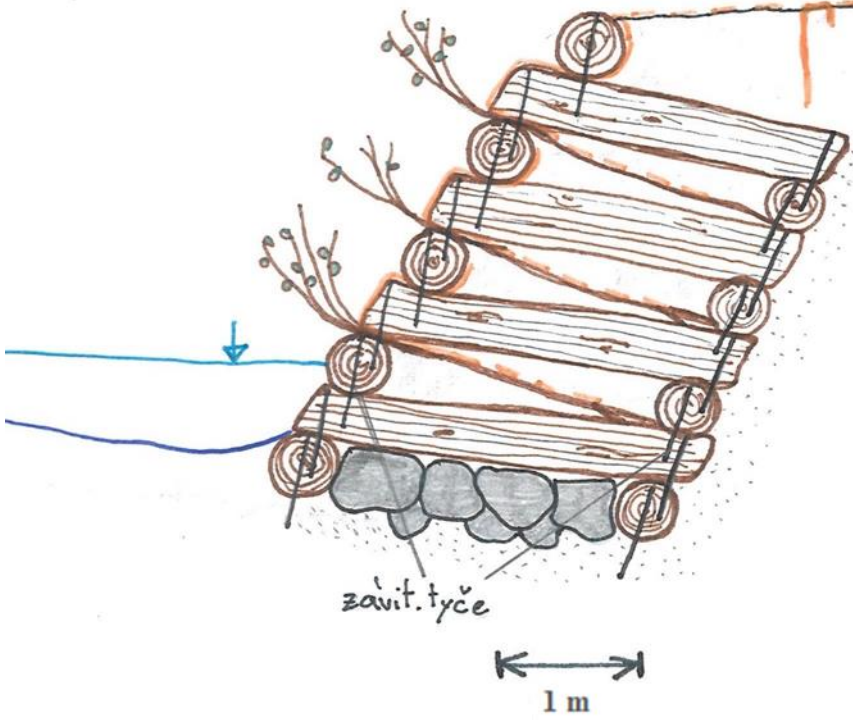
**Obr. 131. – 132.** Výstavba břehových hřebenů z kůlů (vlevo) v kombinaci se zápletovými plůtky (vpravo) (Jany, 2013)



**Obr. 133. - 134.** Zápleťový plůtek (vlevo) a stejný tok v prvním vegetačním období (vpravo) (Jany, 2013)



**Obr. 135. – 136.** Kůlové hřebenů k usměrnění proudění (vlevo – Linsin, 2018), (vpravo – Lamberty, 2020)

<u>Typ opatření</u> <b>17</b>	<b>Kmeny s vrbovými pruty k ochraně strmých břehů</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení břehové eroze</li> <li>• obnova břehové vegetace</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p data-bbox="598 1205 1311 1256"><i>Obr. 137. Kmeny instalované do břehu spojené závitovými tyčemi (vlastní kresba dle Bonin, 2013)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky všech velikosti</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné použít geotextilii k podpoře uchycení a zakořenění prutů</li> <li>• zajištění lze provést do pomocí ocelových lan, spon či závitových tyčí, které kmeny spojují</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby a bezobratlé</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko poničení v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 138. – 139. Výstavba břehového opevnění (Bonin, 2013)*



*Obr. 140. – 141. Naplnění konstrukce ornicí (vlevo) a uložení kmenů (vpravo) (Bonin, 2013)*



*Obr. 142. Kmenová stavba ve vegetačním období (vlevo) (Bonin, 2013)*



*Obr. 143. Stavební úpravy kmenové stavby (vpravo) (Jany, 2013)*

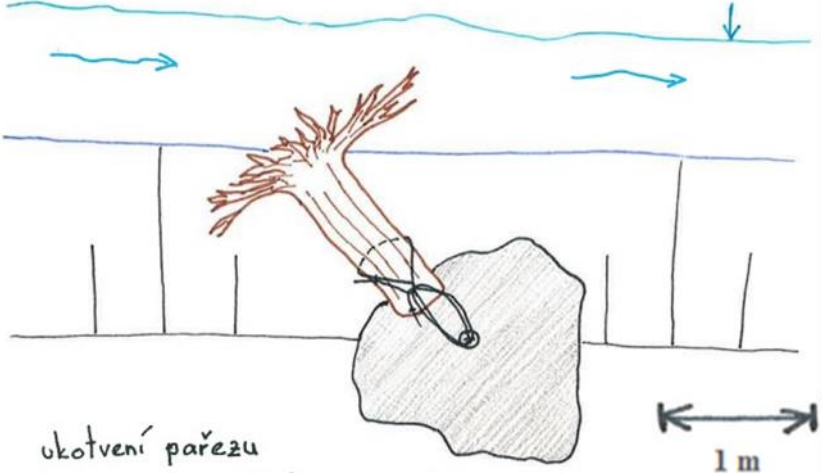


### 5.3 Destabilizační prvky

Destabilizačními jsou nazývány prvky, které oživují rovné monotónní úseky toků. Bývají ukládány do koryt tak, by rozvolnily proudění vody různými směry, změlčily a členily koryto. Často pomáhají k rozlivu vody do niv a zvyšují jejich retenční kapacitu. Jsou to zejména různé rozražeče a usměrňovače z dřevěných kůlů, pařezů či celých stromů uložené v proudnici toku. Mohou být doplněny kameny (viz obr. 144), kde pařezy a kamenivo tvoří ostrůvek uprostřed toku.



*Obr. 144. Kamenný ostrůvek doplněný dřevními prvky (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*

<u>Typ opatření:</u> <b>18</b>	<b>Pařezy s kořeny umístěné do proudu či břehů</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové a hydraulické členitosti koryta</li> <li>• oživení toku</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> </ul>
<u>Obrázek:</u>	 <p>ukotvení pařezu k balvanu upevněnému ve dně</p> <p><i>Obr. 145. Možný způsob uložení velkého pařezu s kořenovým balem (vlastní kresba dle Meier, 2018)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toky všech velikostí</li> <li>• nutné je ukotvení pařezu</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usměrnění proudění vody</li> <li>• zmírnění proudění</li> <li>• změlčení a zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné úkryty pro rybí populace a bezobratlé</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kořenová deska by měla být instalována vždy proti směru proudu a kmenová část zabudována do koryta pod úhlem přibližně 45°</li> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít připevněný kotevní kámen</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění v případě velkých vod, v důsledku času, druhu dřeva a způsobu ukotvení</li> </ul>

## Praktické příklady:



**Obr. 146.** Pařez s kotevním kamenem před vložením do koryta (vlevo)  
(Haussammann, 2018)



**Obr. 147.** Pařez s kotevním kamenem před vložením do toku (vpravo)  
(Hartmann, 2018)



**Obr. 148.** Pařez s kotevním kamenem při vložení do koryta (vlevo)  
(Meier, 2018)



**Obr. 149.** Fotografie umístěných pařezů v monotónním úseku toku (vpravo)  
(Linsin, 2018)



**Obr. 150. – 151.** Vlevo fotografie objektu při instalaci do toku a vpravo již umístěné pařezy v menším toku (Hartmann, 2018)



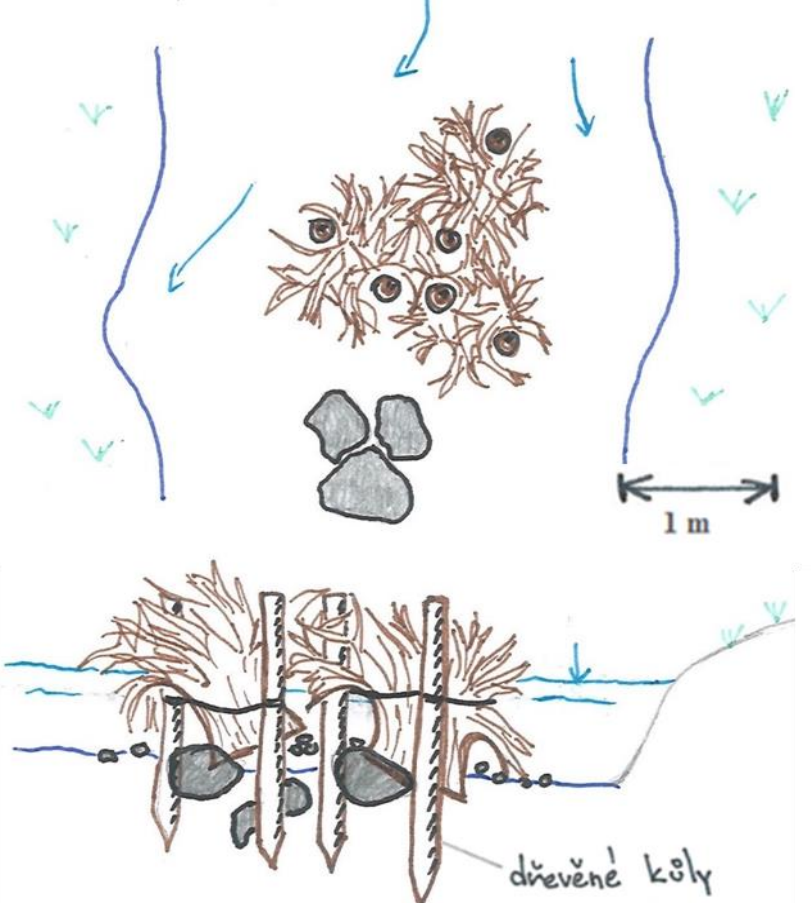
*Obr. 152. Pařez umístěný ve dně, celý kmen je nutné zapravit tak, aby vyčníval pouze kořenový bal (Tent, 2016)*



*Obr. 153. – 154. Dvě fotografie pařezu v toku pořizované s pětiletým časovým odstupem, rok 2005 (vlevo) a 2011 (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 155. – 156. Pařez po instalaci do toku, rok 2010 (vlevo) a stav toku v roce 2013 (vpravo) (Jany, 2013)*

<u>Typ opatření:</u> <b>19</b>	<b>Pařezovo – kamenné ostrůvky</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové a hydraulické členitosti koryta</li> <li>• oživení toku</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• posílení biodiverzity</li> </ul>
<u>Obrázek:</u>	 <p><i>Obr. 157. Pařezy uložené ve dně pomocí kůlů, lan a kamenů, dole profilový pohled ( vlastní kresba dle Regierungspräsidium Tübingen, 2018)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toky všech velikostí</li> <li>• nutné je ukotvení pařezu</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usměrnění proudění vody</li> <li>• zmírnění proudění</li> <li>• změlčení a zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné úkryty pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pařez s dostatečně dlouhým kmenem musí být vnořen kořeny k hladině a ukotven kůly, ocelovými lany a kameny</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění v případě velkých vod, v důsledku času, druhu dřeva a způsobu ukotvení</li> </ul>

**Praktické příklady:**



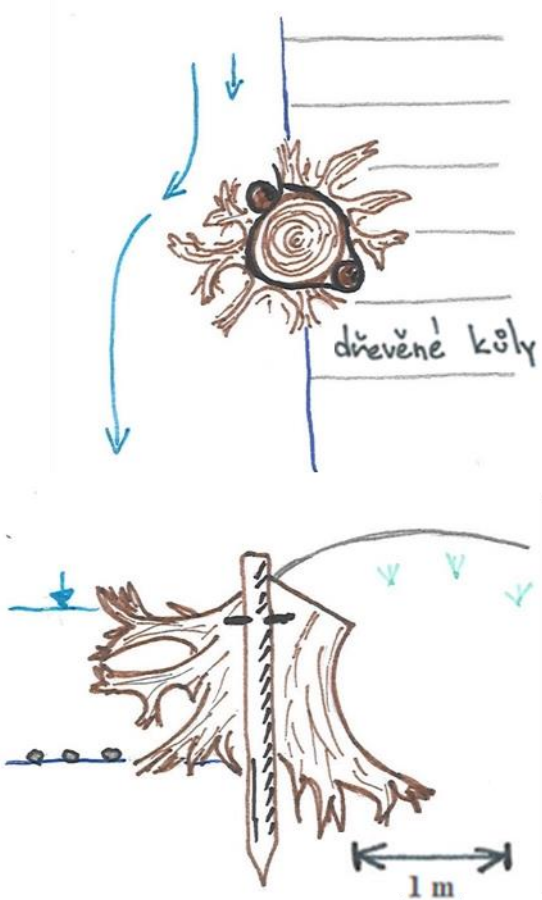
*Obr. 158. Pařezy uložené ve dně pomocí kúlů a kamenů (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*



*Obr. 159. Pařezové ostrůvky (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*



*Obr. 160. Pařezové ostrůvky při vyšším průtoku vody (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*

<u>Typ opatření:</u> <b>20</b>	<b>Pařez uložený do břehu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové a hydraulické členitosti koryta</li> <li>• oživení toku</li> <li>• prodloužení toku</li> <li>• posílení biodiverzity</li> </ul>
<u>Obrázek:</u>	 <p><i>Obr. 161. Pařez uložený do břehu pomocí kůlů a ocelových lan, dole profilový pohled (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toky všech velikostí</li> <li>• nutné je ukotvení pařezu</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usměrnění proudění vody</li> <li>• změlčení a zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné úkryty pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění v případě velkých vod, v důsledku času, druhu dřeva a způsobu ukotvení</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 162. Pařez uložený pomocí kůlů a ocelových lan (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)*

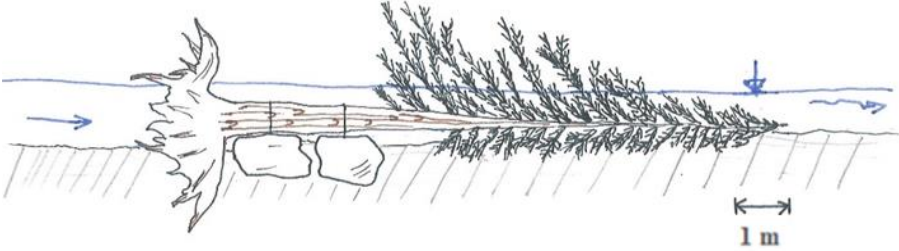


*Obr. 163. – 164. Pařez uložený kořeny vzhůru a zajištěný kameny (vlevo), pařezový výhon a ostrůvky (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 165. – 166. Pařez vklenutý do břehu (vlevo) a pařezový výhon (vpravo) (Gebler, 2005)*



<u>Typ opatření:</u> <b>21</b>	<b>Vyvrácený strom vložený do proudu toku</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové i hydraulické členitosti koryta</li> <li>• změkčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> <li>• podpora samovolných renaturačních procesů</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 167. Celý strom vložený do toku, kořenům sloužícím jako kotva napomáhají balvany upevněné ke kmenu pomocí lan či závitových tyčí (vlastní kresba dle Hartmann, 2018)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky střední a větší velikosti, v případě malých stromů i pro toky malé</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kořenová deska se ukládá proti směru proudu a slouží jako kotva</li> <li>• k zamezení pohybu je vhodné použít ke kmenu připevněný kotevní kámen</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora tvorby tůní</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění stromu či jeho části v případě velkých vod</li> </ul>

### Praktické příklady:



*Obr. 168. Použití vyvrácených stromů z nedalekého okolí toku (Hartmann, 2018)*



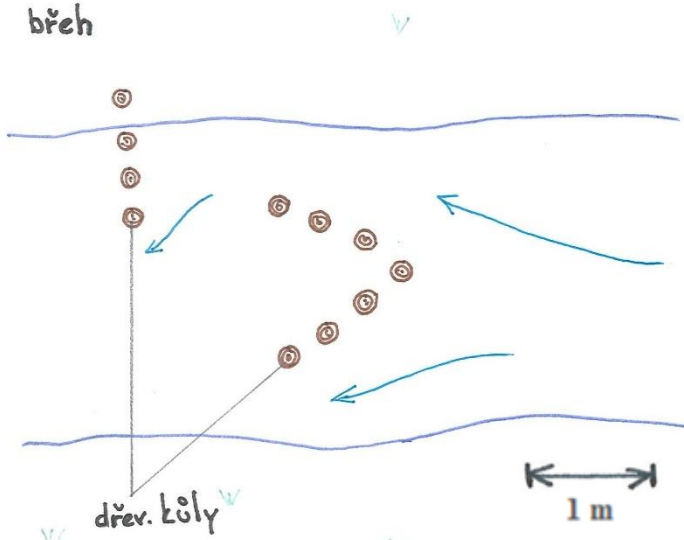
**Obr. 169.** Kmen uložený kořenovou deskou proti směru toku (Regierungspräsidium Tübingen, 2018)



**Obr. 170. – 171.** Stromy vložené do proudu přichycené k podloží závitovými tyčemi (Haussammann, 2018)



**Obr. 172. – 173.** Vkládání stromu do toku pomocí těžké techniky (vlevo) a již uložené stromy (vpravo) (DVU, 2020)

<u>Typ opatření:</u> <b>22</b>	<b>Trojúhelníkový rozražec z vrbových kůlů</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posílení tvarové a hydraulické členitosti koryta</li> <li>• oživení toku</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> </ul>
<u>Obrázek:</u>	 <p><i>Obr. 174. Kůly rozvolňující směr proudění doplněné břehovým hřebenem (vlastní kresba dle Salim, 2016)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toky všech velikostí</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usměrnění proudění vody</li> <li>• rozvolnění proudnice</li> <li>• změlčení a zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• lokální vymílání a ukládání sedimentu</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• vhodné úkryty pro ryby a bezobratlé</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutné je dostatečné zatlučení kůlů do podloží</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění v případě velkých vod, v důsledku času, druhu dřeva a způsobu ukotvení</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 175. Trojúhelníkový kůlový rozražeč uložený do proudnice z dřevěných kůlů (Salim, 2016)*



*Obr. 176. Vyznačený směr proudění ovlivněný dřevěnými kůly (Salim, 2016)*

## 5.4 Specifické prvky

Mezi specifické prvky můžeme zařadit dřevěné kúlové lapače, které se používají k preventivnímu zachycení plavenin před místy, kde je hromadění dřeva nežádoucí. Dále nahrazování vysokých stupňů kmenovými skluzy či nízkým prahováním toků, jenž nebrání rybám v migraci (viz obr. 177 – 180). Tato opatření napomáhají rozlévat vodu do niv, vytváří tůňky s mnoha úkryty pro vodní živočichy. Prahování je vhodné použít na bystřinných tocích s vyšším sklonem, kde pomohou rozčlenit podélný profil a stabilizovat sklon, ale také v upravených korytech, kde z důvodu povodňové úpravy nelze využít rozsáhlejší revitalizace.

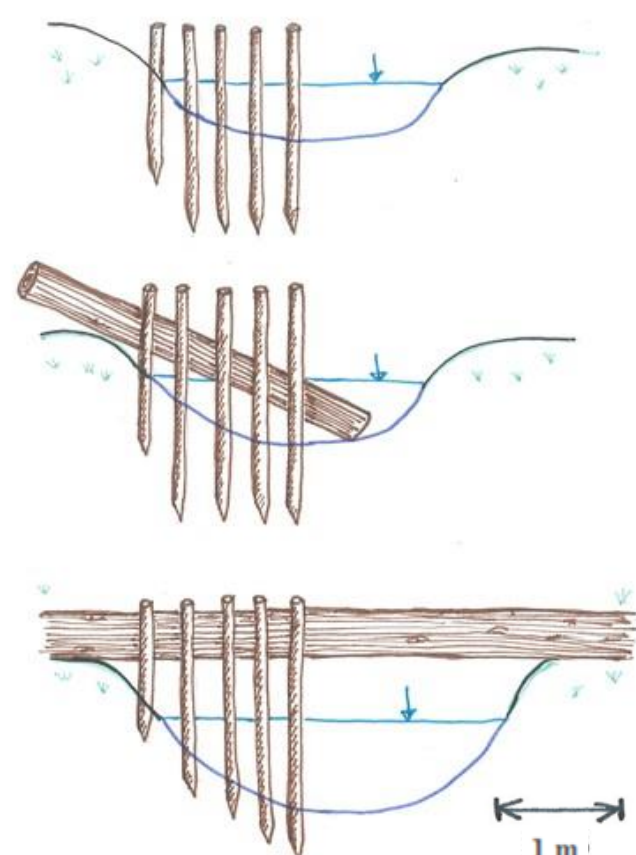


*Obr. 177. – 178. Nízký kmenový stupeň s přijatelným rozdílem hladin (vlevo) a práh s ideálním rozdílem hladin (vpravo) (Knap, 2019)*



*Obr. 179. – 180. Průběh prací na nízkém obloukovém prahu z dřevěných kůlů (vlevo) a již funkční prahová stavba (vpravo) (Bonin, 2013)*

Dalšími dřevními prvky zařazenými mezi specifické jsou skluzy z kulatiny a kameniva a šikmý lapač z břehů, který po naplnění materiálem slouží zároveň jako nízký stupeň průchodný pro vodní živočichy.

<u>Typ opatření:</u> <b>23</b>	<b>Hrabla – lapače plavenin nebo ledu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zachycování plavenin či ledových ker před úseky, kde hrozí nahromadění a problematické rozlití vody z koryta</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 179. Nákresy lapačů z kůlů bez opěrného kmene (nahore), šikmo uložený kmen (uprostřed), rovně uložený kmen (dole) (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky menší a střední velikosti</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• v případě konstrukce bez opěrného kmene je nutné hlubší zatlučení kůlů</li> <li>• na kůly zvolit materiál, který nepučí a neobrustá</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• ukládání sedimentu a listí</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmene a kůlů v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



***Obr. 180. Kůly instalované jako lapače před přemostěním toku (Bonin, 2013)***



***Obr. 181. Kmenové kůly uložené hluboko slouží jako lapače plavenin (Hausammann, 2018)***



***Obr. 182. Tři kmenové kůly slouží zároveň jako rozražeče proudu i jako lapače plavenin (Werdenberg, 2018)***



*Obr. 183. – 184. Lapač pevněný kmenem po celé délce toku (vlevo) a zkosený jen k jednomu břehu (vpravo) (Gebler, 2005)*



*Obr. 185. – 186. Instalace kůlů (vlevo) zajištění pomocí kameniva (vpravo) (Jany, 2013)*



*Obr. 187. Zanášející se hrabla při povodni (Jany, 2013)*



<u>Typ opatření:</u> <b>24</b>	<b>Šikmé kmenové lapače plavenin nebo ledu</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zachycování plavenin či ledových ker před úseky, kde hrozí nahromadění a problematické rozlití vody z koryta</li> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 188. Šikmo uložené kmeny jako lapače plavenin (vlastní kresba dle Gebler, 2005)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky menší a střední velikosti</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kmeny vhodné zajistit na břehu k pářezu či integrací do břehů</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• zpomalení odtoku vody</li> <li>• ukládání sedimentu a listí</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmenů v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**

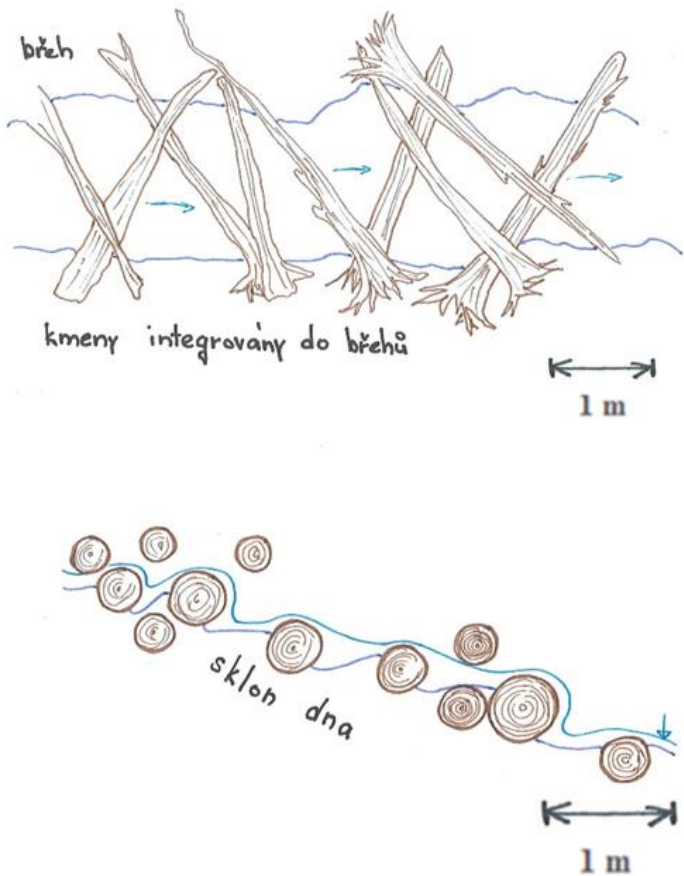
Kmenový lapač v časové posloupnosti:



*Obr. 189. – 190. Kmenový lapač po instalaci v prosinci 2016 (vlevo) a v červnu 2017 (vpravo) (Meier, 2018)*



*Obr. 191. – 192. Stejně opatření jako na obrázcích 189. – 190. v říjnu 2017 (vlevo) a v březnu 2018 (vpravo) (Jany, 2013)*

<u>Typ opatření:</u> <b>25</b>	<b>Skluz z kulatiny</b>
<u>Funkce:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• změlčení koryta v případě jeho přílišného zahloubení</li> <li>• snížení hloubkové eroze</li> <li>• podpora biologické rozmanitosti</li> </ul>
<u>Schéma:</u>	 <p><i>Obr. 193. Náskres skluzu z kulatiny (nahore) a skluz napříč uložených kmenů (dole) (vlastní kresba dle Kožený, Sucharda)</i></p>
<u>Vhodné pro:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodné pro toky menší a střední velikosti</li> </ul>
<u>Instalace:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kmeny vetknuty do dna nebo břehů, vzájemně propojeny a zajištěny</li> <li>• kmeny mohou být uloženy také rovnoběžně vedle sebe a zajištěny dřevěnými kůly</li> </ul>
<u>Výhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení drsnosti koryta</li> <li>• podpora prokysličování a samočisticích procesů</li> <li>• podpora tvorby tůní, mělčin, náplav</li> <li>• vhodné stanoviště pro ryby i bezobratlé</li> <li>• obnova migrační propustnosti toku</li> </ul>
<u>Nevýhody:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riziko uvolnění kmenů v případě velkých vod</li> </ul>

**Praktické příklady:**



*Obr. 194. Skluz z kulatiny zabezpečený kůly – experimentální stavba (Kožený, nepublikováno)*



*Obr. 195. Skluz z kulatiny po vybudování zabezpečený kůly (Jany, 2013)*

## 6. Diskuze

Tato práce je zaměřena na význam a použití dřevní hmoty v tocích. Uvedená opatření v katalogu nám umožňují navracet vodní režim v krajině nazpět do přirozeného stavu.

Dle Vrány (2004) i Justa (2005) je hlavním revitalizačním cílem návrat toku a jeho nivy do přírodě blízkého stavu (viz kapitola 3.2 Revitalizační cíle). Samovolné renaturace směřují k tomuto cíli tím, že ponechají dynamiku toku pracovat v čase na změnách koryta. Zanášením, zarůstáním a rozpadem opevnění opravdu v dlouhodobém časovém měřítku příroda dokáže v některých úsecích rozčlenit tvar koryta, a tím i snížit náklady na revitalizační opatření těchto úseků. Bude ale trvat velmi dlouho než potoky a řeky samy od sebe začnou znovu meandrovat, tvořit tůň, mokřady a prostorově členité přírodnější úseky, pokud stále tečou v betonových korytech. Pro urychlení procesu je vhodné přírodě pomoci. Vždy záleží na konkrétním toku, jeho území, okolních podmínkách, vlastnických vztazích a dalších činitelích. Je třeba správně zhodnotit, zda vůbec a jak moc je nutné přírodní procesy podpořit pomocí revitalizačních opatření.

Správci toků v ČR mají za úkol pečovat o jim svěřené toky (Just, 2005). Splávi a dřevo, které se v nich nachází často společně s odpadky omezují průtočnost a jsou mnohdy z koryt vyklízeny, ale v přírodě blízkých úsecích se dle Abbého a kol. (2003) dřevní hmota vyskytuje přirozeně, vyvolává hydrologickou i morfologickou členitost toků v závislosti na zalesněnosti konkrétních oblastí. Jeho místní nahromadění podporuje možnost vzniku žádaných mokřadů, tůní, lužních lesů a bohatých údolních niv a je proto v tocích žádoucí. Také v intravilánových úsecích, kde převládá nutnost technické úpravy koryt, je zapotřebí říčního dřeva. Proto by se při revitalizačních opatřeních měl klást větší důraz na podporu jeho výskytu i ve městech všude tam, kde je to možné.

Abbé (2003) používá názvu „mrtvé dřevo“, taktéž (Gebler, 2005) ve svých německých publikacích používá názvu Totholz – „mrtvé dřevo“ (viz kapitola 3.5 Mrtvé nebo říční dřevo). Ale i v tomto mrtvém dřevě nalézá spousta živých organismů jako jsou bezobratlí, obojživelníci, ryby či další vhodné životní podmínky pro různá svá vývojová stadia (viz kapitola 3.7 Význam dřevní hmoty pro

živočichy), a proto se v těchto dřevních strukturách nachází obrovský kus života důležitý pro biodiverzitu. Také při popisu typů opatření je využíváno dřeva stále živého, jako jsou například vrbové řízky (viz obr. 8, str. 13) (Bonin, 2013) k zakořenění a bylo by tedy vhodnější používat termínu „říční dřevo“ dle Máčky (2011).

V České republice revitalizujeme dle Justa (2003) od roku 1990 (viz kapitola této práce 3.1 Vývoj revitalizací), ale Macura (1966) uvádí příklady využití celých sřatých stromů k zabezpečení břehů před podemletím a stavbu výhonů k podpoře usazování splavenin či posunutí proudnice již v polovině dvacátého století, popisuje také prahování a obnovu vegetace pomocí vrbových materiálů. Je tedy zřejmé, že nejen ve vyspělých zemích, ale i v tuzemsku se započalo s technologií přírodě blízkých objektů již mnohem dříve.

## **7. Závěr**

Ekologická multifunkčnost říčního dřeva kladně ovlivňuje hydrologii a morfologii toků, významně zvyšuje biologickou rozmanitost, životní podmínky vodních organismů i živočichů vyskytujících se v blízkosti vodních útvarů. Škody člověka napáchané zkracováním délky a úpravami koryt toků začíná lidstvo napravovat po vzoru přírody vkládáním struktur z dřevních prvků. Ve světě se takto daří obnovovat kilometry úseků řek a potoků i vodní režim v povodích do stále přírodnějšího stavu.

Tato práce je zaměřena na již používané biotechnické úpravy pomocí dřevní hmoty zejména v zahraničí, jejich systematizaci a rozdělení podle způsobu využití. Výsledkem práce je praktický katalog typů opatření, který popisuje funkci jednotlivých objektů, doporučená opatření k jejich instalaci a zajištění proti pohybu korytem, jednoduché schéma a názorné fotografie. Katalog obsahuje nejčastěji používaná opatření, díky kterým lze zvýšit ekologickou hodnotu toků a navrátit alespoň úseky mimo zastavěná území do původních či přírodě blízkých podmínek, jež podporují zadržování vody v krajině a zvyšují její diverzitu.

Katalog může sloužit k vodohospodářským účelům projektantům při plánování revitalizačních akcí v České republice, a tak dopomoci proměnit i toky na

našem území zpět v dobrý ekologický stav vyhovující Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, tzv. Rámcové směrnici o vodách.

## 8. Přehled použitých zdrojů

### 8.1 Odborné publikace

**Abbe B. T., Brooks B. A., Montgomery D. R., 2003:** Wood in River Rehabilitation and Management. American Fisheries Society., Washington. 25 s.

**Allan J. D., Flecker A. S., 1993:** Biodiversity Conservation in Running Waters. Bioscience 43. 32–43.

**Bonin L., Evette A., Frossard P., Prunier A., Roman D., Valé N., 2013:** Génie Végétal en rivière de Montana. Geni Alp. Interreg IVA France-Suisse. 321 s.

**Cílek V., Just T., Sůvová Z., Mudra P., Rohovec J., Zajíc J., Dostál I., Havel P., Storch D., Mikuláš R., Nováková T., Moravec P., 2017:** Voda a krajina. Dokořán. 200 s.

**Galia T., 2017:** Fluviální geomorfologie. Ostravská univerzita, Ostrava. 186 s.

**Goudie, A. S. [ed.], 2004:** Encyclopedia of Geomorphology. Routledge Ltd., London. 1156 s.

**Halaj P., 2010:** Riečne systémy a ich funkcie. Vol. 44. Životní prostředí 3, 149–152.

**Hartmann O., Zürcher G., 2018:** Totholz – Erkenntnis – gewinn dank vielfältigen Beispielprojekten im Kanton Bern. Ingenierenbiologie 2. 21–29.

**Hausammann D., 2018:** Bauen mit Totholz – Erfahrungen aus realisierten Projekten. Ingenierenbiologie 2. 65–72.

**Just T., 2016:** Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav [metodika AOPK ČR]. AOPK ČR, Praha. 83 s.



**Just T., 2018:** Zakládání porostů dřevin podél vodních toků. AOPK ČR. Praha 7 s.

**Just T., Matoušek V., Dušek M., Fischer D., Karlík P., 2005:** Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3. ZO ČSOP Hořovicko ve spolupráci se spol. Ekologické služby s. r. o., AOPK ČR a MŽP ČR, Praha. 359 s.

**Kožený P., Sucharda M., nepublikováno,** Metodika pro využití struktur z dřevní hmoty v revitalizacích a přírodě blízkých úpravách vodních toků. Technologická agentura ČR. Praha. 56 s.

**Krejčí L., 2010:** Struktura, dynamika a geomorfologické účinky dřevní hmoty v říčních korytech lesních vegetačních stupňů ČR.

**Linsin E., 2018:** Ehrfahrungen mit Holzeinbauten (Baumbuhnen, Wurzelstöcken, Holzpfählen) im Wasserbau und deren Verhalten auf längere Zeit. Ingenierenbiologie 2. 58–64.

**Máčka Z., Krejčí L. [ed.], 2011: Říční dřevo ve vodních tocích ČR.** Masarykova univerzita. Brno. 107 s.

**Madsen B. L., 2013:** Elletræet: Mangelfuld viden – eller uvidenhed. Vand & Jord 4. 163–167.

**Mende M., 2018:** Totholz mengen in Fließ – gewässern. Ingenierenbiologie 2. 14–20.

**Meier L., Mende M., Inniger N., Hartmann O., Fuchs R., Werner D., 2018:** Revitalisierung „bissiger“ Gewässer mit Schlüsselhörzern. Ingenierenbiologie 2. 30–39.

**Němec J. [ed.], 2014:** Drobné vodní toky v České republice. Consult, Český Těšín. 296 s.

**Roni P., Bechie T., 2013:** Stream and Watershed Restoration, A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwel. Chichester, West Sussex. 300 s.

**Schütz W., Parthl G., 2018:** Ufersicherung und Uferstrukturierung mit der Biogenen Maschinellen Ufersicherung. Ingenierenbiologie 2. 49–57.

**Siemens M., Handfland S., Binder W., Herrmann M., Rehklau W., 2005:** Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 48 s.

**Šlezinger M., Pelikán P., 2015:** Stabilizace břehů za účelem minimalizace ztrát lesní půdy. Zprávy lesnického výzkumu 61. 74–79.

**Vrána K., Dostál T., Gergel J., Kender J., Zuna J., 2004:** Revitalizace malých vodních toků. Consult, Praha. 60 s.

**Vrána K., Vejvalková M., 2015:** Vývoj oboru revitalizace drobných vodních toků. Fórum ochrana přírody 2. Liběchov. 24–27.

**Werdenberg N., Widmer A., 2018:** „Stammzellenkur“ für die Alte Aare – ein Totholz-Gross-projekt im Mittelland. Ingenierenbiologie 2. 40–48.

**Wohle E., Scott D. N., Yochum E., S., 2019:** Managing for Large Wood and Beaver Dams in Stream Corridors. USDA. Rocky Mountains. 137 s.

## 8.2 Internetové zdroje

**Abbe T., Brooks A., 2011:** Geomorphic, Engineering, and Ecological Considerations When Using Wood in River Restoration (online) [cit. 2021.12.25], dostupné z [https://naturaldes.com/wp-content/uploads/2016/08/Abbe\\_and\\_Brooks\\_Wood\\_in\\_River\\_Restoration.pdf](https://naturaldes.com/wp-content/uploads/2016/08/Abbe_and_Brooks_Wood_in_River_Restoration.pdf)

**Department of Ecology State of Washington [DES], 2004:** Effectiveness studies for restoration projects (online) [cit. 2021.08.16], dostupné z <https://ecology.wa.gov/Research-Data/Monitoring-assessment/River-stream-monitoring/Intensively-monitored-watersheds>

**Departement Bau, Verkehr und Umwelt, [DVU], 2020:** Revitalisierung des Furtbachs (online) [cit. 2021.12.28], dostupné z <https://docplayer.org/180545568-Revitalisierung-des-furtbachs.html>

**Field Geology Services [FGS], 2010:** Stream Restoration (online) [cit. 2021.08.11], dostupné z [http://www.field-geology.com/water\\_shed\\_stream\\_restore.htm](http://www.field-geology.com/water_shed_stream_restore.htm)

**Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (GFG) mbH [GFG], 2009:** Einseitige Strömungsablenker und ihre Wirkung (online) [cit. 2021.08.11], dostupné z [https://www.gfg-fortbildung.de/images/stories/gfg\\_pdfs\\_ver/Saarland/Blies/2010/10\\_blies\\_v2\\_paulus.pdf](https://www.gfg-fortbildung.de/images/stories/gfg_pdfs_ver/Saarland/Blies/2010/10_blies_v2_paulus.pdf)

**Horecký J., 2011:** Jaké jsou přínosy a rizika dřevní hmoty ve vodním toku? (online) [cit. 2021.12.25], dostupné z <http://www.koaliceproreky.cz/wp-content/uploads/2011/10/P%C5%99%C3%ADnosy-a-rizika-d%C5%99evn%C3%AD-hmoty-Horecky.pdf>

**Jiránek M., 2015:** Hatování Zákolanského potoka zpevnilo břeh a zajistilo stabilitu nové lávky pro pěší (online) [cit. 2021.02.16], dostupné z <https://letris.wixsite.com/hatovani/single-post/2016-1-20-waxman-applies-controversial-style-to-ip-to-bolster-sales-for-ntr>

**Just T., 2008:** Mrtvé dřevo ve vodních tocích (online) [cit. 2021.12.23], dostupné z <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/mrtve-drevo-ve-vodnich-tocich/>

**Knap J., Šubrt J., 2019:** Prahování toků a využití dřeva v říčních ekosystémech (online) [cit. 2021.12.19], dostupné z <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/prahovani-toku-a-vyuziti-dreva-v-ricnich-ekosystemech/>

**Kootenai River Network, Inc. [KRN], 2004:** Grave Creek Restoration (online) [cit. 2021.09.01], dostupné z <https://kootenairivernetwork.org/our-work/grave-creek-restoration/>

**Kootenai River Network, Inc. [KRN], 2013:** Sinclair Creek Restortion and Riparian Revegetation (online) [cit. 2021.09.01], dostupné z <https://kootenairivernetwork.org/our-work/sinclair-creek-watershed-improvement/>

**Ministerstvo zemědělství ČR [MZe], 2003:** Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES (online) [cit. 2021.02.16], dostupné z [http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/Legislativa-EU\\_x1991-2000\\_Smernice-2000-60-Vodnihosp.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/Legislativa-EU_x1991-2000_Smernice-2000-60-Vodnihosp.html)

**Ministerstvo životního prostředí [MŽP], 2011:** Jaké jsou přínosy a rizika dřevní hmoty ve vodním toku? (online) [cit. 2021.03.08], dostupné z <http://www.koaliceproreky.cz/wp-content/uploads/2011/10/P%C5%99%C3%ADnosy-a-rizika-d%C5%99evn%C3%AD-hmoty-Horecky.pdf>

**Native resource preservation [NRP], 2019:** Riparian and Urban Stream and Watershed Restoration (online) [cit. 2021.08.11], dostupné z <https://www.nativeresourcepreservation.com/riparian-and-urban-stream-and-watershed-restoration>

**National Desing Systems [NDS], 2019:** Entiat River Habitat Restoration (online) [cit. 2021.08.11], dostupné z <https://naturaldes.com/projects/entiat-river-habitat-restoration-gray-and-stormy-reaches/>

**Northwest Watershed Restoration [NWR], 2019:** Wetlands and River Restoration (online) [cit. 2021.09.07], dostupné z <https://northwestwatershedrestoration.com/projects/>

**Regierungspräsidium Tübingen, 2018:** Ziel: Verbesserung der Strömungsdiversität (online) [cit. 2021.11.10], dostupné z <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpt/abt5/ref532/neckar-natur-weg/seiten/spreitlagen-faschinen/>

**Salim J., 2016:** “Jetzt ist wieder Zeit für frisches Grün!” Ingenieurbüro GmbH (online) [cit. 2021.11.13], dostupné z <http://www.gewaesserblog.de/jetzt-ist-wieder-zeit-fuer-frisches-gruen-ingenieurbiologie-in-der-gewaesserunterhaltung/>

**Schwippe Angler Dagersheim, 2015:** Schwippe RENA – Projekt 2015 (online) [cit. 2021.12.30], dostupné z <http://www.schwippe-angler.de/images/presse/SAD-Rena2015-Pressbericht.PDF>

**Sklenář P., 2013:** ÚPRAVY TOKŮ A KONSTRUKCE NA VODNÍCH TOCÍCH V PRŮBĚHU JEJICH ŽIVOTNÍHO CYKLU České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební, katedra hydrauliky a hydrologie (online) [cit. 2021.11.08], dostupné z <https://www.yumpu.com/en/document/read/53701604/upravene-vodni-toky->

**Stowasserplan GmbH & Co. KG., 2018:** Herstellung einer Lebendfaschine zur Eigendynamisierung der Ilm bei Stadtilm (online) [cit. 2021.12.30], dostupné z <https://www.stowasserplan.de/index.php?id=bauueberwachung>

**Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, [TLUG], 2015:** (online) [cit. 2021.12.28], dostupné z [https://jimdo-storage.global.ssl.fastly.net/file/b2ce5c89-0648-4e0a-818d-664235ee9611/Praxisleitfaden\\_15-11-10.pdf](https://jimdo-storage.global.ssl.fastly.net/file/b2ce5c89-0648-4e0a-818d-664235ee9611/Praxisleitfaden_15-11-10.pdf)

**Wasserwirtschaftsamt Rosenheim, [WWA Rosenheim], 2016:** Renaturierung der Murn bei Locking in der Gemeinde Amerang – Um-bau des Absturzes in eine Sohlrampe (online) [cit. 2021.10.23], dostupné z <https://www.wwa-ro.bayern.de/suche/index.htm?q=Totholz#/?h=5EYzrXwBIYW2LDM90s7H>

### 8.3 Ostatní zdroje

**Brooks A., Tent T., Walser B., 2016:** Detailplan Musterstrecke Instream Massnahmen. Alte Aare Hochwasserschutz und Revitalisierung, Bern. 5 s.

**Gergel J., Benešová J., Březina B. K., Ehrlich P., 1999:** Revitalizace drobných vodních toků – metodická pomůcka, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. 71 s.

**Jany A., Geitz P., 2013:** Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 2, Steckbriefe aus der Praxis. WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH. Hamburg. 76 s.

**Just T., Šámal V., Dušek M., Fišer D., Karlík P., Pykal J., 2003:** Revitalizace vodního prostředí. AOPK, Praha. 144 s.

**Just T., 2018:** Navrhování revitalizací vodních toků v nezastavěné krajině. AOPK, Praha. 100 s.

**Labmerty G., Kemper M., Naumann S., 2020:** Unsere Bäche und Flüsse renaturieren – entwickeln – naturnah unterhalten. Umweltbundesamt. Dessau Roßlau. 51 s.

**Šindlar M., 2012:** Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, část I. – Typologie korytotvorných procesů. SINDLAR Group s.r.o, Hradec Králové. 148 s.