



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Význam a management dřevní hmoty v tocích

Příručka pro monitoring, management a využití dřevní hmoty ve vodních tocích

Obsah

1. Úvod	4
2. Vymezení pojmů	5
3. Význam dřevní hmoty v tocích	6
3.1 Výskyt a dynamika dřevní hmoty v tocích	6
3.2 Dřevní hmota a fluviální procesy.....	7
3.2.1 Vliv dřevní hmoty na proudění, erozní a sedimentační procesy v korytě	8
3.2.2 Vliv dřevní hmoty na geomorfologický typ toku	10
3.3 Biologický význam dřevní hmoty v tocích	14
4. Management dřevní hmoty a její využití při úpravách vodních toků	18
4.1 Rizika spojená s výskytem dřevní hmoty v tocích	18
4.2 Právní rámec managementu dřevní hmoty v tocích	19
4.2.1 Správa vodních toků	20
4.2.2 Ochrana vodních toků.....	21
4.3 Rámec využití a managementu dřevní hmoty v tocích	23
4.4 Management dřevní hmoty ve vodních tocích z hlediska analýzy rizik.....	24
4.4.1 Koncept selektivního managementu dřevní hmoty	24
4.4.2 Postup managementu dřevní hmoty a břehových porostů	26
4.4.3 Přehled možností aktivního managementu břehových porostů a dřevní hmoty v tocích.....	34
4.4.4 Omezení příručky managementu dřevní hmoty v tocích	37
4.5 Geomorfologická analýza vodního toku	38
4.5.1 Náhradní geomorfologický typ (subtyp).....	38
4.6 Dřevo jako architektonický prvek	39
4.7 Výsledný rozsah užití dřevní hmoty a výběr konkrétních opatření a návrh managementu	39
5. Katalog opatření	40
5.1 Metody kotvení dřevní hmoty.....	40
5.2 Konstrukce podporující ekologické funkce vodního toku.....	43
5.2.1 Uložení kmenů a větví do břehů	43
5.2.2 Uložení dřevní hmoty na šterkové lavice a jesy.....	45
5.3 Konstrukce usměrňující proudění	46
5.3.1 Drobný výhon z dutých válců plněných kamenivem a zeminou.....	46
5.3.2 Výhon kombinující dřevní hmotu s kamenivem (srubová stavba).....	48
5.3.3 Prvek rozdělující vodní proud	49
5.4 Stabilizační a protierozní ochrana břehů.....	50
5.4.1 Opevnění břehů kmeny s kořenovými systémy.....	50
5.4.2 Opevnění břehů kmeny s kletovým podkladem.....	52
5.4.3 Podélné uložení kmenů do paty břehu s patkou z kameniva.....	54
5.4.4 Zdrsňení koryta podélně uloženým neodvětveným kmenem.....	55
5.5 Příčné prvky na malých vodních tocích a bystřinách.....	56
5.5.1 Stupeň z napříč uložených kmenů	56
5.5.2 Skluz z napříč uložených kmenů.....	58
5.6 Speciální a pomocné konstrukce	59
5.6.1 Lapače dřevní hmoty	59
6. Metody monitoringu dřevní hmoty v tocích	62
6.1.1 Základní monitoring výskytu dřevní hmoty	62
6.1.2 Monitoring dřevní hmoty instalované v korytech vodních toků	63
6.1.3 Speciální metody monitoringu dřevní hmoty v tocích	66
7. Seznam literatury citované v příručce a elektronických přílohách	71
8. Seznam obrázků	76

9.	Seznam tabulek	78
10.	Používané zkratky	79
11.	Slovník pojmů.....	79
12.	Seznam příloh	80

1. ÚVOD

Dřevní hmota je nedílnou součástí říčních systémů (říčních krajín) v zalesněných povodích, kde v korytech a nivách vodních toků ovlivňuje celou řadu abiotických a biologických procesů.

S rozvojem potřeby ochrany přírody a krajiny jsou kladeny požadavky na ekosystémový přístup při úpravě a managementu vodních toků. S tím je spojeno umožnění výskytu dřevní hmoty ve vodním toku jako přirozené součásti ekosystému. Využití dřevní hmoty je jednou z podpůrných možností a vhodným nástrojem k dosažení dobrého stavu vodních útvarů a dobrého ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů podle požadavků Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES).

Ponechání stávající dřevní hmoty, nebo umístění nové ve vodním toku a břehové zóně, je spojeno s celou řadou problémů. Dřevní hmota může při povodni ohrozit upravené úseky vodních toků, zejména v případě střetu se stavbami, jako jsou mosty, jezy a podobně. V upravených úsecích vodních toků jsou změněny podmínky pro přirozený výskyt a stabilizaci dřevní hmoty. V případě umístění nové dřevní hmoty např. v revitalizovaných úsecích, je současně potřebné řešit způsob stabilizace dřevní hmoty. V neposlední řadě je celá problematika použití dřevní hmoty v ČR relativně neznámou pro vodohospodářskou praxi jak v oblasti projekce, tak správy vodních toků.

Předkládaná publikace si klade za cíl základní seznámení s významem dřevní hmoty ve vodních tocích a možnostech jejího použití pro revitalizační opatření jak ve formě investičních akcí, tak provozního managementu při správě vodních toků. Výsledkem aplikace této příručky by v praxi mělo být usnadnění rozhodování správců vodních toků v otázkách spojených s problematikou údržby břehových porostů a koryt s výskytem dřeva. Příručka by rovněž měla podpořit realizaci projektů vodohospodářských úprav a revitalizací vodních toků s využitím prvků dřevní hmoty. Postupy uvedené v této publikaci jsou navrženy s vědomím rizik, která s výskytem dřevní hmoty v tocích mohou souviset, zároveň ale podporují výskyt dřevní hmoty v úsecích toků, kde jsou rizika minimální a převažuje zde prospěšná funkce dřevní hmoty. V ideálním případě příručka též přispěje k šetrnému vynakládání finančních prostředků určených na správu vodních toků.

Text je rozdělen na čtyři hlavní celky v kapitolách 3-6. První část popisuje stručně dosavadní poznatky o významu dřevní hmoty pro morfologické utváření říčních koryt a biologické oživení toku. V druhé části jsou soustředěny praktické návody a postupy managementu dřevní hmoty a břehových porostů. Třetí rozsáhlou část tvoří katalog typových opatření, využitelných jako konkrétní vzory pro projekční činnost a správu vodních toků. Poslední část publikace navrhuje metody sledování výskytu, množství a dynamiky dřevní hmoty v několika úrovních podrobnosti.

Součástí příručky jsou přílohy dostupné v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni). V těchto přílohách je zpracována především obsáhlá rešerše zahraniční a domácí literatury o významu dřevní hmoty v tocích, vyhodnocení realizovaných vkládání dřeva do toků na našem území, přehled a vyhodnocení monitoringu dřevní hmoty prováděného v ČR a právní rozbor problematiky správy vodních toků z hlediska managementu a využití dřevní hmoty. Tyto texty byly použity jako podklad pro vypracování předkládané příručky a mohou posloužit pro podrobné zodpovězení otázek, případně jako podklad pro řešení specifických problémů. Na jednotlivé přílohy jsou v textu průběžně uváděny odkazy.

2. VYMEZENÍ POJMŮ

Pro účely příručky jsou z rešerše (viz Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni), řešící problematiku názvosloví podrobněji, vybrány zásadní pojmy, důležité pro orientaci v dalším textu.

Pod obecným termínem dřevní hmota se skrývá velké množství forem a způsobů výskytu dřeva v říčních systémech. Nejčastěji se tento pojem používá pro vyvrácené či ulomené stromy, keře a jejich zbytky spadlé do koryta vodního toku. Patří sem i dřevo, které se nachází v příbřežní zóně, případně dále v nivě. Takovéto vněkorytové dřevo se za povodňových rozlivů dostává do kontaktu s proudící vodou a unášenými splaveninami, případně může být povodněmi přeplavováno. Dřevní hmota nabývá různých podob podle toho, zda se jedná o celé dřeviny nebo jejich části. V říčních systémech se lze na jedné straně setkat s kompletními, čerstvě vyvrácenými stromy se zachovalou kůrou, větvíčkami a listím, na druhé straně se zcela odkorněnými a odvětvenými fragmenty kmenů. Vyskytují se rovněž odlomené větve, pařezy a kořeny. Kromě pojmu dřevní hmota se lze ve vodohospodářské praxi setkat i s termíny **splávi**, případně **plavená dřevní hmota**. Pojem splávi ovšem zahrnuje nejen dřevo, ale i další různorodý materiál unášený řekou jako je listí, seno, ale třeba i komunální odpad. Oba pojmy pak poukazují na to, že dřevo může být v řekách transportováno vodním proudem. V rámci ochrany přírody je rovněž rozšířený termín **mrtvé dřevo**. Dřevní hmota v původním smyslu nemusí být nutně přírodního původu, ale mnohdy se jedná o výrobky ze dřeva, které se neúmyslně dostaly do vodního toku (trámky, desky, palety, odnesené lávky a mostky, aj.).

V angličtině se pro dřevo ve vodních tocích hojně používá termín **woody debris (WD)**; prostý překlad tohoto pojmu by mohl být: dřevní suť, zbytky dřeva či dřevní úlomky. Méně frekventované jsou v angličtině pojmy **dead wood** (mrtvé dřevo), **in-stream woody debris** (korytová dřevní suť) či **fallen trees** (padlé stromy). Pro účely dalšího textu bude používán pojem „**dřevní hmota**“ který v sobě zahrnuje všechny různé formy dřevní biomasy interagující s vodním prostředím potoka či řeky. Pojem zahrnuje kompletní dřeviny i jejich fragmenty, mrtvé i živé dřeviny, a také nejrozličnější velikostní kategorie dřeva.

Další důležité pojmy vychází z klasifikace dřeva, zejména velikostní - průměru (tloušťky) a délky. Zde se rozlišuje mezi tzv. jemnou a hrubou dřevní hmotou (jemným/malým a hrubým/velkým dřevem). Jedná se o překlady z anglického jazyka, kdy se rozlišuje **large woody debris**, zkr. LWD (nebo synonyma *coarse woody debris*, zkr. CWD; *large organic debris*, *large organic material*) a **fine woody debris**, zkr. FWD (nebo synonymum *small woody debris*, zkr. SWD). Pro potřeby této studie se využívá mezinárodně nejvíce akceptované hranice mezi jemným a hrubým dřevem (hrubé dřevo má průměr alespoň 10 cm a současně délku alespoň 1 m, jemné dřevo má průměr do 10 cm a libovolnou délku). I když se obecně předpokládá, že hrubé dřevo má vliv na hydromorfologickou strukturu vodního toku, v konkrétních případech vždy záleží na relativní velikosti dřeva vůči velikosti koryta. Pokud se kus nachází na místě, do kterého byl přisunut z břehových či doprovodných porostů některým z přisunových procesů, a nebyl přeplaven vodním proudem, tak je označován jako *autochtonní*. Pokud byl kus ze své původní polohy přemístěn proudící vodou (byl přeplaven), tak je označován jako *alochtonní*. Dřevní hmota se v korytech a nivách vodních toků může vyskytovat buď samostatně, nebo v **akumulacích** více kusů. Pro vznik a stabilitu akumulace dřevní hmoty je důležitá přítomnost tzv. **klíčového kusu** (*key member*) - zpravidla velkého a stabilního kmene s kořeny, případně rozvětvenou korunou.

3. VÝZNAM DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Podrobněji zpracovaný přehled významu a funkce dřevní hmoty ve vodních tocích je obsažen v Příloze 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích (dostupné na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni).

3.1 VÝSKYT A DYNAMIKA DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Dřevní hmota nabývá různých podob podle toho, zda se jedná o celé dřeviny nebo jejich části (obr. 3.1.1). Dřevní hmota nemusí být nutně přírodního původu, ale mnohdy se jedná o výrobky ze dřeva, které se neúmyslně dostaly do vodního toku. Dřevní hmota se může vyskytovat v různých pozicích vzhledem ke směru proudění nebo v různých korytových zónách. Poloha dřeva určuje míru jeho interakce s vodním prostředím. Dřevní hmotu v říčních systémech lze klasifikovat podle nejrozličnějších kritérií a aspektů. V nejobecnější rovině lze klasifikaci provádět podle strukturálních, dynamických a funkčních vlastností dřeva, dalším kritériem pak může být jeho prostorová pozice.



Obr. 3.1.1 Příklady různých forem dřevní hmoty v říčních systémech. A: břehovou erozí vyvrácený strom s částečně zachovalými větvemi, strom byl za povodně přeplaven a zachytil se na jesepním břehu, kde se kolem jeho kořenového balu vytvořila vírová tůň, větve byly využity jako potrava bobrů (Morava, PP Osypané břehy); B: Abrází vodním proudem odvětvené a odkorněné stromy (Morava, NPR Ramena řeky Moravy); C: dřevní akumulace vytvořená zachycením plovoucího dřeva v doprovodných porostech během zaplavení nivy za povodně (Dyje, NP Podyjí); D: vyvrácený, zmlazující strom ležící v korytě (Lužnice, PR Horní Lužnice). Foto Z. Máčka (A, C, D) a L. Krejčí (B)

Mezi strukturální charakteristiky dřeva patří zejména velikost (rozměry) a stupeň rozkladu. K dynamickým vlastnostem náleží především způsob, jakým se dřevo dostalo do koryta vodního toku (přísunové mechanismy a procesy) a jeho mobilita (náchylnost k přeplavení vodním proudem). Mezi funkční charakteristiky lze zařadit široké spektrum účinků, které

dřevo v potoce či řece vyvolává; jedná se především o ovlivnění hydraulických podmínek a hydrologických charakteristik toku, utváření morfologie koryta a nivy, zpomalování transportu splavenin, zachytávání vodou unášené drobné organické hmoty, vytváření stanovišť pro mikroorganismy, živočichy a rostliny, poskytování potravní nabídky pro živé organismy a uvolňování živin.

Většina kusů dřeva ve vodních tocích má *přírodní původ* a dostaly se do koryta přirozenými přísunovými mechanismy, jako jsou břehová eroze, vítr, kácivá činnost bobra, dřevokazný hmyz, aj. Některé kusy se však ocitly v korytě vodního toku přičiněním člověka a mají tedy *antropogenní původ*. Takovéto dřevo se dostává do vodních toků především v souvislosti s údržbou břehových a doprovodných porostů nebo v souvislosti s hospodařením v lesních porostech v okolí vodního toku (těžba, probírky mladých porostů). Občas dochází k rozplavení nevhodně založených skládek vytěženého dřeva během povodní. Stromy pokácené při probírkách břehových porostů jsou většinou odstraněny mimo nivu, nicméně občas jsou pořezány na polena, která se ponechávají blízko vodního toku k zetlení. Pořezání na polena se provádí, protože krátké kusy, které řeka může odnést, nejsou tolik nebezpečné pro vodní stavby a nepředstavují ani výrazné nebezpečí z pohledu zablokování koryta. Pořezáním na 1 až 2 m dlouhá polena se ovšem neobyčejně zvýší pravděpodobnost jejich odplavení za povodně.

Množství dřevní hmoty v říčním systému je výsledkem poměru mezi jejím přísunem a odsunem (zánikem) (Swanson a kol., 1976). Downs a Simon (2001) hovoří o bilanci dřevní hmoty (anglicky *LWD budget*). Dostatečný přísun dřeva do vodních toků je předpokladem zdravého fungování vodních ekosystémů i příbřežní zóny. Studie zabývající se přísunem dřeva z okolních porostů ukazují, že nejvíce materiálu pochází ze zóny široké cca 30 m; Fetherston a kol. (1995) tuto zónu uvádějí jako zdroj 70 až 90% dřevní hmoty obsažené v korytech jimi studovaných vodních toků.

Nejobvyklejším, ale zdaleka ne jediným, přísunovým procesem dřevní hmoty do vodních toků je břehová eroze. Mezi další přísunové mechanismy patří vyvrácení nebo ulomení větrem, vyvrácení či ulomení tíhou sněhu či námrazy, požáry, sesuvy, sněhové laviny, kácivá činnost bobra, exhumace fosilních kmenů z fluviálních sedimentů, faktory ovlivňující vitalitu (a následně stabilitu) dřevin – hmyzí škůdci dřeva, choroby, kompetice v rámci lesního porostu, stárí, aj.), přímé a nepřímé vlivy člověka.

Celosvětově nejvyšší množství dřevní hmoty v přirozených podmínkách se vyskytuje v tocích na západě USA (řádově stovky krychlových metrů dřeva na hektar koryta). Současné množství dřeva v tocích Evropy je výsledkem mnohasetletého cíleného i nepřímého ovlivňování vodních toků. V hustě osídlených kulturních krajinách střední a západní Evropy je množství dřeva vodohospodářskou provozní praxí sníženo na minimum. V málo ovlivněných lokalitách evropských toků byly zjištěny objemy dřevní hmoty v řádu desítek až několika málo stovek $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. S těmito údaji jsou ve shodě studie provedené na člověkem málo ovlivněných vodních tocích České republiky, které naměřily množství dřeva v hodnotách 10 – 100 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ koryta. Většina kmenů uložených v těchto tocích měla malý průměr. Menší rozměry dřeva, oproti přírodním podmínkám, jsou v kulturních, intenzivně obhospodařovaných krajinách Evropy důsledkem změněné druhové a věkové skladby lesních porostů. Chybí zde zralé, staré až přestálé porosty s velkými stromy, které by byly schopné zásobovat vodní toky velkým množstvím dřeva s velkými rozměry.

3.2 DŘEVNÍ HMOTA A FLUVIÁLNÍ PROCESY

Dřevní hmota se podstatnou měrou podílí na fluviálně – geomorfologických procesech utvářejících koryta vodních toků a navazujících niv. Velká část pozitivního efektu pro živé organismy se děje nepřímo, přes ovlivnění geomorfologických vlastností toku, zvýšení pестrosti stanovišť a následného zvýšení biodiverzity a početnosti jedinců. Pro pochopení významu a konkrétních vlivů dřevní hmoty na vodní toky, včetně následného využití pro

revitalizace, je nutné se seznámit se základními principy a typologií fluvialně-geomorfologických procesů.

3.2.1 Vliv dřevní hmoty na proudění, erozní a sedimentační procesy v korytě

Vzájemné interakce dřevní hmoty, hydraulických a erozně - sedimentačních procesů je možné obecně rozdělit na dvě prostorové a jednu časovou dimenzi:

- přímé působení dřevní hmoty na proudění, erozi a ukládání sedimentu **v bezprostřední blízkosti** dřevní hmoty,
- působení z hlediska **delšího úseku** vodního toku, nepřímé spolupůsobení s vytvořenými strukturami,
- působení z hlediska životnosti dřevní hmoty a interakce se sukcesí dřevin.

Efekt dřevní hmoty může být z těchto hledisek rozdílný nebo dokonce protichůdný. Dřevní hmota působí místní disturbancí a tím i zvýšení odnosu a sedimentace materiálu ve svém bezprostředním okolí. Z hlediska delšího úseku toku jsou místní disturbance provázány ztrátou energie a zpomalením vodního proudu (ukládání unášeného materiálu ve větší vzdálenosti od prvku). Tím dochází ke stabilizaci celého úseku. Stanovení úseku, kde se projeví stabilizační efekt, není možné jednoduše kvantifikovat, proto je použito relativizujícího termínu „delší úsek“ a hodnoty je třeba posoudit u konkrétních projektů.

Vliv dřevní hmoty na proudění, ukládání sedimentu a stabilitu delšího úseku koryta

Ponořené dřevo klade odpor vodnímu proudu, tím zvyšuje drsnost koryta a zpomaluje odtok vody (Shields a Smith, 1992; Gippel, 1995; Buffington a Montgomery, 1999; Curran a Wohl, 2003). Kromě dřeva samotného zvyšují drsnost koryta i další geomorfologické struktury (tůňe, jesepy, šterkové lavice atd.) na jejichž tvorbě se dřevní hmota podílí (O'Neal a kol., 2000; Abbe a kol., 2003b; Abbe a Montgomery, 2003; Kitts a kol., 2010). Dochází tak k zvýšení celkové disipace energie a zmenšení průměrné profilové rychlosti vodního proudu, místy i vzniku vzdutých úseků vodních toků. Turbulentní proudění v okolí kusů dřevní hmoty usnadňuje prokysličování vody i sedimentu (hyporeálu) a usnadňuje samočistící procesy ve vodním toku (Mutz a Rhode, 2003).

V přirozených tocích tvoří dřevo pevnou strukturu dna a zabraňuje hloubkové erozi (Brooks a Brierley, 2004; Brooks a kol., 2006). Bylo prokázáno, že vodní toky s množstvím dřeva v korytě zadržují více organického i anorganického materiálu a pomaleji transportují sedimenty dále po proudu (Beschta, 1979; Bilby a Likens, 1980; Bilby, 1981). Dlouhodobé odstraňování dřeva z vodních toků vede ke zvýšenému odnosu sedimentů, postupné erozi koryta a změně geomorfologického typu toku (Shields a Gippel, 1995; Bilby, 1981; Assani a Petit, 1995; Montgomery a kol., 2003).

Množství sedimentů akumulovaných na kontaktu s dřevní hmotou je závislé na množství a charakteru splavenin společně s charakterem dřevní hmoty - velikostí a strukturou prvku (Abbe a kol., 2003a; Manners a kol., 2007). V případě akumulací je jako zásadní parametr uváděn průměr klíčového kusu (key member) akumulace dřevní hmoty: při měření prostorových parametrů akumulace splavenin se rozdíl v úrovni dna na začátku a konci úseku ovlivněného prvkem dřevní hmoty pohyboval v rozmezí 0,75 - 2,35 násobku průměru klíčového kusu (Abbe a kol., 2003b). Vliv na změnu proudění má i hustota (mezernatost) akumulace dřevní hmoty. Pokud není akumulace vyplněna drobnějším naplaveným materiálem (drobné dřevo, listí, zemina), je efekt akumulace na změnu proudění a ukládání sedimentu obvykle malý (Manners a kol., 2007). V případech, kdy jsou v prvku dřevní hmoty větší mezery, může dokonce vznikat tryskový efekt soustředěním vodního proudu a dochází k lokálnímu zvýšení erozní činnosti. Tento efekt

se zejména projevuje u dřevní hmoty ukládané do břehů, kde dochází k urychlené erozi břehu a posunu koryta.



Obr. 3.2.2 Dřevní hmota má vliv na ukládání sedimentů, při výskytu středových akumulací dochází k rozšíření a „vymělčení“ koryta. Tím je omezena dnová eroze a dlouhodobé zahlubování koryta s destabilizací výše navazujících úseků. Tok Čermná Královehradecký kraj, foto: M. Sucharda.

Ovlivnění kapacity koryta výskytem dřevní hmoty ve vztahu ke zhoršení odtokových poměrů nebo naopak zajištění rozlivů do nivy je rozdílné a je závislé na mnoha faktorech. Dle zjištěných měření nedochází k výraznému snížení kapacity průtočného profilu (navýšení hladiny) v případě, kdy akumulace dřevní hmoty zaujímá do 10 % plochy průtočného profilu koryta (Abbe a kol., 2003). Vliv vzrůstá s procentem plochy příčného profilu koryta obsazeného dřevní hmotou. K největšímu vlivu na proudění dochází při přehrazení celého toku, kdy vzniká tzv. zdrž – přehrážka. Při použití odpovídajících typů konstrukcí lze dřevní hmotu využít i v úsecích koryt s protipovodňovou funkcí.

Dřevo z hlediska parametrů toku – vodnost, sklon, velikost splavenin

Význam dřevní hmoty pro formování geomorfologického typu toku stoupá s poměrem možné velikosti kusu (kmene, masivních větví) oproti šířce koryta. Dalším parametrem je celkové množství kusů dřevní hmoty (potenciální objem) vůči vodnosti úseku toku.

U veletoků je vliv dřeva na celkový geomorfologický typ toku minimální. Dřevní hmota zde má podstatný vliv na vznik mikrohrabitatů a hierarchicky podřízených geomorfologických typů u bočních koryt. Pro celkový ráz toku je ale i nejmohutnější strom příliš malým činitelem, aby překonal hlavní formující vliv ostatních faktorů, především vodního proudu a odolnosti podloží (Šindlar, 2010). Významným činitelem začíná být dřevní hmota u toků, kde je schopna zmenšit příčný řez průtočného profilu, u malých vodních toků, kde velikost jednotlivých kusů dřeva přesahuje šířku koryta, je dřevo zásadním činitelem formujícím charakter geomorfologického typu vodního toku.

Obdobný gradient lze sledovat i vůči sklonu toků. Se zvyšujícím se sklonem koryta vliv dřevní hmoty klesá (Abbe a kol., 2003), protože roste energie vodního toku. Význam dřevní hmoty pro horská koryta je ale i tak v převažující míře určován šířkou koryta.

Stabilita dřevní hmoty, vztah dřevní hmoty v korytě a dřevinných porostů

Stabilita kusu dřeva v korytě nebo jejich akumulací je dána schopností odolávat zvýšeným průtokům a dekompozičním procesům. Odolnost dřevní hmoty je závislá především na velikosti klíčových kusů akumulace a to jak z hlediska odolnosti proti extrémním průtokům, tak rozkladu dekompozicí.

Dlouhodobý výskyt jednotlivého kusu nebo akumulace dřeva je závislý na přísunu dalšího dřevinného materiálu z břehových porostů, výše položených částí povodí,

zasedimentování splaveninami a stabilizací vegetací rostoucí přímo na akumulaci. Osídlení vegetací, zejména dřevinou, je důležitým stabilizačním prvkem. Kromě zvýšení přímé odolnosti prokořeněním, je také zdrojem dendromasy, která postupně a přímo na místě nahrazuje rozkládanou hmotu mrtvé složky (Abbe a kol., 2003).

Velkou část geomorfologických efektů dřevní hmoty v korytě tvoří „živá dřevní hmota“, kořenové systémy, větve a kmeny zasahující do průtočného profilu. Ty se pak stávají často zdrojem mrtvé hmoty nebo základem akumulací. Řada struktur je tak kombinací částí živých dřevin zasahujících do profilu koryta, naplaveného dřeva a mladých stromů rostoucích na sedimentu zachyceném v akumulaci.

Z geomorfologického hlediska nelze oddělovat funkci dřevní hmoty a funkci živé dřevinné vegetace, protože jsou úzce propojeny. Dlouhodobá stabilita prvků dřevní hmoty v korytě a navazujících struktur (například jesepů, ostrovů apod.) je tak závislá na interakci sukcesního procesu lesa s geomorfologickým procesem a uplatňovaném managementu břehových porostů.

Tradiční přírodě blízký management praktikovaný vodohospodáři je zaměřený na stabilizaci břehů pomocí břehových porostů (Abbe a kol., 2003; Brooks a kol., 2001), případně kombinovaných biotechnických opatření (Úradníček a Šlezinger, 2010). To vede k obnově pouze části biotopů. Jako negativní se může projevit i stabilizace stávajícího morfologicky nevyhovujícího stavu proběhlé hloubkové eroze, kdy je zahloubené a morfologicky chudé koryto stabilizováno v stávajících břehových hranách bez možnosti morfologického vývoje břehovou erozí.

3.2.2 Vliv dřevní hmoty na geomorfologický typ toku

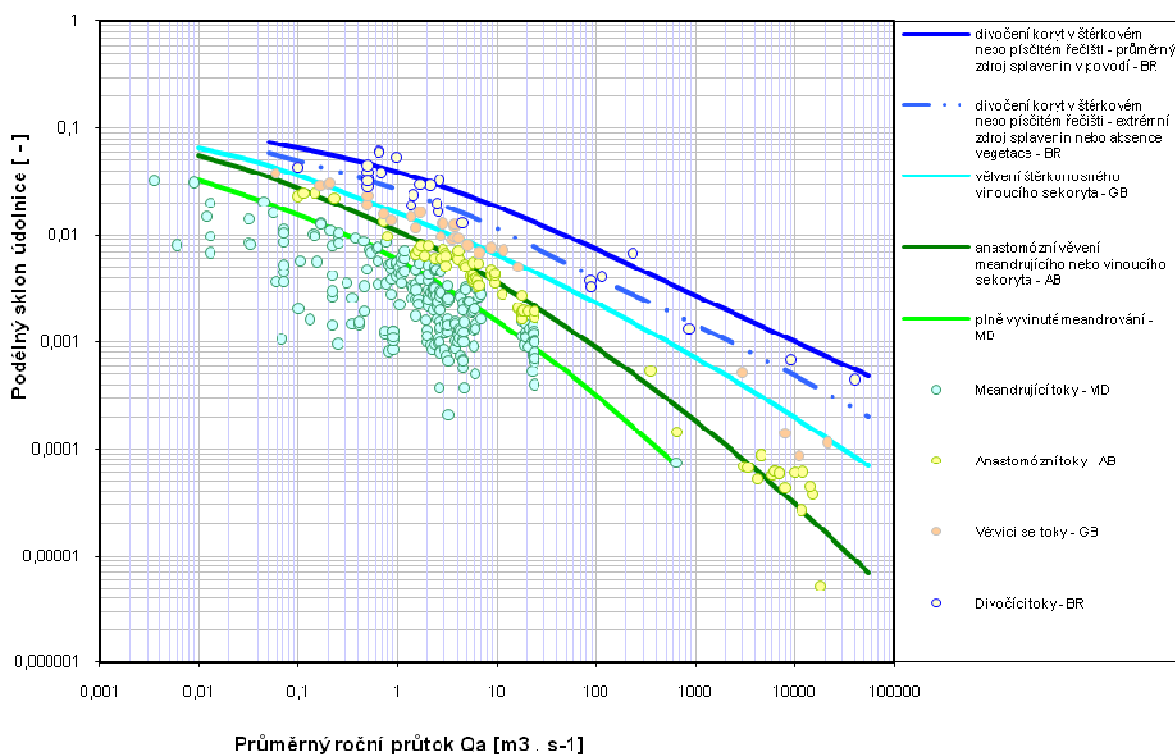
Rozlišení a popis geomorfologických typů vodních toků

Popis typů geomorfologických procesů vychází z metodiky odboru ochrany vod MŽP k řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření (Věstník MŽP 11/2008).

Typ geomorfologického procesu je určen na základě energie vodního toku, který je charakterizován dlouhodobým průtokem Q_a a podélným sklonem údolnice. Sклон údolnice je zvolen z důvodů hierarchické nadřazenosti geomorfologické jednotky determinující proces v nivě, tedy i tvorbu koryta a interakci s přirozenými prvky nivy, včetně dřevinné vegetace a mrtvého dřeva (Šindlar, 2010). Metoda je určena pro rozlišení typů v dynamické rovnováze: meandrování, anastomózní větvení, větvení šterkonosného vinoucího se koryta, divočení v šterkovém nebo písčitém řečišti. Erozní typy nejsou v tabulce zastoupeny a určují se dle dalších geomorfologických znaků popsanych v textu níže.

Uvedené informace z geomorfologické analýzy jsou klíčové pro určení původního geomorfologického (GMF) typu vodního toku neovlivněného úpravami koryta, využíváním nivy a změnou hydrologických charakteristik povodí. V konkrétních případech je nutné přizpůsobit parametry návrhu změněným tzv. okrajovým podmínkám (jako jsou hráze, násypy komunikací, rozsáhlé terénní úpravy, zástavba atd.), které zásadním způsobem ovlivnily kapacitu koryta.

Trendy středního výskytu geomorfologických procesů v dynamické rovnováze



Obr. 3.2.1 Zatřídění geomorfologického typu toku dle Šindlar (2008b). V grafu jsou vymezeny toky v dynamické rovnováze, které tvoří převládající skupinu významných vodních toků v ČR. Erozní geomorfologické typy (hloubková, akcelerovaná eroze) nelze na základě parametrů daných grafem jednoznačně vymezit. Jejich rozlišení na základě dalších znaků je popsáno níže.

Erozní oblast, hlavní tvorba splavenin

DE (deep erosion) - hloubková eroze

Hloubková eroze v horských pramenných oblastech, vstup splavenin erozí dna a procesy svahových sesuvů. Údolí tvaru „V“ bez nivy, svahy v dlouhodobém vývoji, eroze dna je dlouhodobým charakteristickým znakem, skalní podloží udržuje relativní stabilitu podélného profilu.

Rozlišovacím znakem je úzké údolí bez vytvořené nivy, kdy koryto vyplňuje téměř celé dno nivy, dále čela zpětné eroze vytvářející krátké prudší až stupňové úseky často vázané na skalní výchozy nebo místa hrubozrnných usazenin ve dně.

Oblast nestability po změně okrajových podmínek lokality, hlavní tvorba splavenin

AE (accelerated erosion) - akcelerovaná eroze

Hloubková a následně boční eroze v rychle se vyvíjejících kaňonech (akcelerovaná eroze) nebo agradace z nadměrného přísunu splavenin je nestabilní přechodový stav, ve kterém si vodní tok vytváří novou nivu, vstup splavenin v první fázi erozí dna a v druhé fázi procesy svahových sesuvů.

Akcelerovaná eroze nebo agradace je vždy procesem vývoje od výchozího stavu dynamické rovnováhy přes vývojová stadia zvyšující se nestability k návratovému vývojovému trendu do stavu dynamické rovnováhy v nových tzv. okrajových podmínkách (soubor vnějších vlivů podmiňující charakter toku).

Rozlišovacím znakem je malá hodnota poměru šířky koryta k jeho hloubce neodpovídající geomorfologickému charakteru toku. Projevem je výskyt rozsáhlé, zejména boční eroze, zvýšené nestabilitou prudkých svahů vzniklých předešlým zahloubením koryta. Typická jsou i čela zpětné hloubkové eroze rychle postupující proti proudu.

Oblast dynamické rovnováhy koryta, transport splavenin v korytě a akumulace splavenin v nivě

BR (braided) - divočení koryt v štěrkonosném řečišti

Široké štěrkonosné řečiště s několika hlavními, vinoucími se koryty často překládajícími trasu, soustava ramen v řečišti protékaná při zvýšených stavech se velmi často překládá (v průběhu roku). Vždy vznikají štěrkonosná větvičí se ramena protékaná a překládaná během průtoků Q_1 , velmi dynamický vznik a zánik, morfologické tvary starých ramen jsou likvidovány akumulacemi štěrku a boční erozí nových koryt.

GB (gravel branching) - větvení štěrkonosného vinoucího se koryta

Široké štěrkonosné řečiště s jedním hlavním, vinoucím se korytem často překládajícím svoji trasu, soustava ramen v štěrkonosném řečišti protékaná při zvýšených průtocích se často překládá, ale okrajové části jsou již stabilizovány vegetací. Boční ramena jsou štěrkonosná protékaná a překládaná během průtoků Q_{10} , okrajová dlouhodobě stabilizována vegetací, dynamický vznik a zánik, morfologické tvary starých ramen jsou likvidovány akumulacemi štěrku a boční erozí nových koryt.

AB (anastomotic branching) - anastomózní větvení vinoucího se až meandrujícího koryta

Široká niva s jedním nebo více hlavními koryty, soustava ramen a ostrovů je stabilizována vegetací a vývoj je vázán na pozvolnou boční erozi břehů při procesu vinutí nebo meandrování koryt. Vždy přítomna větvičí se ramena vytvářející samostatná nivní koryta, dlouhodobě stabilizovaná vegetací s trvalým nebo občasným průtokem a samostatně se vyvíjející i v odlišném geomorfologickém typu než hlavní koryto. Korytotvorné průtoky působí pozvolna, ale systematicky.

MD (meander) - plně vyvinuté meandrování

Jedno meandrující koryto v meandrovém pásu vinoucím se podél údolnice, meandry se prohlubují pozvolnou boční erozí až do protržení meandrové šíje, nivní vegetace zpomaluje korytotvorné procesy. Protržením meandrové šíje vznikají odškrcené meandry, nejdříve se zazemní vtok, potom dolní napojení a následně celé mrtvé rameno. Jedná se o přirozený vývoj mrtvých ramen meandrujících toků. Korytotvorné průtoky působí pozvolna, ale systematicky.

DL (delta) - větvení vodního toku v deltě

Větvení je podmíněno dosažením erozní báze toku (vodní hladina) s následným vytvořením konečného dejekčního kuželu splavenin, typy korytotvorných procesů jsou vázány na charakteristiky jednotlivých koryt, obvykle se projevuje typ AB a MD, někdy GB. Odškrcená ramena přebírají charakteristiky převládajících geomorfologických typů (AB, MD, někdy GB), korytotvorné průtoky působí pozvolna, ale systematicky.

Výskyt dřevní hmoty a geomorfologický typ

Dřevní hmota je jedním z faktorů formujících říční tvary a ovlivňující další GMF procesy v interakci s ostatními složkami prostředí. Vliv dřevní hmoty na GMF typy je možné rozdělit:

- Dřevo v korytě není přirozeně přítomno (např. aridní nebo horské oblasti nad hranicí lesa).
- Dřevo je přítomno:

- Výskyt dřeva nemá zásadní vliv na utváření geomorfologického typu vodního toku. Výskyt je významný z hlediska vazeb na vodní organismy a tok biogenních látek ve vodním toku.
- Dřevo má střední vliv na charakter toku. Zajišťuje vznik dočasných morfologických struktur odpovídajících GMF typů.
- Výskyt dřeva je jedním z významných faktorů ovlivňujících vznik a udržení příslušného geomorfologického typu vodního toku.

Takové rozlišení je důležité z hlediska rozhodovacího procesu určení charakteru toku ať už z důvodu teoretického poznání geomorfologických procesů, nebo z praktického při přípravě revitalizačních opatření. Například, je-li v lokalitě z hlediska přírodních podmínek potenciální geomorfologický typ závislý na výskytu dřevní hmoty a z důvodů změněných okrajových podmínek není možné dřevní hmotu umístit, je nutné určit náhradní geomorfologický typ, odpovídající oblastem bez dřevní hmoty.

Pohled na výše uvedené rozdělení tak lze obrátit na primární hledisko geomorfologických typů:

- Geomorfologický typ je vázán na nepřítomnost nebo nízké zastoupení dřevní hmoty. V prostředí ČR se tyto geomorfologické typy prakticky nevyskytují (např. toky v pouštních, stepních a ledovcových oblastech).
- Geomorfologický typ se vyskytuje v oblastech s dřevní hmotou i bez dřevní hmoty a dřevní hmota nemá významný vliv na jeho tvorbu.
- Geomorfologický typ se vyskytuje v oblastech bez dřevní hmoty i s dřevní hmotou a ta má střední vliv na charakter toku. Dochází k změně tvaru koryta. Ta však není natolik významná, aby došlo k změně v jiný geomorfologický typ.
- Geomorfologický typ je prakticky vázaný na výskyt dřevní hmoty.
- Dřevní hmota způsobuje nehomogenitu delšího úseku výskytem (vložením) krátkých úseků jiného typu do převládajícího geomorfologického typu. (Např. v úseku s meandrováním se vyskytují krátké úseky s vysokým podélným sklonem až stupni).

Dřevo jako determinant geomorfologických procesů

Dřevní hmota a následná sukcese dřevin je zásadním činitelem pro vznik trvalých ostrovů a tedy geomorfologického typu anastomozní větvení (AB). Tento jev je podpořen schopností vytvořit rozsáhlou akumulaci během povodňové události a rychlého přeložení toku přesměrováním proudu v nivě. Při odstranění dřeva z toku dochází k postupnému zániku ostrovů v toku a přechodu k jiným GMF typům. U nás byl tento proces zaznamenán při extrémní povodni v roce 1997 například na řece Opavě.

Pro energetičtější geomorfologické typy má dřevní hmota vliv pro disipaci energie. Bez přítomnosti dřevní hmoty a omezení přísunu splavenin dojde k přechodu do GMF typu hloubková (DE) nebo akcelerovaná (AE) eroze. Obdobně u těchto typů je akumulace dřevní hmoty důležitou součástí procesu periodického obnovování vedlejších koryt.

U divočicích koryt a hloubkové eroze má přítomnost dřeva opět za následek disipaci energie a udržení současného geomorfologického typu bez přechodu do erozních typů.

Akumulace dřevní hmoty na malých vodních tocích, kde kusy dřeva přehrazují celý tok, vytvářejí „přirozený spádový objekt“ - stupně a akumulační tůň. Zmenšením podélného sklonu mezi akumulacemi tvořícími stupně může dojít k posunu převládajícího GMF typu k méně energetickému.

Změna geomorfologického typu toku po odstranění dřevní hmoty

Po odstranění dřevní hmoty dochází k zvýšené erozi akumulovaného materiálu. Nejprve dochází k odnosu materiálu jeseňů a šterkových lavic a následně k celkovému zahlubování nivelety dna. Stávající geomorfologický typ, který byl v lokalitě v přirozené dynamické rovnováze, je destabilizován a začne se vyvíjet do přechodového typu hloubkové eroze. V případě dostatečné odolnosti břehů, například v důsledku zachování kvalitních břehových porostů, dojde k stabilizaci toku v současné trase se zahluobeným dnem. K vývoji hloubkové eroze může dojít i ve velmi dynamické podobě.

V případně nestability břehů dojde po fázi hloubkové eroze k akcelerované boční erozi a následně k postupnému vývoji nového GMF typu.

3.3 BIOLOGICKÝ VÝZNAM DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Dřevo jako zdroj živin a partikulovaného organického materiálu

Dřevní hmotu v tocích, včetně její největší frakce zvané large woody debris (LWD), můžeme považovat za jednu ze složek partikulovaného organického materiálu (POM), která se v toku vyskytuje (dřevo a jeho úlomky, kousky listů, organický detrit). Na allochtonním přísunu POM je závislá produkce většiny drobných lesních toků, protože primární produkce fotosyntetizujících řas není v lesním zástínu podstatná. Zatímco v terestrických ekosystémech rozkládají dřevo především houby, na rozkladu dřevní hmoty ponořené ve vodě se podílejí hlavně bakterie ze skupiny Actinobacteria (Crawford a Sutherland, 1979; Aumen a kol., 1983). Vlhké dřevo je z důvodu nedostatku kyslíku rozkládáno velmi pomalu a to hlavně v povrchové vrstvě. Významným doplňkem bakteriální dekompozice je fragmentace a abraze způsobená proudící vodou.

Obsah živin v dřevní hmotě je poměrně nízký (Harmon a kol., 1986) ve srovnání s ostatními typy rostlinné organické hmoty, která se v tocích vyskytuje (listy, větvičky, makrofyta). Přesto může být dřevní hmota samotná v některých případech zásobárnou organického uhlíku a biogenních prvků pro potravní řetězec vodního toku. Významnější je ale její funkce jako struktury pro zadržování sedimentu. Velké dřevo vytváří morfologicky rozmanité koryto a v jeho okolí se zachycuje značné množství partikulovaného organického materiálu, který je jednou z potravních základů pro vodní bezobratlé (obr. 3.3.1). Experimentální práce potvrdily, že po odstranění dřevní hmoty z vodního toku se zvýšil transport partikulovaného materiálu tokem a zároveň pokleslo množství POM v korytě (Beschta, 1979; Bilby, 1981).

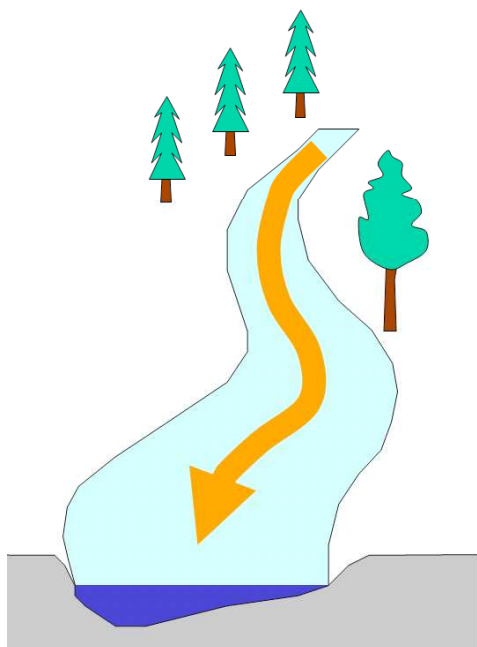
Význam dřevní hmoty pro vodní bezobratlé

Dudley a Anderson (1982) popisují dvě hlavní kategorie vazby bezobratlých na dřevní hmotu:

- druhy vázané úzce na dřevo během některé části **vývojového cyklu** nebo druhy, které mají svou výživou významný vliv na degradaci dřevní hmoty (**xylofágní druhy**). (Hoffmann a Hering (2000) rozděluje tuto skupinu dále na obligátní xylofágy žijící se jen odumřelým dřevem a fakultativní xylofágy, u kterých tvoří dřevní hmota významnou, ale ne jedinou složku potravy - např. larvy hmyzu z funkční ekologické skupiny drtičů - „shredders“).
- druhy, které využívají dřevní hmotu oportunisticky jako **habitat** a nežijí se přímo xylofágně (ale např. oškrabují povrchovou vrstvu dřeva s organickým biofilmem).

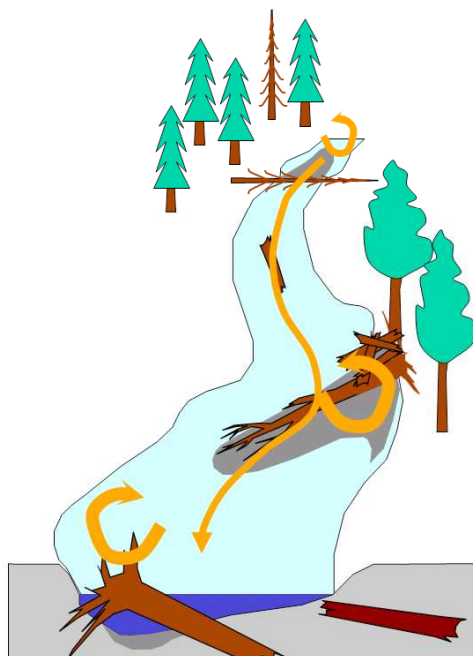
Niva není zdrojem dřevní hmoty

(dřevo zcela odstraňováno)



Niva je zdrojem dřevní hmoty

(dostatek dřevní hmoty ponechané rozkladu)



DŘEVO V KORYTĚ

ne ano

STABILITA KORYTA

nízká vysoká

EROZE KORYTA

vysoká nízká

ODNOS LÁTEK Z POVODÍ

vysoký nízký

ZÁSoba POM

nízká vysoká

MORFOLOGICKÁ DIVERZITA KORYTA

nízká vysoká

BIOLOGICKÁ ROZMANITOST

nízká vysoká

BIOMASA ORGANISMŮ

nízká vysoká

PRODUKTIVITA TOKU

nízká vysoká

Obr. 3.3.1 Schematické znázornění toku partikulovaného organického materiálu v korytě bez dřevní hmoty a vodního toku s hojným výskytem dřevní hmoty. V morfologicky jednoduchém korytě převládá transport POM po proudu, v morfologicky rozmanitém korytě se POM zachycuje a je zpracováván v potravním řetězci.

První souhrnnou rešerši vztahu středoevropských druhů makrozoobentosu k dřevní hmotě provedli Hoffmann a Hering (2000), kteří identifikovali více než sto druhů vodních bezobratlých s vazbou na dřevní hmotu. Jako přímý zdroj potravy vodních bezobratlých hraje dřevo ve většině vodních toků jen malou roli (Anderson a Sedell, 1979). Mnohem významnější je funkce dřeva jako habitatu. Dřevo je pevnou velkou strukturou, která se může v toku vyskytovat desítky let (Harmon a kol., 1986) a tvořit relativně stabilní stanoviště. Řada vodních bezobratlých využívá dřevo jako refugium. Některé druhy do dřeva vrtají, minují nebo se živí rozloženou povrchovou vrstvou. Jiné druhy se živí oškrabováním perifytonu z povrchu ponořeného dřeva, využívají dřevo ke kladení a vývoji vajíček, kukel nebo dřevo využívají jako strukturu pro přisednutí při filtraci (Harmon a kol., 1986; Benke a Wallace, 2003). Johnson a kol. (2003) v rozsáhlé studii z desítek lokalit vodních toků v zemědělské oblasti Minnesoty a Michiganu prokázali, že kolem 90% taxonů makrozoobentosu se vyskytovalo v habitatech s přítomností dřeva. Palmer a kol. (1996) potvrdili, že přítomnost akumulací dřeva zvyšuje odolnost společenstev makrozoobentosu vůči disturbancím způsobených povodněmi. Největší význam mají struktury dřeva v tocích s jemným pohyblivým sedimentem (obr.3.3.2), kde dřevo představuje jedinou stabilní strukturu pro růst bakteriálního a řasového biofilmu a přichycení filtrujících bezobratlých (Cudney a Wallace, 1980; Benke a kol., 1984). S dřevní hmotou pak může být spojena významná část sekundární produkce vodního toku (Benke a Wallace, 2003). Z území USA i z Evropy jsou známy práce, které hovoří o akumulacích dřeva jako o centru diversity bezobratlých v písčitých tocích (např. Weigelhofer a Waringer, 1999). V těchto typech toků má záměrné vkládání dřeva největší vliv na zvýšení početnosti a druhové rozmanitosti bezobratlých organismů (Benke a Wallace, 2003).



Obr. 3.3.2 Mohutný kmen v písčitém korytě podporuje morfologickou diverzitu koryta a poskytuje biotop pro organismy, tok Čermná, Královéhradecký kraj, foto: M. Sucharda.

Význam dřevní hmoty pro ryby

Význam dřeva v tocích pro populace ryb vyplývá z velké části z prospěchu, který tento habitat poskytuje vodním bezobratlým. Vyšší produkce makrozoobentosu, jeho bohatší druhová diversita a rozdílné substráty, na kterých se vyskytuje, představují pro ryby bohatou nabídku potravy. Kromě získání potravy vytváří dřevní hmota také stanoviště vhodná ke tření, vývoji jiker a juvenilních jedinců, poskytuje úkryt před predátory, prouděním vody, tvoří oddělená stanoviště pro teritoriální druhy ryb a refugia v obdobích sucha a pro přezimování (Harmon a kol., 1986; Dolloff a Warren, 2003). Vodní toky s dostatkem dřevní hmoty mají obvykle vyšší produkci i diversitu ryb (Wondzell a Bisson, 2003).

Podobně jako v případě makrozoobentosu pochází dosud většina poznatků ze severozápadu USA. V této oblasti byl sledován především vztah dřevní hmoty a anadromních lososovitých ryb. Ještě v nedávné minulosti (80tá léta 20. století) převládal názor, že akumulace dřeva brání prostupnosti vodních toků pro táhnoucí lososy. Z tohoto důvodu byly rozsáhlé úseky lososových toků čištěny od akumulací naplaveného dřeva. Tyto úpravy ovšem měly opačný efekt – zánik vhodných biotopů pro tření a nadměrnou erozi koryt. V práci z roku 1984 varuje např. Bilby před morfologickým zjednodušením koryta, které následovalo po odstranění dřeva z toku (navíc většina zbytků po odstraněném dřevu je během krátké doby odplavena a může se akumulovat v nižších partiích toku). K podobným výsledkům došli také House a Boehne (1987), kteří sledovali preferenci lososovitých ryb ke tření v korytě po odstranění dřeva. Vyčištěný úsek byl využíván ke tření mnohem méně než původní úsek s akumulacemi dřeva a množstvím tůňových úseků. Autoři doporučují ponechání dřevní hmoty v toku jako významného faktoru tvorby habitatů a morfologické dynamiky koryta.

Vzrůstající množství důkazů o významu dřevní hmoty je v současnosti důvodem pro rozsáhlé vkládání dřevěných struktur do vodních toků nejen v USA, ale také v Austrálii, Japonsku a některých evropských zemích. Řada prací dokumentuje zlepšení stavu populací ryb po umělém vložení struktur dřevní hmoty do vodního toku. Např. Zika a Peter (2002) sledovali změnu populace pstruha obecného (*Salmo trutta*) a pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) po vložení celých stromů do regulovaného toku. Početnost i biomasa obou druhů ryb vzrostla především kvůli preferenci habitatu. V zimních podmínkách byl rozdíl mezi regulovaným a revitalizovaným úsekem ještě větší z důvodu vhodných podmínek pro přezimování. Zlepšení stavů populace ryb na revitalizované řece Wertach v Německu popisuje Siemens a kol. (2005): na lokalitě stoupl během čtyř let

počet vyskytujících se druhů ryb z 10 na 13. Počet druhů, u kterých bylo na lokalitě prokázáno rozmnožování, se zvýšil ze 7 na 10 a vzrostla početnost většiny druhů ryb.

Jak ukazují některé výzkumy revitalizovaných toků, odezva rybích společenstev na uměle vložené dřevo nemusí být jednoznačně pozitivní v krátkém horizontu několika let po realizaci opatření (Sweka a Hartman, 2006; Brooks a kol., 2004; Shields a kol., 2003 a další). Při biologickém hodnocení nově tvořených habitatů na revitalizovaných úsecích vodních toků je tedy třeba počítat s pomalým zotavováním rybích populací. Nilsson a kol. (2005) předpokládají zvýšení diverzity a stabilizaci rybích populací v revitalizovaných úsecích švédských řek v časovém horizontu delším než 10 let po revitalizaci, i když dílčí úspěchy (zlepšení migrační prostupnosti, úspěšné tření a podmínky pro přezimování) mohou být měřitelné již dříve. Tato zjištění je třeba vzít v úvahu při hodnocení revitalizačních projektů a monitoring lokality navrhnout v delším časovém horizontu. Bohužel ani v zahraničí není sledování efektu vkládání dřevní hmoty do toků běžně prováděno.

Význam dřevní hmoty v tocích pro ostatní obratlovce

I když ryby a makrozoobentos jsou nejsledovanějšími skupinami bioty vodních toků, je třeba zmínit potenciální význam dřevní hmoty i pro další organismy vázané na vodní prostředí, zejména pro druhy zvláště chráněné. Z obratlovců přední místo zaujímá bobr evropský (*Castor fiber*), který je i v České republice jednou z příčin přísunu dřeva do toků. Kromě skácených stromů zvyšují bobři mortalitu stromové vegetace vzedmutím hladiny nad svými hrázemi. Vedle možných škod na lesních porostech může být v určitých oblastech nežádoucí vzdutí hladiny malých toků. Z ostatních zvláště chráněných savců uvedme ještě vydru říční (*Lutra lutra*), která využívá jako úkryt akumulace naplaveného dřeva na březích.

Části stromů vystupující nad hladinu využívají k různým účelům vodní ptáci, zejména na velkých řekách. Ornitologickým průzkumem v NPR Ramena řeky Moravy v CHKO Litovelské Pomoraví bylo zjištěno 17 druhů ptáků, kteří nějakým způsobem využívali kmeny v korytě (Bureš, 1999). Mezi nejčastější způsoby využití patřilo tzv. komfortní chování (krátkodobý odpočinek, promazávání peří) a sběr potravy, především hmyzu vyskytujícího se na dřevě. Dále ptáci využívali padlé kmeny stromů k antipredačnímu chování (úkryt, odlákání pozornosti od hnízda), obraně teritoria nebo sběru hnízdního materiálu. Ze zvláště chráněných druhů ptáků byli ve výčtu zaznamenáni pisík obecný, ledňáček říční, břehule říční, kormorán velký, kvakoš noční a vodouš kropenatý. Je zřejmé, že zmíněné využití dřeva v korytě by bylo možné zaznamenat pro řadu dalších chráněných druhů ptáků. V případě konfliktního druhu, kterým je kormorán velký je třeba poznamenat, že ponořené dřevo může sloužit i jako úkryt ryb před predací tohoto rybožravého ptáka. Úspěšný případ vyřešení konfliktu kormorána a rybářské veřejnosti zmiňuje Siemens a kol. (2005) z německé řeky Lech. Stromy na břehu, které sloužily jako nocoviště kormoránů, byly z části pokáceny a vloženy do koryta. Predační tlak kormoránů tak byl náraz snížen dvěma způsoby – omezením jejich stanoviště a vytvořením úkrytu pro ryby.

Podrobnější přehled významu dřevní hmoty pro vodní toky a jejich ekosystémy poskytuje Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích (dostupná na http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni).

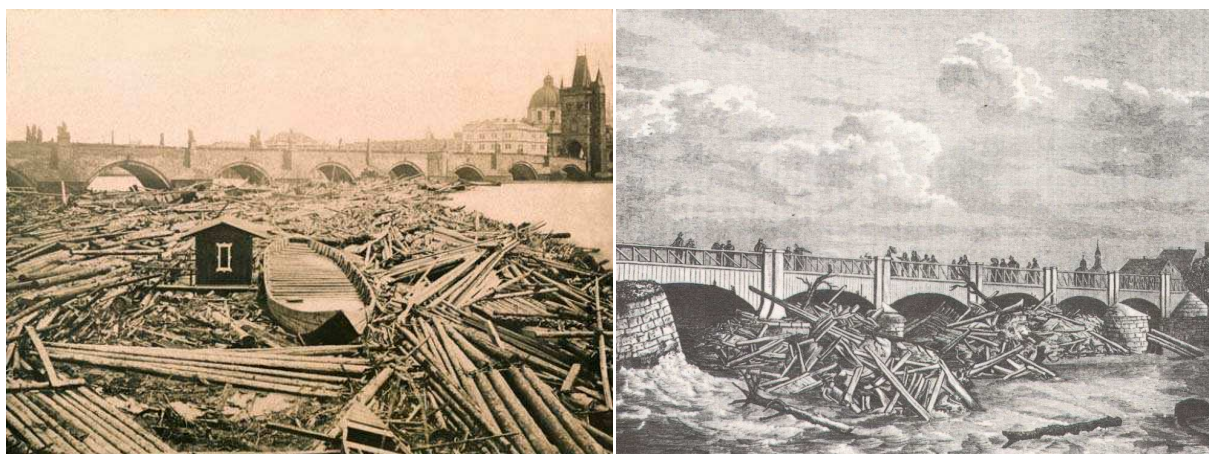
4. MANAGEMENT DŘEVNÍ HMOTY A JEJÍ VYUŽITÍ PŘI ÚPRAVÁCH VODNÍCH TOKŮ

Zatímco předchozí kapitola podala rozsáhlý přehled o významu dřevní hmoty pro ekosystém vodních toků, veřejnost včetně té odborné obvykle poukazuje spíše na rizika spojená s odplaveným dřevem. Cílem této kapitoly je nalezení vhodného návrhu nakládání s dřevní hmotou, která zachová její prospěšné funkce a zároveň minimalizuje povodňová rizika.

4.1 RIZIKA SPOJENÁ S VÝSKYTEM DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Výskyt dřevní hmoty v toku a přilehlém inundačním území může v průběhu povodňové situace představovat značné riziko pro bezpečné převedení povodňových průtoků přes příčné stavby vyskytující se na tocích a v konečném důsledku pak především pro obyvatelstvo, které může být případnou povodňovou událostí dotčeno. Náchylnost vodního toku k přenášení pláví je funkcí využití území povodí, charakteristik toku a inundačního území. Z těchto důvodů doporučují například technické podmínky k provádění vodních staveb polní průzkum nad příčnými stavbami, který by měl být zaměřen zejména na využití území povodí, rychlosti proudění, sklon toku a náchylnosti povodí k přívalovým povodním.

Z inženýrského pohledu jsou v případě povodně nejohroženější objekty dopravní infrastruktury (mosty, plavební komory). Z nich jsou nejvíce ohroženy mostní objekty, a to zejména s malou světlostí mostních otvorů, které mohou být ohrožovány v případě transportu velkého množství plovoucích předmětů (vyvrácených stromů a keřů, skládek kmenů stromů i zpracovaného dřeva, odpavitelných skládek lehkého materiálu, chatek, lodí, kontejnerů apod.). Ucpání mostních otvorů může způsobit vzduť hladiny vody nad mostním objektem a významně ohrozit okolní zastavěné území. Vlivem částečného ucpání mostního objektu může dojít k výraznému zmenšení průtočné plochy a k následnému zvýšení průřezové rychlosti proudění, což má za důsledek vznik nežádoucích erozivních procesů v okolí mostních podpěr. Následné zřícení mostního objektu může poté vyvolat druhotnou povodňovou vlnu ohrožující další níže situované mostní objekty i přilehlé území.



Obr. 4.1.1–2 Splavená dřevní hmota ohrožuje při povodni především mostní objekty s malou světlostí. Největší problémy způsobuje odpavitelný materiál skladovaný v záplavovém území. Na obrázku vlevo je Karlův most po povodni roku 1872, kdy většinu šíře Vltavy zaujímala rozsáhlá akumulace utržených vorů (foto: František Fridrich, 1872). Na obrázku vpravo je vyobrazen most přes Berounku po povodni v téže roce.

Spláví se nemusí obecně hromadit pouze na mostních objektech, ale k tomuto nežádoucímu jevu může dojít všude v místech, kde se nachází jakákoliv příčná stavba (jez, parovod, dům atd.) křížící vodní tok a inundační území a kde se tudíž vytváří ideální podmínky na zachycení spláví. Samotné zachycení spláví nemusí být vždy doprovázeno destrukcí nebo poškozením příčné stavby. Mnohem nebezpečnější je jeho postupná akumulace, která spolu nese i akumulaci vzdouvané vody. V takovýchto případech pak může dojít k prolomení nahromaděného materiálu a vytvoření umělé povodňové vlny, která zároveň transportuje unášené spláví a vytváří tak vysoce nebezpečnou kombinaci pro území dále po toku.

Nahromaděné spláví obecně zmenšuje průtočný profil a vzdouvá vodu, což může mít za důsledek zatopení území, které by za normálních okolností nebylo povodní postiženo.

Pokud je dřevní hmota ukládána do koryta v obydlených oblastech a může představovat riziko pro objekty na toku, je velice důležité, aby byla bezpečně a stabilně ukotvena, aby nedošlo k jejímu uvolnění především při povodňové situaci.

Dřevní hmota uložená v korytě může být nebezpečná i pro zájmové skupiny osob, které s ní při své činnosti přicházejí do kontaktu. Jako příklad lze uvést vodáky a sportovní rybáře. Výskyt jednotlivých kusů i akumulací dřeva zvyšuje vodáckou obtížnost a do jisté míry i atraktivitu řek. Při zvýšeném vodním stavu se ale dřevo stává nebezpečnou překážkou. Sportovní rybáři oceňují příznivý vliv dřevní hmoty na rybí obsádku, mohou též ocenit přírodní hodnotu a morfologickou rozmanitost revitalizovaných toků, avšak dřevěné struktury v korytě a na březích ztěžují pohyb podél vodního toku a znesnadňují i samotný rybolov. U většiny veřejnosti je stále dřevo v korytě vnímáno jako nepatřičná a ohrožující závada. S tímto postojem je třeba počítat a při realizaci konkrétních opatření využívajících dřevní hmotu je důležitá vhodná informační kampaň zaměřená na místní obyvatele.

4.2 PRÁVNÍ RÁMEC MANAGEMENTU DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Výskyt dřevní hmoty v korytě vodního toku je tradičně vnímán jako nežádoucí „závada“ v korytě, a proto je dřevní hmota a její akumulace z vodního toku odstraňována. Nemalý podíl na této obvyklé praxi má historické využívání vodních toků jako vodních cest a prostředku k dopravě zboží nebo alespoň palivového dřeva. Vodní toky tvořily a tvoří přirozenou hranici pozemků a změny jejich koryta z tohoto důvodu nebyly žádoucí. V době, kdy zemědělství poskytovalo obživu většině obyvatel naší země, byly nivní louky pečlivě obhospodařované a nebylo na nich místo pro nevyužité dřeviny. Patrně z tohoto období pochází mnoho z ustanovení vodního zákona, který v řadě paragrafů požaduje po správci udržovat koryto průtočné a břehové porosty nebránící odtoku vody. Současná krajina již ale není obhospodařována v takovém detailu, jako na začátku dvacátého století. Vedle pečlivě udržovaných vodních toků v intravilánech a zemědělské krajině existují oblasti, kde se přírodní procesy uplatňují více než v minulosti. Zároveň zaniklo mnoho důvodů k udržování bezpodmínečné čistoty koryt vodních toků – plavba se omezila na největší vodní toky našeho státu a environmentální význam je dnes stále častěji zmiňovanou funkcí vodních toků. Na vzrůstající poptávku po změně zavedeného přístupu ke správě vodních toků reagovala novela vodního zákona č. 150/2010 Sb., která zavedla do povinností správců vodních toků řadu změn. Následující zkrácený přehled požadavků vodního zákona a předpisů souvisejících se dotýká ustanovení důležitých pro management břehových porostů a dřevní hmoty v korytě a hledá východisko pro jejich udržení v přirozených korytech (úplný text rozboru je součástí Přílohy 2: Zkušenosti s monitoringem a aplikací dřevní hmoty v tocích ČR a EU – v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni).

4.2.1 Správa vodních toků

Platný český vodní zákon č. 254/2001 Sb. (po novele zákonem č. 150/2010 Sb.)

Institut *správy vodních toků* je vymezen v § 47 vodního zákona:

„(1) Vodní toky jsou předmětem správy. Člení se na významné vodní toky a drobné vodní toky. Seznam významných vodních toků stanoví Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí vyhláškou.

(2) Správou vodních toků se rozumí povinnost

a) sledovat stav koryt vodních toků a pobřežních pozemků z hlediska funkcí vodního toku,

b) pečovat o koryta vodních toků, udržovat břehové porosty na pozemcích koryt vodních toků nebo na pozemcích s nimi sousedících v šířce podle § 49 odst. 2 tak, **aby se nestaly překážkou znemožňující plynulý odtok vody při povodni** s přihlédnutím k tomu, aby jejich druhová skladba co nejvíce odpovídala přírodním podmínkám daného místa; to neplatí, jde-li o pozemky určené k plnění funkcí lesa,

c) provozovat a udržovat v řádném stavu vodní díla v korytech vodních toků nezbytná **k zabezpečení funkcí vodního toku**, popřípadě vodnímu toku převážně sloužící, která správci vodních toků vlastní, případně je užívají z jiného právního důvodu,

... f) oznamovat příslušnému vodoprávnímu úřadu závažné závady, které zjistí ve vodním toku a jeho korytě, způsobené přírodními nebo jinými vlivy; současně navrhnout opatření k nápravě, **obnovovat přirozená koryta vodních toků**, zejména ve **zvlášť chráněných územích** a v **územních systémech ekologické stability**,

g) spolupracovat při zneškodňování havárií na vodních tocích,

h) navrhnout **opatření** k nápravě zásahů způsobených lidskou činností **vedoucí k obnově přirozených koryt vodních toků**.

(3) Ministerstvo zemědělství stanoví vyhláškou způsob provádění činností uvedených v odstavci 2.

... (5) Správa vodních toků podle odstavců 2 a 4 musí být vykonávána tak, **aby nepříznivý dopad na vodní a vodu vázané ekosystémy byl co nejmenší, a s ohledem na dosažení dobrého stavu vod podle § 23a odst. 1 písm. a) bodů 2 a 3.**“

Z pohledu problematiky managementu a využití dřevní hmoty je důležité odlišení přirozených koryt vodních toků, které vychází z definice v § 44 vodního zákona.

„Přirozeným korytem vodního toku je koryto nebo jeho část, které vzniklo přirozeným působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů nebo provedením opatření k nápravě zásahů způsobených lidskou činností a které může měnit svůj směr, podélný sklon a příčný profil.“

„V pochybnostech o hranici koryta vodního toku nebo o tom, zda se jedná o přirozené koryto vodního toku, rozhodne místně příslušný vodoprávní úřad.“

Samovolné změny směru, podélného sklonu a příčného profilu lze vnímat jako základní vlastnost přirozených koryt. Při správě přirozených koryt vodních toků musí být tato charakteristika zachována. Vodní zákon zároveň v § 46 obecně ustanovuje, že je zakázáno měnit směr, podélný sklon a příčný profil koryta vodního toku (zákon tedy obecně zakazuje zásahy do koryta). Těmto základním požadavkům musí správa přirozeného koryta vodního toku vyhovět. Její těžiště tedy spočívá ve sledování vývoje přirozeného koryta a v odůvodněných případech v realizaci takových zásahů, které podpoří funkci vodního toku nebo omezí povodňová rizika.

Pojem „funkce vodního toku“ není ve vodním zákoně definován, ale dosti široce jej vymezuje § 2 písm. f) vyhlášky č. 470/2001 Sb., která má být brzy novelizována:

Pro účely této vyhlášky se rozumí...funkcí vodního toku - odvádění povrchové vody z povodí vodního toku, dále funkce zajišťující podmínky pro nakládání s vodami, plavbu a užívání k rekreačním účelům, dotování nebo odvádění podzemních vod v území přilehlém k vodnímu toku a

dále funkce ekologické, zajišťující vytváření podmínek pro vodní a na vodu vázané ekosystémy, ovlivňování mikroklimatu, spoluvytváření a ovlivňování charakteru krajiny.

V praxi je věnována velká pozornost jedné z funkcí vodního toku, kterou je odvádění povrchové vody. Vodní zákon požaduje v § 47 obecně sledování a udržování vodních toků a vodních děl s ohledem na zachování jejich funkcí. Břehové porosty by měly být udržovány tak, **aby se nestaly překážkou znemožňující plynulý odtok vody při povodni** (§ 47 odst. 2 písm. b) vodního zákona). Současně má správce toku povinnost **oznamovat závažné závady ve vodním toku a jeho korytě způsobené přírodními nebo jinými vlivy** (§ 47 odst. 2 písm. f) vodního zákona). V případě přirozených koryt je pojem závažné závady ve vodním toku protimluv, který vychází z pojetí vodního zákona před novelou zákonem č. 150/2010 Sb. V přirozeném korytě jsou totiž břehové nátrže a padlé stromy běžným jevem souvisejícím se změnami směru, podélného sklonu a příčného profilu koryta. Zdá se, že podle současné právní úpravy zahrnující definici přirozených koryt vodních toků, lze tyto jevy považovat za „závadné“ až v případě, kdy narušují funkce vodního toku v dané lokalitě.

Břehové porosty jsou zásadním zdrojem dřevní hmoty pro přirozená koryta a vývoj těchto koryt je závislý na výskytu a přísunu dřevní hmoty. Dřevní hmota se u těchto koryt vyskytuje přirozeně i v sedimentu a tvoří tak součást koryta, které je vodním zákonem chráněno. Údržba břehových porostů a dřevní hmoty vyskytující se v korytě musí proto najít přiměřené řešení úměrné podmínkám dané lokality, které minimalizuje povodňová rizika spojená s dřevní hmotou a zároveň umožní samovolný vývoj přirozeného koryta.

4.2.2 Ochrana vodních toků

Platný český vodní zákon č. 254/2001 Sb.

Základní požadavek na ochranu vodních toků a jejich koryt stanovuje § 46 vodního zákona:

„Je zakázáno měnit směr, podélný sklon a příčný profil koryta vodního toku, poškozovat břehy, těžít z koryt vodních toků zeminu, písek nebo nerosty a ukládat do vodních toků předměty, kterými by mohlo dojít k ohrožení plynulosti odtoku vod, zdraví nebo bezpečnosti, jakož i ukládat takové předměty na místech, z nichž by mohly být splaveny do vod. Ustanovení předchozího odstavce se nevztahuje na případy, kdy se činnosti v něm uvedené provádějí v souladu s tímto zákonem.“

Toto ustanovení lze chápat jako obecný zákaz aktivit vedoucích ke změnám v korytech vodních toků. Pro přirozená koryta vodních toků (jejichž vlastností uvedené v jejich definici podle § 44 odst. 2 naopak je, že mohou samovolně měnit svůj směr, podélný sklon a příčný profil) z toho vyplývá obecná bezzásahovost ze strany správce toku s výjimkou prací prováděných v rámci povinností správce toku daných zákonem.

Pro případ, kdy je do vodního toku dřevní hmota vkládána (a toto lze v mnoha případech chápat jako změnu koryta) platí rovněž výjimka vázaná na činnosti prováděné podle vodního zákona (zde připadá např. v úvahu obnova přirozených koryt vodních toků nebo realizace vodohospodářských úprav s využitím dřevní hmoty).

Podrobněji je problematika dřevní hmoty a břehových porostů pojednána ve výše uvedené příloze. Zde již předkládáme jen praktické shrnutí možností managementu dřevní hmoty v současných právních podmínkách:

Správa přirozeného koryta vodního toku, kde se vyskytuje dřevní hmota.

Z definice přirozeného koryta vodního toku ve vodním zákoně vyplývá, že koryto může měnit svůj směr, podélný sklon a příčný profil působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů (mimo jiné např. vlivem břehové vegetace a dřevní hmoty v korytě). Morfologické tvary koryta, jako jsou nánosy sedimentu, výmoly ve dně, břehové nátrže a konečně i jednotlivé kusy nebo akumulace dřevní hmoty se tak stávají součástí koryta. Z tohoto pohledu je přirozený a přípustný také přísun dřevní hmoty (vyvrácených stromů) z okolních břehových porostů. Odstraňování dřevní hmoty, která je v kontaktu

s břehy a dnem vodního toku odporuje § 46 vodního zákona, podle kterého je zakázáno měnit směr, podélný sklon a příčný profil koryta, protože jde o zásahy do přirozeného koryta vodního toku. Výjimkou v tomto případě jsou práce spojené s výkonem povinností stanovených vodním zákonem, mezi které v tomto případě patří především omezení rizika spojeného s povodňovými průtoky a odstraňování povodňových škod (z definice přirozeného koryta nemůže vzniknout povodňová škoda přímo na přirozeném korytě, ale může být poškozen okolní pozemek nebo stavba). Požadavek na udržování plynulého odtoku vody při povodních je důležitý v území, kde vzduť vody způsobené břehovými porosty nebo přítomností dřeva v korytě způsobí škodu. V ostatních lokalitách je retence vody vítanou funkcí vodního toku. Nejčastější riziko způsobené dřevní hmotou a jinými plovoucími předměty při povodních je akumulace na průtočných profilech mostů, jezů nebo výpustních objektech vodních nádrží. V místech výskytu staveb, na kterých k takovým problémům dochází, je prioritou zajištění funkce a stability těchto staveb.

Správa upraveného koryta vodního toku a dalších vodních staveb

Upravená koryta a další vodní stavby musí především plnit funkci, pro kterou byly tyto stavby zřízeny. Správce vodního toku má za úkol udržovat tato díla v řádném stavu nezbytném k zajištění funkcí vodního toku (§ 47 odst. 2 písm. c) vodního zákona). Vlastník vodního díla má dále za povinnost udržovat vodní dílo v řádném stavu tak, aby nedocházelo k ohrožování bezpečnosti osob, majetku a jiných chráněných zájmů a odstraňovat předměty a hmoty zachycené či ulpělé na vodních dílech.

Vkládání struktur dřevní hmoty do přirozených koryt vodních toků

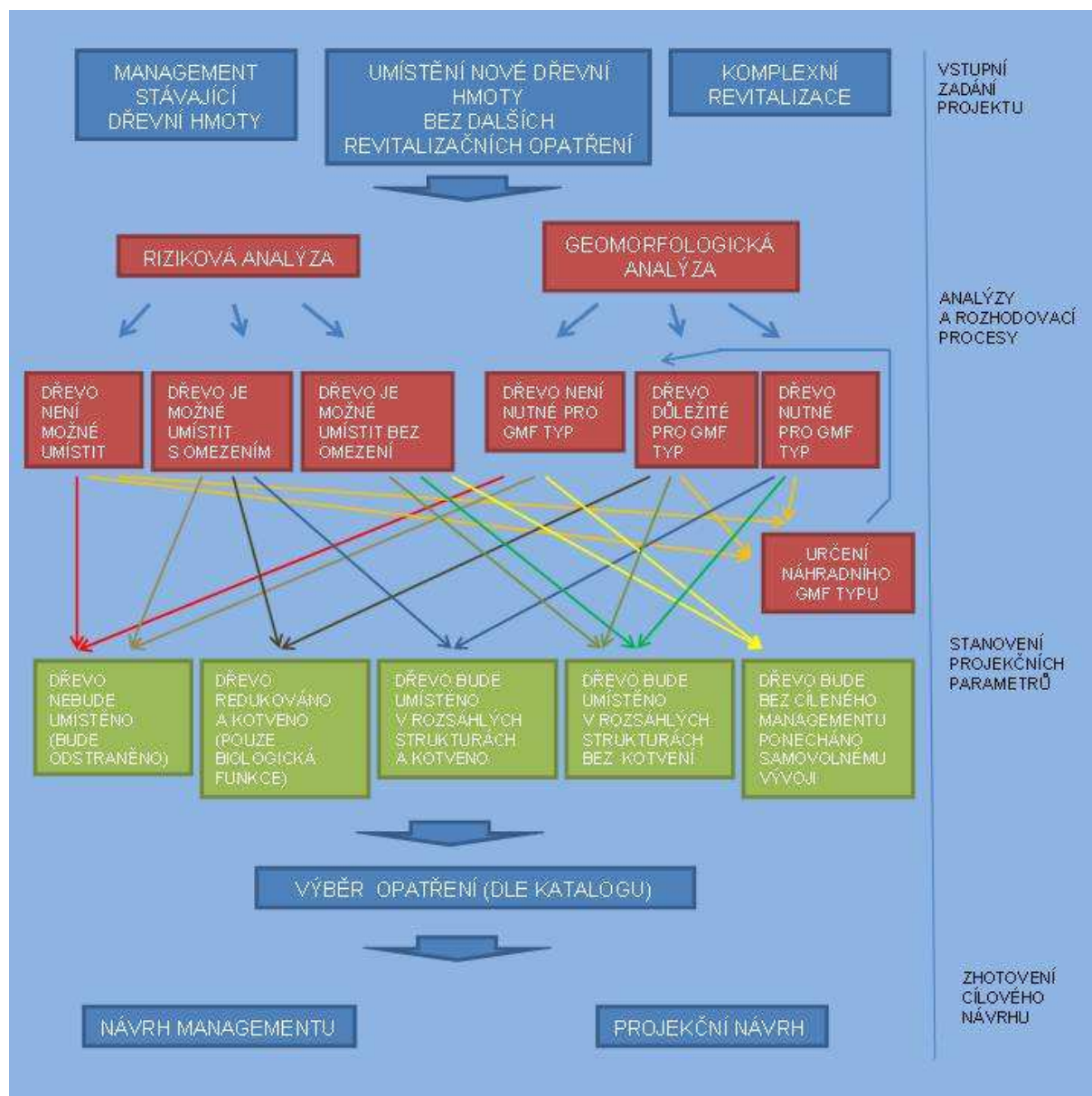
Vkládání struktur dřevní hmoty do přirozených koryt vodních toků připadá v úvahu z důvodu zlepšení funkce těchto vodních toků. Z logiky věci by se mělo jednat o vodohospodářskou úpravu, protože zemní práce v korytě jsou spojeny s instalací a stabilizací dřevěných struktur, a nebo dojde ke změnám v korytě přímým následkem změněných hydraulických poměrů po vložení struktur. Dřevní hmota je využívána v kombinaci se zemními pracemi k modelování a stabilizaci tvaru koryta. Podmínkou realizace vodohospodářských úprav je ohlášení vodoprávnímu úřadu, který ji nezamítne. Struktury dřevní hmoty musí umožňovat změny přirozeného koryta působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů a nesmí být v rozporu s funkcemi vodního toku v dané oblasti. S ohledem na podmínky prostředí musí vložené dřevo umožňovat plynulý odtok vody, nesmí zvýšit nebezpečí povodně nebo její škodlivé následky a nesmí ohrozit zdraví nebo bezpečnost (§ 46, § 72 vodního zákona).

Vkládání struktur dřevní hmoty do upravených vodních toků

V tomto případě je dřevní hmota využívána především při realizaci opatření, jimiž se obnovují přirozená koryta vodních toků. Podle ustanovení § 44 vodního zákona se takto obnovené koryto stává přirozeným korytem vodního toku, a jak plyne z jeho definice, použité struktury dřevní hmoty musí umožňovat změny koryta působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů. Zákon tedy požaduje umožnění dynamiky vývoje koryta a tato dynamika se vztahuje i na použité struktury, které jsou součástí břehů nebo dna. Dílčí posun, přirozený rozklad nebo akumulace naplaveného materiálu tedy není na závadu. U nově vzniklého přirozeného koryta se rovněž očekává snížení kapacity a častější vybřežování vody mimo koryto. Vložená dřevní hmota musí přesto umožňovat plynulý odtok vody při povodni a nesmí zvýšit nebezpečí povodně nebo její škodlivé následky a nesmí ohrozit zdraví nebo bezpečnost (§ 46, § 72 vodního zákona). Nově vytvořené přirozené koryto musí správce toku sledovat vzhledem k funkcím vodního toku v dané oblasti. Pro zrušení vodního díla – upraveného toku je třeba získat povolení vodoprávního úřadu (§ 15).

4.3 RÁMEC VYUŽITÍ A MANAGEMENTU DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

Problematiku použití dřevní hmoty pro revitalizace, management a správu vodních toků shrnuje schéma na obr. 4.3.1.



Obr. 4.3.1 Schéma postupu při použití dřevní hmoty v oblasti péče o vodní toky.

Východiskem pro návrh užití dřevní hmoty je účel a rozsah zadání řešeného úkolu. V praxi se setkáváme s řešením tří základních okruhů, které se vzájemně prolínají:

- Řešení problému stávající dřevní hmoty vyskytující se v korytě (údržba vodních toků daná právním rámcem - vodní zákon č. 254/2001 Sb. a navazující předpisy, viz Příloha 2: Zkušenosti s monitoringem a aplikací dřevní hmoty v tocích ČR a EU - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni).
- Využití dřevní hmoty pro revitalizační opatření, popřípadě ve formě stabilizačních prvků.

- Komplexní revitalizace toku včetně vytvoření nového koryta s využitím dřevní hmoty.

4.4 MANAGEMENT DŘEVNÍ HMOTY VE VODNÍCH TOCÍCH Z HLEDISKA ANALÝZY RIZIK

Výskyt dřevní hmoty v toku a přilehlém inundačním území může v průběhu povodňové situace představovat riziko pro bezpečné převedení povodňových průtoků přes vodní stavby a intravilán obcí. Základem rozhodovacího procesu o umístění nebo ponechání dřevní hmoty by měla být analýza možných rizik.

Obecným výstupem z rizikové analýzy jsou tři východiska znázorněná v schématu 4.3.1:

- dřevo není možné umístit,
- dřevo je možné umístit s omezením,
- dřevo je možné umístit bez omezení.

Do první kategorie spadají úseky v těsné blízkosti staveb extrémně náchylných na střet s dřevní hmotou. Jako typické příklady lze uvést mosty s malým průtočným profilem, mechanické objekty s bezpečnostním rizikem (stavidla, plavební komory), bezpečnostní přelivy a přepady významných nádrží a podobně. V případě že je bezpečnost nějakého objektu řešena lapačem dřevní hmoty, jedná se o úsek mezi lapačem a samotným objektem. Dále je použití dřevní hmoty omezeno v technicky upravených úsecích toků v intravilánech obcí. Koryta jsou dimenzována bez prostoru pro možný zábor příčného profilu a často i bez možnosti technického ukotvení dřeva.

Značná část upravených úseků vodních toků nevylučuje umístění dřevní hmoty zcela, pouze vyžaduje její redukci nebo technické kotvení. Tyto úseky spadají do druhé kategorie. Většinou se jedná o upravené toky, kde by se dřevo přirozeně „neudrželo“ (z důvodu zkapacitnění koryta, zvýšení unášecí schopnosti), dále úseky v relativní blízkosti kritických profilů zmíněných výše a podobně.

V úsecích toků s dostatečnou vzdáleností od kritických míst je možné z hlediska povodňového rizika umísťovat nebo ponechávat dřevo bez omezení.

4.4.1 Koncept selektivního managementu dřevní hmoty

V následující kapitole 4.4.2 bude rozvíjen obecný koncept selektivního managementu dřevní hmoty v tocích. Cílem selektivního managementu je umožnit výskyt dřevní hmoty v tocích a zároveň zajistit ochranu sídel a staveb na vodních tocích (obr. 4.4.1.1).

Principem popisovaného konceptu je minimalizace rizik spojených s dřevní hmotou v místech, která jsou potencionálně ohrožena (intravilán, příčné stavby na toku) a zároveň ponechání dřevní hmoty v korytě v úsecích, kde přirozená dynamika dřeva nepředstavuje rizika (vodní toky a nivy v zemědělské a lesní krajině, vodní toky a nivy situované ve zvláště chráněných územích dle zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny). Selektivní management využívá principů posouzení stability dřevní hmoty (blíže popsané v Příloze 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích a Příloze 4: Limity využití dřevní hmoty v tocích: vodohospodářské využívání vodních toků a protipovodňová ochrana - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni) a kombinuje je s posouzením rizika vzniku nežádoucí akumulace dřevní hmoty pro konkrétní místa (objekty na vodním toku). Výsledkem pak může být následující škála opatření:

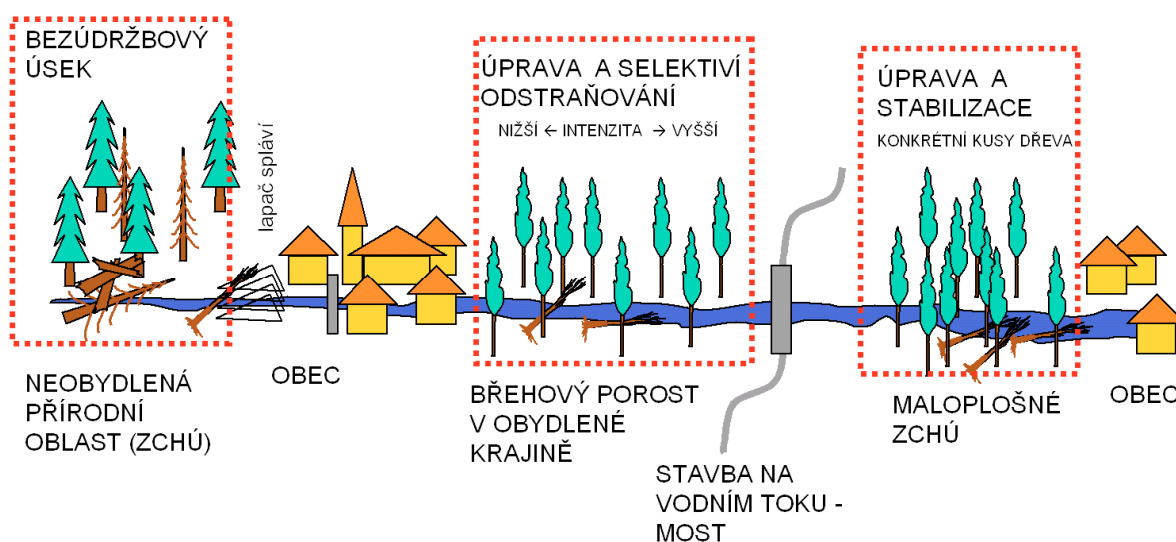
- žádný zásah - ponechání dřeva v korytě, popřípadě zvláštní opatření: vkládání stabilních struktur dřevní hmoty do koryta a instalace lapačů spláví

- úprava polohy za účelem zvýšení stability
- stabilizace kotvením
- odstranění dřevní hmoty

V běžné praxi bude rozlišováno pravděpodobně mezi první a poslední variantou, ale v konkrétních podmínkách (např. výše zmíněná zvláště chráněná území a úseky koryt vyžadující zvláštní péči) lze reálně uvažovat též o průběžné stabilizaci a úpravě dřevní hmoty. Bezzásahový režim lze efektivně kombinovat s technickými opatřeními na ochranu příčných staveb (viz kapitola 5: Katalog opatření).

Účelem příručky managementu dřevní hmoty v tocích je poskytnout návod pro údržbu koryt a břehových porostů, který umožní dlouhodobý výskyt dřevní hmoty v korytě a její přirozenou dynamiku při zachování nutné bezpečnosti v případě povodňových průtoků.

Příručka managementu založená na rizikové analýze popsaná v následující kapitole 4.4.2 je poměrně jednoduchá a lze ji aplikovat v rámci rutinní údržby vybraných vodních toků. Zároveň je také dosti robustní, pracuje s několika parametry a umožňuje jejich úpravu podle konkrétních podmínek a požadavků na bezpečnost ve vztahu k protipovodňové ochraně.



Obr. 4.4.1.1 Obecné schéma selektivního managementu dřevní hmoty ve vodním toku. Údržba vodního toku je úměrná pravděpodobnosti odplavení a riziku plynoucím ze zachycení splávi v rizikových místech na vodním toku (příčné stavby na toku, intravilán atd.). Pokud je vodní tok bohatý na splavovanou dřevní hmotu a její údržba je příliš náročná nebo z důvodu ochranných podmínek území problematická, lze zvážit použití technické ochrany ohrožených míst.

4.4.2 Postup managementu dřevní hmoty a břehových porostů

Jednotlivé kroky směřující k návrhu a realizaci managementu dřevní hmoty a břehových porostů jsou přehledně znázorněny ve schématu na obrázku 4.4.2.1.

Schéma používá následující parametry a pojmy:

rizikové místo: místo na podélném profilu vodního toku, které je problémové z hlediska zachytávání a akumulace dřevní hmoty.

L_{krit} (teoretická kritická délka kmene): minimální délka jednotlivého kusu dřevní hmoty, který stačí sám o sobě zablokovat průtočný profil koryta nebo stavby v korytě vodního toku.

L_{mob} (teoretická délka mobilního kmene): teoretická maximální délka jednotlivého kusu dřevní hmoty, který může být v daném úseku vodního toku transportován při povodni.

B (šířka koryta): je určena jako průměrná šířka koryta úseku vodního toku měřená v břehových hranách.

l_{km} (délka kmene): délka jednotlivého kusu dřevní hmoty nebo výška stromu v břehovém porostu.

zóna managementu (1,2,3): úsek na podélném profilu vodního toku, který je vymezen podle vzdálenosti od rizikového místa na toku. Jednotlivé zóny se liší způsobem nakládání s dřevní hmotou.

Bližší popis jednotlivých parametrů a postupu managementu je následující:

1) Určení rizikových míst na toku

Správce vodního toku určí místa na podélném profilu koryta, která jsou problémová z hlediska zachytávání a akumulace dřevní hmoty při povodních. Jde zejména o příčné stavby na toku (mosty, lávky pro pěší, propustky, přemostění potrubních vedení, jezy, rozdělovací objekty), případně místa se zúženým průtočným profilem (intravilán, okolí staveb v blízkosti koryta).

Nežádoucí jevy, které mají být managementem odstraněny, jsou následující:

- Zachytávání a hromadění spláví v zúženém průtočném profilu, které může při povodni vést k poškození až destrukci staveb nebo jejich bezprostředního okolí.
- Vzduť vodní hladiny v korytě, které je vzhledem k využití okolních pozemků (např. zástavba v intravilánu) nežádoucí a zhoršuje následky povodňové situace.

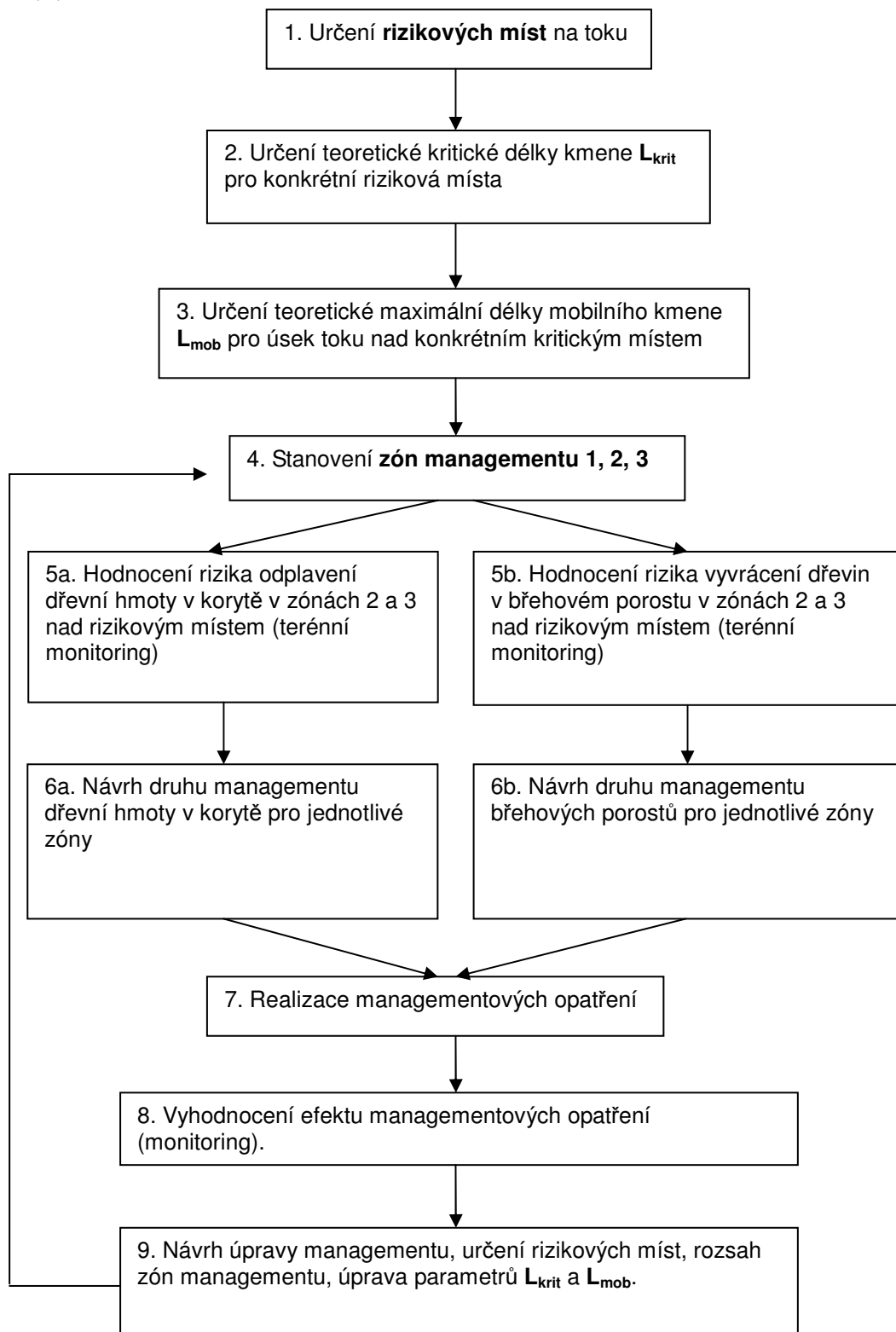
Jako riziková by měla být vybrána pouze místa, na kterých k uvedeným problémům s naplavenou dřevní hmotou podle zkušenosti správce skutečně dochází. Z praktických důvodů nemá smysl určovat jako kritická taková místa, jejichž hodnota L_{krit} je větší než teoretická délka mobilního kmene L_{mob} v příslušném úseku vodního toku, protože v takovém případě je zablokování průtočného profilu naplavenou dřevní hmotou nepravděpodobné.

Podkladem pro určení rizikových míst na toku jsou zkušenosti správce vodního toku v kombinaci s údaji v technicko – provozní evidenci Integrovaného systému povodí (ISyPo) a mapovými podklady (základní vodohospodářská mapa 1: 50 000, základní mapa 1: 10 000, ortofotomapa, GIS vrstvy ZABAGED a DIBAVOD).

2) Určení teoretické kritické délky kmene L_{krit} pro konkrétní riziková místa

Teoretická kritická délka kmene L_{krit} je minimální délka jednotlivého kusu dřevní hmoty, který stačí sám o sobě zablokovat průtočný profil koryta nebo stavby v korytě vodního toku.

- V případě mostů a propustků je L_{krit} určena délkou vodní hladiny mezi mostními pilíři při průtoku Q_{100} , resp. šířkou průtočného profilu propustku.
- Pro jezy je L_{krit} určena šířkou jezového pole.
- V případě zúžených míst na toku je L_{krit} určena šířkou koryta v břehových hranách (B).



Obr. 4.4.2.1. Postup pro selektivní management dřevní hmoty v korytě a břehových porostů z hlediska analýzy rizik. Podrobněji jsou jednotlivé kroky popsány v kapitole 4.4.2.

Ve specifických případech může být hodnota L_{krit} zvolena jiným způsobem, ale vždy tak, aby vyjadřovala minimální délku jednotlivého kusu dřevní hmoty, který je z hlediska povodňové situace pro kritické místo problémový. Například u poddimenzovaných mostů, kde je mostovka při povodni těsně nad hladinou nebo je dokonce přetékána, hrozí vzpříčení plovoucí dřevní hmoty mezi mostovkou a dnem koryta. Hodnotu L_{krit} je proto vhodné stanovit jako výšku mostovky nade dnem, je-li tato hodnota nižší než L_{krit} zjištěná výše uvedeným standardním postupem. Podobně u stavidlových jezů může být L_{krit} určena spíše výškou otvoru než jeho šířkou. Dalším příkladem nutnosti specifického přístupu jsou vzdouvací objekty s relativně úzkým přelivem, kde hrozí zablokování množstvím drobného spláví, které se nahromadilo ve vzdutém úseku. I v tomto případě je na místě snížení hodnoty L_{krit} podle uvážení správce toku. V odůvodněných případech lze rovněž snížit hodnotu L_{krit} na rozměr, se kterým lze při krizových situacích na příčných stavbách běžnými prostředky manipulovat.

Podkladem pro určení hodnoty L_{krit} jsou technické dokumentace staveb nebo přímé zaměření v terénu rizikových míst.

3) Určení teoretické délky mobilního kmene L_{mob} pro úsek toku nad konkrétním kritickým místem

Teoretická délka mobilního kmene L_{mob} je teoretická maximální délka jednotlivého kusu dřevní hmoty, který může být v daném úseku vodního toku transportován při povodni. L_{mob} je určena menší z následujících hodnot:

- Průměrná šířka koryta v břehových hranách (B) v úseku toku nad rizikovým místem.
- Největší výška vzrostlých stromů v břehovém porostu v úseku toku nad rizikovým místem (až po nejbližší následující rizikové místo na toku).

U velmi členitých vodních toků s hustými břehovými porosty zasahujícími do koryta a stabilními akumulacemi dřevní hmoty v korytě klesá délka L_{mob} a je podstatně menší než šířka koryta. Protože je její přesné určení obtížné, používá tato příručka jako rozhodný parametr šířku koryta (B). Členitost vodního toku je třeba zohlednit při stanovení délky zóny aktivního managementu (zóna 2).

Podkladem pro určení L_{mob} může být vrstva břehových čar vodních toků v digitální bázi vodohospodářských dat (DIBAVOD) nebo ortofotomapa. Pokud z těchto podkladů nelze průměrnou šířku koryta v dostatečné přesnosti získat, je třeba ji změřit v terénu průměrem z 10 – 15 měření šířky koryta rozdělených v pravidelných intervalech na úseku toku nad rizikovým místem. Ve všech případech postačí měřit šířku koryta v úseku odpovídajícímu zhruba zóně managementu 2. Největší výšku vzrostlých stromů v břehovém porostu je třeba získat měřením v terénu v kombinaci s odborným odhadem, popřípadě s využitím podkladů lesnického hospodaření.

4) Stanovení zón managementu 1, 2, 3

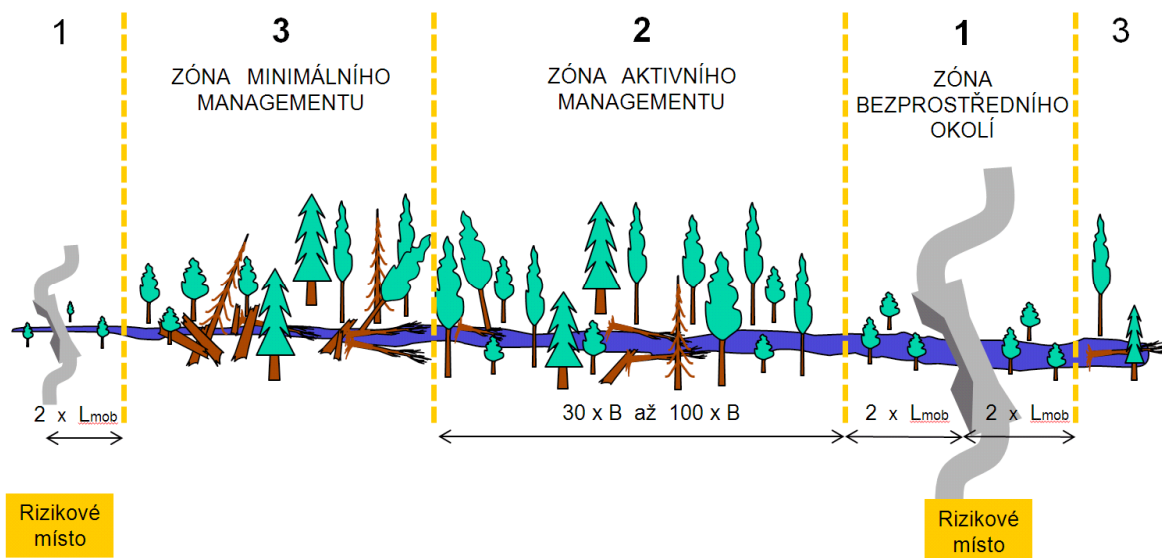
Zóny managementu představují vzájemně navazující úseky na podélném profilu vodního toku, které se liší způsobem prováděného managementu dřevní hmoty a břehových porostů. Zóny managementu se stanovují příslušně ke konkrétním rizikovým místům na toku v následujícím rozsahu (viz též obr. 1.4.3):

- **Zóna 1** – bezprostřední okolí rizikového místa: stanovuje se v délce dvojnásobku L_{mob} nad i pod rizikovým místem. V tomto úseku mohou nežádoucí jevy vzniknout i na základě stabilní (v korytě nepohyblivé) dřevní hmoty. Zóna je vymezena i v úseku toku po proudu od rizikového místa z důvodu omezení nebezpečí zpětného vzdutí a rozšíření případné akumulace dřevní hmoty do rizikového místa.
- **Zóna 2** – zóna aktivního managementu: stanovuje se jako 30-ti až 100-násobek průměrné šířky koryta (B). Dřevní hmota z úseku toku v zóně 2 může být

pravděpodobně splavena až k rizikovému místu. V zóně 2 je plně uplatňován selektivní management dřevní hmoty a břehových porostů směřující k ochraně příslušného rizikového místa. Rozsah zóny je třeba zvolit odborným odhadem podle geomorfologického typu, sklonu a vodnosti vodního toku. Např. pro meandrující vodní toky s malým spádem postačí zóna 2 v délce $30 \times B$, pro energetičtější koryta s větším sklonem a vodností je třeba stanovit délku zóny 2 v maximálním rozsahu. Pokud vzdálenost mezi dvěma nebo více kritickými místy je menší než potřebná délka zóny 2, prodlouží se níže položená zóna 2 nad výše ležící kritické místo a pro tento přesahující úsek se použije nižší hodnota L_{krit} z hodnot příslušných k oběma dotčeným kritickým místům.

- **Zóna 3** – zóna minimálního managementu: stanovuje se jako úsek toku proti proudu nad zónou 2, který dosahuje až k dolní hranici nejbližší zóny 1 dalšího rizikového místa. Pravděpodobnost odplavení větších kusů dřevní hmoty ze zóny 3 až k příslušnému rizikovému místu je minimální. Management je zde zaměřen na kusy dřevní hmoty s vysokým rizikem odplavení, které mohou svými rozměry ohrozit rizikové místo. V případě častého výskytu rizikových míst na vodním toku může zóna managementu 3 zcela chybět. Příklad, kdy se na vodním toku střídají pouze zóny 1 a 2 bude na mnoha tocích ČR patrně hojný. Naopak rozsáhlé zóny minimálního managementu lze předpokládat v řídce osídlených oblastech a v řadě zvláště chráněných území.

Rozsah jednotlivých zón managementu je navržen expertním odhadem a nelze jej v současnosti stanovit exaktně. Vzdálenost odplavení jednotlivých kusů dřevní hmoty při povodni závisí na větším počtu parametrů, jejichž účinek nelze při současném stavu poznání spolehlivě zobecnit. Návrh rozsahu zóny 2 vychází ze sledování mobility dřevní hmoty na několika modelových lokalitách v ČR. Podrobněji se tématu mobility dřevní hmoty věnuje příloha 4: Limity využití dřevní hmoty v tocích: vodohospodářské využívání vodních toků a protipovodňová ochrana - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni.



Obr. 4.4.2.2 Stanovení jednotlivých zón managementu dřevní hmoty a břehových porostů.

5a) Hodnocení rizika odplavení dřevní hmoty v korytě

Hodnocení se provádí v terénu pro dřevní hmotu uloženou v korytě vodního toku v zónách 2 a 3 podle tabulky 4.4.2.1. Z praktických důvodů je riziko odplavení hodnoceno pouze pro kmeny s délkou l_{km} rovnou nebo větší, než je teoretická kritická délka kmene L_{krit} .

Kratší kmeny než je L_{krit} totiž nejsou příčinou problémů v rizikovém místě na toku. Riziko odplavení je posuzováno podle kombinace pěti faktorů, které ovlivňují stabilitu kmene:

- **Délka kmene (l_{km}) v poměru k průměrné šířce koryta v břehových hranách (B):** pro kmeny s $l_{km} > B$ je stanoveno minimální riziko odplavení, kratší kmeny jsou posuzovány dále v kombinaci s ostatními stabilizačními faktory. Jako stabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanovena délka kmene v intervalu $B \geq l_{km} > 0,5 B$.
- **Přítomnost kořenů nebo koruny:** jako stabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanovena přítomnost kořenového systému, kořenového balu a / nebo silných větví (koruna stromu).
- **Kontakt se sedimentem:** jako stabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanoven těsný kontakt se sedimentem alespoň 1/3 povrchu kusu dřeva (tímto je myšleno částečné pohřbení v sedimentu ve vodě i na suchu, které znemožňuje pohyb kmene).
- **Uložení kmene ve vodě za běžných průtoků:** jako stabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanoveno takové uložení kusu dřeva, že alespoň 1/2 jeho objemu je ponořena ve vodě při průtoku dosahujícím 50 % - 80 % průměrného ročního průtoku Q_a (pokud se posuzovaný kmen vyskytuje za těchto běžných průtoků ve vodě, je stabilnější díky vysoké specifické hustotě, definice polohy odpovídá uložení v korytové zóně 1 podle obr. 6.1.3.1).
- **Zachycení v břehovém porostu nebo v akumulaci dřevní hmoty:** jako stabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanoven těsný kontakt posuzovaného kusu s živou dřevinou vegetací na břehu nebo s alespoň dvěma jinými kusy dřevní hmoty obdobných nebo větších rozměrů než má posuzovaný kus.

Výsledkem posouzení rizika odplavení konkrétního kusu dřevní hmoty podle tabulky 4.4.2.1 je stanovení jedné ze tří úrovní rizika – minimální, střední a vysoké.

Hodnocení rizika odplavení dřevní hmoty je po krátkém zaškolení a znalosti hodnot L_{krit} a B možno provádět přímo při prohlídkách koryta, které správce vodního toku periodicky vykonává, nebo spojit přímo s pracemi údržby vodního toku.

5b) Hodnocení rizika vyvrácení dřevin v břehovém porostu

Hodnocení se provádí pro dřeviny rostoucí v korytě a na březích koryta až po okraj břehové hrany (rozhraní koryta a nivy) v zóně 2 podle tabulky 4.4.2.3. Z praktických důvodů je riziko vyvrácení hodnoceno pouze pro potenciálně odplavitelné stromy s výškou l_{km} rovnou nebo větší, než je teoretická kritická délka kmene L_{krit} (tedy $B \geq l_{km} \geq L_{krit}$). Kratší kmeny než je L_{krit} totiž nejsou příčinou problémů v rizikovém místě na toku. Stromy, které jsou delší než šířka koryta, nejsou při povodni mobilní, zvláště pokud ještě mají větve a kořeny. Riziko vyvrácení je posuzováno podle kombinace tří faktorů, které snižují stabilitu stromu.

- **Strom je suchý:** jako destabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanoveno odumření stromu. Za odumřelý strom je považován i zmlazující jedinec, který zmlazuje pouze v oblasti báze kmene.
- **Strom je nakloněný nad koryto:** jako destabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanoveno odklonění osy kmene o více než 30° od vertikální osy.
- **Strom se nachází v nárazovém (konkávním) břehu koryta nebo je báze kmene pod úrovní břehové hrany:** jako destabilizující znak (označeno „+“ v tabulce) je stanovena pozice stromu na nárazovém břehu, kde lze očekávat rychlejší průběh břehové eroze nebo roste strom v korytě, kde je vystaven působení vodního proudu i při takových průtocích, kdy tok nevybřežuje do nivy.

Výsledkem posouzení rizika vyvrácení konkrétního stromu podle tabulky 4.4.2.3 je stanovení jedné ze dvou úrovní rizika – minimální a střední.

Hodnocení rizika vyvrácení stromů je po krátkém zaškolení a znalosti hodnoty L_{krit} možno provádět přímo při prohlídkách koryta, které správce vodního toku periodicky vykonává, nebo spojit přímo s pracemi údržby vodního toku.

Tabulka 4.4.2.1 Hodnocení rizika odplavení jednotlivého kusu dřevní hmoty uloženého v korytě. Riziko odplavení se hodnotí v zóně 2 a 3 pro kmene s délkou $l_{km} \geq L_{krit}$. Tabulka znázorňuje všechny možnosti kombinací pěti faktorů (2^5 možností). Každý řádek tabulky představuje jednu z možných kombinací přítomnosti stabilizačních znaků seřazených do tří úrovní rizika odplavení. Podrobně je stanovení rizika odplavení popsáno v kapitole 4.4.2.

Riziko odplavení	Délka kmene v intervalu: $B \geq l_{km} > 0,5 B$?	Přítomny kořeny nebo koruna?	Kmen v kontaktu se sedimentem?	Kmen za běžných průtoků ve vodě?	Kmen zachycen v břehovém porostu nebo v akumulaci dřevní hmoty?
vysoké					
	+				
		+			
				+	
střední			+		
					+
	+	+			
	+			+	
	+				+
		+	+		
		+		+	
		+			+
			+		+
				+	+
	+	+		+	
	+			+	+
		+		+	+
			+	+	+
minimální	+		+		
			+	+	
	+	+	+		
	+	+			+
	+		+	+	
	+		+		+
		+	+		+
		+	+	+	
	+	+	+	+	
	+	+	+		+
	+	+		+	+
	+		+	+	+
		+	+	+	+
	+	+	+	+	+
délka kmene $l_{km} > B$					

Tabulka 4.4.2.2 Obecný návrh managementu dřevní hmoty v jednotlivých zónách vodního toku podle míry rizika odplavení.

riziko odplavení	zóna managementu		
	1	2	3
minimální	úplné odstraňování	bez zásahu	bez zásahu
střední	úplné odstraňování	aktivní management kmenů s $l_{km} \geq L_{krit}$	bez zásahu
vysoké	úplné odstraňování	aktivní management kmenů s $l_{km} \geq L_{krit}$	aktivní management kmenů s $l_{km} \geq L_{krit}$

6a) Návrh druhu managementu dřevní hmoty v korytě

Obecný návrh managementu dřevní hmoty v jednotlivých zónách vzhledem k riziku odplavení shrnuje tabulka 4.4.2.2. V závislosti na výsledném riziku odplavení konkrétního kusu (minimální, střední, vysoké) a příslušné zóně managementu (1,2,3) jsou stanoveny následující varianty:

- **Úplné odstraňování** – provádí se pro veškerou dřevní hmotu v zóně 1.
- **Aktivní management kmenů s délkou $l_{km} \geq L_{krit}$** – provádí se pro kusy dřevní hmoty se středním a vysokým rizikem odplavení v zóně 2 a pro kusy s vysokým rizikem odplavení v zóně 3. V případě, kdy je délka toku v zóně 3 velmi dlouhá, lze provádět aktivní management dřevní hmoty pouze na její části sousedící se zónou 2. Tento přístup má opodstatnění například v přirozených korytech na území velkoplošných zvláště chráněných území. Možné přístupy k aktivnímu managementu dřevní hmoty v korytě jsou popsány v kapitole 4.4.3.
- **Bez zásahu** – takto jsou ponechány kusy dřevní hmoty s minimálním rizikem odplavení v zóně 2 a 3 a kusy se středním rizikem odplavení v zóně 3.

6b) Návrh druhu managementu břehových porostů

Obecný návrh managementu břehových porostů v jednotlivých zónách vzhledem k riziku vyvrácení shrnuje tabulka 4.4.2.4. V závislosti na výsledném riziku vyvrácení konkrétního stromu (minimální, střední) a příslušné zóně managementu (1,2,3) jsou stanoveny následující varianty:

- **Odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5$ (menší hodnota: L_{krit} nebo B)** – je doporučeno v zóně 1 nad kritickým místem bez ohledu na míru rizika vyvrácení. Důvodem je ochrana stabilního průtočného profilu v bezprostředním okolí kritického místa. Strom s uvedenou velikostí se může v bezprostředním okolí kritického místa zachytit, iniciovat vznik akumulace dřevní hmoty a změnit hydraulické vlastnosti průtočného profilu (vznik vzdutí, poškození stavby).
- **Odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5$ B** – je doporučeno v zóně 1 pod kritickým místem bez ohledu na míru rizika vyvrácení. Důvodem je minimalizace rizika vzniku stabilní akumulace dřevní hmoty, která by se rozšířila až do kritického místa.
- **Aktivní management stromů s výškou $B > l_{km} \geq L_{krit}$** – provádí se v zóně 2 pro stromy se střední mírou rizika vyvrácení. Možné přístupy k aktivnímu managementu břehových porostů jsou popsány v kapitole 4.4.3.

- **Bez zásahu** jsou ponechávány břehové porosty s minimálním rizikem vyvrácení v zóně 2 a všechny břehové porosty v zóně 3 bez ohledu na riziko vyvrácení.

Tabulka 4.4.2.3 Hodnocení rizika vyvrácení stromů v břehovém porostu. Riziko vyvrácení se hodnotí pouze pro stromy s výškou $B \geq l_{km} \geq L_{krit}$ v zóně 2. Tabulka znázorňuje všechny možnosti kombinací tří faktorů (2^3 možností). Každý řádek tabulky představuje jednu z možných kombinací přítomnosti destabilizačních znaků seřazených do dvou úrovní rizika vyvrácení. Podrobně je stanovení rizika vyvrácení stromu popsáno v kapitole 4.4.2.

riziko vyvrácení stromu	strom suchý?	strom nakloněn nad koryto?	strom v nárazovém břehu nebo báze kmene pod úrovní břehové hrany?
minimální			
	+		
		+	
			+
střední	+	+	
	+		+
		+	+
	+	+	+

Tabulka 4.4.2.4 Obecný návrh managementu břehových porostů v jednotlivých zónách vodního toku.

riziko vyvrácení stromu	zóna managementu		
	1	2	3
minimální	nad kritickým místem: odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5$ (menší hodnota: L_{krit} nebo B) pod kritickým místem: odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5 B$	bez zásahu	bez zásahu
střední	nad kritickým místem: odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5$ (menší hodnota: L_{krit} nebo B) pod kritickým místem: odstraňování stromů s výškou $l_{km} > 0,5 B$	aktivní management stromů s výškou $B \geq l_{km} \geq L_{krit}$	bez zásahu

7) Realizace managementových opatření

Ve většině případů údržby břehových porostů a dřevní hmoty v korytě připadá v úvahu volba *ponechat / odstranit* v závislosti na určení rizika a příslušné zóně managementu. Tento přístup také nejvíce odpovídá zavedené praxi údržby vodních toků v ČR. Postup ve výše uvedených bodech 5) až 6) může poučený personál zjednodušit na jednu proceduru, kdy se na místě vyhodnotí nebezpečnost dřevní hmoty a okamžitě se přistoupí k odstranění konkrétních kusů. Ve specifických případech ale může nastat potřeba složitějšího přístupu, který je šetrnější k dané lokalitě nebo sleduje specifické cíle s využitím místně dostupné dřevní hmoty. Jako příklad lze uvést různé způsoby úpravy a stabilizace dřevní hmoty, kterou by jinak bylo třeba z koryta odstranit. V těchto případech je prioritou ponechání dřevní hmoty v korytě z důvodu její funkce hydromorfologické a ekologické. Současně může být stabilizace místně se vyskytující dřevní hmoty součástí vodohospodářských úprav přirozeného koryta. Zvláštním případem aktivního managementu dřevní hmoty v tocích může být zvýšení schopnosti koryta dřevní hmotu zachytávat a ukládat ve fluvialních sedimentech. Tohoto cíle je možné dosáhnout obnovením přirozené dynamiky koryta celkovou revitalizací. Rovněž zvláštním případem a technickou obdobou předchozího je instalace záchytných struktur (lapačů) dřevní hmoty ve vhodné poloze nad rizikovými místy. Podrobnější přehled návrhu managementu dřevní hmoty a břehových porostů je popsán v kapitole 4.4.3 a katalogu opatření (kapitola 5).

8) Vyhodnocení efektu managementových opatření

Z důvodu posouzení efektu je navrženo průběžné hodnocení množství dřevní hmoty v toku a množství dřeva, které je splavováno ke kritickým místům. Součástí tohoto monitoringu je i sledování pracovní a finanční náročnosti managementu a množství dřevní hmoty, které je managementem ošetřeno. Podrobněji je postup navržen v kapitole 6.

9) Návrh úpravy managementu, rizikových míst, rozsahu zón managementu, úprava parametrů L_{krit} a L_{mob}

Výstupem průběžného monitoringu dřevní hmoty a sledování efektu prováděných opatření jsou podklady pro úpravu managementu, nové stanovení rizikových míst na toku, úpravu rozsahu zón managementu (především rozsahu zóny 2) nebo úpravu parametrů L_{krit} a L_{mob} . Účelem těchto změn je optimalizace správy vodního toku z hlediska bezpečnosti, ekonomické náročnosti a plnění funkcí vodního toku včetně funkce ekologické.

4.4.3 Přehled možností aktivního managementu břehových porostů a dřevní hmoty v tocích

Analýza rizika odplavení dřevní hmoty do rizikových míst na toku provedená podle postupu v kapitole 4.4.2 určila nestabilní kmeny, které mohou být odplaveny a zároveň jsou svou velikostí potenciálním nebezpečím pro průtočný profil rizikového místa na vodním toku. Kromě klasického odstranění takového kusu připadá v úvahu jeho stabilizace, případně další přístupy ke snížení rizika akumulace na průtočném profilu rizikového místa. V následující části jsou popsány metody aktivního přístupu k managementu nestabilních kusů dřevní hmoty a stromů v břehovém porostu.

Přístup ke stabilizaci jednotlivých kusů dřevní hmoty má splňovat následující kritéria:

- Je třeba respektovat geomorfologický typ vodního toku a při stabilizaci dřevní hmoty vycházet z velikosti kmenů nebo typu akumulací dřevní hmoty, které se v něm přirozeně vyskytují a jsou v korytě stabilní. Více o stabilitě dřevní hmoty v korytě a typech struktur dřevní hmoty je napsáno v Příloze 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích a v Příloze 4: Limity využití dřevní hmoty v tocích:

vodohospodářské využívání vodních toků a protipovodňová ochrana - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni.

- Při stabilizaci dřevní hmoty je třeba dosáhnout analogie minimálního rizika odplavení podle kritérií tabulky 4.4.2.1. Vliv jednotlivých typů stabilizace pro vytvoření stabilizačních znaků je znázorněn v tabulce 4.4.3.1.

Tabulka 4.4.3.1 Relativní míra významu stabilizačních faktorů získaných jednotlivými způsoby stabilizace dřevní hmoty (vyjádřeno počtem křížků – malý, střední a velký stabilizační efekt). Rozdělení stabilizačních faktorů vychází z hodnocení rizika odplavení podle tabulky 4.4.2.1.

typ stabilizace kusu dřevní hmoty	stabilizační faktor získaný opatřením				
	zvětšení velikosti struktury	přidání stabilizačních struktur	kontakt se sedimentem	zvýšení specifické hustoty	kontakt se stabilními strukturami dřevní hmoty
Spojení kusů dřevní hmoty	++	+			+
Kotvení lany ke stromům na břehu					++
Stabilizace pomocí pilotů zaražených do dna		+	++		
Kotvení pomocí zátěže			+	++	
Stabilizace kusu dřevní hmoty do sedimentu			+++	+	

Smyslem stabilizace dřevní hmoty v této části příručky je, aby se nemohla stát příčinou vzniku akumulací naplaveného materiálu na rizikových místech vodního toku. V praxi lze ale předpokládat, že součástí stabilizace budou i záměry ovlivnění tvaru a funkce koryta vodního toku (stabilizace eroze, podpora biologických funkcí, celková revitalizace atd.). Tyto cíle lze kombinovat s využitím návodů uvedených v katalogu opatření v kapitole 5.

Zvýšení záchytné schopnosti koryta

Morfologicky členitá koryta s břehovou vegetací nebo dokonce zalesněnou nivou mají vyšší schopnost zachycovat unášenou dřevní hmotu než koryta napřímená, jednoduchého tvaru s břehy bez vegetace. Celkovou revitalizací koryta, vysazením břehové vegetace a vložením struktur dřevní hmoty, které slouží jako základy akumulací (klíčové kusy), lze dosáhnout zachycení dřevní hmoty v určitém úseku toku. Tento přístup předpokládá, že část dřevní hmoty bude postupně uložena do sedimentu a stane se součástí koryta nebo podlehně rozkladu po zachycení v nivní a břehové vegetaci. V podmínkách ČR tento přístup může nalézt uplatnění spíše na malých vodních tocích v neobydlených oblastech, kde jsou lidské zásahy obecně nežádoucí (zvláště chráněná území). Výhodou tohoto opatření je nastolení přirozené dynamiky dřevní hmoty v neupraveném korytě. Nevýhodou je potřeba sledování vývoje území z hlediska plnění jeho účelu, úprava struktur a potřeba dodatečné stabilizace naplavené dřevní hmoty.

Možnosti aktivního managementu břehových porostů

Analýza rizika vyvrácení stromu v kombinaci se známou délkou L_{krit} určila stromy, které jsou potenciálně nebezpečné pro rizikové místo na vodním toku. Přístup k managementu takových jedinců je obdobný nakládání s dřevní hmotou – strom lze odstranit nebo po preventivním skácení stabilizovat.

Při rozhodnutí o způsobu managementu je třeba vzít v úvahu, že vyvrácený strom ležící v korytě je obvykle dostatečně stabilizován již přítomností kořenového balu a větví. Při uvážení místních podmínek (zvláště analogie s hodnocením rizika odplavení pro podobné ležící kmeny v korytě) lze konkrétní stromy ohrožené vyvrácením ponechat bez zásahu.

Preventivní skácení a stabilizace stromu v korytě

Přirozená dřevní hmota místního původu je v mnoha vodních tocích nedostatečná. Jako alternativu k úplnému odstranění stromu lze proto zvážit jeho preventivní skácení a následnou stabilizaci postupy popsány výše pro kusy dřevní hmoty v korytě. Pokud to umožňují podmínky, je vhodné strom vyvrátit do koryta s kořeny včetně kořenového balu a neodstraňovat větve. Nejstabilnější pozicí stromu v korytě je poloha paralelně s proudem, kdy koruna stromu směřuje po proudu. V případě preventivního skácení většího počtu stromů na jednom místě lze získané kmeny vzájemně stabilizovat do rozměrově významných struktur podél břehu. Toto opatření lze využít především v rychle ustupujících nárazových březích meandrů, kde se preventivním skácením stromů zamezí na několik dalších let pádu stromů do koryta. Vzniklé struktury mohou zmírnit postup břehové eroze a účinně zachytávat naplavené dřevo.

Odstranění stromu - doporučení a možné alternativy

Pro dřevní hmotu vzniklou odtěžením stromu platí stejná doporučení jako pro dřevo odstraňované z koryta - přístup spočívá v rozřezání kmene na kratší kusy, se kterými lze ručně manipulovat. Dřevní hmota musí být uložena mimo koryto, na vyvýšeném místě (alespoň nad úrovní hladiny desetileté povodně Q_{10}), aby bylo minimalizováno riziko odplavení. Mobilita dřeva rozřezaného na krátké kusy je vysoká a splavení velkého množství zbytků po jednorázové údržbě koryta může působit vážné problémy (obr. 4.4.3.1-2). Z tohoto důvodu by odstraňovaný strom měl být krácen na co nejdelší možné části, popřípadě ponechán v celku, pokud je ho možné skácet do nivy. V nivě nebo na břehu lze kmen stabilizovat dřevěnými piloty. Jako opory lze využít stávající stromovou vegetaci.



Obr. 4.4.3.1-2 Splávi nahromaděné u hráze vodní nádrže Znojmo po více než stoleté povodni na jaře 2006. Většinu dřevní hmoty tvořily 1-2 metry dlouhá polena pocházející pravděpodobně z údržby břehových porostů v NP Podyjí.

4.4.4 Omezení příručky managementu dřevní hmoty v tocích

Popisovaná příručka managementu dřevní hmoty v tocích a břehových porostů založená na rizikové analýze je vytvořena pro použití v podmínkách České republiky. Navrhované postupy jsou stanoveny expertním posouzením s využitím výsledků výzkumu prováděného autory na území ČR a s využitím poznatků zahraniční literatury vztahující se k tématu. Přestože je příručka navržena pro vodní toky na našem území, autoři doporučují následující omezení:

1. Použití příručky je určeno především pro vodní toky do 6. řádu dle Strahlera s průměrným ročním průtokem $Q_a < 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Těžiště použití příručky je v meandrujících (ME), anastomózních (AB), šterkonosných větvicích se (GB) a divočicích (B) typech toků se sklonem údolnice do 1,5 %.
3. Příručka je určena pro přirozená (neupravená) koryta vodních toků. Pro koryta upravená lze příručku použít s omezením daným mírou úprav koryta. Příručka není určena pro napřímené, kanalizované a zkapacitněné vodní toky. Pohyblivost dřevní hmoty v těchto korytech je významně vyšší než v přirozených korytech a výskyt dřevní hmoty (s výjimkou záměrně vložených stabilizovaných kusů) je zde nežádoucí.
4. Příručka předpokládá výskyt alespoň nesouvislého břehového porostu dřevin nebo zalesněnou nivu podél vodního toku.
5. Příručka se zabývá vodním tokem a jeho bezprostředním okolím. Nenavrhuje management dále v nivě vodního toku, protože i při povodni je mobilita dřevní hmoty v (zalesněné) nivě minimální.
6. Příručka se v první řadě zabývá přirozenou dřevní hmotou, jejímž zdrojem jsou břehové porosty, případně dřevní hmotou upravenou při obvyklém managementu vodního toku (zkrácené klády, pařezy, polena). Příručka se nezabývá managementem výrobků ze dřeva a plovoucích předmětů odnesených z obydlených míst (dřevěné mostky, chatky, řezivo, kontejnery, lednice atd.), i když by to bylo možné. Tyto předměty jsou považovány za velkorozměrové splávi a odpadky, které mají být z toku odstraněny. Hojný výskyt přirozené dřevní hmoty (a použití této příručky) je naopak předpokládán v řídce obydlených územích.
7. Příručka není návodem k nezákonnému chování v oblasti povinnosti správce vodního toku nebo vlastníka vodního díla. Možná východiska a přístupy k povinnostem stanoveným vodním zákonem a souvisejícími předpisy jsou popsána v právním rozboru v příloze této příručky (Příloha 2: Zkušenosti s monitoringem a aplikací dřevní hmoty v tocích ČR a EU - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni).
8. Příručka má být návodem vedoucím k přírodě blízké správě vodních toků s respektem k rizikům, která s ní souvisejí. V ideálním případě též přispěje k šetrnému vynakládání finančních prostředků určených na správu vodních toků. Použití této příručky ale může narážet na negativní postoj veřejnosti k dřevní hmotě v korytech vodních toků.

4.5 GEOMORFOLOGICKÁ ANALÝZA VODNÍHO TOKU

Výsledky rizikové analýzy vstupují v kombinaci s výsledky geomorfologické analýzy do vymezení výsledného užití dřevní hmoty. V případě kolize do určení náhradního GMF typu. Geomorfologická analýza slouží k určení a popisu přírodního charakteru toku včetně zásadních prvků a parametrů. Výsledkem analýzy je geomorfologický typ charakteristický pro zájmovou lokalitu. V případě delších úseků nebo výrazných změn morfologie terénu, geologie, vodnosti toku může být přítomno typů více.

Základní principy geomorfologické analýzy jsou popsány v kapitole 3.2.2. včetně krátké charakteristiky geomorfologických typů a vysvětlení vztahu dřevní hmoty a geomorfologického typu toku.

Problematika geomorfologické analýzy a správného určení charakteru a parametrů pro revitalizaci toku je u složitějších úkolů rozsáhlejší než umožňuje rozsah předkládané příručky. Při řešení praktických úloh je možné čerpat z již zpracovaných dokumentů obsahujících potřebnou analýzu. V případě neexistence takového podkladu je vhodné nechat analýzu provést specialisty. Při hlubším zájmu o danou problematiku je možné postupovat dle zdrojů uvedených v seznamu literatury řešerše (Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni).

Krátké shrnutí postupu GMF analýzy:

1. Identifikace úseku (ř.km., charakter území)
2. Zajištění podkladů (prostorová data, hydrotechnická data)
3. Vymezení homogenních úseků
4. Určení převládajícího potenciálního GMF typu
5. Vyhodnocení upravenosti a trvalé změny okrajových podmínek
6. Určení náhradního GMF typu v okrajových podmínkách
7. Určení cílového charakteru a parametrů toku
8. Kontrola výsledků pomocí dalších metod (hydraulické výpočty, stabilita, ověření porovnáním jinou metodikou)

4.5.1 Náhradní geomorfologický typ (subtyp)

V případě, že trvalá změna okrajových podmínek (územně – technických limitů) na lokalitě neumožňuje užití přirozeného geomorfologického typu pro návrh opatření, je třeba stanovit typ nový, tzv. subtyp. Jedná se např. o intravilánové úpravy které jsou limitovány zástavbou území tak významně, že neposkytují dostatečný prostor pro návrh a realizaci kapacitního koryta pro zajištění neškodného odtoku při povodňových stavech v parametrech rozvinutého meandrového pásu nebo řečiště. Základní funkce úpravy vodního toku je zajištěna návrhem složeného profilu s celkovou požadovanou kapacitou koryta, která současně umožní v prostoru oboustranné bermy realizaci stěhovavé kynety na návrhový průtok Q_{nd} , odpovídající přirozenému vodnímu toku. V závislosti na prostorových podmínkách tak může docházet ke změně návrhového GMF typu na typ s vyšší energií (např. z potenciálu meandrování až na potenciál štěrkonosného nebo písčitého větvení s nedokončeným vývojem). V případě, že výsledek rizikové analýzy neumožňuje umístění dřevní hmoty a ta je pro určený GMF typ důležitá nebo nutná, je třeba určit náhradní GMF typ, nebo zvolit adekvátní řešení technického charakteru.

4.6 DŘEVO JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK

Specifickým případem je užití dřevní hmoty u toků s převažující architektonickou a rekreační funkcí. Z větší části se jedná o koryta s regulovaným přítokem, jako jsou náhony, odstavená ramena a podobně. Užití dřevní hmoty je zde specifické z důvodů:

- řízeného průtoku vod včetně extrémních průtoků,
- omezení chodu splavenin a přísunu dřevní hmoty z výše položených úseků povodí,
- absence samovolného přísunu dřevní hmoty z břehových porostů,
- zvýšení tlaku na destrukci v důsledku lidské činnosti - úmyslné nebo neúmyslné poškozování prvků dřevní hmoty lidskou činností (rekreace, palivo na otop, olamování větví, vytrhávání jednotlivých prvků atd.),
- požadavků na zapojení do rekreační funkce.

Zkušenosti s užitím dřevní hmoty jsou podrobně uvedeny v Příloze 2: Zkušenosti s monitoringem a aplikací dřevní hmoty v tocích ČR a EU - lokalita Chrudim - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni.



Obr. 4.6.1 Ukázka rekreační funkce revitalizovaného toku včetně využití prvků dřevní hmoty. Náhon v městě Chrudim, 2008, foto M. Šindlar

4.7 VÝSLEDNÝ ROZSAH UŽITÍ DŘEVNÍ HMOTY A VÝBĚR KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ A NÁVRH MANAGEMENTU

Na základě kombinace rizikové a geomorfologické analýzy je určena výsledná možnost a rozsah užití dřevní hmoty:

- Dřevo nebude umístěno (bude odstraněno).
- Dřevo bude redukováno a ukotveno.
- Dřevo bude umístěno v rozsáhlých strukturách, stávající dřevo bude ukotveno.
- Dřevo bude umístěno v rozsáhlých strukturách bez kotvení, stávající dřevo je ponecháno.
- Dřevo bude bez cíleného managementu nebo umísťování nových prvků ponecháno samovolnému vývoji.

5. KATALOG OPATŘENÍ

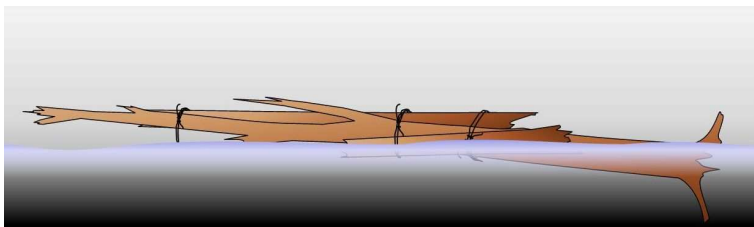
5.1 METODY KOTVENÍ DŘEVNÍ HMOTY

Spojení kusů dřevní hmoty (zvětšení rozměrů struktury dřevní hmoty)

Popis realizace: provázáním pomocí ocelových lan vznikne struktura, která svou velikostí vytváří stabilní akumulaci dřevní hmoty (obr. 5.1.1). Vhodné je připojit kratší kmeny k již stabilnímu kmeni, který funguje jako klíčový kus akumulace. Opatření je zvláště vhodné pro ošetření nestabilních kmenů naplavených do jinak stabilní akumulace dřevní hmoty. Při realizaci je třeba napodobovat přirozeně stabilní akumulace dřevní hmoty popsané v Příloze 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích.

Výhody: opatření napodobuje přirozeně vznikající akumulace dřevní hmoty, v případě kratších kusů dřeva je provedení relativně snadné.

Nevýhody: ocelové lano je cizorodým prvkem v prostředí, obtížná manipulace s rozměrnější dřevní hmotou, stabilizovaný kmen je dlouhodobě nad hladinou a podléhá tedy rychleji rozkladu.



Obr. 5.1.1 Stabilizace dřevní hmoty zvětšením rozměrů – spojení více kusů dřeva.

Kotvení lany ke stromům nebo pilotám na břehu

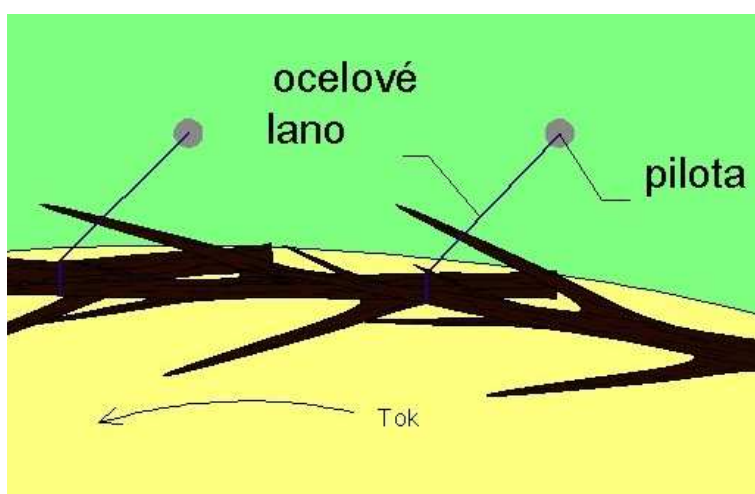
Popis realizace: kotvení se provádí pro jednotlivé kmeny spojením s bází živého kmene na břehu pomocí ocelového lana (pokud kotvený kmen nemá kořeny, lze jej k lanu přichytit pomocí ocelového svorníku). Kmen živého stromu je třeba opatřit širokou pevnostní smyčkou z textilního materiálu, aby nedošlo k jeho poškození. Podle očekávané míry břehové eroze musí být použitý živý strom v dostatečné vzdálenosti od břehu, aby nedošlo k jeho vyvrácení (obr. 5.1.2, 5.1.3).

Výhody: jednoduchá realizace, poměrně pevné a variabilní spojení, možnost změny polohy kotveného kmen vzhledem ke tvaru koryta a proudění vody.

Nevýhody: kotvený kmen je tažen lanem šikmo vzhůru, což omezuje jeho stabilizaci do sedimentu, kotvení nelze použít na místech, kde nejsou k dispozici vhodné stromy, stabilizovaný kmen je dlouhodobě nad hladinou a podléhá tedy rychleji rozkladu, stav kotvení vyžaduje periodickou kontrolu a údržbu.



Obr. 5.1.2 Kotvení dřevní hmoty lany ke stromu na břehu.



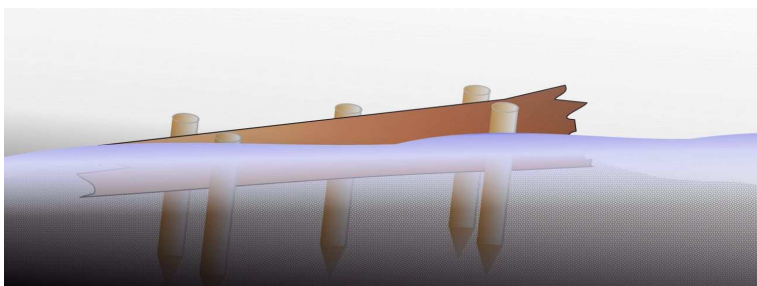
Obr. 5.1.3 Schéma kotvení kmenů uložených do břehů pomocí ocelových lan.

Stabilizace pomocí pilotů zaražených do dna

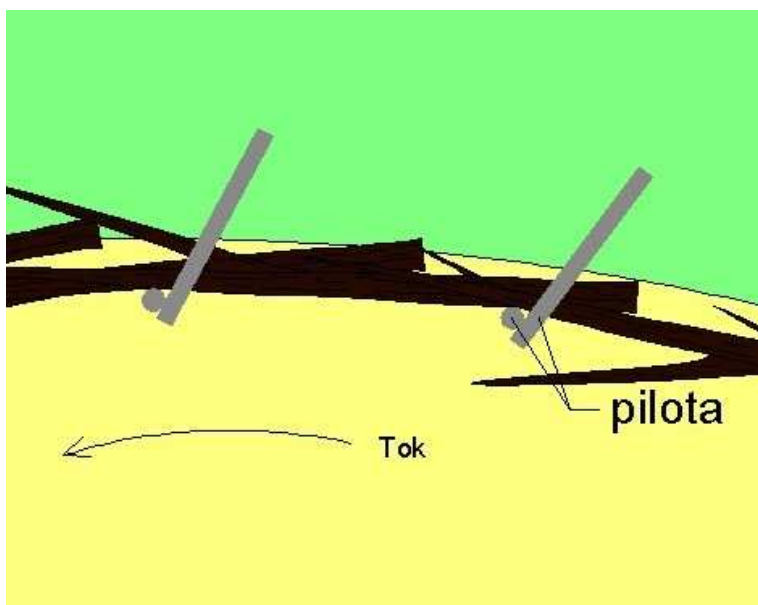
Popis realizace: těsně okolo kusu dřevní hmoty se zatlučou do dna dřevěné piloty, takže je kmen fixován v neměnné poloze (obr. 5.1.4, 5.1.5). Délka piloty vyčnívajícího nad úroveň dna odpovídá průměru stabilizovaného kmene. Pilot by měl být zatlučen do dna minimálně polovinou své délky. Obvykle jsou používány strojově upravené piloty připravené předem. Pro zamezení podemletí stabilizovaného kmene a pilot je vhodná kombinace s převrstvením kmene sedimentem (kameny, valouny a hrubý štěrk).

Výhody: kmen je stabilizován jako součást dna, použitý materiál (piloty) je přírodního původu, snadná instalace v případě vhodných podmínek (malé rozměry a jemný sediment)

Nevýhody: malá spolehlivost při nevhodné instalaci, piloty je obvykle potřeba dopravit na místo již hotové.



Obr. 5.1.4 Stabilizace dřevní hmoty pomocí pilotů zaražených do dna. Spodní polovina kmene je zahrnuta sedimentem, aby bylo omezeno riziko podemletí pilotů.



Obr. 5.1.5 Schéma kotvení kmenů uložených do břehů pomocí dřevěných pilot.

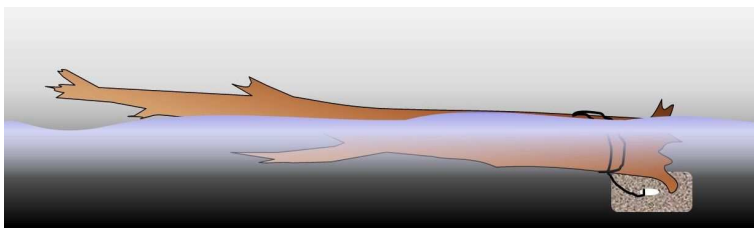
Schéma kotvení akumulace dřevní hmoty uložené do břehů pomocí dřevěných pilot znázorňuje též obrázek 5.4.2.1.

Kotvení pomocí zátěže

Popis realizace: pomocí ocelového lana se k bázi kotveného kusu připojí zátěž (obr. 5.1.6). Jako zátěž lze použít prefabrikovaný betonový blok, ve vhodných případech lze použít místní balvany opatřené vrtanou kotvou. Zátěž nahrazuje funkci kořenového balu a v blízkosti kořenů se také připevňuje. Kmeny bez kořenů lze uchytit k lanu pomocí ocelových svorníků nebo vrutů. Ve šterkonosných tocích je třeba počítat s abrazí lana, které je v blízkosti dna, a naddimenzovat jeho průměr.

Výhody: spolehlivá stabilizace rozměrných kusů dřevní hmoty, kotvený kmen se může omezeně pohybovat podle místních proudových poměrů a morfologie koryta, zátěž svou funkcí napodobuje kořenový bal a podporuje stabilizaci do sedimentu, kmen je zátěží udržován pod vodní hladinou, což dále zvyšuje jeho specifickou hustotu a prodlužuje trvanlivost.

Nevýhody: u většiny vodních toků je třeba použít prefabrikovanou zátěž, obtížná je doprava na místo a esteticky problematické je využití nepřirodního materiálu (ocelové lano, beton).



Obr. 5.1.6 Stabilizace kmene pomocí zátěže.

Stabilizace kusu dřevní hmoty do sedimentu

Popis realizace: jednotlivý kus nebo celá struktura (akumulace) dřevní hmoty se zahrne sedimentem do břehu nebo dna vodního toku. Důležitá je volba správné orientace a umístění v korytě, kde lze předpokládat další akumulaci sedimentu a naplaveného dřeva. Vzhledem ke své náročnosti lze tento postup předpokládat pouze v případě úprav celého úseku toku, kdy se místní dřevní hmota využívá ke tvarování a stabilizaci koryta. Do břehů a dna se v takovém případě zabudovávají většinou celé uměle vytvořené struktury dřevní hmoty, u nichž lze předpokládat vyšší odolnost vůči povodňovým průtokům. Částečné zahrnutí sedimentem lze kombinovat s jinými způsoby stabilizace, zejména s fixováním kmenů pomocí pilot (obr. 5.1.4 a 5.1.5), zátěží nebo při tvorbě akumulací z většího počtu kmenů.

Výhody: přirozený vzhled a funkce struktur, trvanlivost v případě správné instalace.

Nevýhody: zemní práce se obvykle provádějí s využitím těžké mechanizace, nebezpečí vzniku tryskového proudění v okolí struktur a jejich následná destabilizace.

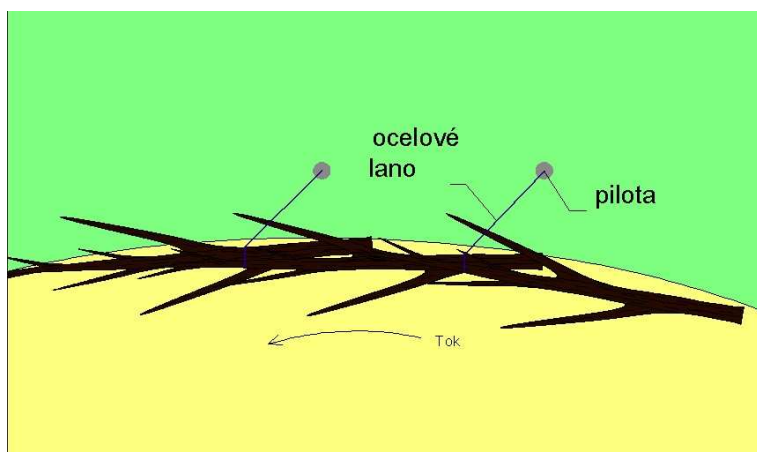
5.2 KONSTRUKCE PODPORUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FUNKCE VODNÍHO TOKU

5.2.1 Uložení kmenů a větví do břehů

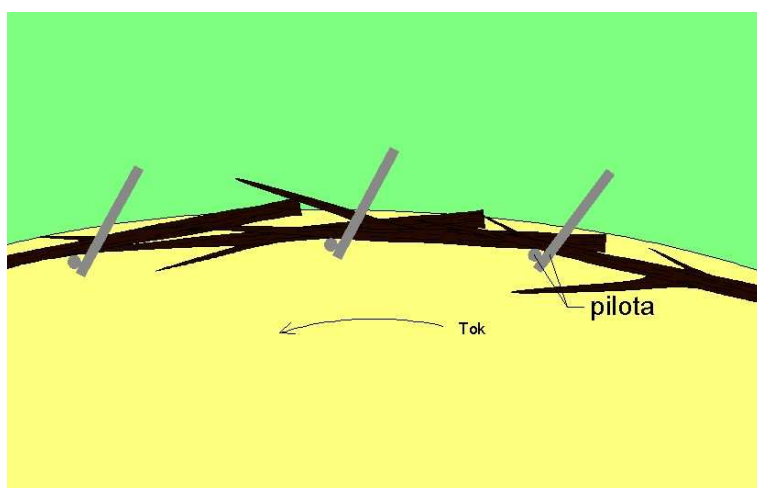
Popis

Do paty břehu jsou umístěny robustnější kusy dřevin nebo celé dřeviny. Uložení je provedeno podélně s osou toku v úrovni hladiny při běžných průtocích. Část prvků může být umístěna na břehu s přesahem do vody (například kořenový bal stromu). Jednotlivé prvky konstrukce mohou být volné, nebo provázány konstrukčními spoji (svorníkové spoje, vruty, hřeby, obruče, ocelová lana). Velikost jednotlivých kusů je třeba volit na základě posouzení unášecí schopnosti toku podle rizikové analýzy (délka větší než L_{mob}). V případě že je z technologických důvodů konstrukce prováděna z menších kusů, je třeba jednotlivé prvky provázat a kotvit. Kotvení je dle potřeby prováděno uchycením k pilotům nebo ocelovými lany do břehů. Velikost cílové konstrukce je volena s ohledem na cíl zvýšení biodiverzity. Konstrukce by neměla výrazně zasahovat do příčného profilu, měnit směr proudění a zvyšovat úroveň hladiny. U řídce uložených kmenů lze v okolí kořenových systémů očekávat urychlení břehové eroze. V případě hustých struktur stabilizovaného dřeva se předpokládá naopak omezení břehové eroze. Na základě zkušeností lze doporučit, aby plocha konstrukce z hlediska záboru příčného profilu toku nepřekročila 5 %. U krátkých prvků (v podélném směru koryta), nesmí plocha překročit 10 % plochy příčného profilu (viz Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priroda_blizka_opatreni). Přednostně by měly být použity dřeviny odpovídající přirozené druhové skladbě lokality.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.2.1.1 Kotvení dřevní hmoty uložené u břehu pomocí ocelových lan. Jednotlivé kmeny směřují paralelně s proudem.



Obr. 5.2.1.2 Kotvení dřevní hmoty uložené u břehu pomocí dřevěných pilot a kůlů. Spoje je vhodné řešit ocelovými prvky (svorníky, vruty, hřeby, apod.)



Obr. 5.2.1.3 Dřevní hmota uložená tak, aby kořenový systém s balem ležel na břehu a bránil odplavení. Odolnost proti odnosu je možné zvýšit kotvicími prvky popsány výše.



Obr. 5.2.1.4 Ukázka umístění dřevní hmoty v řece Moravě v Litovelském Pomoraví. Kotvení kmenů je provedeno ocelovými lany. Foto: P. Kožený.

Cíle použití

Hlavní: tvorba fluviálních mikrohabitatů, vytvoření ukrytu pro ryby, biotopy pro bezobratlé,

Vedlejší: celkové zdrsnění koryta, podpora břehové eroze nebo naopak stabilizace břehů podle množství a uspořádání dřevní hmoty, rekreační funkce.

Rizika

Vznik tryskového proudění okolo konstrukce a následné urychlení břehové eroze - tvorba břehových nátrží a obtékání prvků dřevní hmoty, nedostatečně provedené kotvení, narušení konstrukce ledochody.

5.2.2 Uložení dřevní hmoty na štěrkové lavice a jesepty

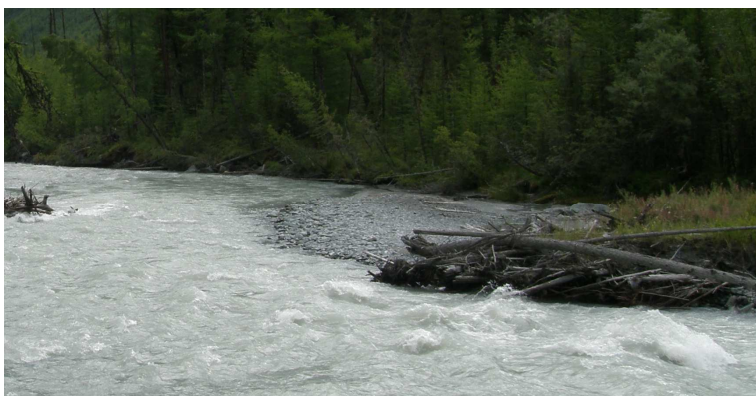
Popis

Dřevní hmota je v podobě větších kusů nebo složené konstrukce umístěna do oblastí přirozené akumulace materiálu v korytě: konvexní břehy, jesepty, štěrkové lavice. Uložení je podélně s osou toku, aby došlo k zmenšení odporu vodnímu proudu a tím pravděpodobnosti transportu. Velikost jednotlivých kusů je třeba volit na základě posouzení unášecí schopnosti toku. V případě, že je z technologických důvodů konstrukce prováděna z menších kusů, je třeba jednotlivé prvky provázat a kotvit. Kotvení je v závislosti na potřebě prováděno uchycením k pilotám.

Opatření je určené pro štěrkonosné toky v rozsáhlejších přírodních úsecích, bez blízkosti kritických profilů, jako jsou mosty, jezy a podobně. Velikost cílové konstrukce je volena s ohledem na cíl zvýšení diverzity, s minimálním vlivem na probíhající geomorfologické procesy a zajištění protipovodňové funkce. Konstrukce by neměla výrazně zasahovat do příčného profilu, měnit proudění a zvyšovat úroveň hladiny. Na základě zkušeností lze doporučit, že plocha konstrukce z hlediska záboru příčného profilu by neměla překročit 5 %. U krátkých prvků (v podélném směru koryta), nesmí překročit 10 % plochy příčného profilu (viz Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni).

Přednostně by měly být použity dřeviny odpovídající přirozené druhové skladbě lokality.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.2.2.1-2 Uložení dřevní hmoty na štěrkových lavicích. Dřevo je bez kotvení, odolnost proti odnosu je tvořena přitížením části kusů dřeva nánosy sedimentu. Bez kotvení je tento prvek vhodné instalovat pouze do člověkem málo ovlivněných vodních toků.

Cíle použití

Hlavní: tvorba fluviálních mikrohabitatů, vytvoření úkrytu pro ryby, biotopy pro bezobratlé,
Vedlejší: celkové zdrsňení koryta, rekreační funkce.

Rizika

V některých případech technologicky náročné kotvení, odplavení dřevní hmoty, narušení struktury ledochody.

5.3 KONSTRUKCE USMĚRŇUJÍCÍ PROUDĚNÍ

5.3.1 Drobný výhon z dutých válců plněných kamenivem a zeminou

Popis

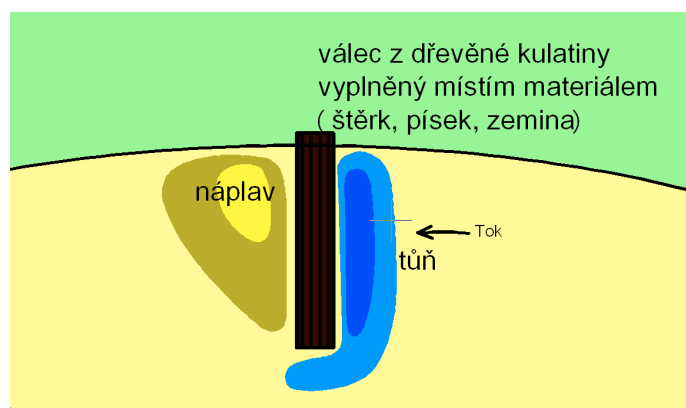
Konstrukce je využívána v revitalizačních opatřeních pojatých jako iniciální stav pro dotvoření samovolnými procesy. Tento typ je vhodný pro zvýšení morfologické členitosti koryta a iniciování procesů, které povedou k další diverzifikaci koryta toku.

Prvek je navržen pro lokality drobných vodních toků ve stržích a horských oblastech, kde nelze využít masivních prvků dřevní hmoty. To nastává zejména z technologických důvodů nepřístupnosti těžké techniky, nedostatků vhodného materiálu a podobně. Využití v jiných lokalitách není z hlediska nízké estetické hodnoty a nepřirozenosti prvku vhodný.

Konstrukce má charakter dutého válce s pláštěm z dřevěných kuláčů. Výplň je tvořena místním materiálem: zeminou, štěrkem, kameny, případně kombinací. Uložení je příčně na směr toku pod úhlem 45°– 90°. Jeden konec je vždy uložen nebo vetknut do břehu. Stabilita je zajištěna vahou náplně, vetknutím do břehů, částečným zapuštěním do dna. V případě nutnosti je možné stabilitu zvýšit provázáním s dřevěnými piloty. Pro zvýšení životnosti prvku je možné oživení pomocí vrbových řízků.

Výhodou je možnost zhotovení prvku bez těžké mechanizace. To je využíváno zejména u revitalizačních opatření na menších tocích a bystřinách v lesním prostředí.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.3.1.1-3 Drobný výhon z dutého válce je prvek používaný v těžko dostupných oblastech bez přístupu mechanizace. Fotografie dole vlevo je pořízena před uložením do koryta a naplněním místním materiálem. Fotografie dole vpravo je pořízena po instalaci (navrženo a provedeno společností ELWd Systems, USA)

Cíle použití

- Hlavní: podpora geomorfologického procesu, tvorba fluviálních mikrohabitatů, celkové zdrsňení koryta.
- Vedlejší: stabilizace břehů, stabilizace dna, biotopy pro bezobratlé, vytvoření ukrytu pro ryby.

Rizika

Nízká životnost kulatiny o malém průměru.

5.3.2 Výhon kombinující dřevní hmotu s kamenivem (srubová stavba)

Objekt je umísťován do břehů vodního toku v místech potřeby změny proudění. Konstrukce je provedena z masivních kmenů nebo větví doplněných kamenivem. Kusy dřeva jsou vetknuty do břehů a dna tak, aby byla zajištěna maximální stabilita objektu.

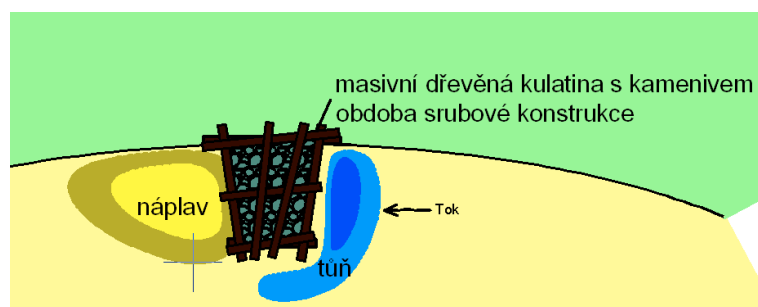
Kmeny jsou ukládány nepravidelně, aby došlo k napodobení struktury přirozené akumulace dřevní hmoty. Jako spoje jednotlivých kusů dřeva je vhodné použít ocelové prvky (svorníkový spoj, vruty, hřeby). Volné prostory jsou proloženy kamenivem tak, aby z technického hlediska došlo k vzniku srubové konstrukce. Kamenivo spolu s vetknutím do terénu břehů a dna zajistí dostatečnou stabilitu konstrukce.

Velikost objektu je nutné navrhnout s ohledem na požadovanou funkci a návrhový průtok. Při návrhu je možné použít zásady a výpočty používané v hydrotechnické praxi pro návrh výhonů, výpočet výmolů a podobně.

Celou konstrukci je možné ohumusovat a ozelenit výsadbou dřevin. Postupné prorůstání novými kořeny povede k zpevnění a přirozenému nahrazení rozkládané dendromasy.

Prvek má podobnou strukturu jako srubové stavby známé z hrazení bystřin. Kostra je tvořena kulatinou o větším průměru a spojovanou ocelovými spoji a prostor je vyplněn kamenivem, případně zeminou. Kostru z dřevní hmoty je vhodné ukládat tak aby měla přírodní charakter včetně kombinace větších a menších kusů a použití nepravidelných větví.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.3.2.1 Schéma výhonu kombinující dřevní hmotu s kamenivem.



Obr. 5.3.2.2-3 Fotografie využití prvku pro ochranu břehu komunikace v USA. Na levém obrázku břeh před akcí chráněn kamenným záhozem a rovnaninou, fotografie vpravo je po realizaci. V případě použití v místech ledochodů je vhodné kulatiny směřovat tak, aby kladly co nejmenší odpor a konce orientované do středu koryta vetknout do dna.

Cíle použití

Hlavní: stabilizace břehů, podpora geomorfologického procesu, tvorba fluviálních mikrohabitatů, celkové zdrsňení koryta.

Vedlejší: biotopy pro bezobratlé, vytvoření ukrytu pro ryby.

Rizika

Poškození struktury ledochody, destabilizace při nedostatečném založení do břehu.

5.3.3 Prvek rozdělující vodní proud

Popis

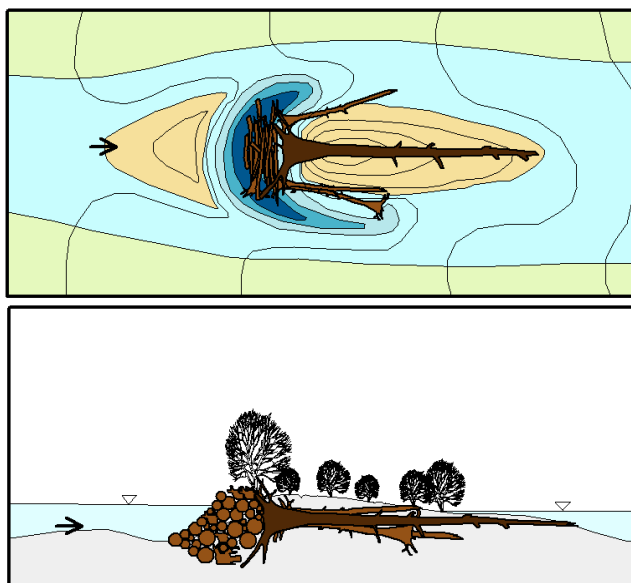
Objekt je umisťován do širších štěrkonosných řečišť tak, aby došlo k rozdělení vodního proudu a vzniku ostrovu. Akumulace tohoto typu jsou typické pro GMF typ anastomózní větvení, kde tvoří základ pro vznik ostrovů a ramen. Obdobnou funkci mají i u typu štěrkonosných větvicích se koryt.

Konstrukce je provedena z masivních kmenů nebo větví doplněných kamenivem. Kusy dřeva jsou vetknuty do dna tak, aby byla zajištěna maximální stabilita objektu.

Kmeny jsou ukládány nepravidelně, aby došlo k napodobení struktury přirozené akumulace dřevní hmoty. Jako spoje jednotlivých kusů dřev je vhodné použít ocelové prvky (svorníkový spoj, vruty, hřeby). Jednotlivé vrstvy dřeva jsou proloženy kamenivem tak, aby z technického hlediska došlo k vzniku srubové konstrukce. Kamenivo spolu s vetknutím do terénu dna zajistí dostatečnou stabilitu konstrukce.

Velikost objektu je nutné navrhnout s ohledem na požadovanou funkci a návrhový průtok. Při návrhu je možné použít zásady a výpočty používané v hydrotechnické praxi pro návrh výhonů, výpočet výmolů a podobně.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.3.3.1 Ukázka prvku pro rozdělení vodního proudu. Konstrukce vychází z typické akumulace vyskytující se u GMF anastomózní větvení a větvení štěrkonosného vinoucího se koryta.

Cíle použití

Hlavní: podpora vzniku trvalých ostrovů, rozšíření a vymělčení koryta, tvorba mikrohabitatů (tůň, mělčiny, štěrkové lavice), celkové zdrsnění koryta, snížení kapacity koryta.

Vedlejší: biotopy pro bezobratlé, zdroj biomasy pro vodní prostředí, vytvoření úkrytu pro ryby.

Rizika

V některých případech technologicky náročné kotvení, odplavení dřevní hmoty, poškození ledochody.

5.4 STABILIZAČNÍ A PROTIEROZNÍ OCHRANA BŘEHŮ

5.4.1 Opevnění břehů kmeny s kořenovými systémy

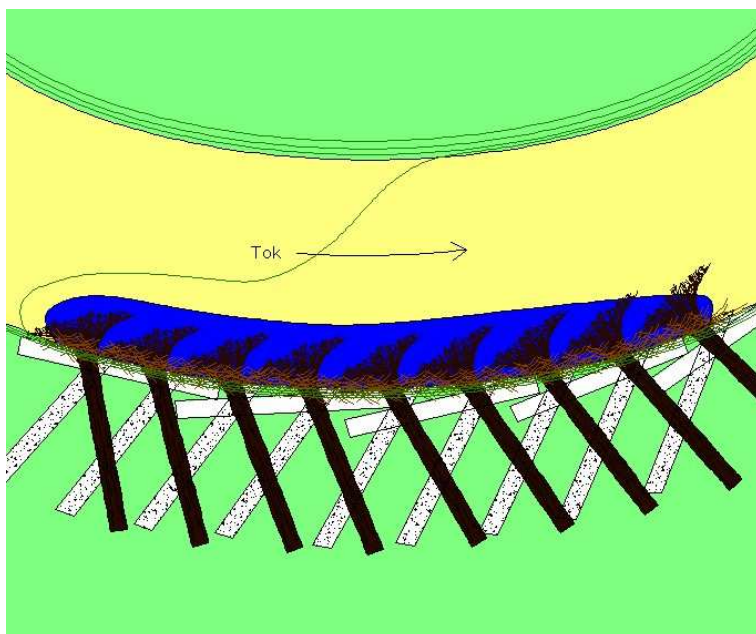
Popis

Konstrukce je umísťována do břehů v místech zvýšeného namáhání, kde je zároveň žádoucí bránit projevům eroze. Kusy kmenů jsou uloženy kolmo na vodní tok nebo pod úhlem 45° až 90° s kořenovým systémem v úrovni břehové linie směrem do toku. Samotný kmen tvoří kotvicí část prvku vetknutou do terénu břehu. Délka kmenu by měla být minimálně 3x průměru kořenového systému.

Jednotlivé kmeny je nutné klást vedle sebe tak, aby se kořenové systémy v návodním směru překrývaly. Na základě zkušeností s realizovanými projekty je vhodné doplnit kořenové systémy drobnými větvemi a klestem, aby došlo k zvýšení krycí schopnosti a zmenšení eroze břehu. Pro celkové zpevnění konstrukce je možné doplnit kmeny nebo silnější větve uložené souběžně s břehovou linií a provázáním s kořenovými baly pomocí technických spojů.

Doplněním konstrukce o výsadby pomocí vrbových řízků nebo sazenic dojde v delším časovém horizontu k zpevnění konstrukce a zvýšení životnosti, kdy nový kořenový systém nahradí postupně rozkládanou dendromasu.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.4.1.1 Schéma opěvnění břehu kmeny s ponechanými kořenovými systémy. Kmeny s kořenovými baly jsou vetknuty do terénu a dodatečně zpevněny spojením s podélně a šikmo uloženými kmeny (na schématu se světlou výplní).



Obr. 5.4.1.2 Fotografie detailu využití opěvnění břehů s ozeleněním prvku vzrůstající dřevinou vegetací. U prvku se tvoří tůň s větší hloubkou vodního sloupce a krytové příležitosti pro živočichy, zejména ryby.



Obr. 5.4.1.3 Fotografie úseku s opěvněním břehů dřevní hmotou a vzrůstající dřevinou vegetací.

Cíle použití

Hlavní: stabilizace břehů, vytvoření úkrytu pro ryby.

Vedlejší: tvorba fluviálních mikrohabitatů, biotopy pro bezobratlé, celkové zdrsňení koryta.

Rizika

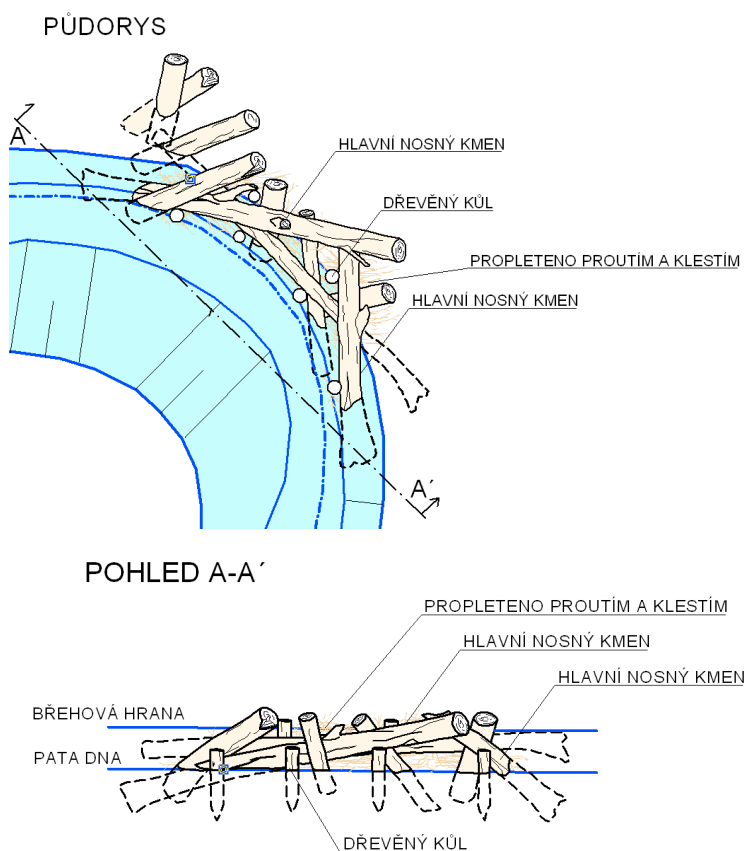
Při nedostatečné hustotě konstrukce vzniká tryskový efekt a břeh není chráněn (vhodné umístit střední a drobný materiál).

5.4.2 Opevnění břehů kmeny s klestovým podkladem

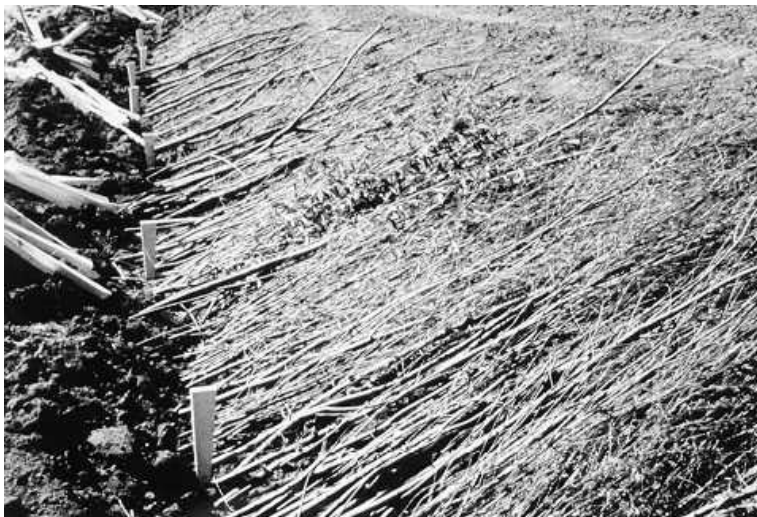
Popis

Konstrukce je umísťována do břehů v místech zvýšeného namáhání, kde je zároveň žádoucí bránit projevům eroze. V případech extrémního namáhání je vhodnější použít typ s kamenivem (viz následující kapitola). K břehu jsou umístěny celé stromy, kmeny nebo silnější větve, případně konstrukce z více kusů obdobně jako kusy dřevní hmoty ukládané pouze pro zvýšení biologické diverzity (viz objekt 5.1.1-2). Z důvodu zvýšení hustoty konstrukce a menší propustnosti pro vodní proud jsou hrubé kusy propleteny tenčími větvemi a podloženy vrstvou z proutí nebo klestí. Jako princip uložení takového podkladu je možné použít tradiční metody: klejonáž nebo garnisáž. Vyplnění konstrukce jemným materiálem je důležité pro zabránění tryskového efektu proudění, který vzniká mezi hrubými větvemi nebo kmeny a zmenšuje nebo téměř eliminuje erozní účinek.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.4.2.1 Schéma opevnění břehů kmeny s klestovým podkladem.



Obr. 5.4.2.2 Příklad klestového podkladu vhodného jako podklad pro hrubé kusy dřevní hmoty. Zabraňující tryskovému efektu a erozi břehů.



Obr. 5.4.2.3 Fotografie opevnění břehu kmeny malého vodního toku. Kotvení kmenů je provedeno vetknutím do terénu piloty. U malých koryt, kde hmota kmene s dostatečným průměrem pokrývá břeh, není nutný klestový podklad.

Cíle použití

Hlavní: stabilizace břehů, vytvoření úkrytu pro ryby.

Vedlejší: tvorba fluviálních mikrohabitatů, biotopy pro bezobratlé, zdroj biomasy pro vodní prostředí, celkové zdrsnění koryta.

Rizika

Při nedostatečné hustotě konstrukce vzniká tryskový efekt a břeh není chráněn (vhodné umístit střední a drobný materiál, například jako podklad hrubých kusů).

5.4.3 Podélné uložení kmenů do paty břehu s patkou z kameniva

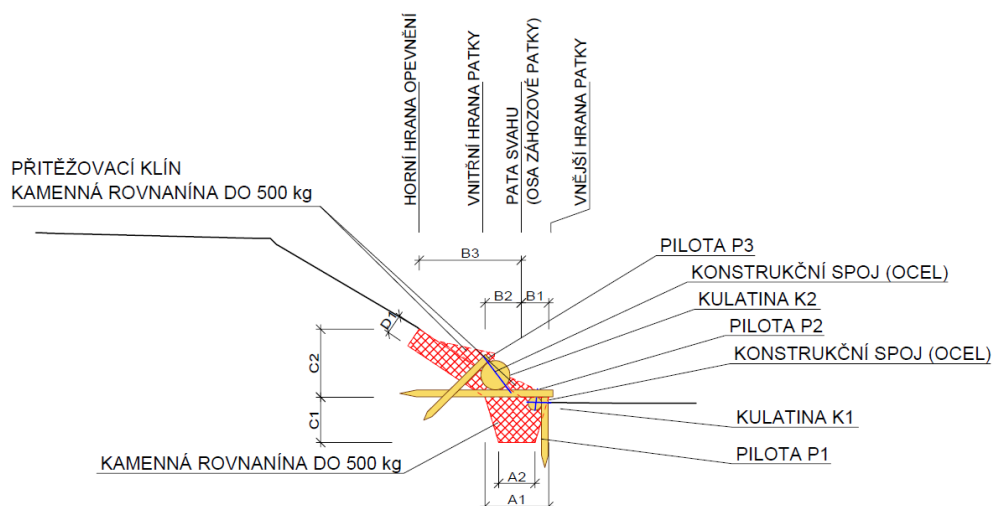
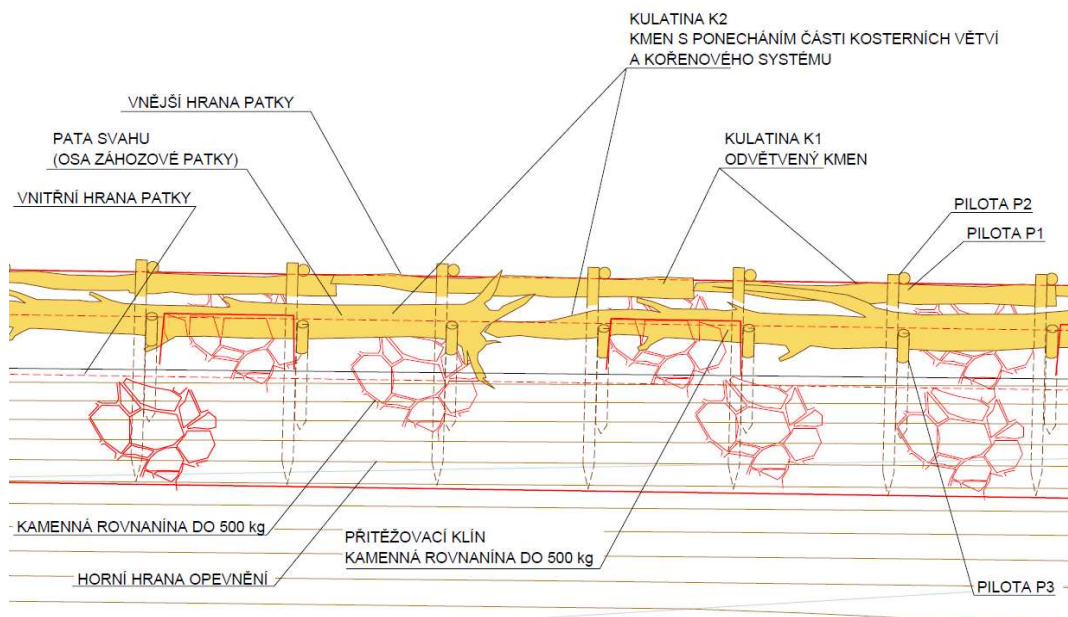
Popis

Konstrukce je umísťována do břehů v místech zvýšeného namáhání upravených koryt s požadavkem na ochranu břehů a zajištění biologických funkcí. K břehu jsou umístěny celé stromy, kmeny nebo silnější větve, případně konstrukce z více kusů obdobně jako u dřevní hmoty ukládané pouze pro zvýšení diverzity (viz objekt 5.1.1-2). Kusy dřevní hmoty jsou vzájemně pevně provázány technickými spoji. Jako optimální se projevily kryté ocelové prvky (svorníkové spoje, vruty, hřeby), které jsou chráněny proti obrusu splaveninami. V meandrujících tocích se pro kotvení osvědčila ocelová lana (je třeba počítat s nižší životností v důsledku možného obrusu).

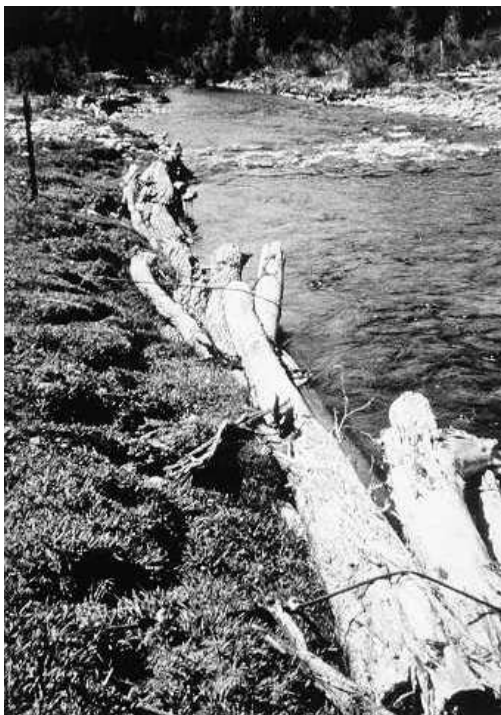
Podklad je tvořen patkou z kamenné rovnaniny nebo záhozu z váhové kategorie odpovídající namáhání paty břehů konkrétního úseku toků.

Kotvení kmenu je zajištěno pomocí vetknutí částí kmenů do břehu, dna a především kameninové patky v kombinaci s dřevěnými piloty. Výsledná konstrukce tak tvoří obdobu srubové konstrukce dříve běžně používané ve vodohospodářské a hrazenářské praxi.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.4.3.1 Schéma opevnění břehů kmeny s patkou z kameniva. Stabilitu zajišťuje především patka s rovnáninou z kamenného záhozu. Dřevní hmota má především biologickou funkci, jako zpevnění celé konstrukce funguje pouze podpůrně.



Obr. 5.4.3.2 Fotografie uložení kmenů do břehů s kotvením pomocí lan. Lana jsou zejména u štěrkonosných toků ohrožena ohrubem splaveninami. Jako vhodný konstrukční spoj se ukazují kryté ocelové prvky (hřeby, vruty, šroubované svorníky).

Cíle použití

Hlavní: stabilizace břehů.

Vedlejší: vytvoření úkrytu pro ryby v případě hydraulicky drsného provedení, biotopy pro bezobratlé.

Rizika

Odplavení dřevní hmoty, poškození ledochody.

5.4.4 Zdrsnění koryta podélně uloženým neodvětveným kmenem

Popis

Do vodního toku je v podélném směru uložen neodvětvený kmen. Ponechané větve způsobují hydraulické zdrsnění koryta a disipaci energie vodního proudu. Kmen je možné umístit do vodního toku celý, nebo částečně na břeh. Stabilita kmenu je v případě menších vodotečí a rozměrných kusů dřeva zajištěna vlastní tíží. U vodnějších toků je možné vetknout část větví nebo samotný kmen do dna nebo břehu. V případě potřeby je možné použít kotvení pomocí pilotů provázaných s dřevní hmotou konstrukčními spoji (svorníkové spoje, vruty, hřeby, obruče, ocelová lana). Jako vhodné se projevilo ponechání kořenového systému případně i s balem.

Cíle použití

Hlavní: podpora geomorfologického procesu, tvorba fluviálních mikrohabitatů, celkové zdrsňení koryta, zmenšení dnové eroze v delším úseku.

Vedlejší: biotopy pro bezobratlé a ryby.

Rizika

Náročné kotvení v případě stabilizace jednotlivých kmenů, nebezpečí odplavení dřevní hmoty.

5.5 PŘÍČNÉ PRVKY NA MALÝCH VODNÍCH TOCÍCH A BYSTŘINÁCH

5.5.1 Stupeň z napříč uložených kmenů

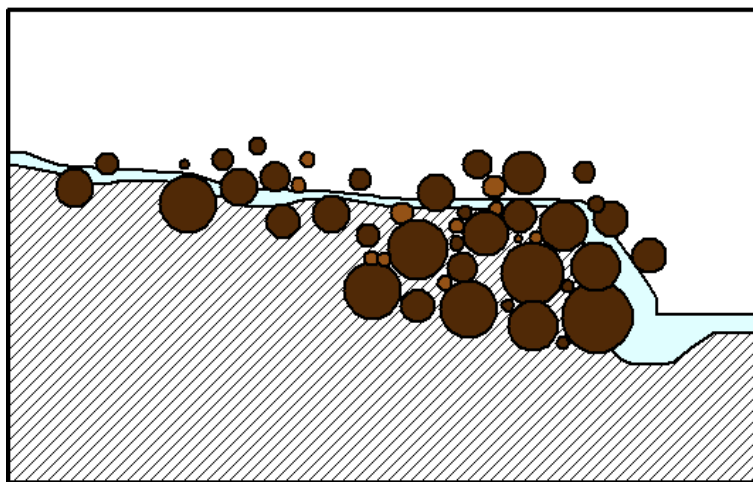
Popis

Konstrukce odpovídá přirozeně vznikajícímu prvku přehrazení menšího vodního toku kmenem padlé dřeviny. Základ konstrukce tvoří klíčový kus nebo několik kusů uložených napříč korytem vodního toku. Kusy tvořící kostru jsou doplněny středním a drobným materiálem, aby byla zvýšena hustota konstrukce z důvodů zmenšení propustnosti pro proudění vody.

Jednotlivé kusy dřev jsou vetknuty do dna nebo břehů a vzájemně provázány tížně nebo konstrukčními spoji (svorníkové spoje, vruty, hřeby, obruče, ocelová lana). Nutné je počítat s menší životností, možností přirozené destrukce nebo přeložení koryta. Z těchto důvodů se jako vhodné jeví umístění více menších prvků za sebou než použití jednoho masivnějšího. Prvky jsou samovolně a přirozeně nahrazovány novým dřevem z břehových porostů. Při použití takové úpravy je nutné uzpůsobit management břehových porostů, aby mohlo k doplňování hmoty docházet.

V případě potřeby stabilizace konkrétního úseku je možné použít konstrukci z masivních kusů dřevní hmoty případně v kombinaci s kamenivem. Z důvodů stability je zde nutné dodržovat zásady jako u konstrukce stupňů a přehrážek, tak jak jsou používány u klasického hrzení bystřin.

Obrazová dokumentace



Obr. 5.5.1.1 Schéma stupně z napříč uložených kmenů.



Obr. 5.5.1.2 Fotografie přirozeně vytvořeného stupně, kde je přehrážka tvořena akumulací dřevní hmoty na bezejmenném malém vodním toku (pravostranný přítok Orlice v úseku Choceň – Ústí nad Orlicí). Důležitou součástí jsou živé stromy, tvořící základ akumulace. Výška sedimentů je cca 1,2 m.



Obr. 5.5.1.3 Fotografie přirozeně vytvořeného stupně z akumulace dřevní hmoty, tok Čermná, Královéhradecký kraj. V písčitém prostředí tvoří dřevní hmota důležité struktury diverzifikující tvar koryta a zabraňuje hloubkové erozi.

Cíle použití

Hlavní: celkové zdrsnění koryta, podpora geomorfologického procesu, stabilizace koryta, zabránění dnové erozi, tvorba fluvialních mikrohabitatů, biotopy pro bezobratlé, zdroj biomasy pro vodní prostředí.

Vedlejší: vytvoření úkrytu pro ryby.

Rizika

Nebezpečí nedostatečného zakotvení do břehů a následná destrukce břehu.

5.5.2 Skluz z napříč uložených kmenů

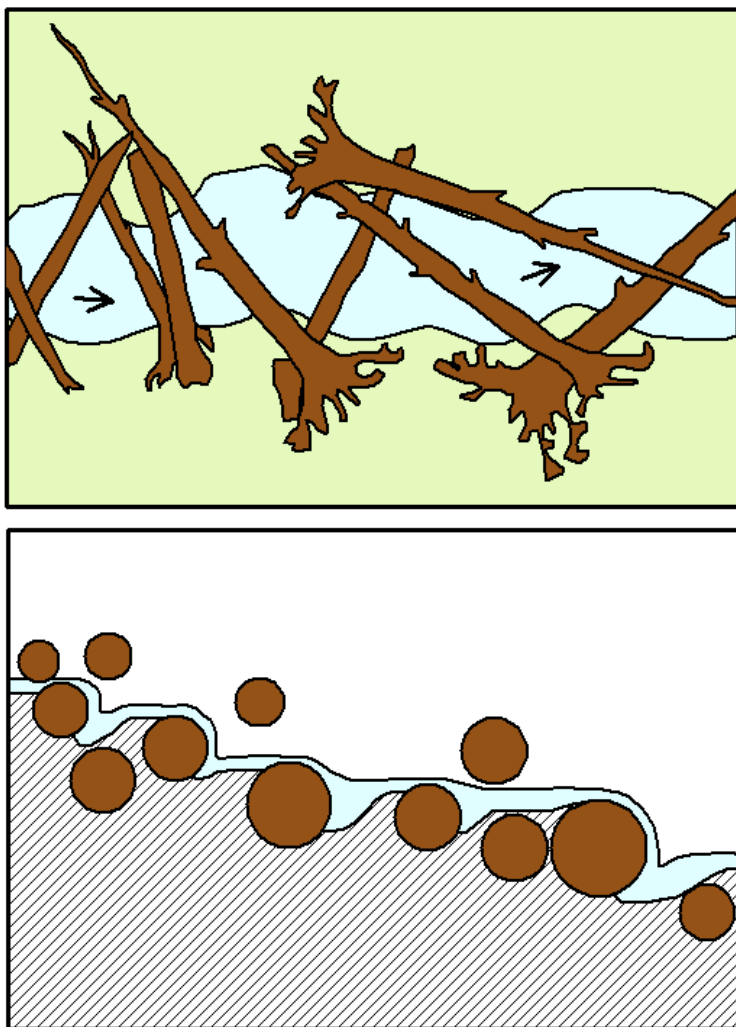
Popis

Konstrukce odpovídá přirozeně vznikajícímu prvku přehrazení menšího vodního toku obdobně jako u stupně. Základ konstrukce tvoří několik klíčových kusů uložených napříč toku s menšími rozestupy. Konstrukce tak netvoří jednu stěnu (stupeň), ale kaskádu menších.

Kusy tvořící kostru je vhodné doplnit středním a drobným materiálem, zejména jako podklad, aby byla zajištěna stabilita podloží.

Jednotlivé kusy dřev jsou vetknuty do dna nebo břehů a vzájemně provázány tížně nebo konstrukčními spoji (svorníkové spoje, vruty, hřeby, obruče, ocelová lana). Nutné je počítat s menší životností, možností přirozené destrukce nebo přeložení koryta. Z těchto důvodů se jako vhodné jeví umístění více menších prvků za sebou než použití jednoho masivnějšího. Prvky jsou samovolně a přirozeně nahrazovány novým dřevem z břehových porostů. Při použití takové úpravy je nutné uzpůsobit management břehových porostů, aby mohlo k doplňování dřevní hmoty docházet.

V případě potřeby stabilizace konkrétního úseku, je možné použít konstrukci z masivních kusů dřevní hmoty, případně v kombinaci s kamenivem. Z důvodů stability je zde nutné dodržovat zásady jako u konstrukce stupňů a přehrázek, tak jak jsou používány u klasického hrazení bystřin.



Obr. 5.5.2.1 Schéma skluzu z napříč uložených kmenů.

Cíle použití

Hlavní: celkové zdrsnění koryta, podpora geomorfologického procesu, stabilizace koryta, zabránění dnové erozi, tvorba fluviálních mikrohabitatů, biotopy pro bezobratlé, zdroj biomasy pro vodní prostředí.

Vedlejší: vytvoření úkrytu pro ryby.

Rizika

Nebezpečí nedostatečného zakotvení do břehů a následná destrukce břehu.

5.6 SPECIÁLNÍ A POMOCNÉ KONSTRUKCE

5.6.1 Lapače dřevní hmoty

Popis

Lapače dřevní hmoty jsou technickou ochranou před splávim instalované nad rizikovými místy. Na malých tocích se osvědčily objekty charakteru řídkých česlí provedených z ocelových nebo dřevěných prvků, případně železobetonu (obr. 5.6.1.4, 5.6.1.5). Rozteč česlic by měla být volena s ohledem na rozměr „nebezpečného“ kusu dřeva L_{krit} pro dané rizikové místo na toku. Při příliš malých otvorech dochází k zachycování materiálu, který by objektem neškodně prošel a lapač je následně nutné čistit se zvýšenou periodicitou. Obdobné objekty jsou nevhodné v místech rozsáhlých ledochodů.

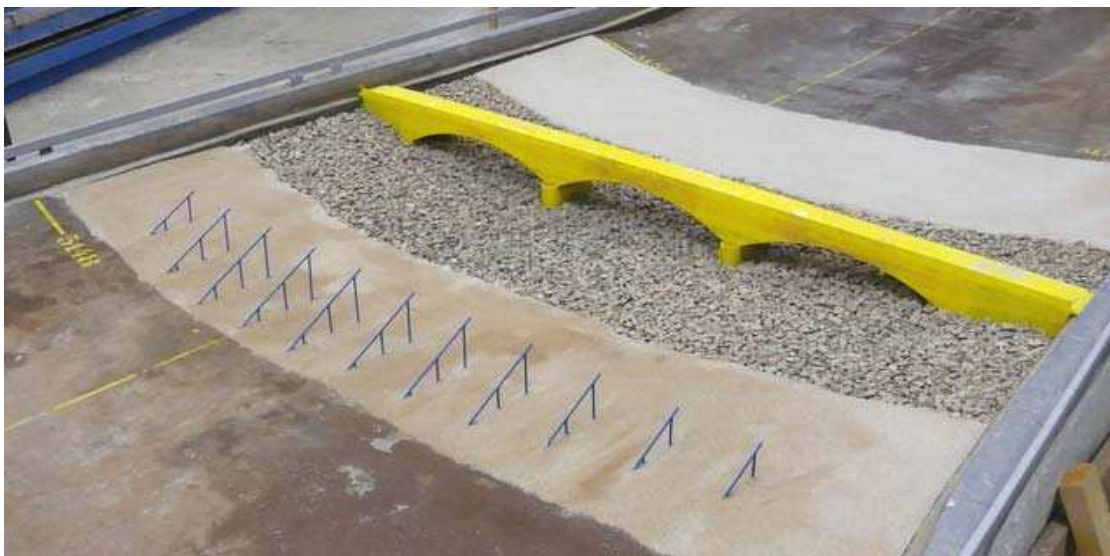
V alpských zemích se při péči o bystřiny používají ocelové sítě napjaté přes strž a kotvené do břehů a svahů pomocí pilotů. Mezi hladinou vody a dolním okrajem sítě je ponechán volný prostor pro mírně zvýšené průtoky. Ty nemají schopnost nést nebezpečně velké kusy dřeva. Při průchodu vyšších průtoků je již síť pod úrovní hladiny a zachytává plovoucí dřevo.

Jako nejvhodnější objekty, použitelné i u velkých vodních toků, se projevíly předsunuté ochrany z řady tzv. bárek (obr. 5.6.1.1-3). Bárky jsou tvořené šikmými návodními nosníky, na nichž se plovoucí stromy, kmeny a jiné plovoucí předměty mohou zachytávat a pod nimiž zůstane dostatečně velká volná průtočná plocha, protože spláví je na šikmé ploše vytlačováno vzhůru. Vzájemnou vzdálenost jednotlivých bárek je vhodné volit na malých tocích rovnou šířce otvoru mostního objektu (L_{krit}), na větších tocích přibližně 8 až 12 m. Ochranné bárky je třeba zřídit napříč celého průtočného profilu do vzdálenosti alespoň 10 až 30 m podle velikosti vodního toku a rozměrů mostního objektu. Účinnost ochranných bárek byla ověřena výzkumem na hydraulických modelech a osvědčila se při použití v konkrétních případech ve skutečnosti. Tyto konstrukce mají i relativně nejvyšší odolnost proti negativnímu působení ledochodů, kdy led je na bárky vytlačován a rozlamován obdobně jako u ledolamů mostních pilířů. Odstraňování naplaveného materiálu na česlicích a bárkách se provádí až po opadnutí vody, kdy jsou struktury dobře dostupné pro mechanizaci. S potřebou periodického vyklízení je třeba při stavbě lapače počítat a upravit patřičně okolní břehy a příjezdové komunikace.

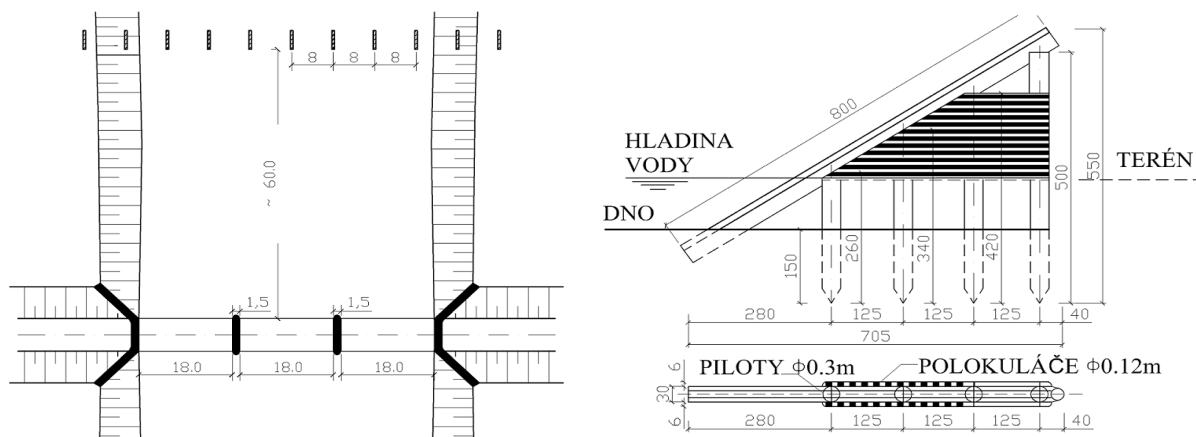
Specifickou problematiku tvoří lapání dřevní hmoty na vodních nádržích. Zde se jako vhodné řešení projevíly „norné“ stěny umístěné do vzduť nádrže v dostatečné vzdálenosti od hráze. Ve vzduť nádrže nejsou ani při povodni významné rychlosti proudění, takže pro zachycení spláví v dostatečné vzdálenosti před výpustním objektem dobře funguje i jednoduchá plovoucí zábrana ukotvená na pevných lanech (obr. 5.6.1.7). Problematické je odstraňování naplaveného materiálu z hladiny vodní nádrže. Obvykle je třeba počkat na opadnutí vody a odstraňovat dřevní hmotu ulpělou na návětrných březích. Možnou alternativou pro záchyt spláví pomocí plovoucích stěn je instalace česlí před výpustní

objekt nádrže. Tyto česle musí mít velkou plochu a být dostatečně předsazené, aby se na nich přespříliši nehromadilo splávy tažené proudem k výpusti. Odstraňování dřeva ulpělého na předsazených česlích se provádí pomocí speciální techniky.

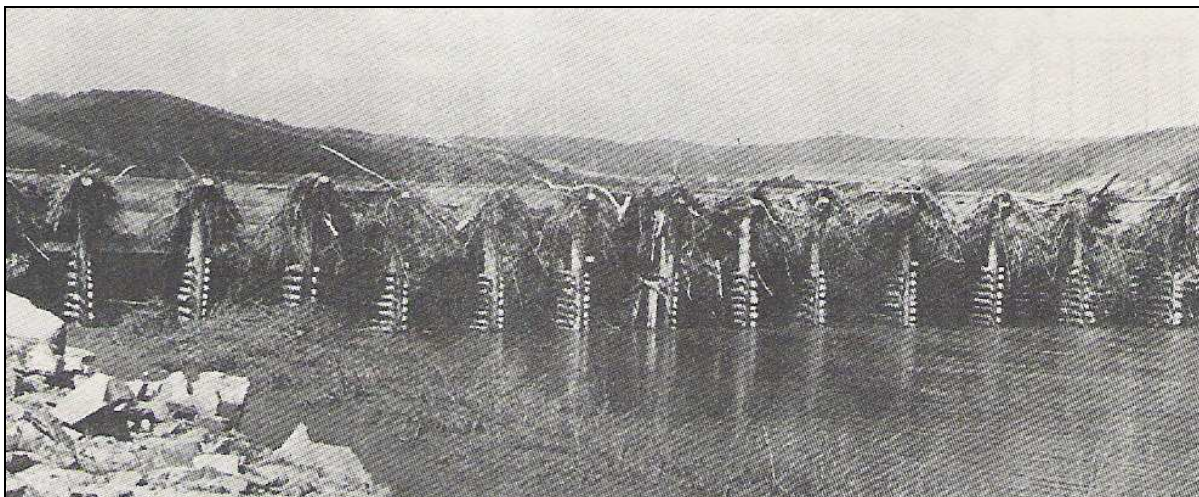
Obrazová dokumentace



Obr. 5.6.1.1 Sada ochranných bářek a jejich rozmístění na hydraulickém modelu v laboratorní hale VÚV TGM, v.v.i. v rámci výzkumu pro projekt financovaný z prostředků Státního fondu dopravní infrastruktury.



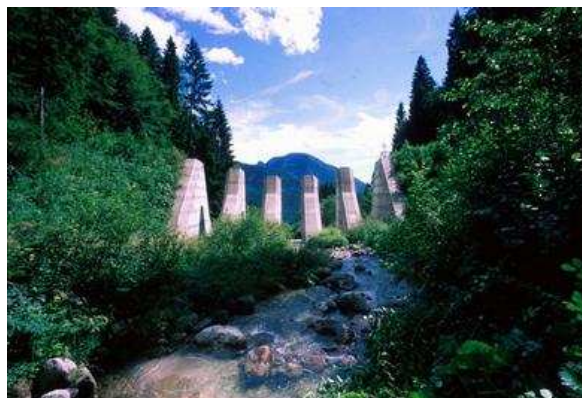
Obr. 5.6.1.2 Ochrana mostního objektu před zátarasy z plovoucích předmětů při povodních; a) půdorys rozmístění ochranných bárek, b) řez konstrukční řešení ochranných bárek.



Obr. 5.6.1.3 Plovoucí předměty zachycené na tzv. ochranných bárkách při povodni (výstavba nádrže Velká Domaša na Ondavě, Slovenská republika).



Obr. 5.6.1.4 Deflektor spláví před propustkem. Ocelová konstrukce má funkci hrubých česli, zešikmení snižuje šanci na ucpání česlí vytlačáním dřevní hmoty do horní části a zachování spodní části profilu pro průtok.



Obr. 5.6.1.5 Železobetonová konstrukce na zachycení splavenin na velehorské bystřině, Itálie-Alpy. Foto archiv ŠINDLAR, s.r.o.



Obr. 5.6.1.6 Železobetonové sloupky tvořící hrubé česle. Základová výpust poldru Žichlínek 2009, Pardubický kraj. Foto Roman Bárta



Obr. 5.6.1.7 Spláví zachycené plovoucí stěnou ze spojených klád (vodní nádrž Les Království po méně než jednoleté povodni, 2006) foto: P. Kožený.

6. METODY MONITORINGU DŘEVNÍ HMOTY V TOCÍCH

6.1.1 Základní monitoring výskytu dřevní hmoty

Příručka mapování dřevní hmoty na této základní úrovni vychází z Metodiky odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodně blízkých opatření (uveřejněno ve Věstníku Ministerstva životního prostředí, roč. XVIII, částka 11 z listopadu 2008). Tato metodika mimo jiné stanovuje postup hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků a součástí tohoto hodnocení je i sledování výskytu akumulací dřevní hmoty (datový soubor číslo 6. – evidence akumulací dřevní hmoty v korytě).

Popis metody

Mapování se provádí terénním sběrem dat podél celé délky vodního toku. Zakreslení v terénu se provádí do základní mapy 1: 10 000, výhodou je použití GPS přijímače pro zaznamenání přesné polohy úseků toku a významných akumulací.

Terénní pracovník hodnotí vodní tok na základě přítomnosti prostorově významných a relativně stálých struktur dřevní hmoty. Prostorově významnými strukturami se rozumí útvary dřevní hmoty, které jsou vzhledem k rozměrům koryta málo pohyblivé a zároveň funkčně významné (velikost jednotlivého kmene nebo klíčového kusu akumulace je rovna nebo větší než L_{mob}). Jde např. o akumulace složené z několika navzájem překřížených stromů nebo více typů nahromaděné dřevní hmoty (vyvrácený strom s kořenovým balem, který zachycuje další naplavenou dřevní hmotu). Za relativně stálé akumulace dřevní hmoty jsou považovány útvary, které se nacházejí na březích a v korytě toku v různém stupni zanesení splaveninami, stabilizované svými morfologickými nebo rozměrovými charakteristikami (tzn. akumulace obsahují „klíčový kus“). V případě upravených úseků toku se za stálou akumulací rovněž považují vyvrácené větší stromy ležící v korytě paralelně se směrem proudění.

Prostorově významné stálé struktury dřevní hmoty se zanesou do mapových podkladů a provede se jejich fotodokumentace. Na základě výskytu akumulací vymezí pracovník na podélném profilu toku úsek, pro který shodně platí charakteristika popsána v tabulce 6.1.1.1.

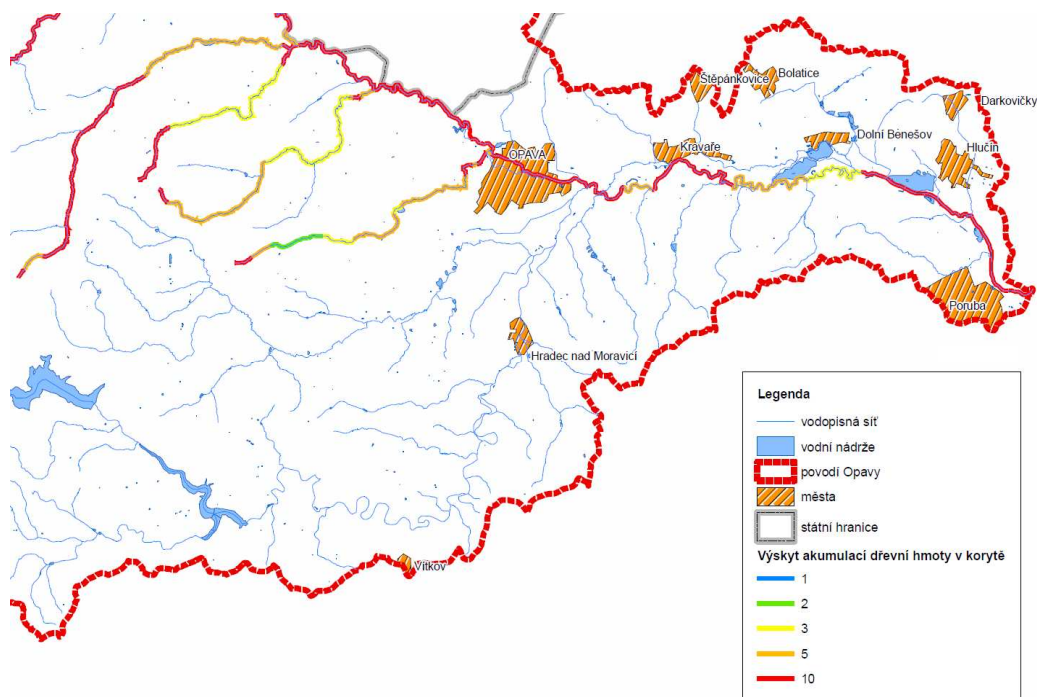
Data získaná v terénu se roztrídí a zpracují v GIS na podkladu sítě jemných úseků vodních toků dle digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD). Výsledkem je osa vodního toku rozdělená na úseky se shodnou charakteristikou dle přítomnosti akumulací dřevní hmoty. Podle charakteristiky jsou jednotlivým úsekům přiděleny body podle stupnice v tabulce 6.1.1.1. Bodové ohodnocení se používá pro hodnocení hydromorfologického stavu vodního toku dle výše zmíněné metodiky uveřejněné ve Věstníku MŽP, 11/2008 a není předmětem této příručky. Fotodokumentace je archivována s identifikací příslušnosti k jednotlivým úsekům a slouží pro potřeby posouzení managementu vodního toku.

Využití

Metoda základního monitoringu dřevní hmoty v tocích poskytuje srovnání vodních toků z hlediska výskytu dřevní hmoty. Metoda umožňuje tvorbu přehledných map pro celá povodí (obr. 6.1.1.1). V kombinaci s hydromorfologickou charakteristikou vodního toku umožňuje stanovení potenciálního výskytu dřevní hmoty (podrobně je tato problematika rozpracována včetně ukázky na modelových povodích v Příloze 3: Potenciál výskytu dřevní hmoty v tocích ve vazbě na geomorfologické procesy - v elektronické podobě na http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni).

Tab. 6.1.1.1 Charakteristika vodního toku vzhledem k přítomnosti prostorově významných, relativně stálých akumulací dřevní hmoty. Bodové hodnocení ve sloupci „Stupnice“ slouží jako vstupní parametr pro hodnocení hydromorfologického stavu vodního toku dle metodiky uveřejněné ve Věstníku MŽP, roč. XVIII, částka 11 z listopadu 2008.

Stupnice	Charakteristika úseku
1	dřevní hmota se pravidelně vyskytuje v konkávních (stabilizace), konvexních březích, v korytě toku se vyskytuje dřevní hmota v různém stupni zanesení splaveninami (toky v přírodním a přírodě blízkém stavu). Tato hodnota platí i pro toky, které jsou situovány v přirozeném bezlesí
2	dřevní hmota se nepravidelně vyskytuje v konkávních březích a konvexních březích, jsou vytvořeny prostorově významné struktury dřevní hmoty
3	dřevní hmota se vyskytuje místně v konkávních březích a konvexních březích, nejsou vytvořeny prostorově významné struktury dřevní hmoty
5	výskyt dřevní hmoty v korytě je sporadický
10	dřevní hmota (splávi) se v toku nevyskytuje



Obr. 6.1.1.1 Výřez mapy výskytu dřevní hmoty pro vodní tok Opava. Číslicové hodnocení jednotlivých úseků odpovídá stupnici podle tabulky 6.1.1.1. Zdroj: Šindlar, s.r.o.

6.1.2 Monitoring dřevní hmoty instalované v korytech vodních toků

Na monitoring dřevní hmoty vkládané do vodního toku jsou kladeny vyšší nároky, než na přirozeně se vyskytující struktury dřeva v korytech. Prvním závažným důvodem k monitoringu je zajištění dlouhodobé stability vložené dřevní hmoty. Druhým důvodem je potřeba sledování, zda vložené dřevo plní účel, za jakým bylo v korytě stabilizováno. Dřevní hmota se navíc vkládá obvykle do krátkých úseků vodních toků, kde lze podrobný monitoring realizovat a poučit se z něj.

Popis metody sledování stability vloženého dřeva

Metoda je založena na opakovaném zaměření polohy jednotlivých kusů (popř. celých struktur) stabilizované dřevní hmoty. Zaměření se provádí pomocí totální stanice nebo obdobného zařízení a vzniklá schémata se hodnotí v GIS pomocí nakládání vrstev na sebe.

Při realizaci opatření ve vodním toku je třeba stabilizované struktury viditelně označit. Běžně poslouží ovázání kmene páskou (textilní popruh) se štítkem, na kterém je jednoznačný identifikátor (číslo kusu). Současně je třeba pro daný úsek toku vytyčit skupinu pevných bodů, ke kterým se budou jednotlivá zaměření vztahovat. Pevný bod (vytyčený např. kovovým kolíkem zatlučeným do země) může mít polohu relativní. Výhodnější je ale zaměřit přesné geografické souřadnice. V takovém případě lze hodnotit vývoj opatření např. s využitím ortofotomap v GIS.

Zaměření dřevní hmoty se provádí bezprostředně po vložení struktur dřeva (výchozí stav) a následně jednou ročně nebo vždy po alespoň jednoleté povodni. Jednotlivé kmeny se zaměřují bodem na každém konci, konstruované struktury lze zaměřovat obdobně např. polohou jednotlivých kusů, polohou klíčového kusu nebo obrysem polygonu na půdorysu struktury.

Současně se zaměřením vložených struktur je vhodné zaměřit:

- Průběh přilehlé břehové hrany
- Průběh kinety toku (u snadno broditelných malých toků)
- Polohu naplaveného nebo autochtonního dřeva v blízkosti stabilizovaných struktur

Pro sledované struktury je vhodné zaznamenávat další parametry:

- Stav kotvení
- Stupeň rozkladu nebo známky degradace, abraze nebo fragmentace použitého dřeva
- Průměr kmene (i zbývající části po rozlomení)

Využití získaných dat

Po porovnání opakovaných zaměření v prostředí GIS lze stanovit návrhy dodatečné stabilizace struktur nebo jejich doplnění. Opakované zaměření poskytuje přehled o stabilitě dřevní hmoty při povodňových průtocích ve vztahu ke změnám tvaru koryta. Doplnující parametry lze využít pro posouzení funkce struktur v toku. Sledování stability dřevní hmoty by mělo být prováděno v prvních pěti letech po každé více než jednoleté povodni.

Popis metody sledování funkce vloženého dřeva

V následujícím přehledu uvedeme parametry, které je vhodné měřit, rozdělené podle jednotlivých funkcí dřevní hmoty v toku. Očekávané funkce dřevní hmoty vložené do koryta jsou často kombinované. Ve všech případech je nutné provádění monitoringu ještě před vložení dřevní hmoty, aby mohl být prokázán vliv realizace opatření na změnu měřeného parametru.

Podpora biologických společenstev

Makrozoobentos

Pro hodnocení lze použít obdobné metodiky vzorkování a hodnocení jako pro hodnocení ekologického stavu vodních útvarů podle Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES). Vzorky z broditelných úseků vodních toků se odebírají cedníkem nebo driftovou sítí metodou „kicking“ po standardní časový úsek. Odběr z jednotlivých habitatů (dřevo, sediment, makrofyta, kořeny rostlin) se provádí proporcionálně k zastoupení habitatu na lokalitě. Výsledkem je jeden směsný vzorek, v němž se provádí určení taxonů a jejich početnosti. Vzorkování se provádí obvykle dvakrát ročně (jaro – podzim) nebo častěji. V řadě vodních toků se kladný vliv vložení struktur dřeva na druhovou pestrost a abundanci společenstev makrozoobentosu nemusí měřitelně projevit. Z tohoto důvodu je možné vzorkovat odděleně jednotlivé habitaty a ve vzorcích zjišťovat indexy diverzity a abundanci jedinců. Nejtěsnější závislost množství dřevní hmoty a oživení makrozoobentosem lze očekávat na tocích s písčitým dnem.

Ryby

Pro společenstva ryb lze opět použít zavedené metodiky. Obvykle se pomocí elektroodlovu odebírá vzorek juvenilních jedinců, kteří se považují za indikátor místně se rozmnožujících populací ryb. Ze vzorku se stanoví druhové zastoupení a relativní početnost jednotlivých druhů.

Vodní ptáci

Průzkum se provádí běžným ornitologickým pozorováním výskytu ptáků na strukturách dřevní hmoty nebo v jejím okolí. Je třeba odlišovat hnízdní období, období přezimování a ostatní roční dobu. Zaznamenávají se zastížené druhy a jejich početnost a způsob využití dřevní hmoty (sběr potravy, odpočinek, komfortní chování, úkryt, hnízdění).

Zvláště chránění savci (např. vydra říční, bobr evropský)

Na lokalitě se průběžně zaznamenávají pobytové znaky (trus, pachové značky, stopy atd.), případně se provádí přímá pozorování a odhad početnosti.

Stabilizace eroze břehů a dna koryta

Ústup břehové hrany (boční eroze)

Příručka je shodná s postupem popsáním v metodice sledování stability dřevní hmoty, viz výše. Průběh břehové hrany zaměřený pomocí totální stanice nebo obdobného zařízení se hodnotí v GIS. Míra břehové eroze se stanovuje jako ústup břehu (maximální, průměrný) za časové období.

Hlubkový profil koryta (hlubková eroze)

Pomocí nivelačního přístroje se zaměřují příčné profily koryta v brodových úsecích vymezené dvojicí pevných bodů. Hodnotí se změna vertikální úrovně dna koryta.

Podpora hydromorfologické rozmanitosti koryta vodního toku

Křivolakost (sinuosita) koryta

Křivolakost koryta je definována jako poměr délky koryta k délce údolnice. Při vzniku meandrování se křivolakost vodního toku zvětšuje. Pro zjištění délky koryta lze použít kapesní laserový dálkoměr a pomocníka s odrazným terčem. Křivolakost lze počítat z opakovaných leteckých snímků lokality, pokud jsou k dispozici.

Variabilita šířky koryta

Měří se jako statistický parametr z většího počtu měření šířky koryta. Měření šířky koryta se provádí v pravidelných intervalech na celé délce zkoumaného úseku. K použití je opět vhodný laserový dálkoměr a odrazný terč.

Variabilita hloubky koryta

Měří se jako statistický parametr z většího počtu měření hloubky koryta v jeho kinetě. Měření hloubky koryta se provádí v pravidelných intervalech na celé délce zkoumaného úseku.

Počet tůní a brodových úseků

Na malých a středně velkých vodních tocích jsou časté akumulace dřevní hmoty rozkládající se přes celou šíři koryta. Tyto pak ovlivňují střídání brodových a tůňových úseků. Vložená dřevní hmota může vznik těchto akumulací indukovat. Parametr se počítá jako počet tůní (brodů) vztažený na délkový úsek koryta.

Délka břehových nátrží

Břehové nátrže (břehy koryta, kde dochází k boční erozi) jsou indikátorem dynamiky vývoje koryta. Parametr se počítá jako délka břehových nátrží vztažená na délku koryta.

6.1.3 Speciální metody monitoringu dřevní hmoty v tocích

Ve vědeckém výzkumu dřevní hmoty v tocích se používá řada parametrů (tab. 6.1.3.1). Jejich výběr a design sběru dat je určen zaměřením výzkumné práce. V některých případech je bohužel obtížné podat srovnání pro data získaná málo obvyklým postupem. Rozdíly v metodikách jednotlivých výzkumných projektů jsou bohužel často příčinou neporovnatelnosti výsledků. Tato závěrečná kapitola má za cíl navrhnout přehled obvyklých parametrů používaných pro výzkum dřevní hmoty v tocích a navrhnout další možné přístupy k monitoringu dřevní hmoty použitelných v souvislosti s jejím managementem.

Tabulka 6.1.3.1 Parametry nejčastěji sledované v náhodném výběru sta vědeckých prací zabývajících se dřevní hmotou v tocích; samostatně jsou uvedeny sledované parametry pro jednotlivé kusy dřevní hmoty a akumulace, celkově bylo zjištěno 29 různých parametrů uváděných ve vzorku literatury pro jednotlivé kusy a 15 parametrů pro akumulace dřevní hmoty, upraveno podle Máčka a kol. (2011).

Jednotlivé kusy	Četnost sledování parametru	Akumulace dřevní hmoty	Četnost sledování parametru
Průměr	67	Orientace vzhledem k proudu	25
Délka	60	Počet	23
Stupeň rozkladu	43	Rozměry	19
Celkový objem	37	Poloha v korytě	19
Poloha v korytě	35	Typ akumulace	12
Celkový počet kusů	31	Počet kusů v akumulaci	8
Typ přísunu do koryta	31	Poměr dřevo/vzduch (hustota akumul.)	7
Orientace	28	Počet klíčových kusů	7
Druh dřeviny	26	Objem	6
Morfologický význam	21	Rozměry jednotlivých kusů dřeva	3

Přehled parametrů a metod popisu jednotlivých kusů dřevní hmoty

POLOHA KUSU

Poloha kusu v korytové zóně

Měřeným parametrem je délka kusu v jednotlivých korytových zónách znázorněných na obr. 6.1.3.1.

Kontakt se břehem

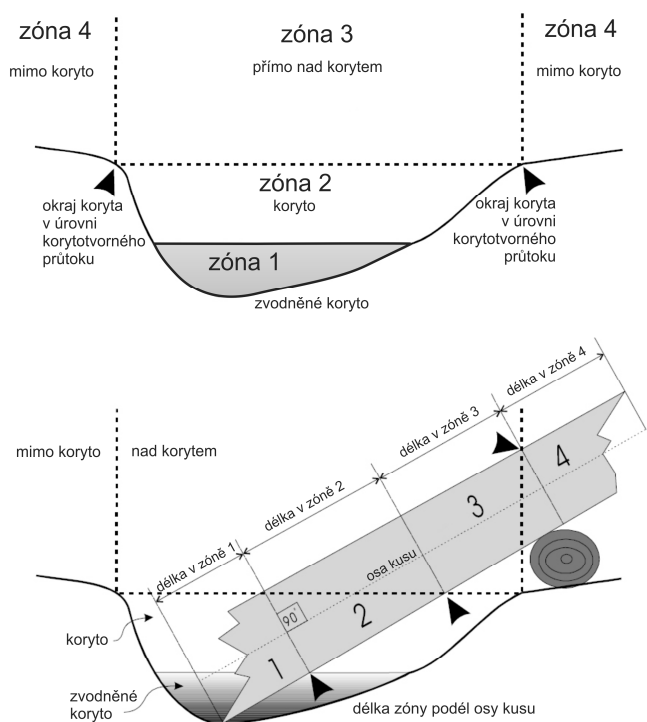
Poloha kmene se přiřadí jedné z kategorií: 1) bez kontaktu se břehem, 2) kontakt s jedním břehem v jednom místě, 3) kontakt s oběma břehy na dvou místech 4) paralelní poloha s břehem.

Leží kus v konkávním břehu?

Kus se zařadí do jedné z kategorií: ano / ne.

Určení druhu dřeviny

Pokud nelze v terénu dřevinu určit, je možné odebrat vzorek dřeva a druh určit v laboratoři.



Obr. 6.1.3.1 Rozdělení koryta vodního toku do zón, pro které se zpravidla během mapování/monitoringu stanovuje množství dřevní hmoty. Obrázek poskytl L. Krejčí.

STRUKTURA KUSU

Rozměry

Změří se délka a tloušťka (průměr) jednotlivého kusu. Průměr je obvykle měřen v polovině délky kusu. Velikostní hranice je důležitá pro stanovení, které kusy budou hodnoceny a na které již není brán zřetel. Obvykle se jako hranice velkého dřeva (large woody debris) používá průměr alespoň 10 cm a délka alespoň 1 metr. V praxi ale záleží též na rozměrech dřevní hmoty vůči rozměrům koryta.

Měření průměru a délky je důležité pro výpočet objemu dřevní hmoty na lokalitě. Objem kusů dřeva se obvykle počítá jako objem válcovitého tělesa. Objem dřevní hmoty na lokalitě se obvykle vyjadřuje v $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ plochy koryta. Je to lépe srovnatelný údaj, než například počet kusů dřeva na 100 m vodního toku.

Vitalita

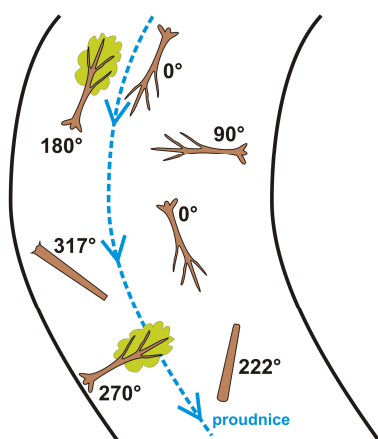
Kus se zařadí do jedné z kategorií: 1) odumřelý, 2) odumírající, 3) zmlazující, 4) živý

Stupeň rozkladu

Z funkčního hlediska jsou významné následující kategorie: přítomnost kořenů (ano/ne), přítomnost větví (celá koruna / jen hlavní větve / holý kmen), přítomnost kůry (< 50 %, > 50 %)

Orientace v korytě

Orientace kmene se určí ve stupních v intervalu 0° - 359° podle obrázku 6.1.3.2.



Obr. 6.1.3.2 Schéma ukazující, jakým způsobem lze stanovit orientaci kusu dřeva v korytě vodního toku. Obrázek poskytl L. Krejčí.

Sklon kusu

Sklon kusu vzhledem k rovině dna se určí ve stupních v intervalu 0° - 90° .

FUNKCE V KORYTĚ

Hydromorfologický význam

Hodnotí se funkce kusu dřeva pro modelování koryta (vznik výmolu, zadržování sedimentu, břehová eroze, stabilizace břehu).

Hydraulický význam

Hodnotí se vliv kusu dřeva na proudění (vzdutí, odklon proudnice).

Biologický význam

Hodnotí se funkce kusu dřeva jako habitatu vodních organismů nebo funkce kusu dřeva jako habitatu suchozemských organismů v břehové zóně.

DYNAMIKA

Typ přísunu do koryta

Rozlišuje se antropogenně ovlivněný přísun (dřevěné výrobky, nařezané klády a polena s úřezem na jednom nebo obou koncích) a přirozený přísun (vývrát – břehová eroze, činnost větru, mortalita, neznámý důvod; zlomený kus – činnost větru, mortalita, neznámý důvod). Dále je rozlišován např. přísun kácivou činností bobra nebo exhumací starého kmene ze sedimentu. Pro zjištění stáří kusu se používá dendrochronologické datování.

Posouzení stability kusu

Kmeny se rozlišují na autochtonní (uložené v místě svého vzniku) a allochtonní (naplavené).

Stabilita může být dále hodnocena na základě faktorů, jako jsou přítomnost stabilizačních struktur (kořeny, koruna), velikost kusu vzhledem k šířce koryta, stabilizace zasedimentováním, spojení s terénem kořeny.

Sledování pohyblivosti dřevní hmoty

Z praktického hlediska správy vodních toků a omezení povodňových rizik je důležitá znalost potenciální mobility dřeva při povodních. Metodicky se tento výzkum řeší opakovanou inventarizací označeného dřeva na lokalitě. V případě, že jsme schopni odplavené dřevo dohledat, lze vyhodnotit i vzdálenost transportu. Po zkušenostech s tímto výzkumem lze říci, že jde o časově náročnou práci, jejíž výsledek (dohledání odplavených kusů) má úspěch jen na menších tocích (přibližně do 4. Strahlerova řádu). Polohu velkých kmenů v korytě lze tachymetricky zaměřovat a změny v poloze pak hodnotit v GIS (viz kapitola 6.1.2). Toto se osvědčuje na relativně krátkých úsecích toků s velkým počtem kusů dřeva. V zahraničí se pokusně používají pasivní nebo aktivní čipy, které umožňují identifikaci polohy dřeva na větší vzdálenost nebo dokonce aktivně odesílají svou polohu (telemetrické sledování). Takové vysílače jsou ale velmi finančně nákladné (řádově několik tisíc korun za kus), což v současnosti omezuje jejich použití na velmi malý počet kusů značeného dřeva.

S pohyblivostí dřevní hmoty též souvisí evidence dřevní hmoty odstraňované z vodních nádrží po povodních. Vzhledem k tomu, že vodní nádrž obvykle zachytí většinu naplaveného dřeva, poskytuje vyhodnocení takového vzorku spláví informaci o efektu managementu v povodí. Z tohoto důvodu navrhuje evidovat na vodních nádržích alespoň následující parametry:

- Celkový odhad objemu dřevní hmoty velikosti od 1m a tloušťky 0,1m, která je jednorázově odstraněna po povodni.
- Vyskytují se v naplaveném materiálu vyvrácené stromy? V jakých délkách?
- Jaká je přibližná velikostní struktura naplavené dřevní hmoty?
- Jaká je přibližná morfologická struktura naplaveného dřeva (stromy, klády a polena, pařezy, zlomené kmeny, řezivo a výrobky ze dřeva)?

Monitoring dřevní hmoty z hlediska managementu

V kapitole 4.4.2 bylo zavedeno hodnocení rizikovosti dřevní hmoty vzhledem k minimální délce jednotlivého kusu dřevní hmoty, který stačí sám o sobě zablokovat průtočný profil koryta nebo stavby v korytě vodního toku (L_{krit}). Prohlídka koryta toku, kterou správce periodicky vykonává, je podle této příručky v podstatě monitoring úseku koryta zaměřený na kmeny delší než L_{krit} a vyhodnocení jejich rizika odplavení. Přestože příručka managementu je navržena způsobem, který umožňuje provádět současně prohlídku toku a managementové zásahy (odstranění dřevní hmoty nebo jiné přístupy), bylo by škoda nevést o této rutinní činnosti evidenci. Periodické vyhodnocení může poskytnout informace potřebné pro případnou úpravu managementu. Navrhujeme proto shromažďovat následující údaje o managementu dřevní hmoty v tocích (s identifikací příslušnosti k úseku pro dané rizikové místo):

- Počet kusů ležícího dřeva s vysokým a středním rizikem odplavení a zároveň délkou nebezpečnou pro rizikové místo na toku ($l_{km} \geq L_{krit}$).
- Počet stromů se středním rizikem vyvrácení a zároveň délkou nebezpečnou pro rizikové místo na toku ($B \geq l_{km} \geq L_{krit}$).
- Kolik kusů (případně jaký objem) ležící dřevní hmoty bylo odstraněno z koryta?
- Kolik kusů (případně jaký objem) ležící dřevní hmoty bylo stabilizováno v korytě?
- Kolik kusů (případně jaký objem) stromů bylo odstraněno z břehových porostů?
- Kolik kusů (případně jaký objem) stromů bylo stabilizováno v korytě?
- Jaká byla pracovní a finanční náročnost provedených opatření?

7. SEZNAM LITERATURY CITOVANÉ V PŘÍRUČCE A ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOHÁCH

- Abbe, T. B., Brooks, A. P., Montgomery, D. R. Wood in River Rehabilitation and Management. In: Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). The ecology and management of wood in world rivers. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2003a, s. 249-263.
- Abbe, T. B., Montgomery, D. R. (2003): Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets river basin, Washington. *Geomorphology* 51: 81-107.
- Abbe, T., Pess, G., Montgomery, D. R., Fetherston, K. Integrating engineered log jam technology into reach-scale river restoration. In Montgomery, D. R., Bolton, S., Booth, D. B., Wall, L., (Eds.). Restoration of Puget Sound Rivers. Seattle and London: University of Washington Press, 2003b, s. 443-482.
- Anderson, N. H., Sedell, J. R. (1979) Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 24, 351-377.
- Anonym.: Zpráva o hydrologickém vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR. *Český hydrometeorologický ústav*. Praha. 2006. 86 s.
- Assani, A. A., Petit, F. (1995) Log-jam effects on bed-load mobility from experiments conducted in a small gravel-bed forest ditch. *Catena* 25, 117-126.
- Aumen, N. G. P., Bottomley, G. M., Ward, G. M., Gregory, S. V. (1983) Microbial decomposition of wood in streams: distribution of microfauna and factors affecting ¹⁴C lignocelulose mineralization. *Applied Environmental Microbiology* 46, 1409-1416.
- Balvín, P., Gabriel, P., Bouška, P., Havlík, A.: Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích - Technické podmínky TP 204. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i., Praha, 2009.
- Benda, L. (2004) Wood recruitment to streams, mendocino Coast, California. *Cambell Timberland Management*, 18 s.
- Benke, A. C., Vanarsdall, T. C., Gillespie, D. M., Parrish, F. K. (1984) Invertebrate Productivity in A Sub-Tropical Blackwater River - the Importance of Habitat and Life-History. *Ecological Monographs* 54, 25-63.
- Benke, A. C., Wallace, J. B. Influence of wood on invertebrate communities in streams and rivers. In: Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda: American fisheries society, 2003; 149-177.
- Beschta, R. L. (1979) Debris removal and its effects on sedimentation in an Oregon Coast Range stream. *Northwest Science* 53, 71-77.
- Biedenham, D. S., Elliott, C. M., Watson, C. C. The WES stream investigation and streambank stabilization handbook. Vicksburg, Mississippi, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1997. 286 s.
- Bilby, R. E. (1981) Role of organic debris dams in regulating the export of dissolved and particulate matter from a forested watershed. *Ecology* 62, 1234-1243.
- Bilby, R. E. (1984) Post-logging removal of woody debris affects stream channel stability. *Journal of Forestry* 82, 609-613.
- Bilby, R. E. Decomposition and nutrient dynamics of wood in streams and rivers. In: Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2003; 2003: 135-147.
- Bilby, R. E., Likens, G. E. (1980) Importance of organic debris dams in the structure and function of stream ecosystems. *Ecology* 61, 1107-1113.
- Bilby, R. E., Ward, J. W. (1989) Changes in characteristics and function of woody debris with increasing size of streams in western Washington. *Transactions of the American Fisheries Society* 118, 368-378.
- Brooks, A. P., Abbe, T. B., Jansen, J. D., Taylor, M., Gippel, C. J. Putting the wood back into our rivers: An experiment in river rehabilitation, In: Rutherford, I., Sheldon, F., Brierley, G., Kenyon, C. (eds.) Third Australian Stream Management Conference. Brisbane, 2001. s. 27-29.
- Brooks, A. P., Brierley, G. J. (2004) Framing realistic river rehabilitation targets in light of altered sediment supply and transport relationships: lessons from East Gippsland, Australia. *Geomorphology* 58, 107-123.
- Brooks, A. P., Gehrke, P. C., Jansen, J. D., Abbe, T. B. (2004) Experimental reintroduction of woody debris on the Williams River, NSW: Geomorphic and ecological responses. *River Research and Applications* 20, 513-536.
- Brooks, A. P., Howell, T., Abbe, T. B., Arthington, A. H. (2006) Confronting hysteresis: Wood based river rehabilitation in highly altered riverine landscapes of south-eastern Australia. *Geomorphology* 79, 395-422.
- Buffington, J. M., Montgomery, D. R. (1999) Effects of hydraulic roughness on surface textures of gravel-bed rivers. *Water Resources Research* 35, 3507-3521.
- Bureš, S. Význam padlých topolů v korytě řeky Moravy pro migrující a hnízdicí ptactvo. Olomouc, 1999. 3 s.
- Coe, H. J., Kiffney, P. M., Pess, G. R., Kloehn, K. K., McHenry, M. L. (2009) Periphyton and invertebrate response to wood placement in large Pacific Coastal rivers. *River Research and Applications* 25, 1025-1035.
- Crawford, D. L., Sutherland, J. B. (1979) The role of actinomycetes in the decomposition of lignocelulose. *Developments in Industrial Microbiology* 20, 143-151.

- Cudney, M. D., Wallace, J. B. (1980) Life cycle, microdistribution, and production dynamics of six species of net-spinning caddisflies in a large southeastern (U.S.A.) river. *Holarctic Ecology* 3, 169-182.
- Curran, J. H., Wohl, E. E. (2003) Large woody debris and flow resistance in step-pool channels, Cascade Range, Washington. *Geomorphology* 51, 141-157.
- Dolloff, C. A., Warren, J. Fish relationships with large wood in small streams. In: Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2003; 2003: 179-193.
- Dooley, J. H., Maschhoff, J. T. ELWd Engineered woody debris jam structures for small rivers and streams, Forest Concepts, LLC, ELWd Systems division. 2001. <<http://www.forestconcepts.com/docs/121801.pdf>> [cit. 3. 3. 2011].
- Downs, P.W., Simon, A. (2001) Fluvial geomorphological analysis of the recruitment of large woody debris in the Yalobusha river network, Central Mississippi, USA. *Geomorphology*, 37, 65–91.
- Dudley, T., Anderson, N. H. (1982) A survey of invertebrates associated with wood debris in aquatic habitats. *Melandieria* 39, 1-21.
- Erskine, W. D., Webb, A. A. (2003) Desnagging to resnagging: New directions in river rehabilitation in Southeastern Australia. *River Research and Applications* 19, 233-249.
- Fetherston, K.L., Naiman, R.J., Bilby, R.E. (1995) Large woody debris, physical process, and riparian forest development in montane river networks of the Pacific Northwest. *Geomorphology* 13, 133–144.
- Fremrová, L., Kokeš, J., Němejcová, D., Opatřilová, L., Janovská, H., Zahrádková, S. ČSN 75 7701 Jakost vod - Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA. : ČSN 75 7701 [2008]
- Frissell, C. A., Nawa, R. K. (1992): Incidence and Causes of Physical Failure of Artificial Habitat Structures in Streams of Western Oregon and Washington. *North American Journal of Fisheries Management* 12: 182-197.
- Gerhard, M., Reich, M. (2000) Restoration of streams with large wood: Effects of accumulated and built-in wood on channel morphology, habitat diversity and aquatic fauna. *International Review of Hydrobiology* 85, 123-137.
- Gerhard, M.; Reich, M. (2001): Totholz in Fließgewässern - Empfehlungen zur Gewässerentwicklung. Mainz - Heidelberg: GFGmbH & WBWmbH, 85 s.
- Gippel, C. J. (1995) Environmental hydraulics of large woody debris in streams and rivers. *Journal of Environmental Engineering* 121, 388-395.
- Godfrey A. A review of the invertebrate interest of coarse woody debris in England. Godfrey, A. 513, 1-51. 2003. Northminster House, Peterborough PE1 1UA, English Nature. English Nature Research Reports. 2003.
- Gregory, K.J., Davis, R.J., Tooth, S. (1993) Spatial distribution of coarse woody debris dams in the Lymington Basin, Hampshire, UK. *Geomorphology*, 6, 207–224.
- Gregory, K.J., Gurnell, A.M., Hill, C.T. (1985) The permanence of debris dams related to river channel processes. *Hydrological Sciences Journal/Journal des Sciences Hydrologiques*, 30, 371–381.
- Grešková, A. (2005) Zvyšky dreva v korytách riek: interakcie s korytovou morfológiou a fluviálnymi procesmi. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 21–33.
- Grešková, A. (2007) Využitie akumulácií zvyškov dreva (Large Woody Debris) pri revitalizácii riečnych koryt. In: Herber, V. (ed.), Fyzickogeografický zborník 4: Fyzická geografie, teórie a aplikácie, Masarykova univerzita, Brno, 105–110.
- Grier, C. C. (1978) Tsuga-Heterophylla - Picea-Sitchensis Ecosystem of Coastal Oregon - Decomposition and Nutrient Balances of Fallen Logs. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 8, 198-206.
- Gurnell, A.M. (2003). Wood storage and mobility. In S. Gregory, K. Boyer, & A. Gurnell (Eds.), *The Ecology and Management of Wood in World Rivers* (pp. 75–92). Bethesda: American Fisheries Society.
- Gurnell, A. M., Gregory, K. J., Petts, G. E. (1995) The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: implications for management. *Aquatic Conservation* 5, 143-166.
- Habersack, H., Kristelly, C. (2006) Baumkartierung im Nationalpark Thayatal entlang der Thaya: Methodik. Hainersdorf, 9 s.
- Hall R.O., Wallace, J. B., Eggert, S. L. (2000) Organic matter flow in stream food webs with reduced detrital resource base. *Ecology* 81, 3445-3463.
- Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N. G., Sedell, J. R., Lienkaemper, G. W., Cromack, K., Cummins, K. W. (1986) Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15, 133-302.
- Hering, D., Kail, J., Eckert, S., Gerhard, M., Meyer, E.I., Mutz, M., Reich, M., Weiss, I. (2000) Coarse woody debris quantity and distribution in Central European streams. *International Review of Hydrobiology*, 85, 5 – 23.
- Hoffmann, A., Hering, D. (2000) Wood-associated macroinvertebrate fauna in Central European streams. *International Review of Hydrobiology* 85, 25-48.
- House, R. A., Boehne, P. L. (1987) The Effect of Stream Cleaning on Salmonid Habitat and Populations in a Coastal Oregon Drainage. *Western Journal of Applied Forestry* 2, 84-87.
- Chen, X., Xiaohua, W., Scherer, R., Hogan, D. (2008) Effects of large woody debris on surface structure and aquatic habitat in forested streams, southern interior British Columbia, Canada. *River Research and Applications*, 24, 862–875.

- Johnson, L. B., Breneman, D. H., Richards, C. (2003) Macroinvertebrate community structure and function associated with large wood in low gradient streams. *River Research and Applications* 19, 199-218.
- Kail, J., Hering, D., Muhar, S., Gerhard, M., Preis, S. (2007) The use of large wood in stream restoration: experiences from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology* 44, 1145-1155.
- Kindl, M. (1997) Poznámka k vlastnictví vod. *Právník* 2/1997
- Kindl, M. (2009) Jeskyně, rybníky a jiné problémy moderní právní úpravy. *Právník* 10/2009.
- Kindl, M., David, O. (2005) Úvod do práva životního prostředí. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s. r. o., 2005, 223 s. ISBN 80-86898-11-3.
- Kirchner, K., Lacina, J., Máčka, Z., Hrádek, M., Ivan, A., Hofírková, S., Petrová, A., Jurajda, P., Krejčí, M., Roštínský, P. Studium a modelování antropogenního ovlivnění říční sítě v Národní přírodní rezervaci Vrapač. Kirchner, J.(ed.) Brno, Akademie věd ČR, Ústav geoniky, pobočka Brno. 1999. 1-59.
- Kitts, D. R., Sear, D. A., Darby, S. E. The effect of large woody debris dams upon flow resistance. University of Southampton, School of Geography, <<http://www.newforestlife.org.uk/life3/PDFs/SU-effectsofdams.pdf>> [cit. 3. 3. 2011]
- Lane, E. W. (1955) Design of stable channels. *Transactions ASCE* 120, 1234 - 1279.
- Kožený, P. (2007) Vliv desetileté povodně na transport dřevní hmoty uložené v korytě a nivě řeky Blanice. In: Jarmila Měkotová, Otakar Štěrba Říční krajina 5. Univerzita Palackého v Olomouci, Česká společnost pro krajinnou ekologii, Olomouc, 124—133.
- Kožený, P., Simon O. (2010) Mrtvé dřevo ve vodních tocích – čas změnit zákony? *Příroda* 27/2010.
- Kožený, P., Simon, O. Analýza naplavené dřevní hmoty na nádrži Znojmo po jarní povodni 2006. In Měkotová, J., Štěrba, O. Říční krajina 4. Olomouc, 18.10.2006. Olomouc : Univerzita Palackého, 2006, s. 111—118. ISBN 80-244-1495-3.
- Kožený, P., Vajner, P., Žerníčková, O., Simon, O. (2006) Stabilita přírodně blízkého zpevnění meandrů Moravy v NPR Vrapač. In: Měkotová, J. – Štěrba, O. (eds.), Říční krajina 4, Univerzita Palackého v Olomouci, Česká společnost pro krajinnou ekologii, Olomouc, 118–125.
- Kožený, P., Vajner, P., Žerníčková, O., Šindlar, M., Zapletal, J. (2011) Vývoj technické stabilizace dřevní hmoty v korytě Moravy v CHKO Litovelské Pomoraví. *Vodní hospodářství* 3/2011. ISSN 1211-0760.
- Krecht, J. (1997) Poznámka k vlastnictví vod. *Právník* 6/1997.
- Krejčí, L. (2010) Struktura, dynamika a geomorfologické účinky dřevní hmoty v říčních korytech lesních vegetačních stupňů ČR. Disertační práce, Masarykova univerzita, 224 s.
- Krejčí, L., Máčka, Z. (2011) Human involvement in large woody debris input, removal and mobility – examples from rivers in the Czech Republic. *Area*, v recenzním řízení.
- Le Lay, Y. F., Piégay, H., Gregory, K., Chin, A., Dolédec, S., Elosegi, A., Mutz, M., Wyzga, B., Zawiejska, J. (2008): Variations in cross-cultural perception of riverscapes in relation to in-channel wood. *Transactions of the Institute of British Geographers* 33: 268-287.
- Lemly, A. D., Hilderbrand, R. H. (2000) Influence of large woody debris on stream insect communities and benthic detritus. *Hydrobiologia* 421, 179-185.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G. (1957) River channel patterns – braided, meandering, and straight. Washington: United States Geological Survey Professional Paper 282 (B), 39 -85.
- Linstead, C., Gurnell, A. M. Large woody debris in British headwater rivers. Physical habitat role and management guidelines. Linstead, C and Gurnell, A. M. R&D Technical report W181, Environment agency 1999. 1-54.
- Macura, L. Úpravy toků. Bratislava: SVTL. 1966. 731 s.
- Máčka a kol. (2011) A critical review of field techniques employed in the survey of large woody debris in river corridors: a central European perspective. *Environmental Monitoring and Assessment* (v tisku).
- Máčka, Z., Braun, M. (2009) Risk analysis of riparian trees and large woody debris in the managed ecosystems (case study from the National park Podyjí, Czech Republic). *Geoscape*, 4, 86–92.
- Máčka, Z., Krejčí, L. (2006) Plavená dřevní hmota (splávy) v korytech vodních toků – případová studie z CHKO Litovelské Pomoraví. In: Měkotová, J. – Štěrba, O. (eds.), Říční krajina 4, Univerzita Palackého v Olomouci, Společnost pro krajinnou ekologii, Olomouc, 172–182.
- Máčka, Z., Krejčí, L. (2009) Mrtvé dřevo – přirozená součást říční krajiny. In: Herber, V. (ed.), Fyzickogeografický sborník 7 – Fyzická geografie a trvalá udržitelnost, Brno, 34–40.
- Máčka, Z., Krejčí, L. (2010) Výskyt dřevní hmoty v korytech vodních toků České republiky. *Vodní hospodářství*, 60 (2), 33–36.
- Máčka, Z., Krejčí, L. (2010) Výskyt dřevní hmoty v korytech vodních toků České republiky. *Vodní hospodářství* 33-36.
- Máčka, Z., Krejčí, L. Plavená dřevní hmota (splávy) v korytech vodních toků – případová studie z CHKO Litovelské Pomoraví. Měkotová, J. and Štěrba, O. Říční krajina 4. Olomouc, 2006a. Univerzita Palackého. 172-182. ISBN 978-80-244-1890-2.
- Máčka, Z., Krejčí, L. Prognóza geomorfologického vývoje řeky Moravy v úseku od jezu Hynkov po Kenickou lávku. Brno. 2006b. 1-62.

- Máčka, Z., Krejčí, L., Loučková, B., Peterková, L. (2010) A critical review of field techniques employed in the survey of large woody debris in river corridors: a central European perspective. *Environmental Monitoring and Assessment*, on-line first 28. prosince 2010, DOI: 10.1007/s10661-010-1830-8.
- Malik, I. (2004a) Rola kłod w kształtowaniu dna koryta rzeki mandrującej na przykładzie Malej Panwi (Równina Opolska). *Czasopismo Geograficzne*, 75 (4), 255–274.
- Malik, I. (2004b) Wpływ drzew nadrzecznych na transformacje równiny zalewowej i koryta rzeki meandrującej na przykładzie Malej Panwi (Równina Opolska). *Przegląd geograficzny*, 76 (3), 345–360.
- Manners, R. B., Doyle, M. W., Small, M. J. (2007) Structure and hydraulics of natural woody debris jams. *Water Resour. Res.* 43. 76-78.
- Maršnerová, V. (1998) Nabývání práva k vodě. *Právník* 1/1998.
- Martin, D.J., Benda, L.E. (2001) Patterns of in-stream wood recruitment and transport at watershed scale. *Transactions of the American Fisheries Society*, 130, 940–958.
- Montgomery, D. R., Buffington, J. M. (1997) Channel reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin* 109, 596-611.
- Montgomery, D. R., Buffington, J. M., Smith, R. D., Schmidt, K. M., Pess, G. (1995) Pool spacing in forest channels. *Water Resources Research* 31, 1097-1105.
- Montgomery, D. R., Collins, B. D., Buffington, J. M., Abbe, T. B. Geomorphic effects of wood in rivers. In Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2003. s. 21-47.
- Mossop, B., Bradford, M. J. (2004) Importance of large woody debris for juvenile chinook salmon habitat in small boreal forest streams in the upper Yukon River basin, Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 34, 1955-1966.
- Moulin, B., Piegay, H. (2004) Characteristics and temporal variability of large woody debris trapped in a reservoir on the river Rhone (Rhone): implications for river basin management. *River Research and Applications* 20, 79-97.
- Murphy, M. L., Koski, V. (1989) Input and depletion of woody debris in Alaska streams and implications for streamside management, *North American Journal of Fisheries Management* 9, 427-436.
- Mutz, M., Rhode, A. (2003) Processes of surface-subsurface water exchange in a low energy sand-bed stream. *International Review of Hydrobiology* 88(3-4), 290-303.
- Neumann, R. M., Wildman, T. L. (2002) Relationships between trout habitat use and woody debris in two southern New England streams. *Ecology of Freshwater Fish* 11, 240-250.
- Nilsson, C., Lepori, F., Malmqvist, B., Törnlund, E., Hjerdt, N., Helfield, J. M., Palm, D., Östergren, J., Jansson, R., Brännäs, E., Lundqvist, H. (2005) Forecasting Environmental Responses to Restoration of Rivers Used as Log Floatways: An Interdisciplinary Challenge. *Ecosystems* 8, 779-800.
- O'Neal, J., Watts, A., Sibley, T., Bolton, S. Hydraulic and biologic effects of engineered large woody debris in stream rehabilitation. University of Washington, Center for Streamside Studies. 2000. <<http://www.cfr.washington.edu/research/factSheets/05-CSSelwd.pdf>> [cit. 3. 3. 2011]
- Palmer, M. A., Arensburger, P., Martin, A. P., Denman, D. W. (1996) Disturbance and patch-specific responses: The interactive effects of woody debris and floods on lotic invertebrates. *Oecologia* 105, 247-257.
- Parker, G. (1979) Hydraulic geometry of active gravel rivers. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 105, 1185 - 1201.
- Piegay, H. (1993) Nature, mass and preferential sites of coarse woody debris deposits in the Lower Ain Valley (Mollon Reach), France. *Regulated Rivers: Research & Management* 8, 359-372.
- Piegay, H., Gregory, K. J., Bondarev, V., Chin, A., Dahlström, N., Elosegi, A., Gregory, S. V., Joshi, V., Mutz, M., Rinaldi, M., Wyzga, B., Zawiejska, J. (2005): Public Perception as a Barrier to Introducing Wood in Rivers for Restoration Purposes. *Environmental Management* 36: 665-674.
- Piegay, H., Thevenet, A., Kondolf, G. M., Landon, N. (2000) Physical and Human Factors Influencing Potential Fish Habitat Distribution along a Mountain River, France. *Geografiska Annaler, Series A: Physical Geography* 82, 121-136.
- Powell, J. W. Exploration of the Colorado river of the west and its tributaries. Washington, D. C.: Government Printing Office. 1875. 291 s.
- Quesnel, H. (1994). Assessment and characterization of old-growth stands in the Nelson Forest Region. British Columbia Forest Service, Nelson Forest Regional Technical Report TR-013, 150 s.
- Raplík, M., Výbora, P., Mareš, K. Úprava tokov. Bratislava, Alfa. 1989. 639 s.
- Raven, P.J., Fox, P.E., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H. River habitat survey: A new system for classifying rivers according to their habitat quality. 215-234. 1997. Edinburgh, Scotland, Her Majesty's Stationery Office, Stationery Office South Gyle Crescent. *Freshwater quality: Defining the indefinable?*
- Reeves, G. H., Bisson, P. A., Rieman, B. E., Benda, L. E. (2006) Postfire Logging in Riparian Areas. *Conservation Biology* 20, 994-1004.
- Robinson, E.G., Beschta, R.L. (1990) Coarse woody debris and channel morphology interactions for undisturbed streams in southern Alaska, USA. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 149–156.
- Rosgen, D. L. A. (1994) A classification of natural rivers. *Catena*, 22, 69 - 99.

- Rosgen, D. L. A. Applied River Morphology. Pagosa Springs: Wildland Hydrology. 1996. 390 s.
- Sear D. A., Newson, M. D., Thorne, C. R. Guidebook of applied fluvial geomorphology, R&D Technical Report FD1914, London, 2003.
- Shields Jr., F. D., Smith, R. H. (1992) Effects of large woody debris removal on physical characteristics of a sand-bed river. *Aquatic Conservation* 2, 145-163.
- Shields, F. D., Jr., Knight, S. S., Morin, N., Blank, J. (2003) Response of fishes and aquatic habitats to sand-bed stream restoration using large woody debris. *Hydrobiologia* 494, 251-257.
- Shields, J., Gippel, C. J. (1995) prediction of effects of woody debris removal on flow resistance. *Journal of Hydraulic Engineering* 121, 341-354.
- Schuett-Hames, D., Pleus, A.E., Ward, J., Fox, M., Light, J. (1999) Method manual for the large woody debris survey. TFW Monitoring Program, AM9-99-004, 33 s.
- Schumm, S. A., Lichty, R. W. (1965) Time, Space and causality in geomorphology. *American Journal of Science* 263, 110-119.
- Siemens, M., Hanfland, S., Binder, W., Herrmann, W., Rehklau, W. Mrtvé dřevo přináší život do řek a potoků. Bavorský zemský úřad pro životní prostředí. Mnichov, 2005. 48 s.
- Sollins, P. (1982). Input and decay of coarse woody debris in coniferous stands in western Oregon and Washington. *Canadian Journal of Forest Research*, 12, 18–28.
- Stevens, V. (1997) The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests. British Columbia Ministry of Forests, Research Branch, Victoria, B.C., 26 s.
- Swanson, F.J., Lienkamper, G.W., Sedell, J.R. (1976) History, physical effects, and management implications of large organic debris in western Oregon streams. General Technical Report PNW-GTR-056, Forest Service, Pacific Northwest Forest Station, Portland, 15 s.
- Sweka, J. A., Hartman, K. J. (2006) Effects of large woody debris addition on stream habitat and brook trout populations in Appalachian streams. *Hydrobiologia* 559, 363-378.
- Šindlar M., Vlček, L., (2002) Geomorfologické typy vodních toků a jejich využití pro revitalizace. *Vodní hospodářství* 2002/6, 172.
- ŠINDLAR s.r.o.: Dokumentace k územnímu řízení. Lapač plavené dřevní hmoty – Litovel. Býšť. 2004.
- Šindlar, M. (2008a) Stream channels and floodplain evolution: Typology of geomorphologic processes. Poster. 4th ECRR International Conference on River Restoration. Venice.
- Šindlar, M. a kol. (2007a) Projekt Nežárka – vazba přírodě blízkých protipovodňových opatření a hydromorfologického stavu vod.
- Šindlar, M. a kol. (2007b) Projekt Horní Opava - část C - vazba protipovodňové ochrany a hydromorfologického stavu vod.
- Šindlar, M. a kol. (2007c) Projekt Horní Morava – vazba přírodě blízkých protipovodňových opatření a hydromorfologického stavu vod.
- Šindlar, M. a kol. (2007d) Projekt Dyje a Moravská Dyje – vazba přírodě blízkých protipovodňových opatření a hydromorfologického stavu vod.
- Šindlar, M. a kol. (2007e) Projekt Dědina – vazba přírodě blízkých protipovodňových opatření a hydromorfologického stavu vod.
- Šindlar, M. a kol. (2008b) Přírodě blízká protipovodňová opatření na tocích a v nivách. Metodika vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů přírodě blízkých protipovodňových opatření k dosažení potřebného stupně protipovodňové ochrany a dobrého stavu hydromorfologické složky vod. Verze 06/2008. Býšť. 80 s. Publikováno in: *Věstník MŽP XVII/11*, listopad 2008.
- Šindlar, M. a kol. (2010) Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, část I. – typologie korytotvorných procesů. Hradec Králové: Šindlar EU s.r.o., stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství. ISBN 978-80-254-244 5-2. v tisku.
- Šindlar, M. a kol. Pilotní projekt modelového řešení monitoringu, vyhodnocení návrhu opatření a vyhodnocení efektivity vynaložených prostředků v oblasti hydromorfologie toků v ČR dle požadavků WFD – Část č. 1. Mapování základních hydromorfologických charakteristik vybraných vodních toků v povodí toku Ploučnice. Hradec Králové. 2007c.
- Šindlar, M. a kol. Projekt Svratka – vazba přírodě blízkých protipovodňových opatření a hydromorfologického stavu vod. Býšť. 2007d.
- Šindlar, M., Zapletal, J., Lohniský, J. Problematika plavené dřevní hmoty (spláví) v CHKO Litovelské Pomoraví. Grantový projekt VaV 610/10/00 „Vliv hospodářských zásahů na změnu v biologické rozmanitosti ve ZCHÚ“ v rámci Programu výzkumu a vývoje MŽP pro rok 2000 – Biosféra, 1-20. 2003. Býšť.
- Tank, J. L., Webster, J. R. (1998) Interaction of substrate and nutrient availability on wood biofilm processes in streams. *Ecology* 79, 2168-2179.
- Triska, F. J., Sedell, J. R., Buckley, B. M. (1975) The processing of conifer and hardwood leaves in two coniferous forest streams. II Biogeochemical and nutrient changes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19, 1628-1639.
- Úradníček, L., Šlezinger, M. a kol. Stabilizace břehů za využití armované zemní konstrukce s podporou kořenových systémů dřevin. Brno: akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2007. 210 s. ISBN 978-80-7204-550-1.

- Vajner, P., Simon, O. Mrtvé dřevo jako stabilizující faktor v nivách potoků, nebo překážka v korytě. In Měkotová, J., Stěrba, O. Říční krajina 3. Olomouc, 5.10.2005. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2005, s. 368—377. ISBN 80-244-1162-8.
- van Sickle, J., Gregory, S. V. (1990) Modelling input of large woody debris to streams from falling trees. *Canadian Journal of Forest Research* 20, 1593–1601.
- Wallace, J. B., Eggert, S. L., Meyer, J. L., Webster, J. R. (1999) Effects of resource limitation on a detrital-based ecosystem. *Ecological Monographs* 69, 409–442.
- Wallace, J. B., Webster, J. R. (1996) The Role of Macroinvertebrates in Stream Ecosystem Function. *Annual Review of Entomology* 41, 115–139.
- Wallace, J. B., Webster, J. R., Meyer, J. L. (1995) Influence of log additions on physical and biotic characteristics of a mountain stream. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 52, 2120–2137.
- Warmke, S., Hering, D. (2000) Composition, microdistribution and food of the macroinvertebrate fauna inhabiting wood in low-order mountain streams in Central Europe. *International Review of Hydrobiology* 85, 67–78.
- Weigelhofer, G., Waringer, J. A. (1999) Woody debris accumulations - Important ecological components in a low order forest stream (Weidlingbach, Lower Austria). *International Review of Hydrobiology* 84, 427–437.
- Wondzell, S. M., Bisson, P. A. Influence of wood on aquatic biodiversity. In: Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M. (Eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2003; 2003: 249–263.
- Zika, U., Peter, A. (2002) The introduction of woody debris into a channelized stream: Effect on trout populations and habitat. *River Research and Applications* 18, 355–366.

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 3.1.1 Příklady různých forem dřevní hmoty v říčních systémech. A: břehovou erozí vyvrácený strom s částečně zachovalými větvemi, strom byl za povodně přepraven a zachytil se na jesebním břehu, kde se kolem jeho kořenového balu vytvořila vírová tůň, větve byly využity jako potrava bobrů (Morava, PP Osypané břehy); B: Abrází vodním proudem odvětvené a odkorněné stromy (Morava, NPR Ramena řeky Moravy); C: dřevní akumulace vytvořená zachycením plovoucího dřeva v doprovodných porostech během zaplavení nivy za povodně (Dyje, NP Podyjí); D: vyvrácený, zmlazující strom ležící v korytě (Lužnice, PR Horní Lužnice). Foto Z. Máchka (A, C, D) a L. Krejčí (B) 6
- Obr. 3.2.2 Dřevní hmota má vliv na ukládání sedimentů, při výskytu středových akumulací dochází k rozšíření a „vymělnění“ koryta. Tím je omezena dnová eroze a dlouhodobé zahlubování koryta s destabilizací výše navazujících úseků. Tok Černná Královéhradecký kraj, foto: M. Sucharda..... 9
- Obr. 3.2.1 Zatřídění geomorfologického typu toku dle Šindlar (2008b). V grafu jsou vymezeny toky v dynamické rovnováze, které tvoří převládající skupinu významných vodních toků v ČR. Erozní geomorfologické typy (hloubková, akcelerovaná eroze) nelze na základě parametrů daných grafem jednoznačně vymezit. Jejich rozlišení na základě dalších znaků je popsáno níže. 11
- Obr. 3.3.1 Schematické znázornění toku partikulovaného organického materiálu v korytě bez dřevní hmoty a vodního toku s hojným výskytem dřevní hmoty. V morfologicky jednoduchém korytě převládá transport POM po proudu, v morfologicky rozmanitém korytě se POM zachycuje a je zpracováván v potravním řetězci..... 15
- Obr. 3.3.2 Mohutný kmen v písčitém korytě podporuje morfologickou diverzitu koryta a poskytuje biotop pro organismy, tok Černná, Královéhradecký kraj, foto: M. Sucharda..... 16
- Obr. 4.1.1–2 Splavená dřevní hmota ohrožuje při povodni především mostní objekty s malou světlostí. Největší problémy způsobuje odplavitelný materiál skladovaný v záplavovém území. Na obrázku vlevo je Karlův most po povodni roku 1872, kdy většinu šíře Vltavy zaujímala rozsáhlá akumulace utržených vorů (foto: František Fridrich, 1872). Na obrázku vpravo je vyobrazen most přes Berounku po povodni v témže roce..... 18
- Obr. 4.3.1 Schéma postupu při použití dřevní hmoty v oblasti péče o vodní toky..... 23
- Obr. 4.4.1.1 Obecné schéma selektivního managementu dřevní hmoty ve vodním toku. Údržba vodního toku je úměrná pravděpodobnosti odplavení a riziku plynoucím ze zachycení spláv v rizikových místech na vodním toku (příčné stavby na toku, intravilán atd.). Pokud je vodní tok bohatý na splavovanou dřevní hmotu a její údržba je příliš náročná nebo z důvodu ochranných podmínek území problematická, lze zvážit použití technické ochrany ohrožených míst..... 25
- Obr. 4.4.2.1. Postup pro selektivní management dřevní hmoty v korytě a břehových porostů z hlediska analýzy rizik. Podrobněji jsou jednotlivé kroky popsány v kapitole 4.4.2. 27
- Obr. 4.4.2.2 Stanovení jednotlivých zón managementu dřevní hmoty a břehových porostů..... 29

Obr. 4.4.3.1-2 Splávi nahromaděné u hráze vodní nádrže Znojmo po více než stoleté povodni na jaře 2006. Většinu dřevní hmoty tvořily 1-2 metry dlouhá polena pocházející pravděpodobně z údržby břehových porostů v NP Podyjí.....	36
Obr. 4.6.1 Ukázka rekreační funkce revitalizovaného toku včetně využití prvků dřevní hmoty. Náhon v městě Chrudim, 2008, foto M. Šindlar.....	39
Obr. 5.1.1 Stabilizace dřevní hmoty zvětšením rozměrů – spojení více kusů dřeva.	40
Obr. 5.1.2 Kotvení dřevní hmoty lany ke stromu na břehu.	41
Obr. 5.1.3 Schéma kotvení kmenů uložených do břehů pomocí ocelových lan.	41
Obr. 5.1.4 Stabilizace dřevní hmoty pomocí pilotů zaražených do dna. Spodní polovina kmene je zahrnuta sedimentem, aby bylo omezeno riziko podezření pilotů.....	42
Obr. 5.1.5 Schéma kotvení kmenů uložených do břehů pomocí dřevěných pilot.	42
Obr. 5.1.6 Stabilizace kmene pomocí zátěže.	43
Obr. 5.2.1.1 Kotvení dřevní hmoty uložené u břehu pomocí ocelových lan. Jednotlivé kmeny směřují paralelně s proudem.....	44
Obr. 5.2.1.2 Kotvení dřevní hmoty uložené u břehu pomocí dřevěných pilot a kúlů. Spoje je vhodné řešit ocelovými prvky (svorníky, vruty, hřeby, apod.).....	44
Obr. 5.2.1.3 Dřevní hmota uložená tak, aby kořenový systém s balem ležel na břehu a bránil odplavení. Odolnost proti odnosu je možné zvýšit kotvicemi prvky popsány výše.	44
Obr. 5.2.1.4 Ukázka umístění dřevní hmoty v řece Moravě v Litovelském Pomoraví. Kotvení kmenů je provedeno ocelovými lany. Foto: P. Kožený.....	45
Obr. 5.2.2.1-2 Uložení dřevní hmoty na šterkových lavicích. Dřevo je bez kotvení, odolnost proti odnosu je tvořena přitížením části kusů dřeva nánosy sedimentu. Bez kotvení je tento prvek vhodné instalovat pouze do člověkem málo ovlivněných vodních toků.	46
Obr. 5.3.1.1-3 Drobný výhon z dutého válce je prvek používaný v těžko dostupných oblastech bez přístupu mechanizace. Fotografie dole vlevo je pořízena před uložením do koryta a naplněním místním materiálem. Fotografie dole vpravo je pořízena po instalaci (navrženo a provedeno společností ELWd Systems, USA)	47
Obr. 5.3.2.1 Schéma výhonu kombinující dřevní hmotu s kamenivem.....	48
Obr. 5.3.2.2-3 Fotografie využití prvku pro ochranu břehu komunikace v USA. Na levém obrázku břeh před akcí chráněn kamenným záhozem a rovinaninou, fotografie vpravo je po realizaci. V případě použití v místech ledochodů je vhodné kulatiny směřovat tak, aby kladly co nejmenší odpor a konce orientované do středu koryta vetknout do dna.....	48
Obr. 5.3.3.1 Ukázka prvku pro rozdělení vodního proudu. Konstrukce vychází z typické akumulace vyskytující se u GMF anastomozní větvení a větvení šterkonosného vinoucího se koryta.	49
Obr. 5.4.1.1 Schéma opevnění břehu kmeny s ponechanými kořenovými systémy. Kmeny s kořenovými baly jsou vetknuty do terénu a dodatečně zpevněny spojením s podélně a šikmo uloženými kmeny (na schématu se světlou výplní).	51
Obr. 5.4.1.2 Fotografie detailu využití opevnění břehů s ozeleněním prvku vzrůstající dřevinou vegetací. U prvku se tvoří tůň s větší hloubkou vodního sloupce a krytové příležitosti pro živočichy, zejména ryby.	51
Obr. 5.4.1.3 Fotografie úseku s opevněním břehů dřevní hmotou a vzrůstající dřevinou vegetací.	51
Obr. 5.4.2.1 Schéma opevnění břehů kmeny s klestovým podkladem.....	52
Obr. 5.4.2.2 Příklad klestového podkladu vhodného jako podklad pro hrubé kusy dřevní hmoty. Zabraňující tryskovému efektu a erozi břehů.....	53
Obr. 5.4.2.3 Fotografie opevnění břehu kmeny malého vodního toku. Kotvení kmenů je provedeno vetknutím do terénu piloty. U malých koryt, kde hmota kmene s dostatečným průměrem pokrývá břeh, není nutný klestový podklad.	53
Obr. 5.4.3.1 Schéma opevnění břehů kmeny s patkou z kameniva. Stabilitu zajišťuje především patka s rovinaninou z kamenného záhozu. Dřevní hmota má především biologickou funkci, jako zpevnění celé konstrukce funguje pouze podpůrně.....	55
Obr. 5.4.3.2 Fotografie uložení kmenů do břehů s kotvením pomocí lan. Lana jsou zejména u šterkonosných toků ohrožena obrusem splaveninami. Jako vhodný konstrukční spoj se ukazují kryté ocelové prvky (hřeby, vruty, šroubované svorníky).....	55
Obr. 5.5.1.1 Schéma stupně z napříč uložených kmenů.....	56

Obr. 5.5.1.2 Fotografie přirozeně vytvořeného stupně, kde je přehrážka tvořena akumulací dřevní hmoty na bezejmenném malém vodním toku (pravostranný přítok Orlice v úseku Choceň – Ústí nad Orlicí). Důležitou součástí jsou živé stromy, tvořící základ akumulace. Výška sedimentů je cca 1,2 m.	57
Obr. 5.5.1.3 Fotografie přirozeně vytvořeného stupně z akumulace dřevní hmoty, tok Čermná, Královéhradecký kraj. V písčitém prostředí tvoří dřevní hmota důležité struktury diverzifikující tvar koryta a zabraňuje hloubkové erozi.	57
Obr. 5.5.2.1 Schéma skluzu z napříč uložených kmenů.	58
Obr. 5.6.1.1 Sada ochranných bárek a jejich rozmístění na hydraulickém modelu v laboratorní hale VÚV TGM, v.v.i. v rámci výzkumu pro projekt financovaný z prostředků Státního fondu dopravní infrastruktury.	60
Obr. 5.6.1.2 Ochrana mostního objektu před zátarasy z plovoucích předmětů při povodních; a) půdorys rozmístění ochranných bárek, b) řez konstrukční řešení ochranných bárek.	60
Obr. 5.6.1.3 Plovoucí předměty zachycené na tzv. ochranných bárkách při povodni (výstavba nádrže Velká Domaša na Ondavě, Slovenská republika).	61
Obr. 5.6.1.4 Deflektor spláví před propustkem. Ocelová konstrukce má funkci hrubých česli, zešíkmení snižuje šanci na ucpání česlí vytlačení dřevní hmoty do horní části a zachování spodní části profilu pro průtok.	61
Obr. 5.6.1.5 Železobetonová konstrukce na zachycení splavenin na velehorské bystřině, Itálie-Alpy. Foto archiv ŠINDLAR, s.r.o.	61
Obr. 5.6.1.6 Železobetonové sloupky tvořící hrubé česle. Základová výpust poldru Žichlínek 2009, Pardubický kraj. Foto Roman Bárta.	61
Obr. 5.6.1.7 Spláví zachycené plovoucí stěnou ze spojených klád (vodní nádrž Les Království po méně než jednoleté povodni, 2006) foto: P. Kožený.	61
Obr. 6.1.1.1 Výřez mapy výskytu dřevní hmoty pro vodní tok Opava. Číslíkové hodnocení jednotlivých úseků odpovídá stupnici podle tabulky 1.5.1. Zdroj: Šindlar, s.r.o.	63
Obr. 6.1.3.1 Rozdělení koryta vodního toku do zón, pro které se zpravidla během mapování/monitoringu stanovuje množství dřevní hmoty. Obrázek poskytl L. Krejčí.	67
Obr. 6.1.3.2 Schéma ukazující, jakým způsobem lze stanovit orientaci kusu dřeva v korytě vodního toku. Obrázek poskytl L. Krejčí.	68

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.4.2.1 Hodnocení rizika odplavení jednotlivého kusu dřevní hmoty uloženého v korytě. Riziko odplavení se hodnotí pouze pro kmeny s délkou $l_{km} \geq L_{krit}$. Tabulka znázorňuje všechny možnosti kombinací pěti faktorů (2^5 možností). Každý řádek tabulky představuje jednu z možných kombinací přítomnosti stabilizačních znaků seřazených do tří úrovní rizika odplavení. Podrobně je stanovení rizika odplavení popsáno v kapitole 4.4.2.	31
Tabulka 4.4.2.2 Obecný návrh managementu dřevní hmoty v jednotlivých zónách vodního toku podle míry rizika odplavení.	32
Tabulka 4.4.2.3 Hodnocení rizika vyvrácení stromů v břehovém porostu. Riziko vyvrácení se hodnotí pouze pro stromy s výškou $B \geq l_{km} \geq L_{krit}$. Tabulka znázorňuje všechny možnosti kombinací pěti faktorů (2^3 možností). Každý řádek tabulky představuje jednu z možných kombinací přítomnosti destabilizačních znaků seřazených do dvou úrovní rizika vyvrácení. Podrobně je stanovení rizika vyvrácení stromu popsáno v kapitole 1.4.4.	33
Tabulka 4.4.2.4 Obecný návrh managementu břehových porostů v jednotlivých zónách vodního toku.	33
Tabulka 4.4.3.1 Relativní míra významu stabilizačních faktorů získaných jednotlivými způsoby stabilizace dřevní hmoty (vyjádřeno počtem křížků – malý, střední a velký stabilizační efekt). Rozdělení stabilizačních faktorů vychází z hodnocení rizika odplavení podle tabulky 1.4.1.	35
Tab. 6.1.1.1 Charakteristika vodního toku vzhledem k přítomnosti prostorově významných, relativně stálých akumulací dřevní hmoty. Bodové hodnocení ve sloupci „Stupnice“ slouží jako vstupní parametr pro hodnocení hydromorfologického stavu vodního toku dle metodiky uveřejněné ve Věstníku MŽP, roč. XVIII, částka 11 z listopadu 2008.	63
Tabulka 6.1.3.1 Parametry nejčastěji sledované v náhodném výběru sta vědeckých prací zabývajících se dřevní hmotou v tocích; samostatně jsou uvedeny sledované parametry pro jednotlivé kusy dřevní hmoty a akumulace, celkově bylo zjištěno 29 různých parametrů uváděných ve vzorku literatury pro jednotlivé kusy a 15 parametrů pro akumulace dřevní hmoty, upraveno podle Máčka a kol. (2011).	66

10. POUŽÍVANÉ ZKRATKY

ČR	Česká republika
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
GIS	Geografické informační systémy
GMF typ	Geomorfologický typ
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky

11. SLOVNÍK POJMŮ

Změněné okrajové podmínky: jedná se především o územně - technické limity ovlivňující výsledný návrh koryta vodního toku. Územně – technické limity: hráze, násypy komunikací, rozsáhlé terénní úpravy, zástavba, vedení inženýrských sítí, technická infrastruktura, ochranná pásma, zvláště chráněná území, archeologické památky atd. V rámci vodních toků se může dále jednat o změnu hydrologických podmínek, které mají vliv na výsledný návrh koryta (např. snížení průtoků odběrem vody, nárazové vypouštění vody do recipientu, převody vody mezi povodími atd.).

Splávi: různorodý materiál unášený řekou jako je dřevo přirozeného i antropogenního původu (řezivo a výrobky ze dřeva), úlomky dřeva, drobné větvičky, listí, seno, ale třeba i komunální odpad a jiné plovoucí předměty z různých materiálů.

Agradace: zvyšování zemského povrchu sedimentací unášeného materiálu.

Anadromní ryby: ryby žijící v moři, které vyplouvají za třením do řek. Ve střední Evropě k nim patří zejména losos.

Detritivorní organismy: organismy živící se detritem – jemnými rozkládajícími se zbytky organického materiálu.

Engineered log jam (ELJ): uměle vytvořená akumulace dřevní hmoty napodobující vzhled a funkci přirozených akumulací dřeva ve vodním toku. Ke konstrukci ELJ se používají vzájemně spojené kulatiny nebo kmeny stromů včetně kořenů.

Klíčový kus akumulace (z anglického „key member“): zpravidla velký a stabilní kus dřeva (celý strom), který je z důvodu své velikosti, hmotnosti, případně dalších faktorů (přítomnost kořenového balu, větví, zasedimentování, funkční kořeny žijícího stromu) dostatečně stabilní. Klíčový kus je základním prvkem akumulace dřevní hmoty, na který se zachytávají další kusy dřeva.

Large woody debris (LWD): v anglické literatuře hojně používaný termín pro velikostní frakci dřevní hmoty (zpravidla odumřelé) o průměru alespoň 0,1 m a délce nejméně 1 metr. Synonymem je termín „coarse woody debris“ (CWD), který se ale více používá v lesnickém výzkumu.

Log jam: často používaný anglický termín pro akumulace dřevní hmoty.

Partikulovaný organický materiál (POM): jde o úlomky organického materiálu zpravidla menší než 1 cm. POM je tvořen zbytky listového opadu, úlomky větviček, kůry a dřeva, zbytky vodních i terestrických makrofyt a zbytky drobných organismů. Jemná frakce partikulovaného organického materiálu je detrit, ve kterém velký podíl zaujímá bakteriální biomasa.

Xylofágní organismy: organismy živící se dřevem.

12. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Funkce a význam dřevní hmoty ve vodních tocích.

Příloha 2: Zkušenosti s monitoringem a aplikací dřevní hmoty v tocích ČR a EU.

Příloha 3: Potenciál výskytu dřevní hmoty v tocích ve vazbě na geomorfologické procesy.

Příloha 4: Limity využití dřevní hmoty v tocích: vodohospodářské využívání vodních toků a protipovodňová ochrana.

Všechny přílohy jsou dostupné v elektronické formě na internetových stránkách http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 - Technická
pomoc financovaná z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí
Státní fond životního prostředí České republiky
www.opzp.cz
Zelená linka: 800 260 500
Email: dotazy@sfzp.cz