

Morphological effects of large woody debris in meandering rivers: case studies from the Svatka, Lužnice and Morava Rivers

Morfologické účinky dřevní hmoty v meandrujících řekách – příklady ze Svatky, Lužnice a Moravy

Pavel ROŠTÍNSKÝ^a, Zdeněk MÁČKA^b, Lukáš KREJČÍ^c

^aÚstav geoniky AV ČR, v.v.i., rostinsky@geonika.cz

^bMasarykova univerzita, macka@sci.muni.cz, ^ckrejci@sci.muni.cz

Abstract

The contribution presents the results of a complex large woody debris (LWD) research (distribution and quantity, decay status, recruitment processes) in four meandering river reaches in Moravia and south Bohemia, focused on its morphological effects (e.g. bank erosion, bed scour and aggradation, bed-forms creation – bars, pool, log-steps). Wood pieces with and without such effects are compared, and presence of the morphological effects is interpreted in relation to selected LWD characteristics (length, diameter, orientation, rootwad and treetop preservation, position within a channel). The variability of morphological effects between rivers is discussed regarding the differences in stream size, riparian vegetation, and floodplain management. Examples of varied morphological effects are illustrated.

Keywords: large woody debris, meandering rivers, channel morphology, Czech Republic

Klíčová slova: říční dřevo, meandrující řeky, korytová morfologie, Česká republika

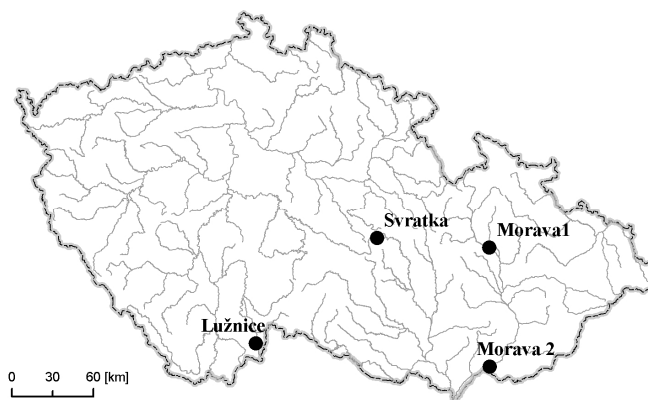
1. Úvod a cíle

Příspěvek přináší výsledky mapování a měření vybraných charakteristik a morfologických účinků říčního dřeva (Máčka – Krejčí 2010) v korytech meandrujících řek na příkladu několika relativně přirozených úseků Svatky, Lužnice a Moravy. Zaměřen je na hodnocení velkých kusů dřeva s délkou větší než 1 m a zároveň průměrem nad 10 cm (anglicky large woody debris – LWD), tj. velikostní kategorie nejčastěji hodnocené autory řešícími obdobnou problematiku (např. Diez a kol. 2001, Abbe – Montgomery 2003, Gurnell 2003, Webb – Erskine 2003, Comiti a kol. 2008). Říční dřevo ve vodních tocích je intenzivněji zkoumáno až v posledních zhruba dvaceti letech, včetně aplikovaného výzkumu zaměřeného na jeho management či navrhování revitalizací. Prostorové rozložení studovaných toků však bylo dosud velmi nerovnoměrné, většina z nich byla situována v Severní Americe, menší počet v západní polovině Evropy či v Austrálii (mírná, subtropická, částečně i boreální klimatická zóna).

V poslední době začíná být pozornost věnována i jiným částem světa (Jižní Amerika, Asie) a tento příspěvek přináší jedny z prvních souhrnných výsledků z vybrané oblasti střední Evropy, ve které bylo na toto téma dosud provedeno pouze minimum výzkumů (např. Kaczka 2003, Kail 2003). Jeho hlavním cílem je porovnání četnosti a typu morfologických účinků říčního dřeva na různě velkých meandrujících tocích vrchovin a nížin v závislosti na jeho hlavních strukturálních charakteristikách. Prezentovány jsou v něm i aspekty, které nebyly v dosavadních studiích dostatečně řešeny –

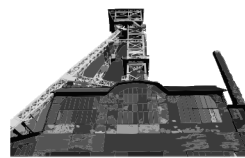
kromě schematické typologie morfologických účinků LWD na dno koryta i vlivy řádu toku nebo specifík půdorysného vzoru meandrujícího koryta. Jedním ze záměrů také bylo velikostní amplitudu řek, v rámci kterém je říční dřevo fenoménem významně ovlivňujícím vzhled a fungování meandrujícího toku.

2. Zájmové říční úseky



Obr. 1 – Zkoumané úseky vodních toků.

Vodní toky v České republice jsou pod dlouhodobým, řadu století trvajícím, vlivem člověka, a proto se na nich zachovalo pouze málo úseků s relativně přirozeným charakterem koryta, přičemž i podél těch došlo k významným změnám v dřevinné skladbě stromové břehové vegetace. Pro výzkum říčního dřeva a jeho účinků byly vybrány čtyři relativně zachovalé úseky toků. Jejich lokalizace je znázorněna na obr. 1, vybrané



charakteristiky jsou uvedeny v tab. 1. Úsek Svratky u Herálce zastupuje horní tok řeky v členitém reliéfu Českomoravské vrchoviny (řád 3, průměrná šířka 2 m).

Úsek Lužnice u Suchdolu nad Lužnicí se nachází na středním toku v rámci plochého povrchu Třeboňské pánve s nízkými terasami (řád 4, průměrná šířka 17 m). Úsek Moravy u Litovle je situován na středním toku v rámci plochého Hornomoravského úvalu (Morava 1, řád 7, průměrná šířka 30 m). Úsek Moravy u Strážnice zastupuje spodní tok řeky v rámci plochého povrchu

Dolnomoravského úvalu (Morava 2, řád 8, průměrná šířka 67 m). Morava i Lužnice se v současnosti vyznačují výrazným erozním zahloubením koryt dosahujícím několika metrů, koryto Svratky se jeví z hlediska hloubkové eroze stabilní. Úseky Morava 1 a Svratka jsou kompletně obklopeny dřevinnou břehovou vegetací (v prvním případě lužním typem, ve druhém případě vzrostlou smrkovou monokulturou). Úseky Morava 2 i Lužnice jsou obklopeny porosty listnáčů ze zhruba 50 %, zbytek tvoří v případě Moravy luční a polní plochy, v případě Lužnice luční a pastvinné plochy.

Tab. 1 – Hlavní charakteristiky zkoumaných úseků.

Charakteristika	Svratka	Lužnice	Morava 1	Morava 2
Řád toku	3	4	7	8
Plocha povodí (km ²)	9	625	2246	9150
Délka úseku (km)	4,2	1,0	2,9	2,8
Nadmořská výška úseku (m n.m.)	688–658	452–450	225–223	166–165
Průměrná šířka koryta (m)	2,2	17,3	29,8	67,1
Průměrná hloubka koryta (m)	0,8	1,5	1,8	7,8
Sklon koryta (‰)	7,1	0,7	0,7	0,3
Typ reliéfu	vrchovina	rovné dno	rovné dno pánve	rovné dno pánve
Koeficient křivolakosti	1,34	2,06	1,31	1,55
Q _a (m ³ .s ⁻¹)	0,19*	5,20	20,80	59,60
Q _{korytotvorný} (m ³ .s ⁻¹)	0,7*	25,0	173,0	375,0
Zrnatost sedimentů	kameny, štěrk, písek	písek, prach	štěrk, písek	štěrk, písek
Převažující druhová skladba lesa	smrk	vrba, olše, dub	vrba, topol, jasan, lípa	vrba, topol, jasan, ořešák

* platí pouze pro spodní část, jinak se tyto hodnoty v celém úseku výrazně liší

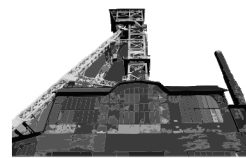
3. Metodika

Při terénním výzkumu byly v zájmových úsecích za nízkého vodního stavu registrovány všechny kusy dřevní hmoty stanovených minimálních rozměrů v korytě či prostoru bezprostředně nad ním a zjišťována jejich pozice ve vztahu k lokálnímu tvaru koryta (přímé úseky, zákruty, pozice uvnitř koryta). Pomocí pásma a lesnické průměrky byly měřeny délka a průměr každého kusu s přesností na desítky, resp. jednotky cm. S pomocí kompasu byla určena s přesností na 5° orientace každého kusu vzhledem ke směru proudnice a poloze kořenového balu či silnějšího konce v intervalu 0–360° (0° s kořenovým balem nebo silnějším koncem proti proudu, dále ve smyslu hodinových ručiček) a hodnota zařazena do škály osmi hlavních směrů. Dále byly zhodnoceny z jeho kvalitativních charakteristik stupeň zachování původního habitu stromu – zachovalost větví (kompletní koruna, zachované hlavní větve a holé kmeny) a stupeň zachovalosti kořenového balu (ano/ne). U každého kusu byla zjišťována existence či absence přímého morfologického účinku na morfologii koryta a typ tohoto účinku. Přímým měřením byly rovněž v rovnoměrných intervalech zjišťovány hlavní parametry koryta (šířka koryta, příčné profily korytem) a charakter břehové vegetace, zejména vůdčí druhy, habitus a výška porostu. Statisticky byl vyhodnocen vliv jednotlivých

charakteristik říčního dřeva na morfologii koryta. Samostatné soubory představovaly kusy dřeva s morfologickými účinky a bez morfologických účinků. Rozdíl mezi oběma soubory v případě délky a průměru kusů dřeva byl ověřován pomocí parametrického t-testu.

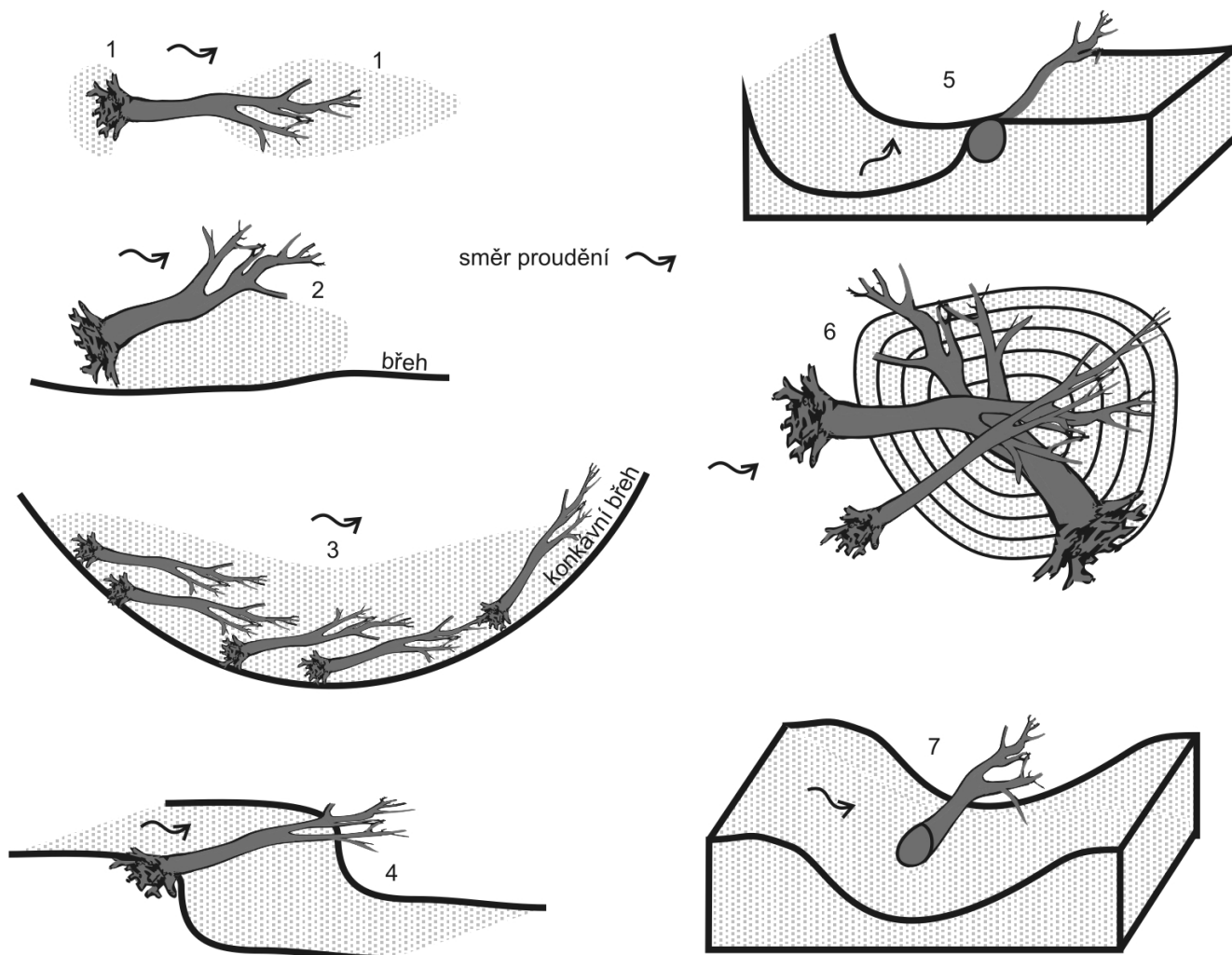
4. Typy morfologických účinků říčního dřeva ve vodních tocích

Ve studovaných úsecích vodních toků bylo pozorováno sedm hlavních typů morfologických účinků, především na utváření dna, které vznikají modifikací erozně-akumulačních procesů říčním dřevem (obr. 2). Další geomorfologické aspekty, jako je eroze či stabilizace břehů či změny v podélném profilu hladiny nebo směru proudění, byly uvažovány v menší míře. Zjištěny byly následující účinky: (1) sedimentace v korytě způsobená větvelemi nebo kořenovým balem vytvářející mělčinu, (2) sedimentace mezi kmenem a břehem projevující se rovněž změlním koryta (indukovaná laterální lavice), (3) zanesení tůň na vrcholu meandru, zejména v případě dřevních akumulací, (4) příčné stupně v korytě, (5) podélné stupně v korytě, vznikající podél břehu a typicky spjaté s tvorbou lavic, (6) tůň vzniklé v místě s dřevní akumulací a (7) výmoly pod kmeny. Na jednotlivých tocích se zastoupení dílčích typů liší, což kromě šířky a hloubky toku souvisí i s jinými faktory, jako je např.



druhá skladba břehové vegetace či sedimentologické

charakteristiky dnových splavenin.



Obr. 2 – Hlavní typy morfologických účinků dřevní hmoty v korytech zkoumaných řek. 1 – sedimentace v korytě způsobená větvemi nebo kořenovým balem vytvářející mělčinu; 2 – sedimentace mezi kmenem a břehem projevující se zúžením koryty; 3 – zasedimentování tůň na vrcholu meandru, zejména v případě dřevních akumulací; 4 – příčné stupně v korytě; 5 – podélné stupně v korytě, vznikající podél břehu a typicky spjaté s tvorbou lavic; 6 – tůň v místě s dřevní akumulací; 7 – výmoly pod kmeny.

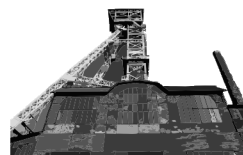
5. Výsledky

Ve čtyřech zkoumaných úsecích bylo celkem zjištěno 1152 kusů hrubého říčního dřeva, jejich hlavní charakteristiky jsou uvedeny v tab. 2 a 3. Z hlediska průměrného počtu kusů dřeva na 100 m toku se nejvyšší hodnoty vyskytovaly v úseku Morava 1 (21 ks) a na Lužnici (16 ks). U zbývajících dvou úseků jsou hodnoty podstatně nižší. Počet kusů dřeva na 1 ha plochy

aktivního koryta ukazuje největší hodnoty v případě horních toků (Svratka 234 ks) a postupně menší hodnoty u středních a spodních toků (úsek Morava 2 pouze 9 ks). Z hlediska objemu dřeva na 1 ha plochy aktivního koryta je zatížení koryta dřevní hmotou největší u středně velkých řek (Lužnice – $87 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Morava 1 – $54 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). U zbývajících dvou úseků jsou hodnoty nižší, velký rozdíl oproti ostatním úsekům vykazuje Morava 2.

Tab. 2 – Hlavní kvantitativní charakteristiky kusů říčního dřeva.

Charakteristika	Svratka	Lužnice	Morava 1	Morava 2
Počet kusů LWD	215	160	605	172
Objem kusů LWD (m^3)	30,62	150,05	463,54	180,64
Plocha koryta (ha)	0,92	1,73	8,64	18,79
Průměrný počet kusů LWD na 100 m toku	5,12	16,00	20,86	6,14



(ks.100 m⁻¹)

Průměrný počet kusů LWD na hektar koryta (ks. 233,70 ha⁻¹)

Průměrný objem kusů LWD na 100 m toku (m³.100 m⁻¹)

Průměrný objem kusů LWD na hektar koryta (m³.ha⁻¹)

92,49	70,02	9,15
15,00	15,98	6,45
86,73	53,65	9,61

Počet kusů s morfologickými účinky na říční dno vykazoval obdobných hodnot kolem 30 % u Moravy 1, Lužnice i Svratky, nízkou hodnotou se vymyká Morava 2 (pouze 11 %). Ověřováno bylo dále potenciální hromadění morfologicky účinných kusů v nerovných úsecích zákrutů vodních toků, zejména jejich konkávních částech. Zjištěné hodnoty na jednotlivých tocích jsou velmi rozdílné (Morava 1 – 60 %, Lužnice – 34 %, Morava 2 – 27 %, Svratka pouze 5 %, což mimo jiné souvisí s odlišným charakterem koryta.

Délka kusů LWD se obecně zvětšuje s velikostí toku od průměrných 3,8 m (Svratka) po 12,0 m (Morava 2). Tento parametr však rovněž souvisí s rozměrovými charakteristikami dřevinné břehové vegetace. Průměrná délka morfologicky účinných kusů je přitom u sledovaných řek (s výjimkou Svratky) o 2,5–4,5 m větší než u kusů bez morfologického účinku (nejvíce u středně velkých řek Moravy 1 a Lužnice). Morfologicky účinné kusy na Moravě 2 dosahují v průměru největší hodnoty délky – 14,4 m.

V případě Svratky jsou morfologicky účinné kusy naopak o 1,8 m kratší než kusy bez účinku. Statistická významnost rozdílů mezi průměry obou souborů (t-test, p<0,01) byla zjištěna ve všech případech kromě Moravy 2 (tento výsledek byl mimo jiné ovlivněn velmi rozdílným počtem kusů ve srovnávaných souborech).

Průměr kusů dřeva významně s rozměrovými charakteristikami dřevinné břehové vegetace, a je proto v jednotlivých úsecích dosti proměnlivý. Největších hodnot dosahuje v případě Lužnice (33,0 cm) a Moravy 2 (31,9 cm), menších u Moravy 1 (25,4 cm), nejmenších u Svratky (jen 18,7 cm). Průměr morfologicky účinných kusů je u Lužnice a Moravy o 7–15 cm větší než u kusů bez morfologického účinku (největší rozdíl byl pozorován na Lužnici, kde mají morfologicky významné kusy i největší průměr – 43 cm). U Svratky je rozdíl průměru mezi morfologicky účinnými a neúčinnými kusy poměrně malý. Statistická významnost rozdílů mezi průměry obou souborů (t-test, p<0,01) byla zjištěna pouze u středně velkých řek – Moravy 1 a Lužnice.

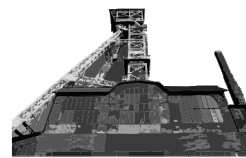
Z hlediska orientace kusů dřeva jako celku bez morfologického rozlišení je u Moravy na obou úsecích možno pozorovat dominanci jejich natočení přímo ve směru proudu a v přilehlých dvou šikmých směrech, výraznějších na širším úseku Morava 2 (52 % a 20 %, resp. 41 % a 30 % u úseku Morava 1). Směr kolmý k proudnici je zastoupen v obou případech pouze 16 %, směry proti proudění pak v minimálním počtu případů. Na Lužnici žádný z osmi směrů přímo nedominuje, na Svratce existují dvě výraznější sloučená maxima ve směru a proti směru proudění a ve směrech na proudění kolmých (oba kolem 35 %). Rozdíly v orientaci morfologicky účinných a neúčinných kusů jsou minimální. Jedinou výjimkou je koryto Lužnice, ve kterém hrají v morfologickém ovlivňování struktur dna o něco větší roli kusy kolmo postavené.

Hodnocení stupně zachovalosti koruny (větví) ukázalo u morfologicky účinných kusů nejvyšší hodnoty u Moravy 2 (74 % z těchto kusů má zároveň zachovanou korunu nebo alespoň hlavní větev), podstatně nižší hodnoty byly zjištěny u Lužnice (42 %) a Moravy 1 (32 %). Na Svratce nebyl tento ukazatel s ohledem na četné přemostující efekty padajících stromů přes úzké koryto a jejich častý spád do prostoru údolní nivy sledován. Největší rozdíly mezi kusy s morfologickým účinkem a bez účinku lze vysledovat u Moravy 2 a Lužnice (obě o 26 % menší), u Moravy 1 nejsou významné. V celkovém vyjádření má na zkoumaných úsecích značnou část koruny zachováno 26–42 % kusů (nejvíce Morava 2).

Hodnocení stupně zachovalosti kořenového balu ukázalo u morfologicky účinných kusů nejvyšší hodnoty rovněž u Moravy 2 (58 % těchto kusů má zachovanou podstatnou část kořenového balu), nižší hodnoty byly dokumentovány u Lužnice (47 %) a Moravy 1 (46 %), nejmenší u Svratky (jen 16 %). Největší rozdíly mezi kusy s morfologickým účinkem a kusy bez tohoto účinku byly zjištěny u Lužnice a Moravy 2 (o 36 %, resp. 25 % menší) u Svratky a Moravy 1 jsou ve stejném smyslu, ale méně významné. V celkovém vyjádření má na studovaných úsecích značnou část kořenového balu zachováno 16–39 % kusů (nejvíce Morava 1).

Tab. 3 – Vybrané charakteristiky kusů dřevní hmoty (LWD) s ohledem na přítomnost, resp. absenci jejich morfologického účinku v korytě.

Charakteristika	Svratka	Lužnice	Morava 1	Morava 2
-----------------	---------	---------	----------	----------



Podíl morfologicky účinných kusů LWD (%)	27,91	33,03	30,25	11,05
Morfologicky účinné kusy LWD v zákrutech toku (%)	5,00	33,96	59,56	26,32
Průměrná délka kusů LWD celkem (m)	3,79	6,76	9,72	11,95
Průměrná délka morfologicky účinných kusů LWD (m)	2,49	9,43	12,92	14,42
Průměrná délka morfologicky neúčinných kusů LWD (m)	4,29	5,43	8,33	11,64
Průměrná šířka (průměr) kusů LWD celkem (cm)	18,71	32,97	25,39	31,92
Průměrná šířka (průměr) morfologicky účinných kusů LWD (cm)	20,85	42,93	30,89	39,89
Průměrná šířka (průměr) morfologicky neúčinných kusů LWD (cm)	17,88	28,04	23,01	30,93
Zachovalost koruny nebo hlavních větví u kusů LWD celkem (%)	–	26,20	29,80	42,40
Zachovalost koruny nebo hlavních větví u morfologicky účinných kusů LWD (%)	–	41,51	31,70	73,69
Zachovalost koruny nebo hlavních větví u morfologicky neúčinných kusů LWD (%)	–	18,69	28,91	47,71
Přítomnost kořenového balu u kusů LWD celkem (%)	16,28	23,13	38,84	35,47
Přítomnost kořenového balu u morfologicky účinných kusů LWD (%)	26,67	47,17	46,45	57,89
Přítomnost kořenového balu u morfologicky neúčinných kusů LWD (%)	12,26	11,21	35,55	32,68

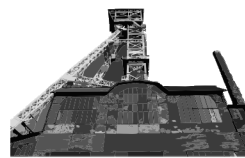
6. Diskuse

Zjištěná abundance říčního dřeva vztažená na jednotkovou plochu aktivního koryta odráží obecnou skutečnost, že nejvyšších hodnot je dosahována na malých tocích horních toků, zatímco u větších toků se množství zmenšuje (srovnej např. Baillie a kol. 2008). Úzce to souvisí se zmenšováním poměru plošného rozsahu koryta k velikosti interakční zóny s břehovou vegetací, ačkoliv toky obklopené lužním lesem jsou lemovány vyzrálým lesem s výškou korunového patra kolem 30 m. Významně se zvyšuje hloubka koryta, a tedy i transportní energie toku. Jiné výsledky dává srovnání relativní objemu říčního dřeva, který je nejvyšší u středně velkých řek. Ukazuje to na odlišné přísunové mechanismy, případně jinou dynamiku dřeva v korytě na malých, středních a velkých tocích. Na Svatce jsou dominantním faktorem úlomy a vývraty v důsledku působení větru či přirozené mortality větví a častý je i výskyt úřezů vzniklých při hospodářském využívání smrkové monokultury. Vyvrácené stromy zůstávají ležet na místě převážně v údolní nivě, a jsou proto jen v omezené míře dosažitelné korytovými procesy a většinou vyloučeny z korytové dynamiky. Eroze břehů je minimální. Pro oba úseky Moravy jsou naopak charakteristické vývraty v souvislosti s erozí břehů a výrazný transport i celých stromů níže po toku, přičemž posun dřeva v řečišti je na spodním toku mnohem významnější. Úsek Lužnice se nachází mezi oběma těmito extrémy, uplatňují se jak eroze břehů, tak místy přemostění koryta velkými kusy dřevní hmoty. Zastoupení autochtonních kusů je znatelně vyšší než v případě úseků na řece Moravě.

Získané výsledky dokumentující množství říčního dřeva jsou částečně ovlivněny rozdílnými vlastnostmi dřevinné břehové vegetace, včetně míry jejího zápoje podél břehů,

na jednotlivých úsecích. Její objemové charakteristiky jsou dále evidentně spjaté s četností morfologických účinků dřeva v korytě, při jejichž vývoji hraje určitou roli i sedimentologický charakter říčního dna usnadňující či zpomalující erozi a akumulaci sedimentů. Koncentrace morfologicky účinných kusů v zákrutech nevykazuje na studovaných lokalitách jednoznačný trend v závislosti na velikosti řeky, což ukazuje, že hromadění morfologicky účinných kusů na vrcholech zákrutů je kromě charakteru koryta ovlivněno i dalšími, dosud nepoznanými faktory. Velký počet morfologicky účinných kusů v konkávních částech koryta je možno pozorovat především na Moravě I (plných 60 % těchto kusů je situováno v zákrutech řeky), což je na některých místech spojeno s tvorbou větších akumulací dřevní hmoty a lokálně i úplným zasedimentováním vrcholu meandru a vymizením typické tůně při nárazovém břehu.

Z hlediska rozměrů říčního dřeva se jako parametr více související s velikostí toku jeví jejich délka, průměr kusů je veličinou více ovlivněnou charakterem zdrojové vegetace. I u těchto ukazatelů hraje výraznou roli přísunový mechanismus dřevní hmoty do toku. Porovnání orientace kusů dřeva v jednotlivých úsecích ukazuje na relativně vysoké zastoupení kusů kolmých ke směru proudění u menších řek, kde větší kmeny či větve mohou vzhledem k malým rozměrům zatarasit velkou část koryta či ho dokonce zcela přehradit. Se zvyšující se velikostí řeky se pravděpodobnost kontaktu s oběma břehy či navazujícími strukturami v korytě, např. lavicemi, zmenšuje, čímž se snižuje i celková stabilita kusů, které jsou náchylnější ke stáčení do směru proudění a nebo i vodnímu transportu. Výsledky týkající se míry zachování původního habitu stromu (lze uvažovat pouze u kusů, které se do toku dostaly primárně v této kompletní podobě) ukazují, že na zvýšení stability některých kusů dřeva v korytě mají vliv i vyšší



zachovalost větví a především kořenového balu. U jednotlivých toků je však míra tohoto vlivu velmi rozdílná.

7. Závěr

Zjištěné množství říčního dřeva v relativně přirozených úsecích vybraných řek je i u úseků s největším množstvím dřeva v korytě (Lužnice, Morava 1) až řádově nižší, než udávají výsledky referované z přirozených zalesněných oblastí horních toků řek s vyzrálými břehovými porosty horských oblastí Severní nebo Jižní Ameriky (např. Gurnell 2003, Andreoli a kol. 2007, Comiti a kol. 2008). Naopak srovnatelné jsou s některými horními horskými evropskými toky (např. Diez a kol. 2001, Comiti 2006). Kromě odlišného vegetačního doprovodu s jinými strukturálními charakteristikami to lze z velké části připisovat dlouhodobému působení člověka projevujícího se nejen regulací koryt a jinými vodohospodářskými vlivy na vodní režim, ale i změnou druhové či věkové skladby vlastních břehových porostů, trvalému lesnímu hospodaření a v neposlední řadě celkové inverzi ve využívání původní dominantně lesní krajiny. Na mnohých úsecích toků, zejména středních a spodních, došlo ke značnému eroznímu prohloubení koryt, což negativně ovlivnilo možnosti akumulace dřevní hmoty nejen narušením interakčních vazeb se břehy, ale i zvýšením energie proudu při vyšších vodních stavech a tedy i míry transportu dřeva dále po toku. V případě Svratky došlo ke kompletní změně původního (listnatého) vegetačního lemu řeky ve stejnověký jehličnatý hospodářský les.

Změny abundance a dynamiky dřeva v korytě úzce souvisejí s možným rozvojem morfologických účinků dřevní hmoty na říčním dně (a tedy jeho celkové morfodiverzity), sledovaným především z aspektu různého řádu toku. Množství dřeva, zejména z hlediska jeho reaktivního objemu, se ukázalo být v úzkém vztahu k frekvenci morfologických účinků dřeva, kdy od určité velikosti toku (podle výsledků s velmi přibližnou šířkou 50 m a hloubkou 4 m) se ovlivnění morfologie koryta tímto biogeomorfologickým faktorem stává málo významné. Nejvýraznější morfologické účinky dřeva byly přitom pozorovány ve středně velkých říčních korytech, což souvisí s potvrzeným zvětšováním průměrné délky kusů s rostoucím řádem toku; průměr kusů je naopak parametrem ovlivněným více dalšími faktory toku. Na středních tocích řek má tedy cenu v našich podmínkách morfologickou problematiku říčního dřeva nadále nejvíce studovat. S velikostí a energií toku úzce souvisí také orientace kusů dřeva, kdy se zvětšujícím se korytem postupně ubývá kusů kolmých ke směru proudění ve prospěch kusů přibližně rovnoběžných. Převažující orientace kusů dřeva ovlivňuje zastoupení hlavních typů morfologických účinků v korytě. V menších tocích se proto obecně ve

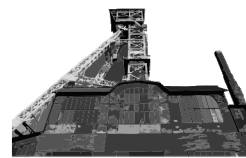
větší míře vyskytují příčné stupně a výmoly pod kmeny, ve větších mělčinách způsobené větvemi nebo kořenovým balem, sedimentace při břehu nebo podélné stupně s tvorbou lavic. Z hlediska míry zachování původního habitu stromu byl potvrzen nezanedbatelný vliv ovětvění a především kořenového balu na tvorbu morfologických účinků na dně koryta, což mimo jiné souvisí s lepší stabilizací kusů dřeva i při vyšších vodních stavech, působením na sedimentaci, resp. erozi v prostoru dna dlouhodobějším usměrněním proudění a případným zachycováním dalších, především menších plavených kusů dřeva, které mohou případný morfologický účinek dále zesilovat (srovnej např. Baillie a kol. 2008, Comiti a kol. 2008, Chen a kol. 2008).

Použité zdroje:

- ABBE, T.B., MONTGOMERY, D.R. (2003): Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets river basin, Washington. *Geomorphology*, 51, č. 1–3, s. 81–107.
- ANDREOLI, A., COMITI, F., LENZI, M.A. (2007): Characteristics, distribution and geomorphic role of large woody debris in a mountain stream of the Chilean Andes. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32, č. 11, s. 1675–1692.
- BAILLIE, B.R., GARRETT, L.G., EVANSON, A.W. (2008): Spatial distribution and influence of large woody debris in an old-growth forest river system, New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 256, č. 1–2, s. 20–27.
- COMITI, F., ANDREOLI, A., LENZI, M.A., MAO, L. (2006): Spatial density and characteristics of woody debris in five mountain rivers of the Dolomites (Italian Alps). *Geomorphology*, 78, č. 1–2, s. 44–63.
- COMITI, F., ANDREOLI, A., MAO, L., LENZI, M.A. (2008): Wood storage in three mountain streams of the Southern Andes and its hydro-morphological effects. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33, č. 2, s. 244–262.
- DIEZ, J.R., ELOSEGI, A., POZO, J. (2001): Woody debris in North Iberian streams: influence of geomorphology, vegetation and management. *Environmental Management*, 28, č. 5, s. 687–698.
- GURNELL, A.M. (2003): Wood storage and mobility. In: Gregory, S.V., Boyer, K.L., Gurnell, A.M. (eds.), *The Ecology and Management of Wood in World Rivers*, American Fisheries Society, Bethesda, s. 75–91.
- CHEN, X., WEI, X., SCHERER, R., HOGAN, D. (2008): Effects of large woody debris on surface structure and aquatic habitat in forested streams,



XXII SJEZD ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI OSTRAVA 2010



southern interior British Columbia, Canada.
River Research and Applications, 24, č. 6, s.
862–875.

KACZKA, R.J. (2003): The coarse woody debris dams
in mountain streams of central Europe, structure
and distribution. *Studia Geomorphologica
Carpatho-Balcanica*, 37, s. 111–127.

KAIL, J. (2003): Influence of large woody debris on the
morphology of six central European streams.
Geomorphology, 51, č. 1–3, s. 207–223.

MÁČKA, Z., KREJČÍ, L. (2010): Výskyt dřevní hmoty
v korytech vodních toků České republiky.
Vodní hospodářství, 60, č. 2, s. 33–36.

WEBB, A.A., ERSKINE, W.D. (2003): Distribution,
recruitment, and geomorphic significance of
large woody debris in an alluvial forest stream:
Tonghi Creek, southeastern Australia.
Geomorphology, 51, č. 1–3, s. 109–126.

Zpracování příspěvku bylo podpořeno projektem GA ČR č. 205/08/0926 Environmentální význam mrtvého dřeva v říčních ekosystémech.

Adresy autorů:

Mgr. Pavel Roštinský, Ph.D.
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., pobočka Brno
Drobného 28
602 00 Brno
rostinsky@geonika.cz

Mgr. Zdeněk Máčka, Ph.D.
Geografický ústav
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity
Kotlářská 2
611 37 Brno
macka@sci.muni.cz

Mgr. Lukáš Krejčí
Geografický ústav
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity
Kotlářská 2
611 37 Brno
krejci@sci.muni.cz