

VPLYV LESNÝCH BREHOVÝCH PORASTOV NA SPRÁVANIE A MORFOLÓGIU RIEČNEHO KORYTA

ANNA GREŠKOVÁ*, MILAN LEHOTSKÝ*

Anna Grešková, Milan Lehotský: Impacts of riparian forest on behaviour and morphology of river channel. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 7, 2007, 1, 5 Figs., 1 Tab., 30 Refs.

The trend of a great part of the present research in river channel morphology is driven by cognitive efforts accompanied by the necessity to solve the environmental problems and to satisfy the single legislation in force concerning the river systems. Increased interest in the issue led to the development of ever more specific research aspects with emphasis on relationships between channel morphology on the one side, performance of river and its morphological efficiency, sediment transport, large woody debris (LWD) and riparian vegetation on the other. Rivers are complex systems and their morphological state, form and behaviour reflects mutual linkages between geomorphological, hydrologic and ecological processes. The geomorphological significance between riparian vegetation and fluvial processes is illustrated at different scales. The paper brings some results of investigation of interactions between riparian forest and small river channel morphology in a large scale. Research was carried out in four channel-floodplain units, which represent the 3.5 km long corridor-shaped part of the small stream valley Vydrica.

Key words: forest channel, river channel morphology, riparian forest, riparian tree roots, field survey

1 ÚVOD

Rastúci záujem o súčasný stav riečnej krajiny, jej starostlivosť, tvorbu, ochranu a revitalizáciu nasmeroval v ostatnom období zameranie súčasných fluviálno-geomorfologických výskumov vo väčšej miere na skúmanie vzťahov medzi stavom koryta na jednej strane, výkonom rieky a jej morfológickou účinnosťou, transportom sedimentov, ako aj ripariálnou vegetáciou a zvyškami dreva na druhej strane. Cieľom príspevku je priblížiť prvé výsledky získané detailným terénnym výskumom, zameraným na preskúmanie a objasnenie vplyvu ripariálnej vegetácie, najmä lesných brehových porastov a zvyškov dreva akumulovaných v riečnom koryte, na morfológiu a správanie malého vodného toku. V tomto ohľade je interpretácia súčasného stavu koryta založená na procesne založenom pochopení dynamikkej interakcie rozhrania aquatického a terestrického podsytému riečnej krajiny.

Posúdenie súčasného stavu riečnej morfológie na úrovni korytového úseku a rozpoznanie vplyvu ripariálnej vegetácie, ako aj morfológickej odozvy koryta na jej zmeny, je nutným predpokladom pre predikciu správania morfológie rieky v priamej návaznosti na

vývoj, ako vyšších tak aj nižších taxónov v rámci hierarchickej klasifikácii morfológie riek (RMHC – River Morphology Hierarchical Classification) v zmysle LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ (2003 a 2004a). *Správanie rieky* je v geomorfologickom zmysle chápané ako prispôsobovanie sa jej morfológie eróznym a depozitným mechanizmom, prostredníctvom ktorých voda utvára, pretvára a reorganizuje fluviálne formy reliéfu (morfológické jednotky) vytvárajúc pritom na taxonomickej úrovni riečného úseku ich charakteristické súbory so špecifickou priestorovou štruktúrou (BRIERLEY a FRYIRS 2005, LEHOTSKÝ 2005). Morfológia koryta riečného úseku sa neustále prispôsobuje jednak pretekajúcej množstvu vody a sedimentov (režimové podmienky), ako aj vonkajším (vnúteným) podmienkam, ktorými sú na úrovni riečného úseku okrem charakteru doliny (šírka, hĺbka, sklon, stupeň uzavretia doliny), indexu primknutia koryta k svahom doliny, geologickeho charakteru prostredia, aj materiál brehov a brehová vegetácia. V prípade riek pretekajúcich lesným územím, pre ktoré je zaužívaný anglický termín „*forest channels*“ sú pre morfológiu koryta relevantné jeho interakcie najmä s lesnými brehovými porastami. Na druhej strane aj brehové porasty sú ovplyvňované fluviálnymi procesmi, ich zloženie a stav odráža, a teda

*Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, Slovakia, e-mail: geogrgres@savba.sk, geogleho@savba.sk

indikuje procesy prebiehajúce v koryte. Lesné brehové porasty spolu s veľkými zvyškami dreva (*Large Woody Debris* - LWD) môžu podľa viacerých autorov (e.g. COLLINS a MONTGOMERY 2002, MONTGOMERY a BUFFINGTON 1993) signifikantne ovplyvňovať morfológiu koryt vodných tokov, keďže sú určitým vonkajším obmedzením, ktoré má odzvu v správaní sa riečeho koryta.

1.1 VPLYV LESNÝCH BREHOVÝCH PORASTOV NA STABILITU BREHOV

Výsledky dosiahnuté v tomto smere stále viac potvrdzujú, že obojstranné interakcie medzi fluviaľnými procesmi a ripariálnou vegetáciou významne ovplyvňujú korytovú morfológiu (GURNELL et al. 1995, HUANG a NANSON 1997, ABERNETHY a RUTHERFURD 1998, MALIK 2004). Lesné brehové porasty, spolu s koreňovým systémom prispievajú významne k spevneniu a súdržnosti materiálu brehov koryta, obzvlášť v relatívne nekohéznych aluviaľných sedimentoch. Sila ich vplyvu na morfológiu a geometriu koryta, ako aj jednotlivých foriem závisí od charakteru lesných brehových porastov (hustota, pozícia, vek, zdravotný stav,...). Vplyv ripariálnej vegetácie na *stabilitu brehov* je najväčší v nízko gradientových korytových úsekoch nachádzajúcich sa v segmentoch doliny s nízkym stupňom uzavretia voči laterálnemu pohybu koryta (*low-gradient, unconfined alluvial channels reaches*, BRIERLEY a FRYIRS 2005) s relatívne nesúdržným materiálom brehov, kde nedostatok spevnenia brehov môže viesť k dramatickému rozšíreniu koryta. Tento proces môže byť iniciovaný porušením, resp. odstránením brehovej vegetácie. Najmä súvislé lesné brehové porasty a ich koreňové systémy (*riparian tree roots*) spevňujú brehy a chránia ich pred eróznymi účinkami prúdiacej vody, významnou mierou kontrolujú progresívny ústup brehov a laterálnu migráciu koryta. Komplexné a detailné poznanie týchto procesov je kľúčom k poznaniu mechanizmu laterálneho presúvania a správania sa koryta vodného toku v zmysle vývoja jeho pôdorysu. tejto problematike je vo svete venovaná veľká pozornosť o čom svedčia aj snahy o vypracovanie komplexných príručiek a metodických postupov zahrňajúcich základné princípy a postupy od identifikácie až po jednotlivé techniky riešenia problému stability brehov (e.g. INTEGRATED STREAMBANK PROTECTION GUIDELINES 2002, PRICE a LOVETT 2004).

Stabilita pôdorysu riečnych koryt a ich brehov je významne determinovaná súvislým (kontinuálnym) výskytom lesných brehových porastov, vrátane ich koreňového systému a výskytu zvyškov dreva. Platí to najmä pre korytá s nasledovnými charakteristikami:

- korytá s nízkym gradientom (*lower gradient channels*),
- korytá, ktorých morfológia nie je kontrolovaná (ovplyvňovaná) balvanmi alebo skalnými blokmi (*channels not controlled by boulders or bedrock*),
- laterálne neuzavreté korytá s potenciálom pre laterálnu migráciu (*unconfined channels with potential lateral movement*),

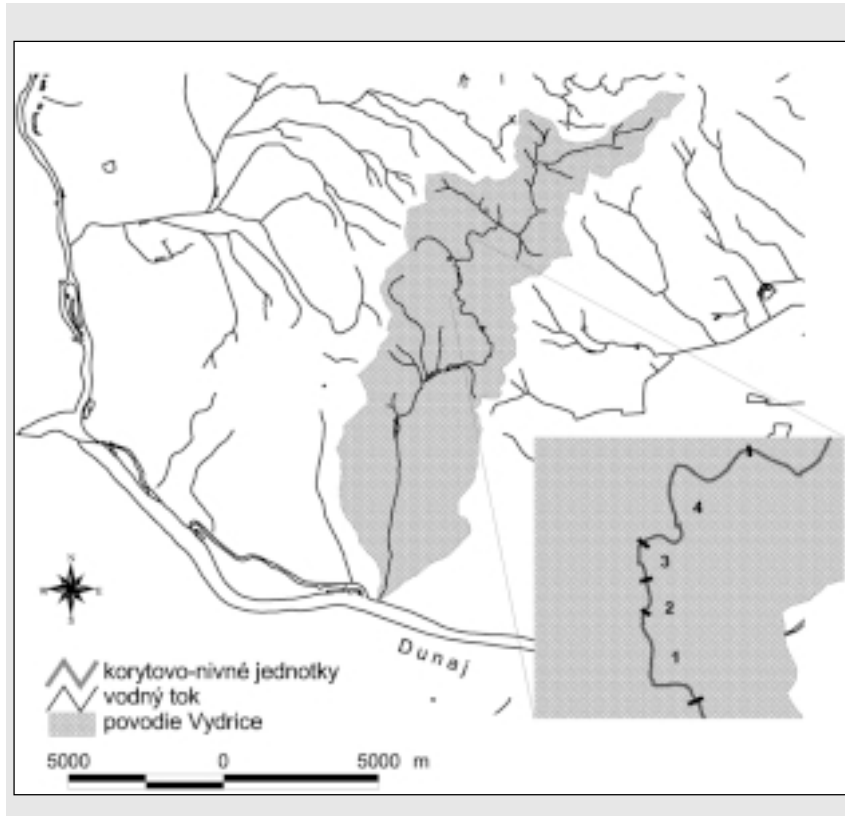
– korytá typu plytčina – priehlbina (*channels controlled by pool riffle morphology*).

1.2 EFEKTY ZVÝŠKOV DREVA NA MORFOLÓGIU KORYTA A FLUVIÁLNE PROCESY

Správanie a vývoj morfológie riečeho koryta v zalesnenom území sú silne ovplyvňované nielen brehovými porastami, ale aj prítomnosťou veľkých zvyškov dreva (celých stromov, častí kmeňov, resp. koreňových systémov) akumulovaných v koryte a na jeho brehoch. Koncentrácia drevnej hmoty (KELLER a SWANSON 1979) je spravidla najväčšia v korytách malých pramenných tokov prvého rádu (*headwater streams*) a klesá po toku. V náväznosti na stabilitu brehov predstavujú lesné brehové porasty relevantný zdroj prísunu zvyškov dreva do koryta a potenciálne kľúčové kusy pre vytváranie akumulácií LWD. Efekt zvyškov drevín na morfológiu koryta a fluviaľne procesy je determinovaný ich množstvom, veľkosťou, orientáciou a pozíciou v koryte (GREŠKOVÁ 2005). Zvyšky dreva ovplyvňujú procesy v najrôznejších mierkach od korytovej hydrauliky, drsnosti dna, erózie, transportu a akumulácie sedimentov (e.g. MONTGOMERY a BUFFINGTON 1993, BUFFINGTON a MONTGOMERY 1999, MONTGOMERY et al. 2003), utvárania vnútrokorytových foriem (e.g. MONTGOMERY et al. 1995, FETHERSTON et al. 1995), posilňovania morfologickej heterogenity dna koryta, cez ovplyvnenie pôdorysnej vzorky a procesov migrácie koryta (e.g. KELLER a SWANSON 1979, MONTGOMERY et al. 2003), až po utváranie foriem na dne doliny a na nive (e.g. PIÉGAY a GURNELL 1997). Vplyv zvyškov dreva na korytovú morfológiu a procesy môže byť celkom odlišný v závislosti od ich veľkosti, ako aj veľkosti koryta vodného toku, ktorá determinuje aj silu ich účinku. LWD väčšie ako polovica šírky koryta sú všeobecne považované za stabilné (BILBY a WARD 1989). Najmä na malých vodných tokoch môžu zvyšky dreva výrazne ovplyvniť erózne a depozitné procesy a morfológiu koryta, pretože vodný tok nie je schopný ich transportovať, resp. iba na malé vzdialenosti.

2 ŠTUDOVANÉ ÚZEMIE

Výskum bol realizovaný na 3,5 km dlhom segmente doliny malého vodného toku Vydrice, prameniaceho na hrebeni Malých Karpát (s celkovou dĺžkou 17 km, od prameňa po ústie) pretekajúceho z dvoch tretín zalesneným územím Bratislavského lesoparku a z jednej tretiny urbanizovaným prostredím v intraviláne Bratislavy. Krajinnú pokrývku územia tvoria predovšetkým listnaté lesy striedané s trávnyimi areálmi. V lesných porastoch (zaradených do kategórie „lesy osobitného určenia“ s významnou zdravotnou a rekreačnou funkciou) dominujú listnaté stromy, pričom najrozšírenejšou drevinou je buk (*Fagus*), tvoriaci až 50 % porastovej plochy, ďalej dub (*Quercus*) a hrab (*Carpinus*). Spolu tvoria spolu až 92 % porastovej plochy.



Obr. 1 Lokalizácia koryto-vodných jednotiek, v ktorých bol uskutočnený terénny výskum

Pre terénny výskum, boli expertne vybrané segmenty doliny v zalesnenej časti povodia, mierne narušenej antropogénnou činnosťou, ktorým zodpovedajú štyri korytovo-nívné jednotky – KNJ. Skúmané korytovo-nívné jednotky (**obr.1**) predstavujú koridorovú časť vybraných segmentov doliny Vydrice (GREŠKOVÁ 2004) a sú determinované pôdorysnou vzorkou vodného toku (*river channel pattern*), stupňom klukatosti (*degree of sinuosity*), indexom dotyku (*channel abut index*) a polohou koryta toku na dne doliny.

Geomorfologická účinnosť Vydrice sa mení v závislosti od hydrologického režimu, ktorý je charakteristický výskytom maximálnych prietokov v jarných mesiacoch (marec, apríl) a minimálnych v septembri. Dlhodobý priemerný ročný prietok za obdobie 1965-2000 na Vydrici (vodomerňa stanica Červený most) dosahuje $0,137 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, maximálny prietok ($7,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) bol nameraný počas povodne v júli 1997. Súčasný zmeny v riečnej morfológii Vydrice sú kontrolované najmä vnútornými podmienkami (režim odtoku a sedimentov), stavom brehových porastov, ale v neposlednom rade aj činnosťou človeka.

3 METÓDY

Voľba vhodných metód a celkový postup riešenia sa odvíjal v prvom rade od formulovaného problému, ako aj všeobecných teoreticko-metodologických základov a súčasných trendov vo fluviaľno-morfologických výskumoch. V pracovnej hypotéze sa predpokladalo, že ripariálna vegetácia, obzvlášť individuálne stromy

spolu s koreňovým systémom sú významným faktorom, významne ovplyvňujúcim morfológiu koryta (priamo ovplyvňujú morfológiu brehov a cez zvyšky dreva spadnutých stromov aj morfológiu dna koryta), pôdorysnú vzorku a jeho správanie na úrovni korytového úseku. Pre naše ciele sme zvolili prístup, ktorý môžeme charakterizovať ako priestorovo-štruktúrálnej a hierarchický, ktorý sa ukázal ako veľmi vhodne použiteľný rámec pre poznávanie morfológie riečnych systémov. Uplatnenie princípov hierarchie aplikujúce systémový, holistický prístup v poznávaní a výskume riečnych systémov v kontexte hierarchickej kompozície priestorových jednotiek, nachádzame v najnovších fluviaľno-morfologických, ako aj ekologicky zameraných prácach (e.g. FRISSELL et al. 1986, ROWNTREE a WADESON 1998, BRIERLEY a FRYIRS 2000, POOL 2002, FROTHINGHAM et al. 2002, LEHOTSKÝ 2002, LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2003, 2004a, 2004b).

Výskum morfologickej odozvy riečného koryta, reflektujúcej mnohoraké procesy ovplyvňujúce správanie a prispôbovanie sa koryta ako vonkajším, tak aj vnútorným podmienkam, si vyžaduje často krát aplikáciu špecifických postupov, metód. Jednoznačne však vyžaduje detailný výskum vo veľkých (podrobných) mierkach, ktorý využíva novú techniku a nástroje terénneho výskumu (GPS) a integruje ho so štandardnými výskumnými nástrojmi, akými sú dnes GIS a produkty diaľkového prieskumu (letecké snímky, ortofotomapy). Riešenie problematiky správania sa morfológie riečného koryta vyžaduje detailný fluviaľno-morfologický prieskum (LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2006), pričom jednotlivé techniky a procedúry podrobného te-

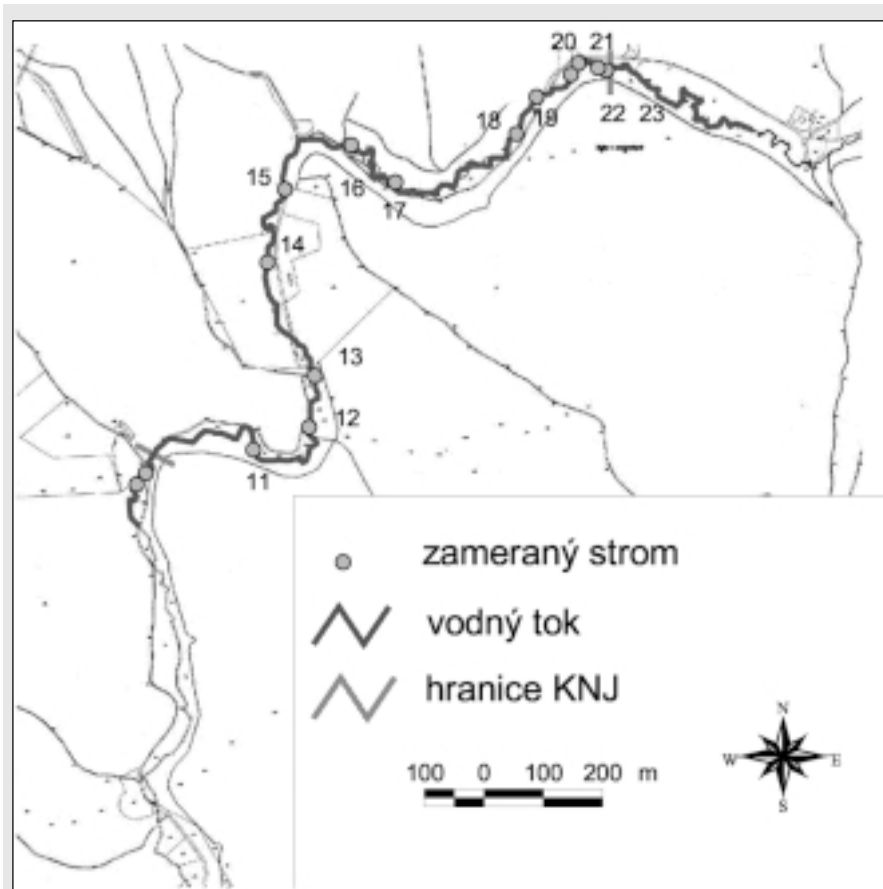
rénneho prieskumu musia byť logisticky naplánované. Terénny výskum vplyvu lesných brehových porastov na stabilitu brehov a morfológiu koryta Vydrice, cieľný na zber vlastných dát, bol zahájený koncom roku 2005 a v ďalšej etape pokračuje, pričom sa predpokladá niekoľkoročný monitoring situácie, opakovaným terénnym prieskumom zameraným na hodnotenie zmien a morfológických efektov lesných brehových porastov. Výsledky terénneho prieskumu boli zaznamenané v terénnom protokole, ktorý obsahuje popis lokality daného stromu, jeho morfológického efektu, ako aj príslušného priečného profilu koryta a foto dokumentáciu. V skúmaných mierne kľukatých až meandrujúcich riečnych úsekoch, s rôznym polomerom zakrivenia meandrového oblúka boli na oboch brehoch koryta zamerané individuálne stromy, zmapované a zdokumentované rôzne typy a štádiá nakláňania a padania vybraných jedincov (stromov), ako aj charakter ich koreňových systémov.

Stromy rastúce na brehu a ich koreňové systémy sú vystavované neustálemu pôsobeniu vodného prúdu, preto boli vyhodnotené minulé a priebežne sa vyhodnocujú hydrologické situácie na vodnom toku, najmä maximálne prietokové udalosti. Lokálne morfológicko-hydraulické efekty individuálnych stromov a ich koreňových systémov boli študované na 25 lokalitách (obr. 2), kde bol počas terénneho prieskumu meraný uhol úklonu stromu (+/-), obvod kmeňa stromu (vo výške 1,5 m), výška brehu v lokalite (pravý a ľavý breh),

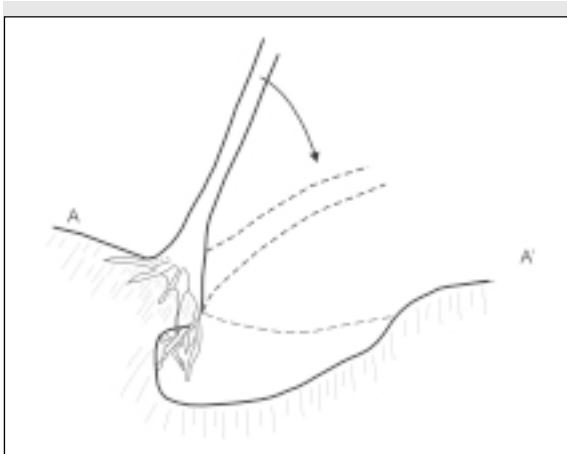
šírka priečného profilu koryta (m), hĺbka koryta (m), materiál brehu, profil brehu, poloha stromu v priamom úseku, resp. v oblúku, polomer oblúka, šírka a dĺžka šije brehovej ostrohy (ak sa vytvára) a vývojové štádium brehovej ostrohy. Z ortofotomáp v prostredí Arc View GIS boli vypočítané ďalšie charakteristiky a parametre ako poloha koryta na dne doliny (P – vpravo, L – vľavo, C – centrálna poloha), stupeň kľukatosti, index dotyku – charakterizujúci obmedzenie koryta a podmienky laterálnej migrácie koryta.

V rámci podrobného terénneho prieskumu bola ako nástroj na postihnutie zmien a vývojových štádií brehovej ostrohy použitá analýza podobnosti v podobe *substitúcie miesta za stav* (location for condition evaluation). Z dlhodobšieho aspektu sa veľmi osvedčila a ukázala sa ako veľmi vhodná *foto-komparatívna metóda*, umožňujúca porovnanie viacerých časových horizontov a zistenie zmien úklonu stromov, vývojových štádií brehových ostrôh, zmien korytovej morfológie a efektov LWD.

Zvolený postup sa zakladal na kombinácii dát získaných terénnym prieskumom, interpretáciou topografických máp, ortofoto máp a ich spracovaní v GIS-e. Údaje o brehových stromových porastoch boli vnesené do GIS-u za účelom analýzy stavu brehových porastov v kontexte porovnania minulého, súčasného, resp. budúceho stavu. Neskôr budú do GIS-u dodané aj údaje o rozmiestnení a štruktúre depozícií LWD v koryte.



Obr. 2 Lokalizácia zameraných stromov (číslo lokality) v štvrtej korytovo-nivnej jednotke (KNJ)



Obr. 3 Proces erózie brehov a podmývania koreňových systémov

4 VÝSLEDKY

Morfologické vlastnosti koryta Vydrice sú determinované ako jeho polohou v kontexte širšieho okolia, povodia, tak aj vlastnosťami doliny a nesú pečať minulých aj súčasných procesov prebiehajúcich v daných hydrologicko-klimatických a tektonických podmienkach. Vychádzajúc z hierarchickej klasifikácie morfológie riek – RMHC (LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2003, 2004a), výsledkov terénneho výskumu, ako aj v nadväznosti na predchádzajúci výskum (GREŠKOVÁ 2004) sme študované KNJ Vydrice charakterizovali parametrami uvedenými v **tab. 1**.

Na základe výsledkov terénneho prieskumu sa potvrdilo, že individuálne stromy rastúce na brehu fungujú ako body upevnenia, zakotvenia (*anchor points*). V priamych, mierne klukatých, či meandrujúcich úsekoch pôsobia ako pevné body, zakotvujúce priebeh brehovej línie, pričom rozhodujúcu úlohu má ich rozostup. Ak vzdialenosť medzi susednými bodmi zakotvenia je väčšia ako 2,5 m, dochádza spravidla k rozšírenia priečného profilu koryta a k tvorbe brehových zákutí (*erosion bank-nook*). V pozdĺžnej dimenzii (po toku) sa vytvára pulzový systém, v ktorom sa striedajú zúžené a



Obr. 4 Pokročilé vývojové štádium brehovej ostrohy

rozšírené korytové úseky. V mierne klukatých až meandrujúcich úsekoch sa pri konkávných brehoch tvoria bočné výmole a dochádza k podmývaniu koreňových systémov, vznikajú podfaté previsnuté tvary brehu (**obr.3**), brehové výklenky (*bank cavity*) s podkoreňovými kapsami, resp. brehové steny (*river cut cliff*). Takto rastúce stromy na podfatých previsnutých brehoch sa v rôznych uhloch nakláňajú, až v kritickom momente padajú a ako vývraty predstavujú významný zdroj prísunu LWD do koryta. Individuálne stromy s koreňovými systémami tvoria akýsi pevný bod, ktorý podmieňuje tvorbu výmolev pred/za takouto prekážkou. Množstvo vody pretekajúce korytom, ktoré neprúdi v celom priečnom profile rovnako rýchlo, ani priamočiara, je často diferencované a odkláňané do rôznych smerov práve na prekážke. Najmä v konkávných oblúkoch, v miestach koncentrovaného prúdu, má väčšiu rýchlosť a eróznú silu. Eróziu brehu dochádza k postupnému vysúvaniu stromu do koryta a k vzniku brehových ostrôh (MALIK 2004), pričom rôznym štádiám tohoto procesu odpovedajú rôzne vývojové štádiá brehových ostrôh (**obr. 4**), ktoré sme rozpoznali nasledovne:



Obr. 5 Lokalita č. 18

1. iníciaľne štádium – individuálne stromy fungujú ako body zakotvenia, **2.** štádium formovania brehovej ostrohy – erózia v okolí bodu zakotvenia, vznik výmole pred/za prekážkou, **3.** štádium vysúvania a sadania brehovej ostrohy – vymývanie materiálu šije brehovej ostrohy, **4.** zrelé štádium brehovej ostrohy – zužovanie a znižovanie povrchu šije brehovej ostrohy, **5.** štádium zániku brehovej ostrohy – postupné odizolovanie stromu od brehu, **6.** odumretie stromu a prísun drevnej hmoty do koryta.

V podmienkach vodohospodársky udržiavaného vodného toku a obhospodarovaného lesa sa všeobecne predpokladá menší objem zvyškov dreva v koryte. V prípade Vydrice, výsledky terénneho prieskumu potvrdili, že prísun zvyškov dreva je pomerne intenzívny, čo súvisí so stavom brehových porastov. Počas opakovaného terénneho prieskumu (12/2005 – 3/2007) bol zistený vývrat stromu a prísun drevnej hmoty do koryta v dvoch z 25 monitorovaných lokalít (**obr. 5**). Pri opakovanom zameriavaní úklonu monitorovaných stromov sa nepotvrdi-

KNJ	1.	2.	3.	4.
Pôdorysná vzorka	jednoduchá	jednoduchá	jednoduchá	jednoduchá
Max. šírka dna doliny (m)	100	60	20	60
Priem. šírka koryta (m)	3,7	3,3	3,6	2,8
Skutočná dĺžka koryta (m)	1 128	297	366	1 870
Dĺžka údolnice (m)	1 081	286	316	1 760
Stupeň kľukatosti	1,04	1,04	1,16	1,06
Index dotyku	>75 %	>75 %	>75 %	50-75 %

Tab.1 Vybrané parametre skúmaných korytovo-nivných jednotiek (KNJ)

la žiadna zmena, okrem dvoch vyššie spomínaných prípadov. Zvyšky dreva nachádzajúce sa v malých riečnych korytách, akým je aj koryto Vydrice, sú pomerne stabilné a preto môžu mať významný dlhodobý efekt na morfológickú stavbu koryta. Slabá transportná sila vodného toku spôsobuje, že väčšie kusy (celé stromy) môžu vytvárať dnové stupne, lokálne spevňovať brehy a často tvoria kľúčové kusy vo väčších akumuláciách. Vcelku prispievajú k morfologickej diverzite koryta a vzniku rozmanitej škály fyzických habitatov.

Na Vydrici podmieňujú akumulácie LWD: **1.** lokálnu hĺbkovú eróziu a degradáciu dna koryta, **2.** laterálnu eróziu spôsobujúcu rozširovanie koryta resp. jeho bočnú migráciu, **3.** sedimentáciu v koryte, ktorá iniciuje tvorbu napr. centrálnych a bočných lavíc, **4.** sedimentáciu mimo koryta, ktorej efekty sa prejavujú v podobe bahenných povlakov, piesčitých akrecií a pod., **5.** efekt vzduťtia hladiny nad prekážkou, pričom v meandrovom oblúku môžu vyvolať a uľahčiť proces odrezávania meandra, **6.** vznik dnových stupňov a zátočín (*backwater*), determinujúcich tvorbu riečnych úsekov typu stupeň-priehlbina, **7.** lokálne spevnenie brehu.

5 ZÁVER

Kľúčovú úlohu v morfológii malých vodných tokov pretekajúcich lesným územím zohrávajú brehovú porasty, ktoré môžu výrazne ovplyvniť korytovú morfológiu a fluvialne procesy. Negatívne zmeny v stave brehovej vegetácie sa prejavujú v objeme a prísune zvyškov dreva do koryta. Morfológická odozva koryta na zmeny v zásobe zvyškov dreva v koryte závisí od ich úlohy v zásobe sedimentov a tvorbe priehlbín. Tieto efekty sa menia systematicky v rámci riečneho systému. U malých vodných tokov môže dôjsť k viacerým morfológickým zmenám práve znížením prísunu a zásob zvyškov dreva v koryte, ktoré spomaľujú transport a zvyšujú zásobu sedimentov v korytách (MONTGOMERY a BUFFINGTON 1993). Súčasne so znížením zásob zvyškov dreva sa redukuje drsnosť dna a môže dôjsť aj k redukcii priehlbín.

Výskum vplyvu lesných brehových porastov a zvyškov dreva (LWD) akumulovaných v koryte na morfológiu a správanie Vydrice preukázal že, izolované, individuálne stromy (bez podrastu) lemujúce brehy majú dôležitú úlohu pri utváraní morfológie koryta a jeho pôdorysu, pričom relevantnú úlohu má rozstup stromov a hustota zápoja porastu. V súčasnosti prevládajú staré stromy pomerne veľkých rozmerov s riedkym zápojom, výskyt mladých stromov je ojedinelý.

Dominujú procesy laterálnej erózie, erózie pred/za prekážkou, podmyvanie brehov, podtínanie brehových porastov a tvorba podkoreňových kavern. Tieto podmieňujú vznik rôznych morfológických foriem a habitatov na brehu a dne koryta, akými sú podtaté brehovú previsy, brehovú výklenky s obnaženými koreňovými systémami a podkoreňovými kapsami, zriedkavejšie brehovú steny. Veľmi častou formou sú brehovú ostrohy v rôznych štádiách vývoja. Z vyššie uvedeného vyplývajú nasledovné doporučenia pre manažment riečnej krajiny:

- zabrániť pokračujúcemu úbytku brehových drevín s vysokým vplyvom na morfológickú stabilitu brehov, ako aj riečnu krajinu Vydrice,
- zvýšiť starostlivosť o brehovú porasty, najmä doplnkovou výsadbou a zvýšenou starostlivosťou o mladé stromy, ktoré ľahšie podliehajú eróznym procesom.

Príspevok bol vypracovaný v rámci vedeckého projektu č. 2/6040/27 financovaného vedeckou grantovou agentúrou VEGA.

LITERATÚRA

- ABERNETHY, B., RUTHERFURD, I.D. (1998). Where along a rivers length will vegetation most effectively stabilise stream banks. *Geomorphology*, 23, 55-75.
- 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.

- BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.A. (2000). River styl, a Geomorphic Approach to Catchment Characterization: Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia. *Environmental Management*, 25, 6, 661-679.
- BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.A. (2005). *Geomorphology and river management*. Blackwell, 1-398.
- BUFFINGTON, J.M., MONTGOMERY, D.R. (1999). A procedure for classifying textural facies in gravel-bed rivers. *Water resources research*, 35, 6, 1903-1914.
- COLLINS, B.D., MONTGOMERY, D.R. (2002). Forest development, log jams, and the restoration of floodplain rivers in the Puget Lowland. Washington, *Restoration Ecology*, 10, 2, 237-247.
- 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.
- FRISSELL, CH.A., LISS, W.J., WARREN, CH.E., HURLEY, M.D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10, 2, 199-214.
- FROTHINGHAM, K. M., RHOADS, B., L., HERRICKS, E., E. (2002). A multiscale conceptual framework for integrated ecogeomorphological research to support stream naturalization in the agricultural Midwest. *Environmental Management*, 29, 1, 16-33.
- GREŠKOVÁ, A. (2004). Priestorová variabilita korytovo-nivného geosystému Vydrice. *Geomorphologia Slovaca*, 4, 2, 54-61.
- GREŠKOVÁ, A. (2005). Hierarchická štruktúra morfológie riek – na príklade malého vodného toku (Vydrice). In: Herber, V. (ed.). *Fyzikogeografický zborník 3, Fyziká geografie – krajinná ekológia – trvalá udržiteľnosť*, MU Brno, 161-166.
- GURNELL, A., PETTS, G.E., GREGORY, K.J. (1995). The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: implications for management. *Journal of Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5, 1-24.
- HUANG, H.Q., NANSON, G.C. (1997). Vegetation and channel variation, a case study of four small streams in southeastern Australia. *Geomorphology*, 18, 237-249.
- INTEGRATED STRESMBANK PROTECTION GUIDELINES. *Washington State Aquatic Habitat Guidelines Program*. Washington, Chapter 2, 2002, 1-19.
- KELLER, E.A., SWANSON, F.J. (1979). Effects of large organic material on channel form and fluvial processes. *Earth Surface Processes*, 4, 361-380.
- LEHOTSKÝ, M. (2002). Korytovo-nivný systém – terra incognita v slovenskej geomorfológii. *Geomorphologia Slovaca*, 2, 2, 23-30.
- LEHOTSKÝ, M. (2005). Metodologické aspekty správaní a zmien korytovo-nivných geosystémov. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 1, 34-50.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2003). Geomorphology, fluvial geosystems and riverine landscape (methodological aspects). *Geomorphologia Slovaca*, 3, 2, 46-59.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004a). Riverine landscape and geomorphology: ecological implications and river management strategy. *Ekológia*, Bratislava, Vol. 23, Supplement 1, 179-190.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004b). Korytovo-nivné geosystémy a riečna krajina prieskum a hodnotenie. *Geografie, Sborník české geografické společnosti*, Praha, 109, 4, 277-288.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2006). Riečna krajina – integrovaný výskum a environmentálne plánovanie. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, Bratislava, No. 47, 187-195.
- MALIK, I. (2004). *Rola lasu nadrzeczneho w kształtowaniu koryta rzeki meandrującej na przykładzie Malej Panwi (Rownina Opolska)*. Wydawnictwo Uniwersytetu Slaskiego, Katowice, 1-94.
- MONTGOMERY, D.R., BUFFINGTON, J.M. (1993). *Channel classification, prediction of channel response, and assessment of channel condition*. Olympia, Washington State Department of Natural Resources Report TFW-SH 10-93-002, 1-84.
- MONTGOMERY, D.R., BUFFINGTON, J.M., SMITH, R.D., SCHMIDT, K.M., PESS, G. (1995). Pool spacing in forest channels. *Water Resources Research*, 31, 4, 1097-1105.
- MONTGOMERY, D.R., COLLINS, B.D., BUFFINGTON, J.M., ABBE, T.B. (2003). Geomorphic Effects of Wood in Rivers. *American Fisheries Society Symposium*, 37, 21-47.
- MONTGOMERY, D.R., ABBE, T.B. (2006). Influence of logjam-formed hard points on the formation of valley-bottom landforms in an old-growth forest valley, Queets River, Washington, USA. *Quaternary Research*, 65, 1, 147-155.
- PIÉGAY, H., GURNELL, A.M. (1997). Large woody debris and river geomorphological pattern: examples from S.E. France and S. England. *Geomorphology*, 19, 99-116.
- POOL, G.C. (2002). Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 47, 4, 641-660.
- PRICE, P., LOVETT, S. (2004). *Streambank stability*. Fact Sheet 2, Land & Water Australia, Canberra.
- ROWNTREE, K., WADESON, R. (1998). A geomorphological framework for the assessment of instream flow requirement. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1, 125-141.