

ODOZVA MORFOLÓGIE VYSOKOGRADIENTOVÉHO VODNÉHO TOKU NA VETERENÚ KALAMITU – EKOLOGICKÝ ASPEKT

MILAN LEHOTSKÝ*, ANNA GREŠKOVÁ*

Milan Lehotský, Anna Grešková: Morphological response of the high-gradient river to the windblown forest – ecological aspect. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 7, 2007, 2, 5 Figs., 21 Refs.

The behaviour of the fluvial geosystems is not linear. The non-linearity lies in the continuous adaptation to disturbing agents that are natural or anthropic in their essence. One example of such events includes the episodic forest calamities caused by the wind. The windthrow is defined as the tree or group of trees that have been felled by heavy wind. The November 2004 windblow in the Tatra Mts. caused a large-scale destruction of adult forest growths on an extensive area including that of the riverine landscape of the sub-Tatra brooks. The article offers the methodological procedure and comprehensive assessment of the destabilization of the river channel morphology under the effects of the windblown and removal of the fallen trees. The methodology consists of the following steps:

- channel and floodplain classification and identification of river reaches,
- identification of bottom and bank destabilization indicators,
- survey of the large woody debris effect on the river channel stability and morphology in river reaches struck by the wind calamity.

Key words: morphological response, windblown forest, Tatra Mts., large woody debris

1 ÚVOD A METODOLÓGIA

Pre regulovanie mnohých procesov ekosystémov hrajú morfológické vlastnosti krajiny významnú úlohu a naopak ekosystémy ovplyvňujú geomorfologické procesy a formy. Odpoveďou na túto skutočnosť je fakt, že v období posledných dvoch desaťročí je badateľný intenzívny záujem o prepojenie geomorfológie a ekosystémovej ekológie. Príkladom tohoto trendu je aj geomorfologické binghamtonské sympóziu organizované Univerzitou v Buffale v roku 2005 v Buffale. Jeho cieľom bolo získať prehľad o konceptuálnych paradigmách, diskutovať o nich, získať prehľad o aplikácii metód z príkladových štúdií a simulačných modelov a súčasne identifikovať základné problémy a úlohy, ktoré by motivovali ďalší výskum a vylepšili efektivitu manažmentu a revitalizácie ekosystémov (RENSCHLER et al. 2007). V intenciách tohoto trendu sa už aj v podmienkach Slovenska realizoval pokus o integrovaný hydrobiologicko-morfologický výskum riečného

systému na príklade analýzy interakcie spoločenstiev makrovertebrát a morfológie dna koryta (GREŠKOVÁ, LEHOTSKÝ, PASTUCHOVÁ 2007). Inou potenciálnou oblasťou je integrovaný ekologicko-morfologický výskum realizovaný v polohe interakcie medzi fluviaľnými procesmi a formami reliéfu, ripariálnou vegetáciou (STEIGER et al. 2005, RODRIGUES et al. 2006), resp. zvyškami dreva (GURNELL et al. 1995, HUANG a NANSON 1997, ABERNETHY a RUTHERFURD 1998, MALIK 2004, GREŠKOVÁ 2005, KREJČÍ a MÁČKA 2006). Lesné brehové porasty, spolu s koreňovým systémom prispievajú významne k spevneniu a súdržnosti materiálu brehov koryta, obzvlášť v relatívne nekohéznych aluviálnych 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, neohraničených korytových úsekoch (*low-gradient, unconfined alluvial*

*Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: geogheo@savba.sk, greskova@savba.sk

channels reaches) s relatívne nesúdržným materiálom brehov, kde nedostatočné spevnenie brehov môže viesť k dramatickému rozšíreniu koryta. Komplexné a detailné poznanie týchto procesov je kľúčom k poznaniu mechanizmu správania sa koryta vodného toku aj v zmysle vývoja jeho pôdorysu.

Správanie a vývoj morfológie riečného koryta v zalesnenom území je silne ovplyvňovaný nielen brehovými porastami, ale aj prítomnosťou veľkých zvyškov dreva (*large woody debris -LWD*) v podobe celých stromov, častí kmeňov, resp. koreňových systémov akumulovaných v koryte a na jeho brehoch. 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 fluviaálne procesy je determinovaný ich množstvom, veľkosťou, orientáciou a pozíciou v koryte (GREŠKOVÁ 2005).

Kalamitné situácie, kedy sa môže dostať do koryta vodného toku veľké množstvo celých stromov a ich zvyškov nastávajú najmä počas silných veterných smrŕtí, polomov, požiarov a povodní. Tieto procesy prísunu všeobecne označujeme ako epizodické procesy, vyskytujúce sa síce zriedkavo, ale obyčajne prispievajúce veľkým objemom drevnej hmoty, na rozdiel od bežnej, trvalej introdukcia zvyškov dreva, ktorá je výsledkom prirodzeného procesu odumierania stromov alebo procesu erózie brehov a rozširovania koryta podmývaním koreňovej sústavy brehových stromových porastov.

Všeobecne prevláda rôznosť prístupov k odstraňovaniu nielen následkov kalamity v krajine, ale aj rôznosť názorov na odstraňovanie kalamitného dreva z koryt vodných tokov (zväčša sa jedná o celé stromy). Prvý, inžiniersko-vodohospodársky prístup vníma zvyšky dreva v korytách riek ako hrozbu z povodňového aspektu, uprednostňuje jeho odstraňovanie, naopak ekologický prístup ich vníma ako významný prirodzený komponent fluviaálnych systémov, prispievajúci k diverzite habitatov, zvyšujúci kvalitu vody a podporujúci dobrý stav ekosystémov. Podľa viacerých príručiek a manuálov z oblasti manažmentu ripariálnej vegetácie a zvyškov dreva v korytách riek (COTTINGHAM et al. 2003, RUTHERFURD et al. 2002) by sa mali odstraňovať iba ak by predstavovali hrozbu z aspektu destabilizácie koryta, jeho dna a brehov alebo z aspektu povodní.

V príspevku sa zameriavame na priestorovú analýzu zmien morfológie a procesov akumulácie a erózie spôsobených veternou kalamitou v novembri 2004 a následnou ťažbou kalamitného dreva na úrovni segmentu a načrtávame ich ekologické implikácie. Za modelové územie sme vybrali štyri typy riečnych úsekov (korytovo-nivných jednotiek) Studeného potoka v priestore segmentu typu podhorského pahorkatínového terasovaného vejára v zmysle práce (LEHOTSKÝ a LACIKA 2007).

Vzhľadom k rozsahu veternej kalamity a kvantity drevnej hmoty (počtu aj objemu), ktorá zostala po kalamite v riečnych korytách sa muselo pristúpiť k jej

odstraňovaniu pre celkovú nepriechodnosť územia (pre človeka aj zver) a vysoké riziko vzniku prívalových prelomových vln v čase zvýšených prietokov. Avšak aj po jeho odstránení zostalo v korytách postihnutých podtatranských potokov a v ich bezprostrednej blízkosti veľké množstvo kalamitných zvyškov dreva. Zmena krajinej pokrývky vyvolaná kalamitou prebehla dvojfázovo a môžeme rozlíšiť dve fázy pokalamitnú a poťažobnú. Obe fázy majú svoju špecifickú odozvu v morfológii, v procesoch pohybu sedimentov a zvyškov dreva a obe iniciujú zmeny morfológie a procesov akumulácie a erózie na štyroch úrovniach:

- na úrovni segmentu, t. j. medzi typmi riečnych úsekov,
- na úrovni riečnych úsekov, t. j. medzi korytovnými úsekmi,
- na úrovni korytových úsekov, t. j. medzi morfológickými jednotkami,
- na úrovni morfológických jednotiek, t. j. medzi morfohydraulickými jednotkami.

Tieto zasa implikujú zmeny ekologických pomerov:

- na úrovni segmentu metapopulačné interakcie (vyšších cicavcov, vegetačných formácií),
- na úrovni riečnych úsekov dynamiku a procesy ekosystémov (plôšok) s efektom na vek a druhové zloženie aquatických i terestrických rastlinných a živočíšnych spoločenstiev,
- na úrovni korytových úsekov lokálne sukcesné procesy a ontogenetický cyklus rýb, obojživelníkov a plazov
- mezohabitaty,
- na úrovni morfológických jednotiek procesy redistribúcie semien na laviciach, mikrohabitaty makroevertebrát.

2 POUŽITÉ METÓDY

2.1 METODICKÝ POSTUP VYČLENENIA RIEČNYCH ÚSEKOV (KORYTOVO-NIVNÝCH JEDNOTIEK – KNJ)

Konceptuálny model hierarchickej klasifikácie morfológie riek (LEHOTSKÝ 2004, LEHOTSKÝ a Grešková 2004a) poskytuje na úrovni riečného úseku (korytovo-nivnej jednotky - KNJ) pochopenie a názorne prezentovanie základných črt a vývojových aspektov *morfológického rázu rieky – MRR (river morphology character – RMC)*. Pod morfológickým rázom rieky, podobne ako je to u rázu krajiny, chápeme špecifickú kompozíciu a prejav štruktúry, správania, zmien a vývoja morfológických vlastností fluviaálneho systému (LEHOTSKÝ a NOVOTNÝ 2006). Tento taxón sa v zmysle LEHOTSKÝ (2004) identifikuje na základe nasledovných kľúčových vlastností koryta a nivy:

- typu nivy v zmysle NANSON a CROKE (1992), jej šírky a súboru jej morfológických jednotiek,
- pôdorysnej vzorky koryta (počet koryt, index kľukatosti),
- vnorenia koryta (*entrenchment*), pričom vnorenie koryta je definované ako vertikálne zaklesnutie koryta rieky v nive a definuje sa pomerom šírky potenciálne zaplavovaného územia a šírky plného koryta, pričom

rozlišujeme: vnorené koryto, keď je niva aj počas vysokých vodných stavov nezaplavovaná a index vnorenia koryta (*entrenchment ratio-ER*) nadobúda hodnoty < 1.4 , stredne vnorené koryto, kedy je niva zaplavovaná len pri veľmi vysokých vodných stavoch a index vnorenia má hodnoty $1.4 - 2.2$ a plytko vnorené koryto, kedy je niva počas vysokých vodných stavov pravidelne zaplavovaná a index vnorenia koryta má hodnoty > 2.2 (LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2005),

– dotyku koryta so svahom doliny, resp. vyššej terasy (*channel abut* v zmysle LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2004b). Vyjadruje sa indexom dotyku (*channel abut index*) určenom na základe pomeru dĺžky dotyku koryta k celkovej dĺžke koryta v skúmanom úseku. Na jeho základe sa rozlišuje koryto: primknuté (okolo 90 % koryta prilieha k svahu doliny), čiastočne primknuté (10-90 % koryta prilieha k svahu doliny) a voľné ($<$ ako 10 % koryta prilieha k svahu doliny),

– dominantného typu korytového úseku určovaného špecifickou mozaikou morfológických jednotiek s príslušnou textúrou dnových sedimentov a sklonom.

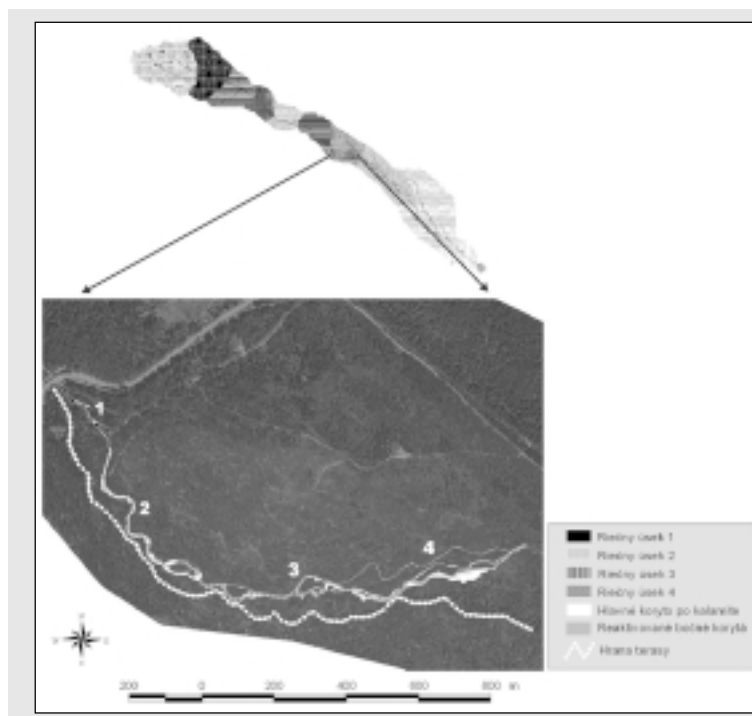
Riečny úsek (korytovo-nivná jednotka) podobne ako aj korytový úsek sa v pôdoryse v mape alebo náčrte zobrazujú ako líniové entity a majú pozdĺžne a priečnodolinové hranice. Pozdĺžno-dolinové hranice riečného úseku nachádzajúceho sa v segmentoch laterálne uzavretých pre pohyb koryta tvoria pravobrežná a ľavobrežná čiara prebiehajúce na kontakte prechodnej zóny nivy a svahu doliny, resp. terasy a u riečnych úsekov nachádzajúcich sa v segmentoch laterálne uzavretých pre pohyb koryta len brehovú čiaru. Priečnu hranicu tvorí čiara priečného profilu dna doliny vedená po jej kontakt s pozdĺžnymi hranicami riečného úseku. Pozdĺžnu hranicu korytového úseku tvoria brehovú čiary (pravobrežná a ľavobrežná) prebiehajúce na kontakte brehu a nivy (hrana brehu) alebo brehu a svahu doliny,

resp. (terasy, zosunu, aluviálneho vejára a pod.). Priečnu hranicu oddeľujúcu rôzne typy riečnych úsekov tvorí expertne stanovená línia priečného profilu koryta.

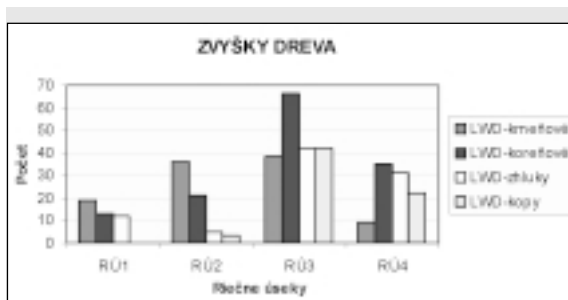
2.2 METÓDY TERÉNEHO VÝSKUMU

A KANCELÁRSKE METÓDY

Výskum pozostával z aplikácie terénnych a kancelárskych metód výskumu. Práce v teréne zahŕňali prieskum pokalamitného stavu a stavu po vyťažení kalaminého dreva. Prieskum vlastného pokalamitného stavu sa uskutočnil v júni 2005. Vzhľadom na veľmi komplikovanú priechodnosť terénu v tomto čase nebolo možné detailne rekognoskovať stav morfológie koryta a ripariálnej zóny. Aj napriek tejto skutočnosti sme získali celkový obraz o potenciálnom prísune drevnej hmoty do koryta a o celkovej priestorovej diferenciácii kalamity v skúmanom území. Nasledujúce etapy terénneho výskumu realizované v rokoch 2006 a 2007 spočívali v rozpoznaní indikátorov odozvy morfológického systému rieky po vyťažení kalaminého dreva. V tomto období sme za účelom aplikácie fotokomparatívnej metódy, ktorá bola súčasťou terénnych prác, vyhotovili fotodokumentáciu z viacerých časových horizontov pre vybrané lokality. Táto metóda sa ukázala ako veľmi vhodná nielen na dokumentáciu pokalamitnej dynamiky morfológickej štruktúry dna koryta, ale poskytila aj množstvo dôkazového materiálu o zmenách ako morfológických tak aj sedimentologických. Ukázalo sa, že tretí zo štyroch skúmaných riečnych úsekov majú veľmi komplikovanú štruktúru pôdorysnej vzorky aktívneho koryta, ako aj starých avulzných koryt. Hlavné uzlové body avulzií a priestorových zmien pôdorysnej vzorky koryta boli zaznamenané pomocou GPS prístroja. Na jednotlivých typoch riečnych úsekoch boli



Obr. 1 Pozícia skúmaného územia v segmentoch Veľkej Studenej doliny, typy riečnych úsekov a stav pôdorysnej vzorky koryta pred a po kalamite



Obr. 2 Výskyt jednotlivých typov zvyškov dreva (LWD) v skúmaných štyroch riečnych úsekoch

na vybraných lokalitách zamerané sklony ich pozdĺžnych profilov.

Kancelárske práce spočívali v analýze topografických máp, pred- a pokalamitných ortofotosnímkov v prostredí GISu. Aplikáciou metódy „substitúcie miesta za čas“ v zmysle LEHOTSKÝ (2005), LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ (2005) sme sa terénnym prieskumom a analýzou ortofotomáp z viacerých časových horizontov snažili o rekonštrukciu stavu riečného systému pred kalamitou.

3. VÝSLEDKY

3.1 RIEČNE ÚSEKY (KORYTOVO-NIVNÉ JEDNOTKY) SKÚMANÉHO ÚZEMIA

Ako už bolo spomenuté vyššie, všetky štyri typy riečnych úsekov (**obr. 1**) v ich celkovej dĺžke 1 910 m sa nachádzajú v segmente typu podhorského pahorkatínového terasovaného vejára. Fluviálne procesy prítokov, erózia terasových stien, svahová stružková a výmolvá erózia a prepojenie s hyporeickou zónou prebiehajú v ňom laterálne asymetricky a na pozdĺžnom profile nesúvisle, čím indikujú polospriahnutý (*semicoupling*) charakter segmentu. Typy riečnych úsekov (korytovo-nivných jednotiek) charakterizujeme nasledovne:



Obr. 3 Kmeňové a koreňové zvyšky dreva v koryte Studeného potoka (november 2005). Foto: Lehotský

1. typ riečného úseku s nerovnovážnou, vysoko energetickou nivou (v zmysle Nanson a Croke 1992 – A1) budovanou nekohéznymi sedimentami, vyvinutou len v podobe brehovej sedimentovej stopy (*bank shadow* v zmysle Wittenberg, 2002), s pôdorysnou vzorkou jednoduchého priameho (s indexom kľukatenia 1,1), vnoreného, voľného koryta, s priemerným sklonom 13,1 % (5,9°) a dĺžkou 240 m, s dominanciou korytových úsekov typu blokovej kaskády,

2. typ riečného úseku s veľmi úzkou nerovnovážnou vysoko energetickou nivou budovanou nekohéznymi sedimentami vyvinutou len v podobe korytového stupňa (A1), s pôdorysnou vzorkou jednoduchého stredne kľukatého (index kľukatenia 1,28), vnoreného a voľného koryta, s priemerným sklonom 10,2 % (4,1°) a dĺžkou 410 m, s dominanciou korytových úsekov typu balvanovej kaskády a stupeň-priehlbina,

3. typ riečného úseku s rovnovážnou stredne energetickou nivou budovanou nekohéznymi sedimentami (B2) o šírke okolo 70 m, s pôdorysnou vzorkou aktívneho vrkočiaco-divočiaceho (*braided-wandering*), plytko vnoreného a čiastočne primknutého koryta, s lavicovými a ostrovnými typmi korytových úsekov, s priemerným sklonom 5,1 % (2,3°) a dĺžkou 810 m,

4. typ riečného úseku s rovnovážnou stredne energetickou nivou budovanou nekohéznymi sedimentami (B2) o šírke okolo 100 m, s pôdorysnou vzorkou degradujúceho divočiaceho (*wandering*), stredne vnoreného, voľného koryta s korytovými úsekmi plytčina-priehlbina a plochého dna, s priemerným sklonom 5,7 % (2,6°) a dĺžkou 430 m.

3.2 INDIKÁTORY ODOZVY

Počas terénneho výskumu sme identifikovali nasledovné indikátory odozvy (*field indicators*):

1. porušenie morfolologickej celistvosti (integrity) brehovej línie vývratmi a prístupovými cestami prejavujúce sa v priečných morfologických jazvách brehu,

2. iniciovanie pohybu brehového materiálu obnažením brehov prejavujúce sa v podobe brehovej stružkovej erózie,

3. iniciovanie laterálnej erózie brehov v nekohéznych sedimentoch prejavujúce sa v podtínaní brehu a jeho laterálnej migrácii,

4. akcelerácia erózie terasových stien prejavujúca sa v ich ústupe, akumulácii materiálu na päte steny a jeho prísunu do koryta,

5. zvýšenie pohybu hrubozrnných dnových sedimentov prejavujúce sa v priestorovej redistribúcii dnových foriem, najmä lavíc,

6. iniciovanie hĺbkovej erózie dna,

7. akumulácia jemných sedimentov v korytových zákutiach,

8. oživenie sústavy starých a občasne pretekajúcich ramien, avulzných koryt a modifikácia pôdorysnej vzorky koryta,

9. reaktivácia prítokov 1 rádu a tým prísunu materiálu a vody do hlavného koryta,



Obr. 4 a 5 Umelo nakopené zvyšky drevnej hmoty do kôp (júl 2007). Foto: Grešková.

10. akumulácie LWD (koreňové, kmeňové, zhluky, zátarasy) prejavujúce sa v zmene hydraulikkej geometrii koryta a lokálneho sedimentového režimu,

11. antropogénne akumulácie zvyškov dreva (kopy) na nive prejavujúce sa ako nový morfológický fenomén riečnej krajiny.

3.3 VÝSKYT A DISTRIBÚCIA VEĽKÝCH ZVÝŠKOV DREVA V KORYTE

V rokoch 2005 až 2007 boli počas terénnych prác získané údaje o počte, priestorovej distribúcii a typoch zvyškov dreva v koryte, ktoré boli zaznamenané do terénneho protokolu podľa klasifikácie v zmysle GREŠKOVÁ (2005). Získané dáta umožnili vyhodnotiť reálny stav v jednotlivých časových horizontoch, ako aj zmeny drevnej hmoty v danom type riečného úseku v čase. Aplikovali sme metódu prieskumu distribúcie a zásob zvyškov dreva v koryte, v súlade so štandardnými postupmi prieskumu vo svete, za týmto účelom sme separovali charakteristiky prezentujúce kvantitatívne premenné k ohodnoteniu distribúcie a zásob zvyškov dreva v koryte, kvantitatívne premenné zvyškov dreva a premenné popisujúce kvalitatívne charakteristiky zvyškov dreva. Získané boli dáta o type (obr. 2) veľkých zvyškov drevnej hmoty (individuálne kusy alebo väčšie akumulácie), o ich veľkosti (priemer, dĺžka), orientácii (kolmá, paralelná a šikmá), polohe v koryte (premostujúca, zavesená naprieč korytom, čiastočne zasahujúca do koryta, úplne v koryte, ležiaca na dne, čiastočne pochovaná v substráte) a mimo koryta, ďalej boli zaznamenané asociované akumulčné a erózne formy. Detailné poznatky o morfológii a o kvantitatívnych a kvalitatívnych charakteristikách zvyškov dreva, ktoré zostali po odstraňovaní kalamity v koryte Studeného potoka boli vstupom pre posúdenie vplyvu zvyškov dreva na stabilitu a morfológiu koryta v pásme postihnutom kalamitou.

Opakovaný prieskum potvrdil predpoklad, že najmä menšie individuálne zvyšky dreva podliehajú transportu a redistribúcii, pričom dochádza k tvorbe väčších akumulácií. Veľké koreňové a kmeňové zvyšky

dreva (obr. 3) sú kľúčovým článkom pre tvorbu väčších akumulácií v koryte a to postupným prikladaním menších transportu podliehajúcich kusov. Za sledované obdobie sa takýmto spôsobom vytvorili v skúmaných typoch riečnych úsekov najmenej tri veľké akumulácie – zátarasy, ktoré majú veľký vplyv na hydraulickú geometriu koryta, tok vody a lokálny režim sedimentov. V budúcnosti, najmä za výskytu povodňových prietokov, môžu významne vplyvať na morfológiu riečného úseku a zohrávať relevantnú úlohu pri vzniku nových, resp. pri oživení starých avulzných koryt a zmene pôdorysu koryta. Procesom spracovania kalamitného dreva na nive došlo k umelému nakopeniu menších kusov drevnej hmoty do veľkých kôp (Obr. 4 a 5), ktoré v súčasnosti predstavujú veľké potenciálne nebezpečenstvo, keďže v čase povodňových prietokov budú ľahko podliehať deštrukcii vodného prúdu, transportu po toku a následne môžu vytvárať veľké zátarasy (nebezpečné sú celo-profilové zátarasy kolmé na tok) najmä v kritických zúžených miestach a prispievať k vzniku bariérových efektov, čo môže mať katastrofálne následky.

4 ZÁVERY

Vytvoril sa iný typ riečnej krajiny, viacej otvoreného systému so zvýšenou celkovou diverzitou. Koridor sa otvoril longitudinálne, laterálne (pre sedimenty, odtok, ale aj pohyb živočíchov) a vertikálne (posilným prepojením s hyporeickou zónou). Aj keď sa potvrdilo, že kalamita mala doteraz minimálnu odozvu na odtokové pomery (vzhľadom na absenciu extrémnych prietokov), nedá nám konštatovať, že aj pri nezmene množstva vody môže byť efekt iný v zmenených podmienkach. Dôkazom je lokálne potvrdený zvýšený pohyb sedimentov hrubšej frakcie, prísun sedimentov jemnejšej frakcie z brehov a terasových stien a ich pohyb ďalej po toku. Oživil sa staré avulzné korytá a utvárajú sa nové dnové formy, ktoré sú za nízkych prietokov kolonizované vegetáciou. Odstránenie kalamitného dreva umožňuje zrýchlenie „vyprázdňovania“ sedimentov, zníženie prirodzenej retencie priestoru

a zadržiavania vody v krajine. Z hľadiska zadržiavania vody sa ukazuje, že oblasť v 3. type riečného úseku sa mala ponechať nevyťažená. Výskum odozvy kalamity na morfológiu riečného úseku bude pokračovať aj v nasledujúcich rokoch a predmetom monitorovacieho procesu bude:

- identifikácia typu a miery narušenia/destabilizácie koryta pomocou indikátorov,
- hodnotenie RÚ podľa dominantného výskytu indikátorov, resp. ich súboru a ich priestorového rozšírenia (veľkosť plôšok),
- získanie komplexnejšieho priestorového pohľadu na morfológickú odozvu riečnych systémov po kalamite.

PAĎAKOVANIE

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.
- COTTINGHAM, P., BUNN, S., PRICE, P., LOVETT, S. (2003). Managing wood in streams. River and Riparian Land Management, Technical Guideline Update No. 3.
- GREŠKOVÁ, A. (2005). Zvyšky dreva v korytách riek: interakcie s korytovou morfológiou a fluvialnými procesmi. *Geomorfológia Slovaca*, 5, 1, 21-33.
- GREŠKOVÁ, A., LEHOTSKÝ, M., PASTUCHOVÁ, Z. (2007). Morfohydraulická štruktúra dna koryta malého vodného toku a spoločenstvá marzoobentosu. *Geografický časopis*, 59, 1, 25-48.
- 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.
- KREJČÍ, L., MÁČKA, Z. (2006). Dřevní hmota v říčních korytech – zdroje, objem, distribuce a interakce s fluvialními tvary (případová studie z NPR Rameňna řeky Moravy, CHKO Litovelské pomoraví. In.: Smolová, I. ed.: *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Vydavatelství UP v Olomouci, Olomouc, 2006, s. 117-122.
- LEHOTSKÝ, M., (2004). River Morphology hierarchical Classification (RMHC). *Acta Universitatis Carolinae. Geographica*, XXXIX, No 1, 33- 45.
- LEHOTSKÝ, M. (2005). Metodické aspekty správania a zmien korytovo-nivných geosystémov. *Geomorfológia Slovaca*, 5, 2005, 1, 34-50.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004a) Riverine landscape and geomorphology: ecological implication and river management strategy. *Ecology (Bratislava)*, 23, Supplement 1, 179-190.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004b). Hydromorfologický anglicko-slovenský výkladový slovník. SHMÚ. 1-77. http://www.shmu/File/Implementacia_rsv/slovník/slovníkfinal.pdf
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2005). Základné klasifikačné systémy a morfometrické charakteristiky korytovo-nivných geosystémov. *Geomorfológia Slovaca*, 5, 2005, 1, 5-20.
- LEHOTSKÝ, M., NOVOTNÝ, J. (2006). Metodológia konceptuálneho modelu vývoja morfológie rieky. In.: Smolová, I. ed.: *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Vydavatelství UP v Olomouci, Olomouc, 2006, 154-159.
- LEHOTSKÝ, M., LACIKA, J. (2007). Typy segmentov vysokogradientových dolinovo-riečnych systémov. *Geomorphologia Slovaca* (v tlači).
- MALIK, I. (2004). Rola lasu nadrzecznego w kształtowaniu koryta rzeki meandrującej na przykładzie Malej Panwi (Równina Opolska). Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 1-94.
- NANSON, G.C., CROKE, J.C. (1992). A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4, 459-486.
- RENSCHLER, CH.S., DOYLE, M.W., THOMS, M. (2007). Geomorphology and ecosystems: Challenges and keys for success in bridging disciplines. *Geomorphology*, 80, 1-8.
- RODRIGUES, S., BRÉHÉRET, J. G., MACAIRE, J. J., GREULICH, S., VILLAR, M. (2006). In-channel woody vegetation controls on sedimentary processes and the sedimentary record within alluvial environments: a modern example of an anabranch of the River Loir, France. *Sedimentology*, 1-20.
- RUTHERFURD, I., MARSH, N., PRICE, P., LOVETT, S. (2002). Managing woody debris in rivers. Fact Sheet 7, *Land & Water Australia*, Canberra. p.15.
- STEIGER, J., TABACCHI, E., DUFOUR, S., CORRENT, D., PEIRY, J. L. (2005). Hydrogeomorphic processes affecting riparian habitat within alluvial channel-floodplain river system: a review for the temperate zone. *River Research and Applications*, 21, 719-737.
- WITTENBERG, L. (2002). Structural patterns in coarse gravel river beds: typology, survey and assessment of the roles of grain size and river regime. *Geographica Annaler*, 84A, 25-37.