

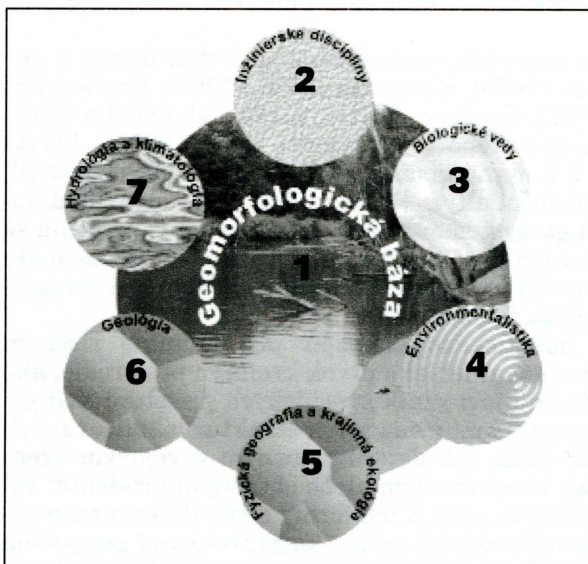
MILAN LEHOTSKÝ, ANNA GREŠKOVÁ

KORYTOVO-NIVNÉ GEOSYSTÉMY A RIEČNA KRAJINA: PRIESKUM A HODNOTENIE

M. Lehotský, A. Grešková: *Channel-floodplain geosystem and riverine landscape – survey and assessment*. – *Geografie – Sborník ČGS*, 109, 4, pp. 277–288 (2004). – The article deals with new orientation and methodological approaches recently dominating in the field of fluvial geomorphology. The authors, based on theoretical and methodological findings of older and recent studies define the riverine landscape and its geomorphic base – channel-floodplain geosystems, explain their hierarchical structure and briefly outline the main features of approaches of its assessment and survey strategy.
KEY WORDS: channel-floodplain system – riverine landscape – assessment – survey.

Úvod

Poznávanie vodných tokov a okolitej krajiny vývojovo nimi podmienenej je predmetom záujmu viacerých vedných disciplín (obr. 1). Fyzická geografia a zvlášť fluviálna geomorfológia prešli vo svete za posledných dvadsaťpäť rokov rýchlou transformáciou čo sa týka ich teoreticko-metodologického aparátu



Obr. 1 – Geomorfologická báza a riečna krajina ako objekt výskumu

tu i aplikačnej polohy. Výrazný metodologický posun sa prejavil v podobe holistického chápania riečnych geosystémov, v presune ťažiska ich výskumu do veľmi podrobných mierok, zintenzívnenia štúdia vzťahov medzi fyzikálnymi procesmi a formami reliéfu správdzaného odklonom od deskripcie foriem k vysvetľovaniu mechanizmov ich vývoja a dynamiky a napokon v polohe ich hodnotenia a monitorovania. Za poslednú dekádu, hlavne vďaka holistickému chápaniu geomorfologickej reality a mimoriadnemu množstvu exaktných experimentálnych meraní v teréne a laboratóriách, ako aj dôkladných

analýz takto získaných dát z rôznych kútov sveta (hlavne z USA, Kanady, Austrálie, Juhoafrickej republiky a Veľkej Británie) značne vzrástla aj aplikačná sila fluviaľnej geomorfológie. Jej posilňovanie je zároveň umocňované aj tvorbou databáz v prostredí GIS a vývojom softwérov na ich elektronické spracovanie. Problematika výskumu fluviaľných geosystémov a tým aj nárast významu fluviaľnej geomorfológie je takto v súčasnosti, v období globálnych klimatických zmien zvlášť vysoko aktuálny. Cieľom príspevku je poukázať na nový, u nás nerozvinutý no vo svete spoločensky žiadaný trend výskumu fluviaľných geosystémov a geomorfologickej bázy riečnej krajiny, načrtnúť základné metodologické východiská chápania týchto entít ako aj hrubé črty ich prieskumu a poznávania.

Fluviaľné geosystémy a riečna krajina

Fluviaľnými formami, či už v teoreticko-metodologickej alebo komplexnej resp. parciálnej konkrétnej výskumnej polohe sa v slovenskej ako aj českej geomorfológii na rozdiel od iných i susedných krajín (ako napríklad v Poľsku) do blízkej minulosti nezaoberal takmer nikto (cf. Lehotský 2002). Ich pozornosti, aj to len vo veľmi všeobecnej polohe sa venovali jedine práce učebnicového charakteru. Možno teda konštatovať, že fluviaľna geomorfológia v našich krajinách existovala len teoreticky. Vo svetovej geomorfológii je situácia iná. Staršie aj novšie knižné publikácie (Leopold et al. 1964; Chorley, Kennedy 1971; Gregory, Walling 1973; Schumm 1977; Klimaszewski 1978; Burt, Walling 1984; Knighton 1984; Bremer 1985; Embleton, Thornes 1985; Schrum et al. 1987; Brown, Quine 1999), množstvo odborných článkov z tejto oblasti ako aj programy kongresov „Medzinárodnej geomorfologickej asociácie“ hovoria o opaku a dokazujú, že fluviaľna geomorfológia je už dávno jednou z najdynamickejšie sa rozvíjajúcich subdisciplín geomorfológie a fluviaľne geosystémy sú jedným z najaktuálnejších predmetov výskumu mnohých vedných disciplín.

Nedávno publikované práce teoreticko-metodologického charakteru a príkladové štúdie Kirchnera a kol. (1999), Kirchnera a kol. (2000), Hradeckého (2000), Kirchnera a Máčka (2001), Greškovej (2000, 2002), Lehotského (2001, 2002), Matouškovej (2002), Lehotského a Greškovej (2003, 2004), Pišúta (2002), Hrádeka (2000, 2003) a Langhammera a kol. (2004) však naznačujú, že slovenská i česká geomorfologická a fyzickogeografická obec objavila a naštartovala výskum fluviaľných geosystémov, resp. riečnej krajiny, pripojila sa tak k biologickým a hydrologickým disciplínam a potvrdzuje celosvetovo akceptovaný význam geomorfologických a geografických prístupov pri integrovanom výskume týchto krajinných fenoménov.

Aplikovanie syntetického, holistického prístupu pri výskume riečnym systémom umožňuje chápať a poznávať ich ako prvok krajiny i prostredie, ako produkt ale aj ako činiteľ podmieňujúci vznik špecifických priestorových geneticky aj polohovo s povrchovými tokmi zviazaných štruktúr lokalizovaných v najnižších, dnových polohách dolín. Ich determinantným vývojovým agentom a osou je vodný tok (rieka), ktorý trvalým alebo občasným prúdením vody v prvom rade utvára svoje koryto, nivu a ich formy a tak determinuje vývoj špecifickej geomorfologicko-substrátovej entity, korytovo-nivný geosystém (channel-floodplain geosystem). Naň je viazaná habitatová štruktúra ako aj štruktúra krajinnej pokrývky a využívania zeme. Spolu tieto komponenty v morfograficky dnovej polohe riečného bazénu vytvárajú špecifický, genetic-

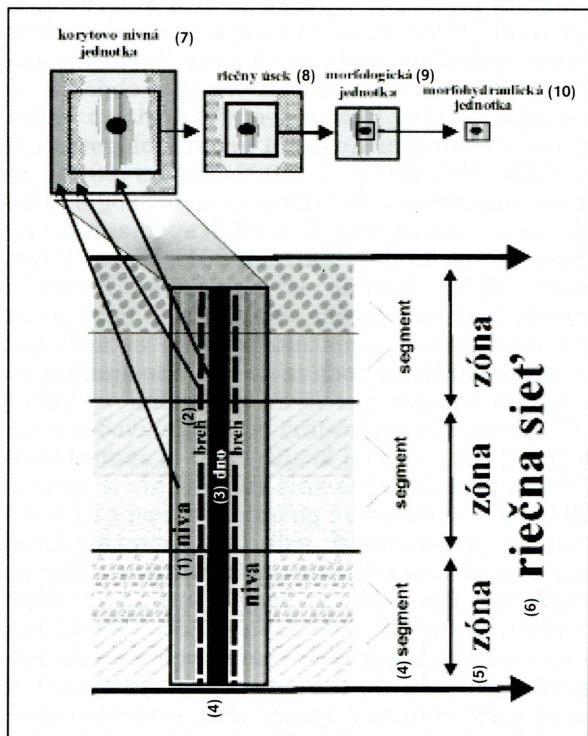
ky zviazaný a interagujúci priestorový koridorový systém riečnej krajiny (riverine landscape). V takomto ponímaní sa pojem riečnej krajiny v zmysle Churcha (2002) vzťahuje na korytovú zónu a priľahlú pririečnu zónu, ktorej šírka odpovedá súčasným fluviaálnym procesom, t.j. zahŕňa celú aktívnu nivu rieky obmedzenú výskytom fluvizemí. „Objavením“ riečnej krajiny ako celostnej priestorovej štruktúry na báze výsledkov výskumu hlavne fluviaálnej geomorfológie sa koncom minulého storočia začína kvalitatívne nové obdobie nazerania na riečne geosystémy. Ekologickú implikáciu geomorfológie vo výskume riečnej krajiny zdôrazňujú nielen samotní fluviaálni geomorfológovia ako napríklad Rowntree, Wadeson (1998), Brierley et al. (2002), Fryirs (2003), Richards et al. (2002), ale rozvíjanie poznatkov z fluviaálnej geomorfológie je badaťelné aj u mnohých ekologicky zameraných prác. Z novších spomenieme aspoň práce Ward et al. (1998), Byron a kol. (2000), Watzel (2001), Ward, Trockner (2001), Pool (2002), Wiens (2002), Gordon et al. (2004). Fluviaálni geomorfológovia a fyzický geografi taktiež úspešne vstupujú do spolupráce s technickými disciplínami pri revitalizácii, renaturalizácii a manažovaní vodných tokov. Priamy dôkaz o takejto aktivite podáva na základe analýzy tematického zamerania článkov publikovaných fyzickými geografmi vo Veľkej Británii Gregory et al. (2002). Chápanie riečnej krajiny vo vyššie uvedenej polohe a identifikácia geomorfologickej bázy riečnej krajiny ako aj samostatného systému je odrazom holistického princípu chápania fungovania a správania sa rieky v prostredí povodia. Táto skutočnosť podmienila rozpracovanie modelu hierarchickej kompozície jej priestorových jednotiek, umožňujúceho nazeráť na fluviaálne geosystémy ako na hierarchizovanú štruktúru – hierarchický model fluviaálnych geosystémov (River Morphology Hierarchical Classification – RMHC). Všeobecne platí, že RMHC predstavuje nielen štruktúru, ktorej konštrukcia je založená na viac ako klasických vizuálnych a mechanických prístupoch klasifikácie morfológie riek, ale súčasne poskytuje aj nástroj pre analýzu charakteru rieky a jej správania sa v dynamickej, procesnej polohe. Na rozdiel od klasických morfológických klasifikačných schém ako napríklad Leopold, Wolman (1957), Brice (1984), Kellerhals, Church (1989), Nanson, Croke (1992), Rosgen (1994), Montgomery, Buffington (1997), Krezemień et al. (1999) RMHC:

- vychádza z kontextu multidimenzionálnej polohy rieky v povodí, čo umožňuje skúmať širšie vzťahy vodného toku k prostrediu
- je koncipovaný procesne poskytujúc poznatky o povahe a správaní tak koryta, ako aj nív umožňujúce „narábať“ s riekou v intenciách udržateľného stavu
- je hierarchicky štruktúrovaný, čím dovoľuje vysvetľovať procesy prebiehajúce na nižších hierarchických úrovniach procesmi, ktoré sa vyskytujú na vyšších úrovniach a naopak
- postihuje špecifiká vývoja rieky a tým umožňuje získavať obraz o jej evolúcii a pochopiť súčasný stav
- na základe analýzy dynamiky a správania poskytuje aparát na hodnotenie trajektórii ďalšieho vývoja a budúceho stavu rieky, tvorbu vízií o jej obraze a fungovaní v rámci povodia a jej schopnosti prispôbovať sa novým podmienkam
- je priamo naviazaný na revitalizáciu a renaturáciu v zmysle priameho vplyvu na inžinierske zásahy.

Na obr. 2 prezentujeme model hierarchickej klasifikácie morfológie riek. Tento model štruktúrálné vychádza z modelov Frissella et al. (1986), Rowntree, Wadesona (1998), Brierley a Fryirs (2000), aktualizuje model Lehot-

ský, Grešková (2003, 2004) a pozostáva zo siedemich taxónov, a to: 1. riečna sieť (drainage network), 2. zóna (zone), 3. segment (segment), 4. korytovo-nivná jednotka (channel-floodplain unit), 5. riečny úsek (river reach), 6. morfológická jednotka (morphological unit), 7. morfohydraulická jednotka (morpho-hydraulic unit). Jednotlivé hierarchické úrovne sú navzájom prepojené na princípoch riečného kontinua v pozdĺžnej, laterálnej, vertikálnej a časovej dimenzii.

V rámci hierarchickej štruktúry systému procesy prebiehajúce medzi jednotlivými taxónmi (Pool 2002) smerujú zhora nadol, ako aj zdo-la nahor.



Obr. 2 – Hierarchia fluvialných geosystémov

Morfologický prieskum a hodnotenie riečnej krajiny

Na moderný, aplikačný, environmentálne ladený charakter fluvialnej geomorfológie propagujúci myšlienky, že morfológický výskum riečnej krajiny predstavuje základnú stavebnú a lokalizač-

nú bázu poznávania, hodnotenia a manažmentu vodných tokov poukazujú mnohé vedecké práce, ako aj práce aplikačného charakteru. Z nich spomenieme aspoň Gurnell, Petts (1995), Thorne et al. (1997), Thorne (1998), Brierly et al. (2002), Fryirs (2003). Navyše v ostatnom období starostlivosť o vodné toky vyústila v mnohých krajinách, nevynímajúc naše krajiny do spracovania metodiky prieskumu vodných tokov za účelom ich ochrany, manažmentu a renaturácie, ktorých súčasťou je aj prieskum ich morfológických vlastností.

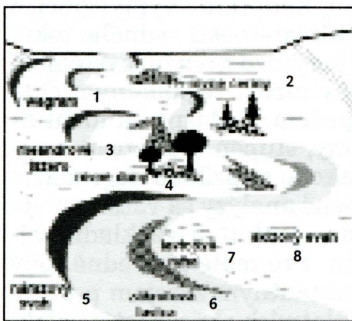
V štátoch USA a v Kanade, si prax vynútila vypracovanie viacerých špecializovaných príručiek. Z nich sme mali k dispozícii nasledovné práce: „Habitat Assessment and Physicochemical Parameters“ (1999) s platnosťou pre celé USA, geomorfologické hodnotenie vodných tokov Vermontu (Kline et al. 2003), Britskej Kolumbie (Channel Assessment Procedure Guidebook, 1996), ochranu brehov v štáte Washington (Cremer ed. 2003), manuál hodnotenia povodí a vodných tokov štátu Oregon (Kuzis et al. 1999). V Austrálii bola v podobnom duchu spracovaná príručka pod menom „Guidelines for Protecting Australian Waterways“ (Bennett et al. 2002). Prieskum morfológie tokov je súčasťou metodiky prieskumu riečnych habitatov (RHS, version 2003) vo Veľkej Británii. Metodika ekomorfologického prieskumu s dôležitým obohatením o jej modifikácie pre veľké vodné toky bola taktiež vyvinutá v Nemecku (Fleischhacker, Kern 2002). V Juhoafrickej republike bola spracovaná meto-

dika stanovenia, tzv. indexu geomorfológie vodných tokov (Rowntree, Zirvogel 1999).

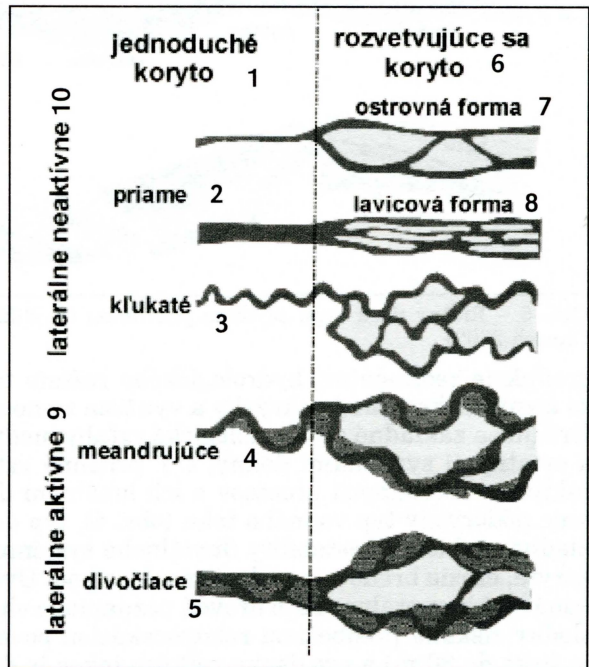
Napriek tomu, že doteraz jednotný systém hydromorfologického hodnotenia vodných tokov neexistuje, v krajinách EÚ sú dlhoročné snahy vytvoriť za týmto účelom štandardný európsky normatívny materiál (normu) opierajúci sa metodológiu fluvialnej geomorfológie. V rámci Európskej únie a prístupujúcich krajín sa komplex aktivít zameraných na zlepšenie stavu všetkých povrchových vôd v povodí sústreďuje v Rámcovej smernici o vodách 2000/60/EÚ (Water Framework Directive-WFD). Hlavnými nástrojmi Rámcovej smernice sú integrované, holistické a ekologicky orientované postupy. V nej definované pojmy a postupy predpokladajú dosiahnutie stanovených environmentálnych cieľov v oblasti integrovane chápaného vodného hospodárstva. Cieľom Rámcovej smernice o vode je dosiahnutie dobrého ekologického stavu vôd definovaného biologickými, fyzikálno-chemickými a hydromorfologickými prvkami. Z vyššie uvedeného vyplýva nutnosť navrhnúť a stanoviť indikatívne parametre pre hydromorfologickú kvalitu toku t.j. hydromorfologické ukazovatele kvality vodného útvaru. Ich výber je celený tak, aby parametre, indikátory ekologického stavu umožňovali ordinálne hodnotenie vzhľadom na typ vodného toku a nasledovných ekologických funkcií, a to funkciu: morfodynamickú, kvality habitatu a dynamiky odtoku.

Získavanie informácií o morfológii korytovo-nivného geosystému a jeho terénny prieskum

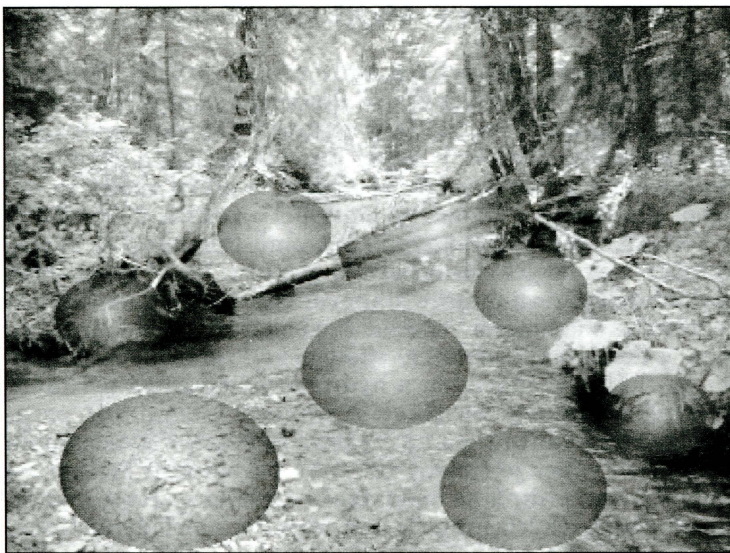
Fluviálno-morfologický výskum je možné uskutočňovať v rôznych priestorových mierkach a časových dimenziách a môže byť zameraný na riešenie širokého spektra problémov základného výskumu ako aj problémov súvisiacich s aplikáciou poznatkov geomorfológa v praxi. K tomu je v prvom rade potrebné mať dostatočné teoretické poznatky, zvládnutú



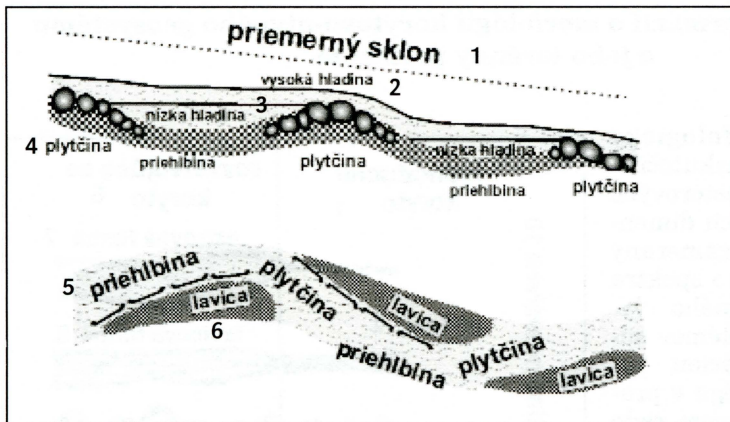
Obr. 3 – Formy fluviálneho reliéfu



Obr. 4 – Pôdorysné typy koryta (modifikované podľa Nanson, Knighton 1996)



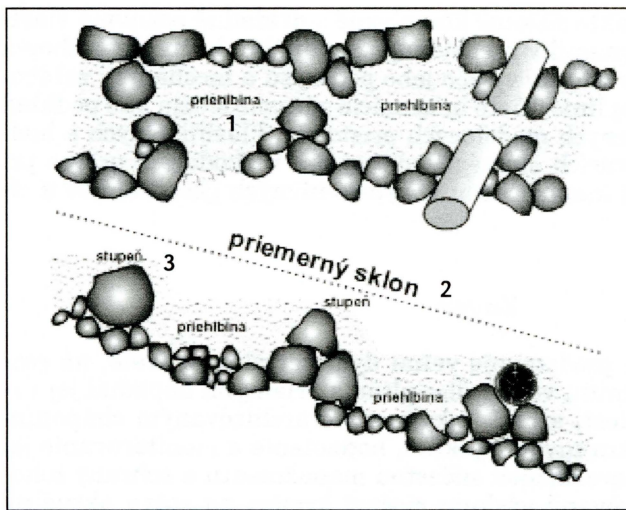
Obr. 5 – Morfológické jednotky koryta



Obr. 6 – Riečny úsek typu plytčina-priehlbina (modifikované podľa Church 2002)

produkcie sedimentov, hydrologického režimu toku, konfliktov vyplývajúcich zo štruktúr krajinej pokrývky a využitia zeme a udržateľnosti vodného toku. Určujú sa základné geomorfologické vzťahy medzi korytovo-nivným systémom a ostatnými systémami doliny, t. j. príčné vzťahy medzi regionálnym charakterom fluviaálnych procesov a ich lokálnym dopadom. Súčasne sa identifikuje pôdorysný typ vodného toku (obr. 4), typ doliny, stupeň kľukatosti a základné problémy nestability fluviaálneho systému ako je napríklad degradácia koryta, erózia brehov, stavebné zásahy a pod. Uvedené analýzy sa väčšinou vykonávajú kamerálne. Túto úroveň poznania je vhodné doplniť aj o základné výsledky získané predbežnou rekognoskáciou povodia. Pre malé a stredné toky (o šírke do 30 m) a pre úseky veľkých tokov je dominantným zdrojom pre získavanie informácie terén, pričom podľa všeobecne platných skúseností je efektívita ich získanie tým úspešnejšia, čím jasnejšie je definovaný zámer, cieľ ce-

fluviaálnogeo-
morfológickú
terminológiu
(obr. 3) a v podobe konceptuálneho modelu sformulovaný vedecký problém. Potom nasledujú sofistikované zozbierané informácie. Hlavnými zdrojmi informácie pre povodie a väčšie toky sú rôzne druhy máp, letecké snímky doplnené údajmi z terénu a iných zdrojov (kroniky, dotazníky a pod.). Analýzou topografických, geologických, pôdných máp, hydrologicko-klimatických údajov, podkladov o využívaní povodia a krajinej pokrývky, analýzou leteckých, resp. satelitných snímok získavame charakteristiku podmienok



Obr. 7 – Riečny úsek typu stupeň-priehlbina (modifikované podľa Church 2002)

lého výskumu ako aj plán práce v teréne. Tieto aspekty získavania informácie musia byť ujasnené pred začatím prác a zohľadnené pri zostavovaní terénneho protokolu – tabuliek zostavených tak, že umožňujú zaznamenať prítomnosť fenoménu, jeho vlastnosti, resp. hodnotu. Súčasne je potrebné uvedomiť si všetky logistické detaily pohybu v teréne ako sú terénna výstroj (rybárske čížmy, odev odolný proti nepriaznivému počasiu a roztrhaniu), nástrojové a prístrojové vybavenie (sklo-

nomer, diaľkomer, vodovzdorný zápisník, GPS), prepravu a pod. Čo sa týka stratégie terénnych prác existuje mnoho variantov, avšak vo všeobecnosti platí, že ak skúmame neznáme územie jeho výskum začíname tzv. predbežnou rekognoskáciou. Pri prieskume využívame vopred vybrané miesta s dobrým výhľadom, mosty a lokality s ľahkým prístupom k vodnému toku. V relatívne známom území prieskum predstavuje obnovenie, overenie, resp. zdetailizovanie poznatkov o fluviaálnych systémoch. Po tejto, malo-mierkovej úrovni terénnych prác nasledujú práce vo veľkých mierkach. Na tejto úrovni výskumu spracovávame buď vybrané profily, resp. kratšie riečne úseky o dĺžke rovnajúcej sa približne 5 až 10násobku šírky vodného toku, resp. také dlhé aby vyhovovali postihnutiu jeho špecifických parametrov. Kľúčovým krokom terénneho výskumu je identifikovanie geomorfologických jednotiek – foriem reliéfu koryta a nivy (obr. 5), ako stavebných kameňov riečnych systémov reprezentujúcich špecifické prejavy väzby medzi formami a procesmi. Veľkosť jednotiek odpovedá veľkosti toku. Na veľkých tokoch nachádzame spravidla veľké morfológické formy a ich menšiu diverzitu na jednotku dĺžky, malé vodné toky naopak sú charakteristické menšími morfológickými formami a ich väčšou diverzitou na jednotku dĺžky. Získanie poznatkov o týchto parametrov je veľmi dôležité, pretože predstavujú bázu, na základe ktorej sa geosystém analyzuje a klasifikuje v polohe príčných vzťahov medzi fluviaálnymi a sedimentačnými procesmi. Ich poznanie poskytuje významný kľúč k detailnejšiemu odhaleniu pôvodu nestability koryta a indikovaniu senzitivity koryta na destabilizáciu a vývoj nivy, ako aj k identifikovaniu typov riečnych úsekov (obr. 6, obr. 7). Okrem týchto parametrov sa pri opise koryta a nivy sústreďujeme aj na charakteristiku sedimentov v zmysle určenia ich typu, stratigrafie a hĺbky. Všimáme si charakter erózných procesov, geotechnických vlastností brehov, ich porúch, charakter vegetácie, bilanciu podbrehových sedimentov a pod.. Treba upozorniť, že pravý a ľavý breh sa skúmajú a popisujú osobitne. Neodmysliteľnou súčasťou terénneho prieskumu je popis hydraulických vlastností koryta vodného toku a sedimentačných vlastností jeho dna. Okruh zahrňuje informácie o štandardných parametroch hydraulickej geometrie vodného toku, typu – morfo-

hydraulických jednotiek. Takto získané komplexné a dôkladné poznanie vlastností nivy a koryta a ich dynamiky predstavuje kardinálnu bázu pre pochopenie „životá“ vodného toku v zmysle vývoja jeho pôdorysu a mechaniky zahĺbovania a presúvania brehovej línie. Tieto informácie súčasne slúžia ako podklad pre výber a aplikovanie rôznych modelových prístupov, klasifikačných a hodnotiacich schém, monitorovacích stratégií, ako aj pre rozhodovací proces pri hľadaní vhodných stratégií manažmentu korytovo-nivných geosystémov a riečnej krajiny.

Záver

Fluviálna geomorfológia predstavuje veľmi dynamickú a vo svete, na rozdiel od našich krajín, rozvinutú vednú disciplínu s priamymi dopadmi jej výsledkov do praxe. V súvislosti s holistickým a hierarchizovaným chápaním a „geografizáciou“ riečnej krajiny sa výskum, hodnotenie a monitorovanie jej morfolologickej bázy stáva nerozlučnou súčasťou manažmentu a ochrany tohto krajinného typu. Integrovaný výskum riečnej krajiny sa stáva aktuálny taktiež v súvislosti s globálnymi klimatickými zmenami. Výskum priebehu procesov počas povodní a v období sucha a ich efektu vo fluviaálnych geosystémoch odhaľuje nové dimenzie výskumu samotnej fluviaálnej geomorfológie, ako aj priestor jej kolaborácie s príbuznými disciplínami a praxou. Výsledky fluviaálno-geomorfologického prieskumu a hodnotenia nadobúdajú v súčasnosti široké implikácie a tvoria základ odporúčaní nielen pre ochranu, revitalizáciu, manažment úsekov vodných tokov a ich habitátov, ale aj celých riečnych systémov, resp. povodí. Za účelom propagácie vyššie uvedených myšlienok a bližšieho zoznámenia sa so širokým spektrom problémov vedeckého i aplikačného charakteru ako aj podrobnejšími návrhmi na získavanie a spracovávanie informácie o korytovo-nivných geosystémoch a riečnej krajine sme príspevok cieľavedome naplnili aj relatívne rozsiahlejším prehľadom kľúčových literárnych prameňov.

Literatúra:

- BENNETT, J., SANDERS, N., MOULTON, D., PHILIPS, N., LUKACS, G., WALKER, K., REDFERN, F. (2002): Guedelines for Protecting Australian Waterways. Land and Water Australia. Canberra, 191 s.
- BREMER, H. (1985): Introduction. In: Bremer, H. (ed.): Fluvial Geomorphology. Zetschrift für Geomorphologie, Supplementband 55, XI-XII.
- BRICE, J. S. (1984): „Planform properties of meandering rivers,“ in River meandering, Proc. Conf. Rivers 1983, Am. Soc. Civil Engs., New York, s. 1-15.
- BRIERLEY, G. J., FRYIRS, K. (2000): River styles, a geomorphic approach to catchment characterization: implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia. Environmental Management, 25, č. 6, s. 661-679.
- BRIERLEY, G., FRYIRS, K., OUTHET, D., MASSEY, C. (2002): Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia. Applied Geography, 22, s. 91-122.
- BROWN, A. G., QUINE, T. A., eds. (1999): Fluvial Processes and Environmental Change. John Wiley & Sons, Chichester, 413 s.
- BURT, T. P., WALLING, D. E., eds. (1984): Catchment experiments in fluvial geomorphology. Geo-Books, Norwich, England, 593 s.
- BYRON, W. R., NAIMAN, R. J., BILBY, R. E. (2000): Stream channel configuration, landform, and rioarian fores structure in the Cascade Mountains, Washington. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 57, s. 699-707.

- EMBLETON, C., THORNES, J. (1985): *Geomorfologia dynamiczna*. PWN, Warszawa, 478 s.
- FLEISCHHACKER, T., KERN, K. (2002): *Ecomorphological survey of large rivers*. Manual, German federal Institute of Hydrology. German Institute of Hydrology. Karlsruhe. 41 s.
- FRISSELL, C. A., LISS, W. J., WARREN, C. E., HURLEY, M. D. (1986): A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing stream in watershed context. *Environmental Management*, 10, s. 199-224.
- FRYIRS, K. (2003): Guiding principles for assessing geomorphic river condition: application of a framework in the Bega catchment, South Coast, New South Wales, Australia. *Catena*, 30, s. 1-36.
- GORDON, N. D., MCMAHON, T. A., FINLAYSON, B. L., GIPPEL, CH. J., NATHAN, R. J. (2004): *Stream hydrology – An Introduction for Ecologists*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester. 429 s.
- GREGORY, K. J., WALLING, D. E. (1973): *Drainage basin form and process*. Edward Arnold (Publishers), London, 456 s.
- GREGORY, K. J., GURNELL, A., M., PETTS, G. E. (2002): Restructuring physical geography. *Transaction of the Institute of British Geographers*. NS 27, s. 136-154.
- GREŠKOVÁ, A. (2000): Mapovanie zaplavených a zamokrených území aplikáciou leteckých čiernobielych snímok (na príklade inundačného územia rieky Moravy). *Geografický Časopis*, 52, s. 353-361.
- GREŠKOVÁ, A. (2002): Dynamika a transformácia nivy rieky Moravy študovaná pomocou historických máp a leteckých snímok. *Geomorfologia Slovaca*, 2, č. 2, s. 40-44.
- GURNELL, A., PETTS, G., eds. (1995): *Changing River Channels*. John Wiley and Sons. Chichester. 440 s.
- Habitat assessment and physicochemical parameters (1999): In: *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable river*. US Environmental Protection Agency, Washington.
- HALWAS, K. L., CHURCH, M. (2002): Channel units in small, high gradient streams on Vancouver Island, British Columbia. *Geomorphology*, 43, s. 243-256.
- HRADECKÝ, J. (2000): Současná morfordynamika koryt beskydských toků – fenomén řeky Morávky. In: Lacika, J. (ed.): *Zborník referátov „1. konferencia Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV“*. Asociácia slovenských geomorfologov pri SAV, s. 57-60.
- HRADEK, M. (2000): Geomorfologické účinky povodňe v červenci 1997 na území severní Moravy a Slezska. *Geografický Časopis*, 52, s. 303-321.
- HRADEK, M. (2003): Návrh některých českých termínů z povodňové geomorfologie. *Geomorfologický zborník* 2, Plzeň, s. 81-86.
- Channel Assessment procedure Guidebook (1996): *Forest Practices Code of British Columbia Act, Operational Planning Regulation*. Ministry of Forestry.
- CREMER, M., ed. (2003): *Integrated Streambank Protection Guidelines*. WDFW, kapitoly 1-6. Seattle.
- CHORLEY, R. J., KENNEDY, B. A. (1971): *Physical Geography – a system approach*. Prince-Hall Intern. Inc., London. 370 s.
- CHURCH, M. (2002): Geomorphic thresholds in riverine landscape. *Freshwater Biology*, 47, s. 541-557.
- KELLERHALS, R., CHURCH, M. (1989): The Morphology of Large Rivers: Characterization and Management. In: Dodge, D. P. (ed.): *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Department of Fisheries and Oceans, Ottawa. s. 31-55.
- KIRCHNER, K. et al. (1999): Studium a modelování antropogenního ovlivnění říční sítě v Národní přírodní rezervaci Vrapač (CHKO Litovské Pomoraví). *Ústav geoniky, AV ČR, Brno. CD*, 59 s.
- KIRCHNER, K. et al. (2000): Vývoj povodňového koryta Bečvy – význam výskumu a ochrany. In: Kirchner K. (ed.): *Sborník příspěvků z workshopu 2000 ke grantovému projektu Grantové agentury ČR „Extrémní hydrologické jevy v povodích“*. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. s. 157-162.
- KIRCHNER, K., MÁČKA, Z. (2001): Recentní dynamika anastomózního říčního vzoru řeky Moravy v Hornomoravském úvalu (Česká republika). *Geomorfologia Slovaca*, 1, s. 69-73.
- KLIMASZEWSKI, M. (1978): *Geomorfologia*. PWN, Warszawa, 1098 s.
- KLINE, M. et al. (2003): *Vermont Stream Geomorphic assessment*. Vermont Agency of natural Resources, Phase 1, 2, 3.
- KNIGHTON, D. (1984): *Fluvial Forms and Processes*. Edward Arnold (pubs.). London. s. 218.

- KUZIS, K. (ed.). (1999): Oregon Watershed Assessment Manual. Watershed Professional Network. Salem, Oregon.
- KREZEMIEN, K. (ed.). (1999): River channels – pattern, structure and dynamics. *Prace Geograficzne*, 104, Krakow. 139 s.
- LADD, S. C., MARCUS, W. A., CHERRY, S. (1998): Differences in trace metal concentrations among fluvial morphologic units and implications for sampling. *Environmental Geology*, 36, s. 259-270.
- LANE, S. (1995): The Dynamics of Dynamic River Channels. *Geography*, 80, č. 2, *Physical Geography Now*, s. 147-162.
- LANGHAMMER, J. at al. (2004): Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Grant GAČR 205/03/ ZO46, Univerzita Karlova, Praha, 2004.
- LEHOTSKÝ, M. (2001): Fluvialna geomorfológia – úvod do metodológie a terminológie. In: Prášek, J. (ed.): *Současný stav geomorfologických výskumů*. Ostravská Univerzita, Ostrava. s. 79-86.
- LEHOTSKÝ, M. (2002): Korytovo-nivný geosystém – terra incognita v slovenskej geomorfológii. *Geomorphologia Slovaca*, 2, č. 2, s. 23-30.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2003): Geomorphology of riverine landscape: ecological implications and river management strategy. *Ekológia (v tlači)*.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004): Hydromorfologický slovník (Slovensko-anglický výkladový slovník hydromorfologických termínov). SHMÚ, v tlači.
- LEOPOLD, L. B. et al. (1964): *Fluvial processes in geomorphology*. W. H. Freeman and comp., San Francisco, 552 s.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G. (1957): River channel pattern: Braided, meandering and straight. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper 282-B*, s. 39-85.
- MATOUŠKOVÁ, M. (2002): Ekomorfológický monitoring vodních toků. *Slovenský hydrometeorologický ústav, Sborník 14. konferencie mladých hydrologov*, Bratislava, s. 107-112.
- MONTGOMERY, D., BUFFINGTON, J. (1997): Channel-reach Morphology in Mountain Drainage Basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109, č. 5, s. 596-611.
- NANSON, G. C., CROKE, J. C. (1992): A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4, s. 459-486.
- NANSON, G. C., KNIGHTON, A. D. (1996): Anabranching rivers: their cause, character and classification. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, s. 217-239.
- PISŮT, P. (2002): Channel evolution of the pre-channelized Danube river in Bratislava, Slovakia (1712–1886). *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, s. 369-390.
- POOL, G. C. (2002): Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 47, s. 641-660.
- RICHARDS, K., BRASINGTON, J., HUGES, F. (2002): Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modelling strategy. *Freshwater Biology*, 47, s. 559-579.
- River habitat survey in Britain and Ireland, RHS (2003): *Field Survey Guidance Manual, 2003 Version*. Environmental Agency of Great Britain, Environmental Agency of England and Wales, Scottish Environment Protection Agency, and Environment and Heritage Service of Northern Ireland.
- ROSGEN, D. L. (1994): Classification of natural rivers. *Catena*, 22, s. 169-199.
- ROWNTREE, K., ZIERVOGEL, G. (1999): Development of an Index of stream geomorphology for the Assessment of River Health. *NAEBP Report Series No 7*. Institute for Water Quality Studies, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria.
- ROWNTREE, K., WADESON, R. (1998): A geomorphical framework for the assessment of instream flow requirement. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1, s. 125-141.
- SCHRUM, S. A. et al. (1987): *Experimental fluvial geomorphology*. John Wiley and Sons, New York, 413 s.
- SCHUMM, S. A. (1977): *The fluvial systems*. Wiley, NY, 338 s.
- THORNE, C. R. (1998): *Stream Reconnaissance Handbook*. Wiley, 133 s.
- THORNE, C. R., HEY, R. D., NEWSON, M. D. (1997): *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*. Wiley, Chichester. 375 s.
- WARD, J. V. et al. (1998): The boundaries of river system: the metazoan perspective. *Freshwater Biology*, 40, s. 531-561.
- WARD, J. V., TROCKNER, K. (2001): Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*, 46, s. 807-819.
- WATZEL, R. G. (2001): *Limnology Lake and River Ecosystems*. Academia Press, 1006 s.

Summary

CHANNEL-FLOODPLAIN GEOSYSTEM AND RIVERINE LANDSCAPE – SURVEY AND ASSESSMENT

Fluvial geomorphology has been rapidly changing in the course of the last twenty-five years. A significant shift in orientation from river basins and complete riverine systems to research on river reaches at very detailed scales can be observed. The essence of this shift lies in the change of temporal and spatial dimensions of our reflections. The focus has moved to intensive studying of the relationship between physical processes and forms, while a considerable shift from description to explanation is also observable. The weight of fluvial geomorphology has increased in the last decade above all due to holistic interpretation and an extra large amount of precise measurement in the field and thorough analysis of the obtained data (Fig. 1). The aim of this paper is to define riverine landscape in the context of its geomorphic base, to outline its hierarchic structure and to describe new trends of the river morphology assessment as well as the framework of the field survey.

In investigation into the hydrological cycle of water movement, the synthesised, holistic approach is now emphasised while water is interpreted as a landscape element and the environment as a product but also a factor determining the origin of specific spatial structures located in the lowest bottom parts of valleys genetically and positionally linked to the surface stream. This comprehensive “product of water stream” is first of all formed by a specific geomorphologic-substrate base, channel-floodplain system as the natural slightly unilaterally inclined dynamic flat valley bottom differentiated transversally and longitudinally by inserted banks and bottom delimited by a three-dimensional linear object formed by permanent or periodic water flow which recurrently flows out of the object, inundates and forms the microrelief of the valley bottom. This base is linked to the habitat structure and that of land cover. These components form together a specific, genetically interlinked and interacting spatial geosystem of riverine landscape in the bottom parts of river basins. Thus riverine landscape is understood to consist of a channel zone and the adjacent riparian zone, extended to the limit of influence of contemporary fluvial processes and the presence of fluvials.

A number of classifications that link the catchment and channel have been proposed as tool for effective river investigation and management. We present a useful model for understanding the fluvial geosystems hierarchy – river morphology hierarchical classification (RMHC) which was worked out and developed on the ideas basically coming out of Frissell's and Rowentree, Wadeson's models. The hierarchy is based on spatial levels (taxons) of resolution that recognise that the structure and dynamics of the river-floodplain are determined by the surrounding catchment. We identified seven taxons of fluvial geosystems, i. e. 1. stream network, 2. zone, 3. segment, 4. floodplain-channel unit, 5. river reach, 6. geomorphic unit, 7. morphohydraulic unit (Fig. 2). Identification and characterization of fluvial geosystems hierarchy is a summary understanding of how a river operates or behaves within its basin and valley setting. When compared to more visual and mechanical approaches to river classification, the RMHC framework provides a more process-based procedure for analysing the river character and behaviour. Many scientific studies and application works point to the modern environmentally oriented character of fluvial geomorphology, which promotes the idea that the morphological research on riverine landscape represents the basis for cognition, evaluation and management of streams. Recently, the attention paid to streams resulted in elaboration of a methodology applicable to research of streams with the aim of their protecting, managing and renaturalisation, which also includes investigation into their morphological properties. Practice mainly in Australia, the USA, Canada, Great Britain and Germany required preparation of several specialised manuals such as those for geomorphological assessment of rivers, assessment of river channels and river habitats. The complex of activities focused on improvement of the state of all surface waters in a basin concentrates now in the framework of the European Union to the Water Framework Directive (WFD). The aim of the WFD on water is to reach a good ecological state of waters defined by biological, physical-chemical and

hydromorphological elements. It means the necessity to propose and establish indicative parameters for hydromorphological stream quality, i.e. hydromorphological quality indicators of a water body.

Geomorphological studies require type data and analyses unfamiliar to many of the river engineers and catchment managers who are customarily charged with supervising river projects. Any geomorphological study should start with a baseline survey that accesses existing data and information on past catchment characteristics and channel forms and establishes historical trends and patterns of fluvial system evolution. While desk studies based on existing and archive data (maps, aerial photographs, etc.) are a good first step, no worthwhile geomorphological research can proceed without fieldwork (Thorne 1998). When new data are collected, problems arise because both trained personnel and special equipment are required (distance meter, pocked rod, gravelometer, maps, camera, GPS, thigh waders, waterproof suite, etc.). Usually, geomorphological stream reconnaissance of the entire river, or at least of a substantial portion of it, will be essential to identify the critical reaches and to put them into the wider context of the entire fluvial system. Broad strategic field studies of this kind follow logically from initial desk studies. Critical reaches identified in the baseline study or specific sites involved in a river research project should be afforded more detailed treatment through a "fluvial audit" (Fig. 3, 4.). Where the audit establishes the need for a more complete exploration of fluvial forms and processes, a detailed geomorphological dynamics assessment should be performed (Fig. 5, 6, 7). The field works are done at a considerable cost in time, labour and resources, but observations, data and information gathered are not always permanently recorded and stored in a systematic way. Record sheets provide a medium for a permanent record of the field works, which would be filed for future reference. The sheets are also designed as easy for storage in a computerized database. The article indicates that the geomorphic form and features of the riverine landscape must be examined carefully if they are to be used to support an accurate classification of the river, to characterize the state of channel stability or instability, and to indicate the severity of any instability related problems of global climatic changes, flooding, drought processes or any engineering impacts. That reveals new research dimensions for the fluvial geomorphology itself and opens the space for its collaboration with related disciplines and practice.

- Fig. 1 – Geomorphological base and riverine landscape as subject of research. Key: 1 – geomorphological base, 2 – engineering disciplines, 3 – biological sciences, 4 – environmentalism, 5 – physical geography and landscape ecology, 6 – geology, 7 – hydrology and climatology.
- Fig. 2 – Hierarchy of fluvial geosystems. Key: 1 – floodplain, 2 – bank, 3 – bottom, 4 – segment, 5 – zone, 6 – stream network, 7 – floodplain-channel unit 8 – river reach, 9 – geomorphic unit, 10 – morphohydraulic unit.
- Fig. 3 – Fluvial landforms. Key: 1 – wagram, 2 – floodplain ripples, 3 – oxbow lake, 4 – floodplain dunes, 5 – stoss-side, 6 – bar, 7 – bar crevasse, 8 – lee-side.
- Fig. 4 – Types of channel planform. Key: 1 – single channel: 2 – straight, 3 – curved, 4 – meandering, 5 – tortuous, 6 – braided channel: 7 – island form, 8 – bar form, 9 – laterally active, 10 – laterally non active. Modified after Nanson, Knighton 1996.
- Fig. 5 – Channel geomorphic units
- Fig. 6 – River reach of riffle-pool type. Key: 1 – mean inclination, 2 – high level, 3 – low level, 4 – shallow, 5 – pool, 6 – bar. Modified after Church 2002.
- Fig. 7 – River reach of step-pool type. Key: 1 – pool, 2 – mean inclination, 3 – step. Modified after Church 2002.

(Pracovište autorů: Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, Slovensko;
e-mail geogleho@savba.sk; greskova@savba.sk.)

Do redakce došlo 30. 1. 2004