

KOMPLEXITA RIPARIÁLNEJ ZÓNY – PRÍKLAD RURÁLNEHO SEGMENTU VODNÉHO TOKU TORYSY

Martina Cebecauerová, Milan Lehotský*

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, geoglujz@savba.sk, geogleho@savba.sk

Complexity of riparian zone – case study of rural segment of the River Torysa

Comprehension of the development of any type of landscape requires integration of overall and local approaches and awareness of the effects attributable to both socio-economic and natural forces. Application of ideas of aggregate complexity emphasizing the synergy of the functioning system components and a synoptic (situational) approach accepting universal laws in a specific spatial and temporal context make it possible. Changes of 13 type of land cover in riparian zone of rural types are analysed and overall (the whole study area) and local (four parts – river reaches) aspects are interpreted by comparison of two time horizons (1987 and 2003) in this article. The studied territory was the basin-shaped meander segment of the River Torysa. Results suggest convergence of the riparian zone to qualitatively and functionally new status reflecting a change of its relationship to environs generated by the change of social situation and a change of its inherent functioning manifested in the increase of alluvial forest areas and increase of their width.

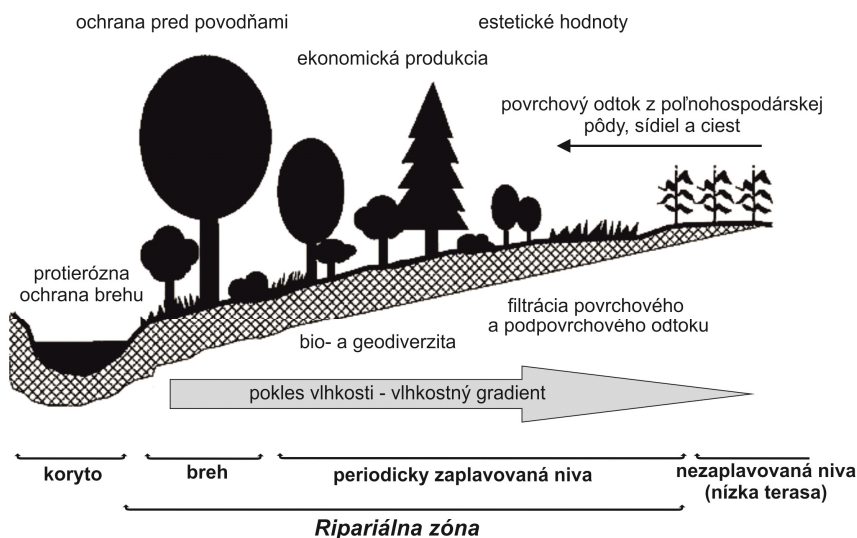
Key words: riparian zone, complexity, development, River Torysa

ÚVOD

Nepovieme nič nové, ak konštatujeme, že krajina sa neustále mení a vyvíja pod vplyvom prírodných procesov, ako aj pôsobením aktivít ľudskej spoločnosti a že udržateľný rozvoj krajiny nie je možný bez poznávania jej štruktúry, fungovania a vývojových trendov. Paradigma udržateľného rozvoja zasahuje do štúdia a manažovania krajiny vo veľmi širokom spektre – od skúmania jej substrátovo-hydrologických vlastností, cez geomorfologické pomery a pôdy, biotu a krajinnú pokrývku, procesy urbanizácie, využívanie prírodných zdrojov, ekonomické a sociálne aspekty až po poznávanie správania človeka. Implantovanie tejto paradigmy si vyžaduje jednak prehlbovanie poznatkov o nej v každej zo spomínaných oblastí, jednak odhaľovanie a kreovanie predovšetkým integrálnych prístupov jej poznávania. Výnimkou z tohto trendu nie je ani riečna krajina. Práve ona, v súvislosti s častým výskytom katastrofických povodní, sa v posledných rokoch stáva čím ďalej tým viac predmetom záujmu v najvšeobecnejšom zmysle slova. Možno preto je v podmienkach Slovenska, ešte viac ako v iných rozvinutých krajinách, naliehavejšia potreba venovať tomuto typu krajiny väčšiu pozornosť. Napokon, je to predurčené nielen snahami o integrovaný manažment povodí, ale aj smernicou o vode a povodniach EÚ, Európskym dohovorom o krajine.

Riečna krajina je koridorová entita chápaná ako priestor (koridor) nachádzajúci sa na dne doliny, resp. inej zníženiny s vodným tokom, ktorý je „produktom“ fluvialných procesov a ktorého základnú substrátovo-morfologickú bázu predstavujú fluvialne sedimenty morfologicky sa prejavujúce ako niva,

koryto s dnom a brehmi, na ktorú je viazaná faciálno-pôdna štruktúra biotopov s vegetačnými a živočíšnymi spoločenstvami a štruktúra krajinej pokrývky. Súčasne sa v nej formujú špecifické sociálne a ekonomické aktivity a procesy. Riečna krajina tak predstavuje priestorový celok, integrovaný systém skladajúci sa z prírodného a humánneho subsystému (Lehotský 2006). Má svoj vývoj, štruktúru, fungovanie, dynamiku a väzby s okolím. Jednou jej špecifickou časťou je ripariálna zóna ako trojdimenzionálna entita interakcie akvatických a terestrických prírodných systémov (Gregory et al. 1991). Ako to vyplýva už aj z jej názvu (*latinsky „riparius“ znamená „nachádzajúci sa na brehu rieky, patriaci k brehu rieky“*), je to koridor so špecifickým priestorovým a ekologickým gradientom pozdĺž brehov vodných tokov a časti ich nív (obr. 1). Často sa označuje ako brehová alebo priečna nárazníková (bufrová) zóna, resp. pás. Malanson (1993) a Hupp a Osterkamp (1996) jej ohraničenie smerom od koryta definujú rozsahom zaplavovaného územia nivy, v smere do koryta sa jej hranica nachádza v tej časti brehu, resp. k brehu pripojených lavíc, ktoré sú nad stavom plného koryta a sú ním ovplyvňované. S podobným chápaním jej hranice v koryte s akcentom na biotu sa stretávame u viacerých autorov. Gregory et al. (1991) túto hranicu lokalizujú líniou brehovej vegetácie. Dykaar a Wigingtona (2000) ju posúvajú na líniu nezaplavených častí korytových morfológických jednotiek a biotopov adaptovaných pre nízke stavy vodnej hladiny v koryte. V podmienkach Slovenska explicitné definovanie ripariálnej zóny až do súčasnosti chýbalo a zvyčajne bolo stotožňované s lužným lesom, biokoridorom rôzneho rádu, s brehovým porastom (bankside vegetation) alebo so sprievodnou vegetáciou vodného toku. Valtýni (1996), Valtýni a Jakubis (1998) a Abrahámová (2009a, 2009b) pobrežnú vegetáciu a brehové porasty charakterizujú ako súvislo zapojené lesné porasty alebo skupiny, pásy a aleje lesných drevín stromového vzrastu, krovín a bylinnej vegetácie v riečišti, ako aj na brehoch vodného toku a v jeho najbližšom okolí.



Obr. 1. Všeobecná schéma ripariálnej krajiny

Ripariálna zóna vo všeobecnosti plní sedem základných funkcií (Hansen et al. 2010, p. 3), ktoré sú dôležité z hľadiska udržateľného rozvoja, a ktoré je potrebné poznávať, manažovať a monitorovať:

- 1) zlepšuje kvalitu vody vo vodnom toku, t. j. redukuje nadbytočný prísun živín a kontaminantov z okolia (nivy, svahov, ciest, polí a pod.),
- 2) redukuje eróziu brehu a prísun sedimentov do koryta,
- 3) zvyšuje zatienenosť koryta a tým reguluje teplotu vody v koryte,
- 4) zabezpečuje prísun drevnej hmoty, lístia a iných pre akvatický systém dôležitých zdrojov do koryta, t. j. napomáha transferu zdrojov medzi terestrickým a vodným prostredím,
- 5) zvyšuje biodiverzitu koryta,
- 6) autoreguluje a ekologicky prirodzene optimalizuje štruktúru a zloženie svojich rastlinných a živočíšnych spoločenstiev,
- 7) zabezpečuje laterálnu, longitudinálnu a vertikálnu konektivitu riečnej krajiny, slúži ako biokoridor a prostredie transferu podzemnej vody.

K uvedeným funkciám môžeme doplniť ešte ďalšie, ktoré sú z hľadiska udržateľného rozvoja ripariálnej zóny takisto dôležité, a to:

- 8) zmierňuje výšku a rýchlosť povodňových vln,
- 9) svojou drsnosťou a vertikálnou akréciou diferencovane akumuluje a filtruje povodňové sedimenty a podmieňuje vývoj fluvizemí,
- 10) generuje prírodný kapitál vo forme zdrojov drevnej hmoty a rastlinných a živočíšnych druhov,
- 11) svojimi estetickými hodnotami dotvára celkový ráz riečnej krajiny,
- 12) poskytuje priestor pre rekreačné, športové a ozdravovacie aktivity,
- 13) slúži ako vhodný objekt pre edukáciu.

O dôležitosti výskumu tejto časti riečnej krajiny svedčí aj množstvo publikovaných prác, a to buď zameraných na jej poznávanie alebo na jej manažment. Najznámejšie sú azda knižné publikácie Malanson (1993) a Naiman et al. (2005), ktoré komplexne prezentujú metódy poznávania riečnej krajiny. Podobný charakter majú aj časopisecké publikácie Naiman a Décamps (1997), Stanford (1998), Naiman et al. (2000), Ward et al. (2001 a 2002) a Allan (2004). Analýzou priebehu a tlmenia povodňových vln ripariálnou zónou sa zoberá práca Anderson et al. (2006). Efektu jej nárazníkovej funkcie a filtrovaniu dusíka sa venuje Mayer et al. (2006). Vplyv ripariálnej vegetácie na rôzne druhy pohybu vody skúma práca Tabacchi et al. (2000). Variabilitou vzťahov medzi geomorfologickými jednotkami a vybranými charakteristikami fyziológie rastlín sa zaoberajú Kyle a Leishman (2009). Výsledky projektu realizovaného vo Švédsku, Anglicku a Francúzsku, ktorého cieľom bolo analyzovať vzťahy medzi hydrologickým a sedimentologickým režimom ripariálnej zóny, germináciou a rastom drevín s praktickými závermi prezentuje práca Hughes et al. (2001). Druhovej variabilite zvyškov dreva, ich potenciálnemu prísunu z brehov sa z aspektu invázií drevín a celkového vývoja ripariálnej stromovej vegetácie venujú Tabacchi a Planty-Tabacchi (2003). Viac geograficko-ekologicky sú zamerané práce Kondolf et al. (2007) a Mendonça-Santos a

Claramunt (2000). Obe skúmajú zmeny a vývoj krajinej pokrývky tejto časti riečnej krajiny. Vzťah vnútrokorytovej ripariálnej vegetácie a rôznych typov lavicových foriem a ostrovov v divočiacom a migrujúcom vodnom toku prezentuje kolektívna práca Gurnell et al. (2001). Okrem uvedených vedecky zameraných prác stoja za zmienku aj práce charakteru manuálov manažmentu ripariálnej zóny. Relatívne rozsiahla práca Hansen et al. (2010) poskytuje teoreticko-metodologické pozadie štruktúry a fungovania ripariálnej zóny, avšak jej hlavným poslaním je zinventarizovať a navrhnúť postupy jej manažmentu v štáte Viktória v Austrálii. Charakter manuálu má aj práca Dosskey et al. (1989) slúžiaca ako návod na určenie šírky ripariálnych zón v štáte Ohio, ich funkcie a manažovanie. Podobného rázu je aj smernica austrálskej vlády (Jansen et al. 2004). U nás sa hodnoteniu brehových porastov bystrín venuje práca Jakubisa (2004). Súčasnú zmenu ripariálnej zóny v celoslovenskom kontexte prezentuje práca Lehotský et al. (2011). Pokus o komplexnejší pohľad na ripariálnu zónu a aplikáciu integrovaného výskumu morfolo-gicko-sedimentologických vlastností a vegetácie bystrinného vysokogra-dientového vodného toku v horskej lesnej krajine predstavuje práca Čengerovej et al. (2008). Zhodnotenie stavu a druhového zloženia brehových porastov Žitavy nájdeme v práci Benčaťa a Pažitného (2007). Dendrologickému popisu vybraných úsekov potoka Pomiaslo, stanoveniu druhovej, výškovej a hrúbkovej štruktúry brehového porastu a ich vzťahu k vybraným environmentálnym cha-rakteristikám sa venuje práca Benčaťa (2008). Analýzu závislosti stanovištných podmienok brehových porastov od ustálenosti koryta prezentuje práca Valtýni a Jakubisa (2000).

Cieľom príspevku je v intenciách agregátovej komplexity a konceptu „ideálnej krajiny“ (Phillips 2007) analyzovať zmeny štruktúry krajinej pokrývky ripariálnej zóny rurálneho typu a interpretovať ich celkový (celé skúmané územie) a lokálny (jeho štyri časti – riečne úseky) aspekt porovnaním dvoch hospodársko-politicko-ekonomicky odlišných časových horizontov (roky 1987 a 2003). Metodologicky pritom vychádzame z konceptuálneho modelu sukcesie vegetačných formácií (Geerling et al. 2006) a sledujeme trend výskumu zmien krajinej pokrývky proklamovaný autormi práce Lambin et al. (2001), ktorý zdôrazňuje, že generalizáciou výsledkov jej multitemporálnej analýzy v lokálnej dimenzii je možné odvodzovať trend jej zmien v hierarchicky vyššom, regionálnom a nadregionálnom kontexte a súčasne je možné pochopiť „genius loci“ skúmaného územia. Za študované územie bol vybraný kotlinový meandrový segment rieky Torisy.

POUŽITÉ METÓDY

Teória komplexity sa vo vede začala udomáčňovať v 90. rokoch minulého storočia. Umožňuje skúmať všetky komplexné systémy – multinacionálne ob-chodné korporácie, informačné systémy, psychiku človeka, rôzne typy eko-systémov, priestorové systémy i svet mikročastíc. Jej stúpcami ju považujú za „zjednodušujúci“ prostriedok, pomocou ktorého sa uskutočňuje poznávanie zložitých systémov. Avšak podobne, ako existuje množstvo vedeckých disciplín, ktorých predmetom sú systémy takéhoto druhu, tak existuje aj množstvo teórií, ktoré sa prezentujú pod rúškom komplexity. V porovnaní s inými prístup-

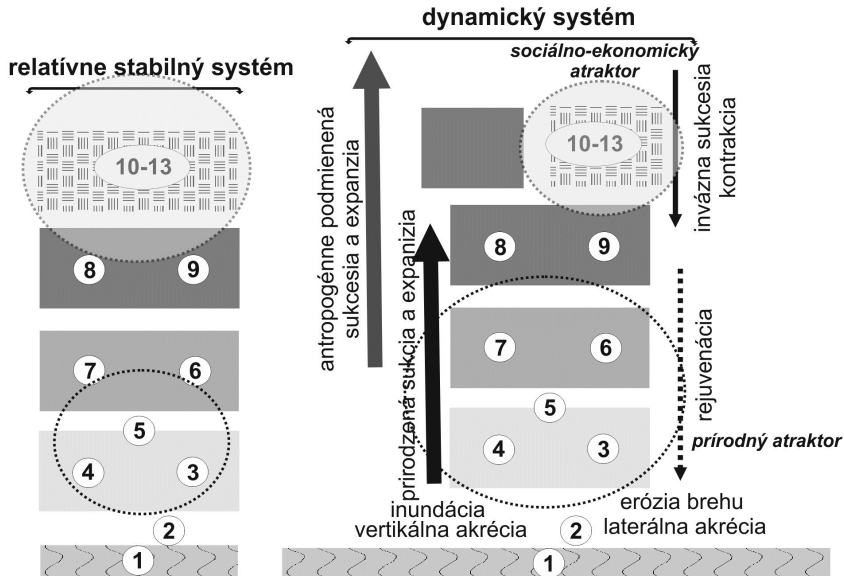
mi, ako napríklad teóriou systémov, sa teória komplexity venuje výskumu nelineárnych vzťahov medzi neustále sa meniacimi entitami. Využíva techniky, ako napríklad umelú inteligenciu, ktorá umožňuje výskum symbolických obsahov komunikácie ako kvalitatívnych charakteristík systému, a napokon skúma vývoj systému a jeho emergentné komplexné správania ako odozvy na relatívne jednoduché lokálne interakcie medzi komponentmi systému. Teória komplexity tvrdí, že systém má také emergentné alebo synergické charakteristiky, vlastnosti, ktoré nemôžu byť pochopené bez akceptovania komponentných vzťahov, t. j. skúma, ako sa systém vplyvom týchto interakcií mení a vyvíja. Bez ohľadu na variabilitu prístupov v jednotlivých disciplínach, v podstate je možné určiť jej tri základné podoby: algoritmickú, deterministickú a agregátovú (Manson 2001). Algoritmická je zameraná na matematickú a informačnú teóriu komplexity, deterministická na teóriu chaosu a katastrof. Agregátový variant sa zaoberá holizmom a synergiou ako javmi komplexného správania systému vyplývajúceho z fungovania jeho komponentov.

V teórii komplexity sú za „komplexné“ považované hierarchizované autoregulačné disipatívne štruktúry, ktorých systém, správanie a vývoj nie je možné pochopiť len na základe sumarizácie výsledkov analýz ich komponentov. Navyše, tieto systémy (a teda aj krajinné systémy) sa nevyvíjajú postupne a lineárne, ale ich vývoj prebieha nelineárne a prejavuje sa ich fluktuáciami alebo bifurkáciami a novými vlastnosťami systémov (emergenciami), pričom významnú úlohu zohrávajú hybné sily (atraktory) – vplyvy, impulzy spôsobujúce prechod systému do nového stavu, resp. na vyššiu úroveň organizovanosti (Sabo 2007 a Lehotský et al. 2008). Z uvedeného vychádza aj koncept „ideálnej krajiny“ (Phillips 2007), ktorého základným postulátom je, že krajinný systém vzniká vzájomným interaktívnym pôsobením súboru všeobecne platných zákonov a súboru lokálnych geograficky a historicky podmienených vplyvov.

V zmysle Lambina a Meyfroidta (2001) zmeny využívania krajiny človekom, a teda aj riečnej krajiny, určujú dva procesy, sily rozdielnej povahy. Prvým je sociálno-ekologická spätná väzba (socio-ecological feedback), ktorou sú iniciované zmeny podmienené vyčerpaním zdrojov krajinných systémov predchádzajúcimi spôsobmi jej využívania. Na strane druhej sú zmeny iniciované sociálno-ekonomickými procesmi (pôsobenie exogénnych síl), ktoré sú nezávislé od ekologického systému a súvisia so spoločenským vývinom – technologickými inováciami, ekonomickou modernizáciou, zmenami v sociálnej organizácii spoločnosti a pod.

Štruktúra, fungovanie a zmeny ripariálnej zóny sú okrem uvedených procesov podmienené prírodnými zákonitosťami determinujúcimi prirodzenú evolúciu a odohrávajú sa aj na ich základe (obr. 2). V pririečnej zóne pri vyšších stavoch hladiny vody v koryte dochádza následkom zvýšenej drsnosti prostredia k poklesu energie tečúcej vody a procesom vertikálnej akrecie je suspendovaný materiál akumulovaný. Vznikajú korytové stupne, jemnozrnné a pieskové pokrovy, ktoré morfológicky, sedimentologicky a živinami „obohacujú“ pririečnu zónu. Tak sa periodicky formuje nová abiotická vrstva krajiny, na ktorú sa neskôr naviažu prvé pionierske vegetačné spoločenstvá, postupne narastá podiel stromovej vegetácie a vývoj vegetácie smeruje ku klimaxovým štádiám v celej pririečnej zóne. V prípade fluktuácií sa a meandrujúcich koryt za vyšších vodných stavov dochádza k procesom erózie brehov (v kon-

kávných častiach korytových oblúkov), čím sa existujúca vegetácia (vrátane stromov) a materiál dostáva do koryta a transportuje v smere po prúde. Na druhej strane (v konvexných častiach korytových oblúkov) dochádza k ukladaniu transportovaného materiálu procesom laterálnej akrécie, ku vzniku hlavne vrcholových lavíc a k hromadeniu zvyškov dreva. V prípade divočiach a



Obr. 2. Evolúcia ripariálnej krajiny, priestorová diferenciácia prvkov riečnej krajiny v podmienkach stabilného a dynamického vývoja

Prvky riečnej krajiny – triedy krajinej pokrývky: 1 – hlavné koryto s vodou, 2 – nívne opustené korytá s vodou, 3 – lavice bez vegetácie, 4 – lavice a brehy s nízkobylinnými pionierskymi formáciami, 5 – nívne močiare, 6 – trvalé trávnaté porasty, 7 – trvalé trávnaté porasty so zhlukmi stromov a krovín, 8 – súvislé kroviny, 9 – lužný les, 10 – orná pôda, 11 – záhrady a záhradkárske osady, 12 – zastavané areály, 13 – stavebné areály

migrujúcich korýt je morfológicko-sedimentologická dynamika, ako aj dynamika krajinej pokrývky v koryte a ripariálnej zóne veľmi vysoká a systém sa javí ako veľmi dynamický. Ak pretrváva dlhšie obdobie kľudu, vývoj ripariálnej zóny sa stabilizuje. Podľa autorov Geerling et al. (2006) sa prírodná vegetačná zložka ripariálnej zóny formuje pôsobením dvoch procesov: *sukcesie* (*succession*) a *zmladzovaním* (*rejuvenation*). Sukcesia sa chápe ako postupný vývoj od iníciačných štádií a štruktúr smerom zložitejším a stabilnejším štádiám. Daniš a Modranský (2008) klasifikujú prirodzenú sukcesiu na agrárnych ekosystémoch piatimi etapami: 1. *etapa prenikania* – po absencii obhospodarovania hodnotenej lokality sa na tejto začína disperzia synantropných bylín a drevín z okolitého prostredia; 2. *etapa nasycovania* – nastáva prísun drevín z okolitého prostredia; 3. *etapa zahusťovania* – nastáva disperzia sukcesných drevín vo vnútornom prostredí hodnotenej lokality; 4. *etapa transformácie* – dochádza k premene sukcesného spoločenstva na spoločenstvo seminaturálne, kde narastá

podiel klimaxových drevín; 5. *etapa naturalizácie* – vplyvom rastúceho zastúpenia klimaxových drevín dochádza k odumieraniu sukcesných spoločenstiev. Proces zmladzovania je opačným postupom, keď sukcesne „vyššia“ štruktúra je deštruovaná a na jej mieste vznikajú formy vývojovo mladšie a „jednoduchšie“. V prirodzenom toku sa pôsobením týchto procesov utvára rovnováha celého systému. Riečny systém je v neustálej dynamike i premene a vytvára jedinečnú mozaiku riečnej krajiny a pririečnej zóny. Všeobecná schéma sukcesie krajinných prvkov (Geerling et al. 2006 a Cabezas et al. 2009) smeruje od iniciálnych štádií v koryte, cez korytové a brehovú nižšie bylinné spoločenstvá k lúčnym, krovinným až stromovým spoločenstvám (rozptýlené alebo koncentrované lesné porasty) v príbrežnej zóne a nive. Týmto smerom vývoja sa vytvára stabilnejšia štruktúra, narastá jej retenčná schopnosť a odolnosť voči deštrukcii vodou a objem rastlinnej masy pribúda. Systém funguje v prirodzenom autoregulačnom stave, stave metastabilnej rovnováhy a je riadený hydroklimatickou kaskádou (prírodný atraktor). Ak človek vstupuje do ripariálnej zóny (sociálno-ekonomický atraktor), systém svoje správanie mení, fungujú v ňom prirodzené aj človekom regulované procesy a im odpovedajúca štruktúra krajiny pokrývky. Podľa prevahy vplyvov atraktorov sa systém nachádza buď v stave relatívnej rovnováhy, alebo ripariálna zóna expanduje. Prevažuje buď prírodný atraktor, alebo kontrahuje a dominuje sociálno-ekonomický atraktor.

Pochopenie vývoja krajiny akéhokoľvek typu si vyžaduje akceptovanie globálnych a lokálnych dimenzií vzťahov, procesov a pôsobenia spoločensko-ekonomických, ako aj prírodných hybných síl. Metodológia agregátovej komplexity, ktorá kladie dôraz na synergiu a „synoptický“ (situačný) prístup a zdôrazňuje akceptovanie globálnych zákonov v špecifickom priestorovom a časovom kontexte, to umožňuje. Z uvedeného vyplýva aj koncipovanie nášho prístupu spočívajúceho v nasledovných krokoch:

- a) charakteristika študovaného územia s dôrazom na hydrologicko-morfologické vlastnosti vodného toku,
- b) identifikácia riečnych úsekov (podľa Lehotského 2004) a analýza stupňa ich kľukatosti,
- c) výber tried krajiny pokrývky a určenie tzv. vegetačných tried (tried s bylinnou a drevinnou vegetáciou), ktorých zmeny plôch indikujú sukcesný alebo zmladzovací proces,
- d) analýza ich štruktúry v celom skúmanom území v čase t_0 ,
- e) analýza ich štruktúry v celom skúmanom území v čase t_1 ,
- f) analýza ich štruktúry v jednotlivých riečnych úsekoch v čase t_0 ,
- g) analýza ich štruktúry v jednotlivých riečnych úsekoch v čase t_1 ,
- h) posúdenie vývoja celého skúmaného územia – určenie celkového trendu vývoja, a to buď konverencie ako smerovania k formovaniu novej emergentnej štruktúry alebo divergencie ako smerovania k diferenciacii štruktúry krajiny pokrývky,
- i) posúdenie lokálnych variantov (podľa riečnych úsekov) zmien v celkovom trende vývoja,

- j) interpretácia celkového vývoja a jeho lokálnych variantov na základe hybných síl, faktorov iniciujúcich zmeny na oboch hierarchických úrovniach.

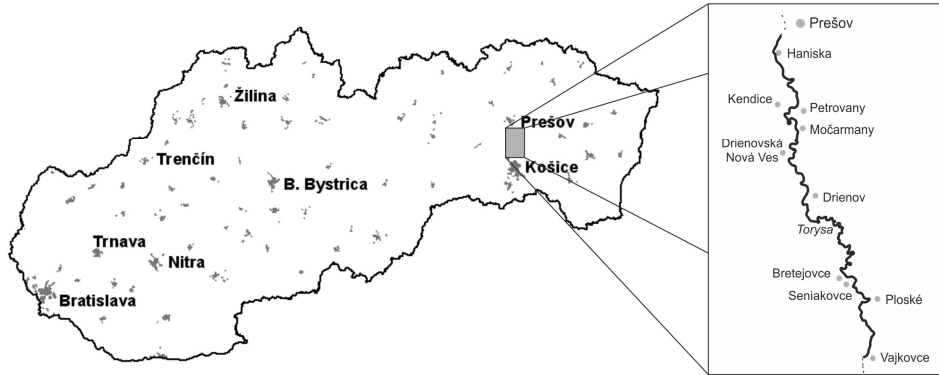
Základným zdrojom informácií boli ortofotosnímky (rok 2003) Slovenska v systéme Š-JTSK a letecké čiernobiele fotografie (rok 1987) priestorovo upravené do rovnakého súradnicového systému. V prostredí GIS bola realizovaná:

- a) identifikácia riečnych úsekov na základe analógovej interpretácii pôdorysnej vzorky a lokálnych erózných báz v zmysle práce Lehotského (2004),
- b) určenie zmien miery ich kľukatosti v roku 1987 a 2003,
- c) zostavenie mapy krajiny pokrývky z roku 1987 a 2003, naloženie vrstiev krajiny pokrývky z uvedených časových horizontov a zostavenie kontingenčných tabuliek zmien tried krajiny pokrývky pre celé územie a pre každý riečny úsek.

SKÚMANÉ ÚZEMIE

Výber modelového územia bol podmienený neregulovaným segmentom koryta vodného toku, jeho pôdorysnou nehomogenitou a polohou v rurálnom type riečnej krajiny, teda tými kritériami, ktoré predurčujú vyššiu dynamiku ripariálnej zóny v porovnaní napríklad s jej lesným variantom. Ide o územie na nive neregulovanej rieky Torysy medzi obcami Haniska a Vajkovce v Košickej kotline (východné Slovensko) a má dĺžku približne 35 km (obr. 3). Vlastné skúmané územie – ripariálna zóna, pás riečnej krajiny v okolí rieky Torysy, bol určený umelo, a to so šírkou 50 m na obe strany od centrálnej línie koryta, t. j. tak, aby v ňom boli zastúpené všetky triedy krajiny pokrývky charakteristické pre rurálny typ riečnej krajiny. Študované územie zasahuje do katastrálneho územia desiatich obcí. V 70. rokoch 20. storočia bola v blízkosti študovaného územia vybudovaná diaľnica. Súčasná krajina skúmaného územia, ako aj jeho okolia, má poľnohospodársky charakter. Do roku 1989 vývoj krajiny prebiehal v podmienkach centrálne riadeného direktívneho socialistického veľkoblokového poľnohospodárstva maximálne intenzifikujúceho využívanie riečnej krajiny. Od uvedeného roku jej manažovanie prebieha v podmienkach trhového hospodárstva s diferencovaným lokálnym manažmentom veľkoblokovej poľnohospodárskej krajiny v jednotlivých roľníckych družstvách.

Koryto rieky Torysa v skúmanom segmente je jednoduché s meandrujúcou pôdorysnou vzorkou so širokou (1-1,5 km) kotlinovou poľnohospodársky využívanou nivou. V zmysle Nanson a Croke (1992) ju klasifikujeme ako plochú nivu so zvyškami opustených korýt so strednou energiou tvorenú nekohezívnymi sedimentmi, s výkonom rieky okolo 20 W.m^{-2} . Šírka meandrového pásu a potenciálne zaplavovaného územia je okolo 700 m. Koryto je typické eróziou brehov, škrtením oblúkov a vývojom vrcholových lavíc. Je stredne vnorené – index vnorenia koryta má hodnoty okolo 2. Výškový rozdiel v pozdĺžnom profile segmentu je 36 m (233 m n. m. - 197 m n. m.) a sklon koryta 0,1 %. Trasa koryta vedie centrálnou časťou nivy, t. j. niva nie je segmentovaná do nivných káps. Územie má vysoký potenciál pre funkciu biokoridoru nadregionálneho významu a suchej nádrže – poldra.



Obr. 3. Poloha územia a skúmaná časť vodného toku Torysa

Plocha povodia (v Prešove) nad skúmaným segmentom je približne 675 km², v Košických Olšanoch 1 300 km² (10 km južne od konca študovaného územia). Najväčšími prítokmi Torysy na študovanom území sú Delňa, ktorá sa pripája k Toryse južne pod Prešovom, a menšie potoky – Petrovanský, Drienovský, Balky a Vajkovský. Priemerný ročný prietok Torysy v študovanom území je 4,1 m³/s (hydrologická stanica Prešov) až 7,6 m³/s (Košické Olšany) s najvyššími prietokmi v mesiaci apríl a najmenšími v septembri a novembri. Najvyššie prietoky na jar (8,5 m³/s Prešov a 15,0 m³/s Košické Olšany) súvisia s topením snehu v hornej časti povodia Torysy, jesenný režim minimálnych prietokov (2,2 m³/s Prešov a 4,1 m³/s Košické Olšany) je dôsledkom malého množstva zrážok v jesennom období (Brušková et al. 2005). Počas periodicky sa opakujúcich povodní a kulminácie povodňovej prietokovej vlny prietok dosahuje v študovanom území 300 až 410 m³/s (tab. 3), pričom dochádza k vybrežovaniu vody z koryta až do šírky meandrového pásu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Interpretáciou ortofotosnímkov z roku 2003 (čas t_1) a spätnou interpretáciou leteckých čiernobielych fotografií z roku 1987 (čas t_0) sme odvodili a vytvorili mapu tried krajinej pokrývky územia, pričom sme interpretovali 13 tried krajinej pokrývky: 1. hlavné koryto s vodou, 2. nívne opustené korytá s vodou, 3. lavice bez vegetácie, 4. lavice a brehy s nízkobylinnými pionierskymi formáciami, 5. nívne močiare, 6. trvalé trávne porasty, 7. trvalé trávnaté porasty s rozptýlenými zhlukmi stromov alebo krov, 8. súvislé kroviny, 9. lužný les, 10. orná pôda, 11. záhrady a záhradkárské osady, 12. zastavané areály a 13. stavebné areály. Z nich triedy 6 až 9 predstavujú tzv. vegetačné triedy krajinej pokrývky (obr. 4).

Z analýzy štruktúry tried krajinej pokrývky v uvedených dvoch časových horizontoch na hierarchicky vyššej úrovni, t. j. na úrovni celého skúmaného územia vyplýva, že v celkovej bilancii tried krajinej pokrývky výrazný nárast plôch zaznamenala trieda trávnych porastov so stromami (+11 ha), pokým plocha triedy tráv bez rozptýlenej drevinovej vegetácie poklesla (–5 ha). Najvýraznejší nárast – až o 37 ha – mala trieda lužného lesa (najmä na úkor

Tab. 1. Kontingenčná tabuľka - zmeny plochy tried krajinej pokrývky v období 1987 - 2003 v ha

Rok	2003													Spolu	Zmena (1987-2003)
	Trieda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1987	1	45,59		0,46	0,08		0,65	0,09	0,11	6,75	0,00	0,00	0,00	53,74	0,33
	2		1,11			0,22	0,03	0,47	0,06	0,83	0,17			2,90	-1,77
	3	1,16		0,19	0,00		1,11	0,24	0,03	2,72	0,29		0,00	5,74	-4,53
	4	0,01					0,03			0,06				0,09	0,22
	6	1,71		0,18	0,01	0,09	105,76	6,41	3,82	23,04	46,80	1,89	0,79	190,77	-4,86
	7						1,49	2,25	0,35	1,88	0,13		0,28	6,38	10,76
	8	0,07		0,00			2,10	1,16	1,61	8,46	1,71		0,10	15,59	-2,34
	9	5,16	0,00	0,24	0,18	0,02	10,97	2,39	2,51	133,17	0,92	0,13	0,17	155,86	37,21
	10	0,32	0,01	0,13	0,05		40,87	1,55	1,44	10,73	767,86	0,47	1,72	825,13	8,83
	11						4,78	1,68	1,56	2,93	0,32	59,43	3,03	73,73	-11,24
	12	0,01					2,21	0,15		0,29	0,19	0,57	85,95	89,36	23,70
	13	0,06					15,91	0,75	1,76	2,22	15,55		21,02	57,29	-56,64
	Spolu	54,08	1,12	1,21	0,32	0,33	185,90	17,15	13,25	193,07	833,96	62,49	113,06	0,65	1 476,59

Triedy krajinej pokrývky: 1 – hlavné koryto s vodou, 2 – nívne opustené korytá s vodou, 3 – lavice bez vegetácie, 4 – lavice a brehy s nízkobylinnými pionierskymi formáciami, 5 – nívne močiare, 6 – trvalé trávnaté porasty, 7 – trvalé trávnaté porasty s rozptýlenými, zhlukmi stromov alebo krov, 8 – súvislé kroviny, 9 – lužný les, 10 – orná pôda, 11 – záhrady a záhradárske osady, 12 – zastavané areály, 13 – stavebné areály.

triedy tráv, krovín, ornej pôdy, no aj mnohých plošne menších tried, napr. stojatej vody – mŕtvych ramien) a trieda štrkových a pieskových brehov a lavíc. Na území sa zväčšila rozloha ornej pôdy a zastavaných areálov. Najviac plochy ubudlo z triedy stavebných areálov a záhrad.

Z tab. 1 vyplýva, že najrozsiahlejšie zmeny v období rokov 1987 a 2003 sa odohrali navzájom medzi nasledovnými triedami:

- hlavné koryto s vodou (1) a lužný les (9),
- trvalé trávne porasty (6) a trvalé trávne porasty s rozptýlenými zhlukmi stromov alebo krov (7), súvislé kroviny (8), lužný les (9),
- trvalé trávne porasty (6) a orná pôda (10),
- stavebné areály (13) a trvalé trávne porasty (6), orná pôda (10) a zastavané areály (12).

Analýza štruktúry tzv. vegetačných tried (tab. 2) indikuje zmeny z triedy trávnych porastov na triedy s postupne sa zvyšujúcim podielom drevín, t. j. zmena na trávne porasty s rozptýlenými stromami, ďalej zmena na kroviny a na lužný les. Premena tried smerovala k nárastu lužného lesa a celkovo predstavovala plochu 37 ha z územia, kým na ploche 19,5 ha prebehol opačný proces poklesu plôch s drevinovou zložkou oproti pôvodnej vegetačnej triede. Zaujímavé je porovnanie rozlohy tráv premenených na triedy s drevinami a rozlohy čistých trávnych porastov, ktoré vznikli premenou tried s drevinami. Bilancia tráv (len zmenené areály, nie areály tráv stabilné v oboch horizontoch) ukazujú, že rozloha trávnatých porastov sa celkovo zmenšila o 21 ha, pričom sa transformovali na triedy s podielom stromov. Taktiež premena krovín na areály lužného lesa je rozsiahlejšia ako opačný proces – zmena lužného lesa na kroviny, čo opäť spôsobilo nárast tried postavených v sukcesnej schéme biotopov vývojovo vyššie.

Značný pokles na obidvoch brehoch Torysy na celom území vykazuje dĺžka kontaktu triedy koryta s vodou (1) s triedami lavíc (3 a 4), ornej pôdy, záhrad a s triedou stavebných areálov. Naopak výrazne narastá kontakt koryta s vodou s drevinovou vegetáciou, najmä nárast hranice s lužným lesom a súvislými krovinami (tab. 3).

Interpretáciou snímok identifikujeme aj lokality „stabilných“ tried krajinej pokrývky brehových úsekov, t. j. tie lokality, ktoré sú zhodné v obidvoch časových horizontoch. Dominuje v nich trieda trvalých trávnych porastov a trvalých trávnatých porastov s rozptýlenými zhlukmi stromov alebo krov a lužný les (tab. 4 a obr. 5).

S cieľom postihnúť lokálne variácie (mikrostavy) celkového správania a štruktúry ripariálnej zóny skúmaného územia sme toto diferencovali do priestorovo menších a hierarchicky nižších jednotiek – riečnych úsekov.

Pozdĺžny profil toku Torysy je typický diferencovaným priebehom trasy koryta a dokumentuje lokálne zmeny v pôdorysnej vzorke koryta, ako aj v jeho príriečnej zóne. Vizualne, podľa tvaru, polomeru a veľkosti oblúkov/meandrov a morfometricky – sklonom koryta, sme diferencovali koryto vodného toku na štyri riečne úseky (obr. 4). V prvom úseku je pôdorysná vzorka/trasa koryta mierne kľukatá a vytvárajú sa málo zakrivené oblúky, v druhom úseku sa už formujú zložené meandre s výrazným kľukatením, v treťom úseku toku vytvára

rieka veľké oblúky (zakrivenie toku I. rádu) staršieho datovania s početnými malými dobre vyvinutými mladšími meandrami (zakrivenia II. rádu), vo štvrtom úseku je počet meandrov výrazne nižší, ich oblúky sú väčšie a menej zakrivené.

Tab. 2. Zmeny tried krajinej pokrývky (obdobie 1987-2003, v ha) a ich plochy odrážajúce trend sukcesie vegetačných spoločenstiev alebo trend ich zmladzovania.

Zmeny tried krajinej pokrývky indikujúce nárast plochy lesného typu (sukcesia)				
Trieda krajinej pokrývky a jej zmena				
Plocha zmeny (ha)				
6	→ 7	→ 8	→ 9	Zmena triedy 6 na triedy 7, 8, a 9
	6,41	3,82	23,04	33,27
	7	→ 8	→ 9	Zmena triedy 7 na triedy 8 a 9
		0,35	1,88	2,23
		8	→ 9	Zmena triedy 8 na triedu 9
			8,46	8,46
	6,41	4,17	33,38	Celková zmena 43,96
	z 6 na 7	z 6 a 7 na 8	z 6 a 8 na 9	
Zmeny tried krajinej pokrývky indikujúce pokles plochy lesného typu (zmladzovanie)				
Typ krajinej pokrývky a jeho zmena				
Plocha zmeny (ha)				
9	→ 8	→ 7	→ 6	Zmena triedy 9 na triedu 8, 7 a 6
	2,51	2,39	10,97	15,87
	8	→ 7	→ 6	Zmena triedy 8 na triedu 7 a 6
		2,10		2,10
		7	→ 6	Zmena triedy 7 na triedu 6
			1,49	1,49
	2,51	4,48	12,45	Celková zmena 19,45
	z 9 na 8	z 9 a 8 na 7	z 7, 8 a 9 na 6	
Bilancia vyššie uvedených zmien				
Zmeny vybraných tried krajinej pokrývky a ich plocha v ha				
Bilancia zmien triedy 6	(6→7, 8, 9)	(7+8+9→6)	Rozdiel ((6→7,8,9) – (7+8+9→6))	
	33,27	12,45	20,82	
Bilancia zmien triedy 7	(7→8, 9)	(8+9→7)	Rozdiel ((7→8,9) – (8+9→7))	
	2,23	4,48	-2,26	
Bilancia zmien triedy 8	(8→9)	(9→8)	Rozdiel ((8→9) – (9→8))	
	8,46	2,51	5,95	

6 – trávne porasty, 7 – trávne porasty s rozptýlenými zhlukmi stromov alebo krov, 8 – súvislé kroviny, 9 – lužný les

Tab. 3. Analýza kontaktu koryta (brehových úsekov) so susednými triedami krajinej pokrývky (triedy krajinej pokrývky sú uvedené v tab. 1)

	1987			2003		
	Trieda susediaca s hranou brehu (1)	Počet brehových úsekov	Dĺžka spolu (km)	Trieda susediaca s hranou brehu (1)	Počet brehových úsekov	Dĺžka spolu (km)
Pravý breh	3	38	2,48	3	24	1,07
	4	0	0,00	4	2	0,07
	6	66	5,80	6	63	4,04
	7	1	0,09	7	5	0,17
	8	10	0,65	8	10	1,06
	9	99	24,53	9	123	28,19
	10	6	0,33	10	4	0,19
	11	1	0,24	11	1	0,17
	13	5	1,16	13	0	0,00
Ľavý breh	3	52	3,69	3	15	0,76
	4	1	0,07	4	4	0,12
	5	0	0,00	5	1	0,07
	6	69	6,04	6	58	4,40
	7	1	0,04	7	6	0,39
	8	14	0,92	8	20	1,04
	9	117	23,78	9	133	28,36
	10	8	0,52	10	2	0,07
	12	2	0,03	12	0	0,00
	13	4	0,54	13	0	0,00

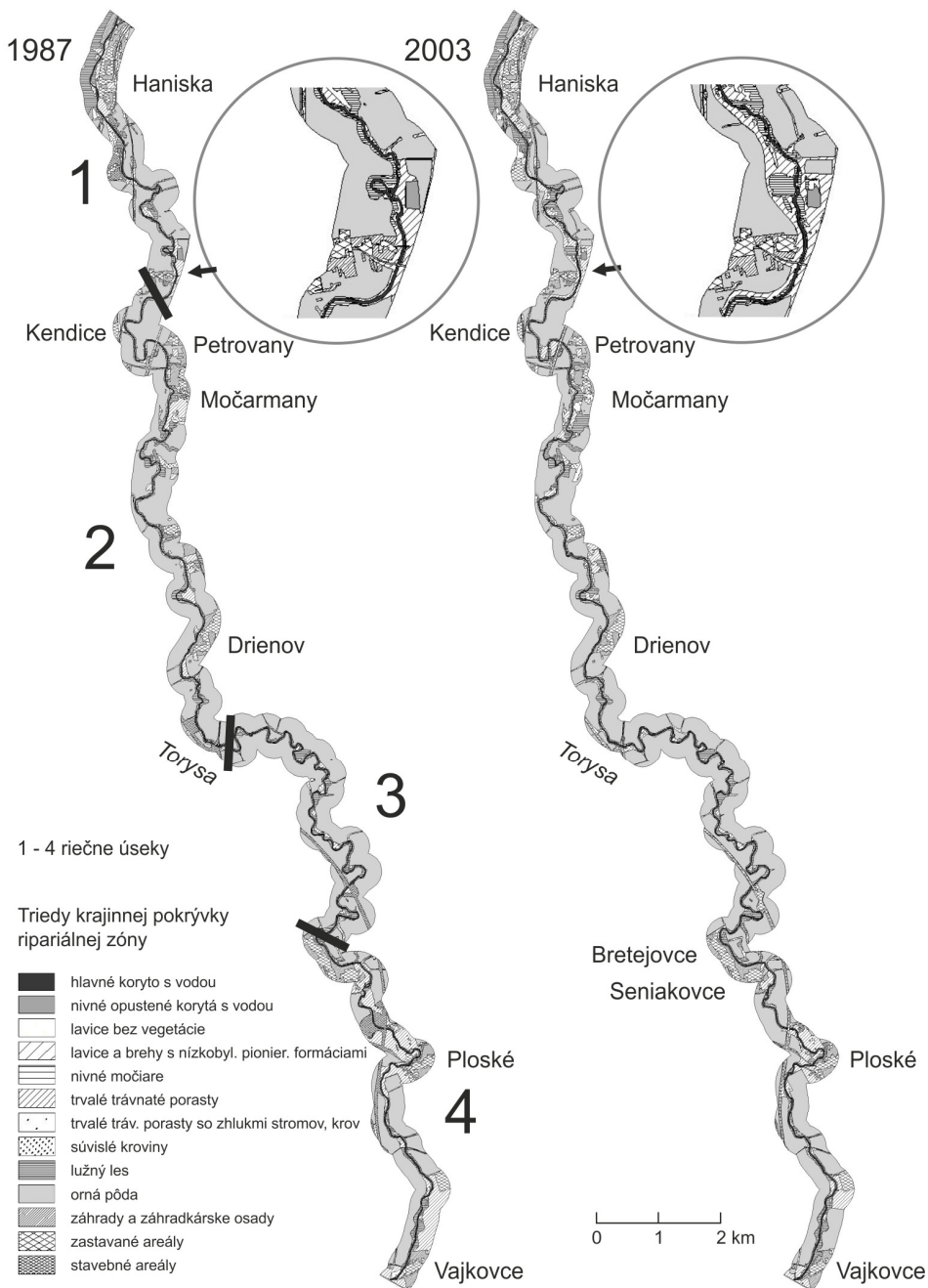
Za účelom verifikácie predpokladu, že emergentné štruktúry sú produktom chaotického správania sa mikrostavov (tried krajinej pokrývky), sme na riečnych úsekoch uskutočnili analýzu ich zmien a na zistenie trendu vývoja pôdorysnej vzorky koryta aj analýzu stupňa jeho kľukatenia (tab. 5 a 6). Pokiaľ ide o stupeň kľukatenia, celkove sa za skúmané obdobie znížil, nie je to však radikálna zmena. Správanie koryta skôr naznačuje, že jeho lokálne skrátenie zaškrtením meandrov zodpovedá jeho naturálnemu trendu. Jeho mikrostavy (lokálne skrátenia) nevedú k formovaniu iného typu pôdorysnej vzorky koryta a vzniku novej kvality – emergentnej štruktúry. Z výsledkov súvisiacich analýz štruktúr krajinej pokrývky vyplýva, že plocha triedy krajinej pokrývky koryta s vodou zaznamenala na prvom, priamejšom úseku výraznejší pokles, na druhom a treťom mierny nárast a na štvrtom stabilnú rozlohu. Evidentný je úbytok nivných opustených korýt s vodou v prvom a štvrtom úseku. Podobný trend vykazuje aj trieda lavíc, čo potvrdzuje sukcesný proces a formovanie lužného lesa. Nárast plochy triedy močiarov vo štvrtom úseku poukazuje na zníženie plochy a degradáciu nivných opustených korýt. Pokiaľ ide o trávnaté triedy na nive, výsledky ukazujú nárast ich plôch v prvých troch úsekoch (na úkor ornej pôdy a areálov výstavby diaľnice). Štvrtý úsek, naopak, vykazuje pokles ich plôch na úkor ornej pôdy a areálu výstavby medzi Ploským a Vajkovicami. Rozloha krovinovej triedy narástla v 1., 2. a 4. úseku, v 3. bol jej stav stabilný. Podobný trend sme zaznamenali pri triede lužného lesa. Opačný trend vykazovali plochy triedy ornej pôdy, ktorých rozloha v 1. a 2. úseku klesala, v 3. bol jej stav nezmenený, avšak 4. úsek charakterizoval jej výrazný nárast. Pre všetky úseky je typický pokles plôch záhrad a naopak nárast zastavaných plôch. Evidentný je pokles stavebných areálov, ktoré sú rekultivo-

vané a nahradené hlavne ornou pôdou (4. úsek) , triedou zastavané plochy a trávnyimi triedami (1. a 3.úsek), resp. sú približne rovnako plošne zastúpené (2. úsek).

Tab. 4. Analýza dynamiky kontaktu koryta s vodou s inými vegetačnými triedami vizuálnym porovnaním snímok z roku 1987 a 2003

Ľavý breh		Vegetačné triedy	Počet brehových úsekov	Dĺžka úsekov spolu (km)
Stabilná štruktúra (bez zmeny vegetácie)		1	51	3,82
		2	14	2,55
		3	73	22,26
		spolu	138	28,64
Zmena vegetačných tried	Nárast lužného lesa	1→2 (4)	15	0,95
		2→3 (5)	12	1,87
		1→3 (6)	17	2,37
		spolu	44	5,18
	Úbytok lužného lesa	3→2 (7)	4	0,33
		2→1 (8)	4	0,25
		3→1 (9)	15	0,89
		spolu	23	1,47
Pravý breh		Vegetačné triedy	Počet brehových úsekov	Dĺžka úsekov spolu (km)
Stabilná štruktúra (bez zmeny vegetácie)		1	60	3,61
		2	19	1,89
		3	70	19,84
		spolu	149	25,33
Zmena vegetačných tried	Nárast lužného lesa	1→2 (4)	8	0,92
		2→3 (5)	17	2,52
		1→3 (6)	35	4,43
		spolu	60	7,88
	Úbytok lužného lesa	3→2 (7)	6	0,59
		2→1 (8)	8	0,60
		3→1 (9)	17	0,87
		spolu	31	2,06

Interpretácia výsledkov dotýkajúcich sa prírodných procesov sukcesie a zmladzovania naznačuje, že na študovanom území vegetačné triedy sukcesne smerujú k formovaniu lužného lesa. Trend relatívne stabilného správania koryta a vývoja jeho morfológických foriem výrazne prevyšuje nad procesom rozrušovania brehov, zmladzovania foriem reliéfu a následne i vegetačných tried krajinej pokrývky. Kontaktná zóna vody s brehom sa environmentálne pozitívne mení a na brehoch pribúda podiel plôch krovín a lužného lesa, naopak, ubúda trieda pionierskej vegetácie a vegetáciou neosídlené typy lavíc. Nastupujúci vývoj zvyšuje retenčný potenciál a potenciál tlmenia povodňových vln a tým iniciuje aj zmeny správania ripariálnej zóny počas povodní. Kým intenzita vplyvu človeka na poľnohospodárskom pôdnom fonde interpretovaná v sociálno-ekonomickej polohe trhového poľnohospodárstva v distálnej časti ripariálnej zóny narastá, v jej proximálnej časti lokálne dochádza k extenzifikácii hospodárenia. Existujúce trávne porasty sa ďalej neudržiavajú v ich pôvodnom rozsahu i kvalite a globálne dochádza k znižovaniu plôch trávnych porastov, sádov a záhrad. Lokálne však nachádzame priestory, kde dochádza k zvyšovaniu plôch ornej pôdy a zastavaných plôch (4. riečny úsek).



Obr. 4. Krajinná pokrývka študovaného územia v roku 1987 a 2003



Obr. 5. Mapovanie zmien ripariálnej vegetácie vizuálnym porovnaním snímok z roku 1987 (hore) a 2003 (dole), číselné kódy vegetačných tried a ich zmien sú uvedené v tab. 4

Tab. 5. Index kľukatenia a jeho zmena (1987-2003) podľa riečnych úsekov a na celej dĺžke vodného toku

Riečny úsek (RÚ)	A dĺžka dna doliny (m)	B dĺžka koryta v roku 1987 (m)	C dĺžka koryta v roku 2003 (m)	Zmena dĺžky koryta C-B (m)	Zmena dĺžky koryta (%)	Index kľukatenia 1987 B/A	Index kľukatenia 2003 C/A	Zmena indexu kľukatenia C/A-B/A
1	5 073	6 555	6 089	-466	-7,1	1,29	1,20	-0,09
2	7 818	11 483	11 389	-94	-0,8	1,47	1,46	-0,01
3	4 369	8 867	8 643	-224	-2,5	2,03	1,98	-0,05
4	6 058	8 322	8 157	-165	-1,9	1,37	1,35	-0,03
Spolu	23 318	35 226	34 278	-948		1,51	1,47	-0,04

Tab. 6. Zmeny plôch tried krajinnej pokrývky podľa riečnych úsekov a na celej ploche skúmaného územia (triedy krajinnej pokrývky sú uvedené v tab. 1)

Trieda krajinej pokrývky	Riečny úsek 1		Riečny úsek 2		Riečny úsek 3		Riečny úsek 4		Celé územie	
	Zmena									
	ha/100	%	ha/100	%	ha/100	%	ha/100	%	ha	%
1	-0,50	-0,18	0,64	0,13	0,23	0,07	-0,03	-0,01	0,33	0,02
2	-1,60	-0,56	-1,21	-0,24			-0,17	-0,05	-1,77	-0,12
3	-1,75	-0,61	-1,21	-0,24	-0,55	-0,17	-1,02	-0,28	-4,53	-0,31
4	0,02	0,01	0,15	0,03	0,13	0,04	-0,07	-0,02	0,22	0,02
5	0,24	0,09					0,09	0,02	0,33	0,02
6	16,28	5,68	2,11	0,42	5,07	1,56	-28,30	-7,68	-4,86	-0,33
7	4,99	1,74	5,20	1,04	0,65	0,20	0,07	0,02	10,76	0,73
8	-1,97	-0,69	1,37	0,28	-0,76	-0,23	-0,81	-0,22	-2,34	-0,16
9	10,38	3,62	18,91	3,80	-0,10	-0,03	7,85	2,13	37,21	2,52
10	-21,96	-7,66	-13,25	-2,67	-0,34	-0,10	44,37	12,04	8,83	0,60
11	-3,23	-1,13	-6,00	-1,21	-0,24	-0,08	-1,78	-0,48	-11,24	-0,76
12	6,66	2,32	2,68	0,54	7,22	2,23	7,14	1,94	23,70	1,60
13	-7,56	-2,64	-10,60	-2,13	-11,30	-3,49	-27,19	-7,37	-56,64	-3,84

Skúmanú ripariálnu zónu považujeme za disipatívnu štruktúru s nelineárnym vývojom jej prírodnej, ako aj sociálno-ekonomickej zložky (antropogénne triedy krajinnej pokrývky), ktorá je v súčasnosti, ako naznačujú výsledky, „vychýlená“ zo stavu rovnováhy „inými“ tokmi exergie (energia, ktorá je schopná konať prácu v najširšom slova zmysle, napr. u rastlín prebieha disipácia slnečnej energie cez transpiráciu), hmoty a informácií v porovnaní s rokom 1987. Zákonite preto musí svoje súčasné usporiadanie (stav v roku 2003) a autoregulačné mechanizmy udržiavať využívaním a disipáciou uvedených tokov. Pri pokračujúcom prísune týchto entít sa triedy krajinnej pokrývky ripariálnej zóny a ich štruktúra spontánne autoorganizujú do nového kvázi-rovnovážneho stavu. Vegetačné triedy sa vyvíjajú k vyššej zložitosti a sú determinované hydrologicko-biologickým atraktorom. Človekom ovplyvnené triedy sa vyvíjajú pôsobením „rurálneho“ lokálneho a univerzálneho atraktora voľného trhu a paradigmy udržateľnosti (zákonná ochrana a manažment brehových porastov). Časový horizont 15 rokov vývoja krajinnej pokrývky skúmaného segmentu ripariálnej zóny teda naznačuje, že jej štruktúra, variabilita kritických premenných (plôch tried krajinnej pokrývky) sa začala po roku 1989 zväčšovať, a že jej systém reagoval/reaguje vznikom novej organizácie správania, ktoré využíva exergiu na budovanie, organizovanie a udržiavanie novej štruktúry. Nová štruktúra prírodných tried krajinnej pokrývky disipuje exergiu (prúdacej vody a slnka) prostredníctvom tvorby nových korytových a nivných morfológicko-sedimentárnych foriem, transpiráciou vody rastlinami a procesmi fotosyntézy. Antropogénne triedy pokrývky disipujú exergiu priemyselnej produkcie a súčasne sociálno-ekonomické materiálne a informačné toky. Porovnanie stavov krajinnej pokrývky skúmaného územia z dvoch časových horizontov môžeme interpretovať aj v intenciách holarchie zdôrazňujúcej hierarchiu a recipročné

vzťahy medzi jej taxónmi. Priebeh disipatívnych procesov tak vedie k vzniku, vynáraníu nových hierarchicky vyššie položených a zložitejších systémov – emergencií z hierarchicky nižších, jednoduchších a starších systémov. Táto interpretácia, ktorá vychádza z analýzy zmien tried krajinej pokrývky na jednotlivých riečnych úsekoch potvrdzuje, že hoci štruktúra tried krajinej pokrývky je na každom z nich iná a prejavuje sa v priestorovej variabilite tried krajinej pokrývky, predsa segment ako vyššia hierarchická jednotka naznačuje vznik novej celostnej štruktúry typickej nárastom plochy lužného lesa a posilňovaním dominancie prírodných procesov disipácie exergie. Krajinná pokrývka skúmanej ripariálnej zóny teda konverguje do nového usporiadania a nového, plošne homogénnejšieho celku.

ZÁVER

Ripariálnu zónu segmentu Torysy môžeme teda považovať v súčasných podmienkach za systém riadený prírodnými zákonitosťami, ako aj aktivitou človeka. Človek v minulosti najvýraznejšie ovplyvnil jej širšie okolie výstavbou diaľnice z Prešova do Košíc, mostov cez Torysu, výstavbou priemyselných i obytných areálov a intenzívnym centrálnym riadeným poľnohospodárstvom. Jej konvergencia do kvalitatívne aj funkčne nového stavu odráža zmenu jej vzťahu s okolím generovanú zmenou spoločenskej situácie, ako aj zmenu jej vnútorného fungovania prejavujúcu sa v náraste plôch lužného lesa a v náraste jeho šírky. Tento celkový trend je modifikovaný lokálnymi atraktormi prírodného systému (povodne, korytové procesy, proces sukcesie a pod.) a atraktormi rurálnej krajiny s veľkoblokovým poľnohospodárskym hospodárením v podmienkach voľného trhu (napríklad diferencované správanie sídiel prejavujúce sa v ich raste, manažment dopravnej osi, lokálna protipovodňová politika, manažment roľníckych družstiev a pod.). Aplikácia komplexného prístupu a spomínané metódy poskytujú nielen vhodný metodologický nástroj na kvantitatívne vyjadrenie zmien krajinných systémov, ale súčasne aj priestor na interpretáciu vývoja krajinných štruktúr v intenciách a terminológii dynamických systémov aplikovaných bežne v iných vedných disciplínach, ako napríklad fyzika, medicína, biochémia, ekológia, ale aj sociológia a ekonómia.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešení projektu “Komplexná dynamika geomorfologického systému rieky” č. 2/0151/09 v Geografickom ústave SAV za podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- ABRAHÁMOVÁ, A. (2009a). Súčasný stav lesov dolného toku Váhu v úseku Šaľa – Nové Mesto nad Váhom. In Galamboš, M., ed. *Študentská vedecká konferencia*. Bratislava (PríF UK v Bratislave), pp. 1229-1234.
- ABRAHÁMOVÁ, A. (2009b). Fytocenologická charakteristika lesov dolného toku Váhu v úseku Šaľa – Nové Mesto nad Váhom. In Baláž, I., ed. *Mladí vedci 2009: zborník vedeckých prác doktorandov, mladých vedeckých a pedagogických pracovníkov*. Nitra (Fakulta prírodných vied UKF), pp. 373-382.
- ALLAN, J. D. (2004). Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35, 257-284.

- ANDERSON, B. G., RUTHERFURD, I. D., WESTERN, A. W. (2006). An analysis of the influence of riparian vegetation on the propagation of flood waves. *Environmental Modelling & Software*, 21, 1290-1296.
- BENČAĎ, T., PAŽITNÝ, J. (2007). Prirodzené a ohrozené úseky brehových porastov horného toku Žitavy. In Daniš, D., Bahula, P., eds. *Ekológia a environmentalistika 2007: medzinárodná vedecká konferencia k 15. výročiu založenia Fakulty ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene a 55. výročiu vzniku Technickej univerzity vo Zvolene*. Zvolen (TU), Poniky (Partner), pp. 152-162.
- BENČAĎ, T. (2008). Brehové porasty bystriny Pomiaslo (stredné Slovensko). In Benčaď, T., Jančura, P., Daniš, D., eds. *Vybrané problémy krajiny podhorských a horských oblastí*. Zvolen (TU), Poniky (Partner), pp. 35-41.
- BRUŠKOVÁ, V., FENDEKOVÁ, M., NÉMETHY, P. (2005). Súčasný stav ovplyvnenia povrchových a podzemných vôd v povodí hornej Torysy. *Podzemná voda*, 11, 49-62.
- CABEZAS, A., COMÍN, F. A., BEGUERIA, S., TRABUCCHI, M. (2009). Hydrologic and landscape changes in the Middle Ebro River (NE Spain): implications for restoration and management. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13, 273-284.
- ČENGEROVÁ, K., FALŤAN, V., LEHOTSKÝ, M. (2008). Morfológia riečnych krajinných jednotiek a jej vplyv na ripariálnu vegetáciu na príklade toku Revúcej. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2, 25-37.
- DANIŠ, D., MODRANSKÝ, J. (2008). Klasifikácia sekundárnej sukcesie na vybraných agroekosystémoch v podmienkach Slovenska. In Boltžiar, M., ed. *Ekologické štúdie VII*. Nitra (SEKOS), pp. 37-45.
- DOSSKEY, M., SCHULTZ, D., ISENHART, T. (1989). *Agroforestry Notes*. AN-3, 4, 5. USDA Forest Service, Rocky Mountain Station, USDA Natural Resources Conservation Service. Lincoln (University of Nebraska).
- DYKAAR, B. B., WIGINGTON, P. J. jr. (2000). Floodplain formation and cottonwood colonization patterns on the Willamette River, Oregon, USA. *Environmental Management*, 25, 87-104.
- GEERLING, G. W., RAGAS, A. M. J., LEUVEN, R. S. E. W., VAN DEN BERG, J. H., BREEDVELD, M., LIEFHEBBER, D., SMITS, A. J. M. (2006). Succession and rejuvenation in floodplains along the river Allier (France). *Hydrobiologia*, 565, 71-86.
- GREGORY, S. V., SWANSON, F. J., McKEE, W. A., CUMMINS, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones: focus on links between land and water. *BioScience*, 41, 540-550.
- GURNELL, A. M., PETTS, G. E., HANNAH, D. M., SMITH, B. P. G., EDWARDS, P. J., KOLLMANN, J., WARD, J. V., TOCKNER, K. (2001). Riparian vegetation and island formation along the gravel-bed fiume Tagliamento, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 31-62.
- HANSEN, B., REICH, P., LAKE, P. S., CAVAGNARO, T. (2010). *Minimum width requirements for riparian zones to protect flowing waters and to conserve biodiversity: a review and recommendations*. Report to the Office of Water, Department of Sustainability and Environment. Melbourne (School of Biological Sciences, Monash University).
- HUGHES, F. M. R., ADAMS, W. M., MULLER, E., NILSSON, C., RICHARDS, K. S., BARSOUM, N., DECAMPS, H., FOUSSADIER, R., GIREL, J., GUILLOY, H., HAYES, A., JOHANSSON, M., LAMBS, L., PAUTOU, G., PEIRY, J. L., PERROW, M., VAUTIER, F., WINFIELD, M. (2001). The importance of different scale processes for the restoration of floodplain woodlands. *Regulated Rivers: Research & Management*, 17, 325-345.
- HUPP, C. R., OSTERKAMP, W. R. (1996). Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. *Geomorphology*, 14, 277-295.

- JAKUBIS, M. (2004). Hodnotenie brehových porastov bystrín k. ú. Zvolen z hľadiska ohrozenia krajiny povodňami. In Benčať, T., ed. *Krajinné štruktúry a mimolesná vegetácia Zvolenskej kotliny*. Poniky (Partner), pp. 62-69.
- JANSEN, A., ROBERTSON, A., THOMPSON, L., WILSON, A. (2004). Development and application of a method for the rapid appraisal of riparian condition. *River and Riparian Land Management Newsletter*, 26, 4-7.
- KONDOLF, G. M., PIÉGAY, H., LANDON, N. (2007). Changes in the riparian zone of the lower Eygues River, France, since 1830. *Landscape Ecology*, 22, 367-384.
- LAMBIN, E. F., MEYFROIDT, P. (2001). Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 27, 108-118.
- LAMBIN, E. F., TURNER, B. L., GEIST, H. J., AGBOLA, S. B., ANGELSEN, A., BRUCE, J. W., COOMES, O. T., DIRZO, R., FISCHER, G., FOLKE, C., GEORGE, P. S., HOMEWOOD, K., IMBERNON, J., LEEMANS, R., LI, X., MORGAN, E. F., MORTIMORE, M., RAMAKRISHNAN, P. S., RICHARDS, J. F., SKLINES, H., STEFFEN, W., STONE, G. D., SVEDIN, U., VELDKAMP, T. A., VOGEL, C., XU, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, 261-269.
- KYLE, G., LEISHMAN, M. R. (2009). Plant functional trait variation in relation to riparian geomorphology: the importance of disturbance. *Australian Ecology*, 34, 793-804.
- LEHOTSKÝ, M. (2004). River morphology hierarchical classification (RMHC). *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 34, 33-45.
- LEHOTSKÝ, M. (2006). Riečna krajina a jej udržateľný rozvoj – nová oblasť aplikácie integrovaného prístupu. In Izakovičová, Z., ed. *Smolenická výzva III. Integrovaný manažment krajiny - základný nástroj implementácie trvalo udržateľného rozvoja: Zborník príspevkov z konferencie. Smolenice 18. - 19. apríl 2006*. Bratislava (Ústav krajinskej ekológie SAV), pp. 155-159.
- LEHOTSKÝ, M., NOVOTNÝ, J., GREŠKOVÁ, A. (2008). Complexity and landscape. *Geografický časopis*, 60, 95-112.
- LEHOTSKÝ, M., KIDOVÁ, A., NOVOTNÝ, J., SKUBINČAN, P. (2011). Líniové (ripariálne) prvky ekosystémov v nelesnej krajine Slovenska a scenáre ich vývoja. *Ekologické štúdie*, 2(1-2), 40-46.
- MALANSON, G. P. (1993). *Riparian landscapes*. Cambridge (Cambridge University Press).
- MANSON, S. M. (2001). Simplifying complexity: a review of complexity theory. *Geoforum*, 32, 405-414.
- MAYER, P. M., REYNOLDS, S. K., McCUTCHEN, M. D., CANFIELD, T. J. (2006). *Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: a review of current science and regulations*. EPA/600/R-05/118. Cincinnati (U.S. Environmental Protection Agency).
- MENDONÇA-SANTOS, M. L., CLARAMUNT, C. (2000). An integrated landscape and local analysis of land cover evolution in an alluvial zone. *Computers, Environment and Urban Systems*, 1, 1-21.
- NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 621-658.
- NAIMAN, R. J., BILBY, R. E., BISSON, P. A. (2000). Riparian ecology and management in the Pacific Coastal rain forest. *BioScience*, 50, 11, 996-1011.
- NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H., McCLAIN, M. E. (2005). *Riparia - ecology, conservation, and management of streamside communities*. London (Elsevier Academic Press).
- NANSON, G. C., CROKE, J. C. (1992). A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4, 459-486.

- PHILLIPS, J. D. (2007). Perfection and complexity in the lower Brazos River. *Geomorphology*, 91, 364-377.
- SABO, P. (2007). Základy teórie ekologickej integrity krajiny a výpočty jej parciálnych indexov (a celku). In Daniš, D., Jančura, P., eds. *Vybrané problémy krajiny. Zborník Katedry tvorby a plánovania krajiny*. Zvolen (Fakulta ekológie a environmentalistiky TU Zvolen), pp. 70-82.
- STANFORD, J. A. (1998). Rivers in the landscape. Introduction to the special issue on riparian and ground ecology. *Freshwater Ecology*, 40, 402-406.
- TABACCHI, E., LAMBS, L., GUILLOU, H., PLANTY-TABACCHI, A-M., MULLER, E., DÉCAMP, H. (2000). Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. *Hydrological Processes*, 14, 2959-2976.
- TABACCHI, E., PLANTY-TABACCHI, A-M. (2003). Recent changes in riparian vegetation: possible consequences on dead wood processing along rivers. *River Research and Applications*, 19, 251-263.
- VALTÝNI, J. (1996). Brehové porasty v tvorbe poľnohospodárskej krajiny. In Supuka, J., ed. *Ekológia a tvorba sídelnej a poľnohospodárskej krajiny*. Zvolen (FEE TU vo Zvolene), pp. 90-92.
- VALTÝNI, J., JAKUBIS, M. (1998). *Lesnícke meliorácie a zahrádzanie bystrín. Skriptá*. Zvolen (TU vo Zvolene).
- VALTÝNI, J., JAKUBIS, M. (2000). Analýza závislosti stanovištných podmienok brehových porastov od hydraulických charakteristík koryta. *Acta Facultatis Forestalis*, 42, 367-375.
- WARD, J. V., TOCKNER, K., UEHLINGER, U., MALAR, F. (2001). Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration. *Regulated Rivers: Research & Management*, 17, 311-323.
- WARD, J. V., ROBINSON, C. T., TOCKNER, K. (2002). Applicability of ecological theory to riverine ecosystems. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28, 443-450.

Martina Cebeauerová, Milan Lehotský

COMPLEXITY OF RIPARIAN ZONE – CASE STUDY OF RURAL SEGMENT OF THE RIVER TORYSA

Riparian landscape represents a spatial unit consisting of natural and human subsystems with proper development, structure, functioning, dynamics and links with environs. A specific part of riparian landscape is the riparian zone, a 3D entity, result of interaction between aquatic and terrestrial natural systems (Gregory et al. 1991) and forms a corridor in space with specific spatial and ecological gradient along the banks and a part of alluvial plains (Fig. 1). Comprehension of the riparian zone requires integration of overall and local awareness of the effects attributable to socio-economic and natural forces. Application of ideas of aggregate complexity emphasizing the synergy of the functioning system components and a synoptic (situational) approach accepting universal laws in a specific spatial and temporal context make it possible. Changes of 13 land cover types in the riparian zone of a rural type are analysed and overall (the whole study area) and local (four parts – river reaches) aspects are interpreted by comparison of two time horizons (1987 and 2003) in this article. The methodology was based on a conceptual model for succession of vegetation formations in the riparian zone (Geerling et al. 2006) and in the methods applied to research of land cover changes (Lambin et al. 2001). The studied territory is situated on the floodplain of the untrained River Torysa between villages Haniska and Vajkovce in the Košická Basin (eastern Slovakia). It is approximately 35 km long (Fig. 3). The channel of the Torysa in the segment of interest is simple; it forms meanders with a 1-1.5 km wide basin-shaped farmed floodplain.

The applied approach dwelled on the following steps:

- a) Characteristics of study area with stress on hydrological and morphological properties of the stream, identification of river reaches (pursuing Lehotský 2004) and analysis of the degree of sinuosity;
- b) Selection of land cover categories and identification of vegetation types (those with herb or with woody vegetation);
- c) Analysis of land cover types in the whole territory of interest in time t_0 a t_1 , and changes;
- d) Analysis of land cover types in individual river reaches in time t_0 a t_1 , and changes;
- e) Estimation of the development of area of interest, interpretation of global development and its local variants based on identification of factors that initiate changes on both hierarchic levels.

Orthophoto images of Slovakia (2003) in the S-JTSK system and black & white aerial photographs (1987) spatially adapted into the same coordinates were the basic information sources on landscape structure. The following steps were performed in the GIS:

- a) Identification of river reaches (pursuing Lehotský, 2004);
- b) Identification of changes in their sinuosity rate in 1987 and 2003;
- c) Compilation of land cover map for 1987 and 2003;
- d) Overlay of land cover layers from the quoted periods and compilation of contingency tables of LC categories for the whole territory and each river reach,

were the steps accomplished in the GIS.

Interpretation of results concerning natural processes of succession and rejuvenation suggests that the vegetation types of succession tend to the form alluvial forest. The trend of the relatively stable conduct of the channel and development of its morphology distinctly exceeds the process of bank erosion and rejuvenation of relief forms followed by that of LC vegetation types. The contact area of water and bank changes in an environmentally friendly way and the proportion of shrubs and alluvial woods on the banks increases along with diminishing of types with pioneer vegetation and that of unsettled bars. The emerging development increases the retention potential and that of softening the flood waves and it is accompanied by initiation of changes in conduct of the riparian zone during flooding. While the rate of human impact on the farmland, interpreted in terms of the socio-economic aspect of market farming, in the distal part of the riparian zone increases, farming in its proximal part extensifies. The existing grasslands are not maintained in their original scope and quality and globally the areas of grassland, orchards, and gardens diminish. However, spots where the areas of arable land and artificial (built-up) surfaces increase occur locally. If the study riparian zone is classified as a dissipative structure with non-linear development, both of its natural and socio-economic components now imbalanced by other energy, matter and information flows compared to the past (1987), then it logically must maintain the present arrangement and self-regulative mechanism by exploitation and dissipation of the present offer. If supply of these flows continues, types of land cover and their structure will spontaneously self-organize into a quasi-new balanced status.

Translated by H. Contrerasová

Tento príspevok vznikol s podporou hardwaru získaného v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt Centra excelentnosti: „Centrum pre rozvoj sídlovej infraštruktúry znalostnej ekonomiky“ SPECTRA+ (ITMS 26240120002), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.