

DYNAMIKA FLUVIÁLNEHO SYSTÉMU POTOKA VYDRICE

Ján Urbánek, Ján Novotný*

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, jan.urbane@zoznam.sk, gegnovo@savba.sk

Dynamics in the fluvial system of the Vydrice Brook

The study is concerned with the morphology and dynamics of the channel-floodplain system of the Vydrice Brook (southern part of the Little Carpathians). Geomorphologic analysis focused on the interaction between the present climatic, slope and fluvial processes showed that the channel-floodplain system of the Vydrice Brook is in a state of dynamic balance. Erosion alternates with accumulation and the processes balance each other in the framework of an annual cycle. In times of maximum discharge, sand-stone bars emerge while the low discharge removes these bars. This dynamic balance is not disrupted by extreme atmospheric precipitation.

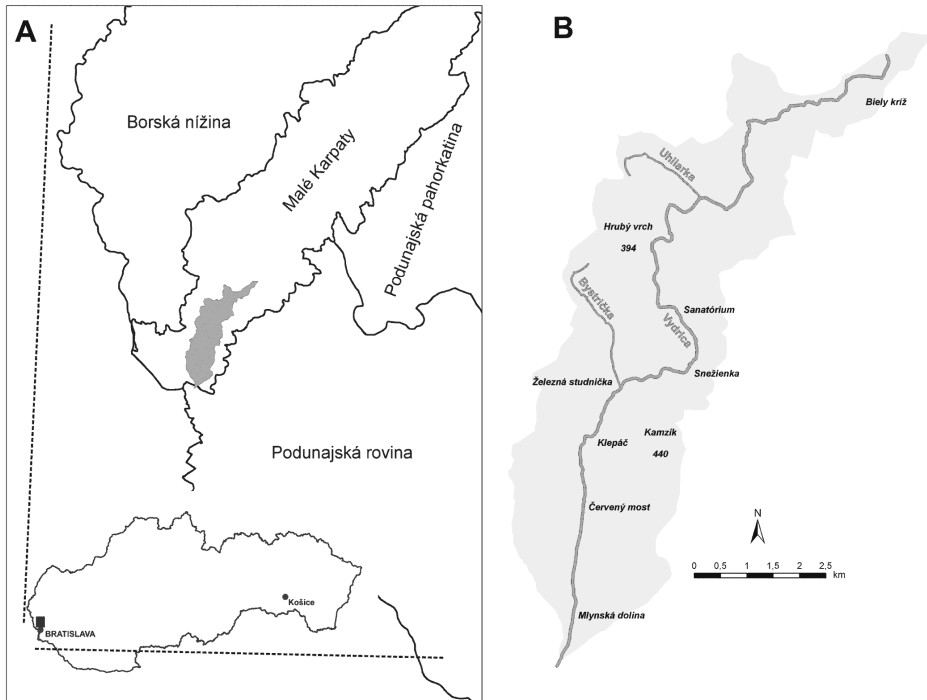
Key words: channel-floodplain system, erosion-accumulation rhythms, dynamic balance, secular cycle, extreme cycle, the Vydrice Brook

ÚVOD

Predložená štúdia sa zaoberá komplexnou dynamikou potoka Vydrice v južnej časti Malých Karpát. Dolina Vydrice bola ako modelové územie vybraná preto, lebo celá dolina je zarezaná v minimálne diferencovanom geologickom podloží, v žule. Z metodologického hľadiska je to výhodná situácia, keďže reliéf doliny nie je ovplyvňovaný rozdielmi v geomorfologickej hodnote hornín, ale je iba výsledkom interakcie geomorfologických procesov a foriem v rámci homogénneho geologického prostredia. Analyzovaná a mapovaná bola dolina Vydrice od pramennej oblasti až po Červený most (obr. 1). Od Červeného mosta po ústie Vydrice do Dunaja sa rozprestiera silne urbanizovaná krajina. Vydrica tu tečie v podzemí, žiaden korytovo-nivný systém tu nejestvuje.

ZMENA PARADIGMY

Dolinu Vydrice opísal v krátkej štúdiu M. Lukniša (1955). Túto štúdiu môžeme pokladať za klasickú, pretože sa v nej v hlavných črtách rysuje geomorfologická paradigma, ktorá charakterizovala slovenskú geomorfológiu v niekoľkých nasledujúcich desaťročiach. Lukniš v nej upozornil na skutočnosť, že súčasná podoba doliny Vydrice je predovšetkým výsledkom geomorfologických procesov, ktoré v minulosti prebiehali, ale dnes už neprebiehajú. Ďalej uvádza, že hlavné črty doliny sa sformovali v pleistocéne, v podmienkach periglaciálnej klímy. Procesy mrazového zvetrávania a soliflukcie formovali jej svahy a dno. Vtedy vzniklo mocné delúvium, ktoré dodnes pokrýva svahy doliny a vyplňuje jej dno. V holocéne, v podmienkach humídnej klímy, bol tento deluviálny plášť premodelovávaný a deštruovaný. Tento proces sa sústreďoval okolo vodných tokov. Najintenzívnejší bol na dne hlavnej doliny. Potok v doline Vydrice deluviálnu výplň na jej dne rozrezával a značný objem deluviálnej výplne z nej odniesol. Zvyšky tejto výplne sa však zachovali v podobe periglaciálnych terás lemujúcich dnešný tok.



Obr. 1. Poloha povodia Vydrice (A) a orientačná mapka študovaného územia (B)

Lukniš upozornil aj na zmeny v pozdĺžnom profile doliny. Píše, že dolina je zložená z dvoch úsekov. Mladší, dolný úsek doliny je hlboký. Starší, vyšší je plytký. Plytká úvalinovitá dolina takmer nerozrezáva staré plošiny na ústrednom chrbte pohoria, ale je ich súčasťou. Lukniš ďalej upozornil na polycyklický charakter reliéfu doliny Vydrice. Okrem foriem periglaciálneho cyklu identifikoval aj formy dvoch starších cyklov v podobe zvyškov dvoch generácií plošín. Zvyšky mladších plošín identifikoval v priestore Lamačskej brány. Plošiny na ústrednom chrbte pohoria zaradil do staršieho cyklu. Súčasnému humídnemu cyklu, jeho procesom a formám venoval podstatne menej pozornosti.

Štúdiá Lukniša mala jasnú orientáciu. Cieľom geomorfologickej analýzy bolo spoznať genézu reliéfu, jeho dlhú a zložitú históriu. Hľadali a nachádzali sa rôzne generácie foriem, hľadal sa iniciálny reliéf. V centre záujmu boli staré, re-liktné formy a procesy s nimi späté. Aktuálne formy a procesy boli na periférii záujmu. Rovnaká geomorfologická paradigma tvorila osnovu väčšiny geomorfologických štúdií, ktoré u nás vznikali v druhej polovici 20. storočia. Príkladom takto koncipovanej štúdie z južnej časti Malých Karpát je práca Urbánka (1966).

V posledných desaťročiach sa objavujú pokusy koncipovať alternatívne paradigmy. Jedna takáto alternatíva sa začala formovať okolo súčasného fluvialneho systému (Lehotský 2002, 2004 a 2005, Grešková a Lehotský 2003,

Grešková 2004 a 2005, Lehotský a Grešková 2005 a 2007, Barabas a Sykorová 2007, Medveďová et al. 2007, Medveďová et al. 2008 a Tomčíková 2008). V porovnaní s klasickou paradigmou znamená výraznú zmenu hľadiska. V centre pozornosti nie je genéza reliéfu, generácie foriem, ktoré vznikli v dávnej minulosti, ale súčasný fluvialny systém – jeho aktuálna morfológia a dynamika. Zmena hľadiska vyžaduje adekvátny metodologický obrat, geomorfologická analýza a geomorfologické mapovanie musia byť v súlade s novým hľadiskom.

METÓDA

Problémami geomorfologickej analýzy a geomorfologického mapovania sme sa už zaoberali v niekoľkých štúdiách (Urbánek 2000a, 2000b, 2003a, 2003b). Geomorfologická analýza a geomorfologické mapovanie v doline Vydrice sa opierali o tieto teoretické práce, pričom boli zamerané na korytovo-nivný systém Vydrice, na komplexnú dynamiku vodného toku.

Analýza sa sústredila na internú a aj externú štruktúru korytovo-nivného systému. Skúmané boli interné interakcie procesov a foriem v rámci tohto systému, ďalej externé interakcie, interakcie medzi korytovo-nivným systémom a susednými formami. Sú to interakcie, ktoré prostredníctvom tečúcej vody a transportovaného materiálu zreťazujú jednotlivé formy (svahy, bočné doliny, periglaciálnu terasu a antropogénne formy) s korytovo-nivným systémom do jedného dynamického celku, do geomorfologickej katény. Cieľom geomorfologickej analýzy bolo nájsť v tejto sieti interakcií autoregulačné procesy, teda tie, ktoré sú prejavom určitej autonómie korytovo-nivného systému.

Geomorfologická mapa zobrazuje súbor geomorfologických foriem ako mozaiku diskretných plôch navzájom ohraničených líniami. Hoci mapa bola robená v mierke 1:10 000, nebolo možné zobraziť na nej vnútornú štruktúru korytovo-nivného systému. Vnútorná štruktúra ostatných foriem nebola zobrazená preto, lebo tieto neboli priamo predmetom analýzy. Predmetom analýzy bol kontakt týchto foriem s korytovo-nivným systémom. Analýza bola zameraná na povahu hraníc, na spôsob, akým na nich dochádza prostredníctvom gravitujúceho materiálu k zreťazeniu týchto foriem s korytovo-nivným systémom.

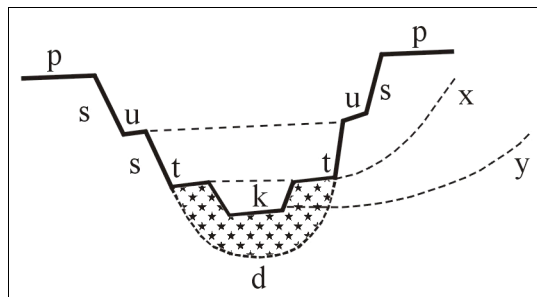
Dolina Vydrice má charakteristický priečny profil. Je to systém v podobe katény, zreťazenia určitého spektra menších foriem. Tento priečny profil je pomerne konštantný, v smere pozdĺžneho profilu doliny podlieha iba nevelkým modifikáciám. Na ich základe možno dolinu Vydrice rozdeliť na niekoľko úsekov, ktoré sú si značne podobné a hranice medzi nimi sú pozvoľné, nemajú podobu prahov. Tejto skutočnosti odpovedá štruktúra ďalších kapitol. V nasledujúcej kapitole je analyzovaný systém foriem v priečnom profile doliny vo funkcii modelu pre celú dolinu. V ďalšej kapitole sú analyzované modifikácie tohto modelu v smere pozdĺžnej osi doliny a v poslednej kapitole je analyzované postavenie korytovo-nivného systému v systéme doliny, načrtnutá je jeho komplexná dynamika.

SYSTÉM FORIEM V PRIEČNOM PROFILE DOLINY

V doline Vydrice sa vyskytuje základný súbor foriem – plošiny, svahy, bočné doliny, periglaciálna terasa, antropogénne formy a korytovo-nivný systém. V priečnom profile je tento súbor zreťazený do charakteristickej katény (obr. 2).

Svahy

Svahy doliny klesajú ku jej dnu z rozsiahlych plošín (zvyšky stredohorskej rovne). Od plošín sú oddelené výraznou hranou, ktorá v súčasnosti nie je živá, pod vplyvom spätnej erózie neustupuje. Veľmi slabé súčasné procesy na plošinách nemajú vplyv na procesy odohrávajúce sa v doline Vydrice. Maximálna výška svahov je 100-150 m. Svahy sú prevažne priame, alebo mierne konvexné. Pokryté sú súvislým piesčítokamenitým delúviom. Skalné podložie vychádza iba miestami na povrch. Svahy sú mladšie ako plošiny, sú výsledkom dlhého predkvartérneho a kvartérneho vývoja. Deluviálny plášť, ktorý ich pokrýva, je predovšetkým výsledkom procesov prebiehajúcich v podmienkach periglaciálnej klímy. Súčasný procesy na svahoch sú pomerne slabé, ale identifikovateľné (Urbánek 2009). Sú to zvetrávanie, zliezanie, sufózia, splach a lineárna vodná erózia. Súbor týchto procesov je slabo organizovaný. Na svahoch nevznikajú výraznejšie erózne alebo akumulčné formy. Z hľadiska organizácie sú to primárne časopriestorové štruktúry (Urbánek 2009). Na svahoch sa vyskytujú početné svahové doliny. Tieto doliny patria ku svahom, pretože svahy nie sú nimi výraznejšie rozčlenené. Sú to embryonálne doliny, ktorých pozdĺžne profily sú veľmi podobné pozdĺžnemu profilu svahov. Okrem svahových dolín sa na svahoch vyskytuje hustá sieť nespevnených lesných ciest. Niektoré majú charakter výmoľov.



Obr. 2. Systém foriem v priečnom profile

p – plošiny (stredohorská roveň), s – svahy hlavnej doliny, u – úroveň staršieho dna doliny, t – periglaciálna terasa, úroveň mladšieho dna doliny, k – korytovo-nivný systém, d – deluviálna výplň doliny, x – pozdĺžny profil krátkych bočných dolín, y – pozdĺžny profil dlhých bočných dolín

Procesy prebiehajúce na svahoch majú pomerne slabý vplyv na korytovo-nivný systém Vydrice, pretože sú od tohto systému izolované periglaciálnou terasou. Ich úpätie neleží v korytovo-nivnom systéme, ale na periglaciálnej terase. Ale aj tam, kde úpätie svahov leží priamo v korytovo-nivnom systéme, je ich vplyv na tento systém minimálny. Slabé procesy prebiehajúce na svahoch

neprinášajú na úpätie svahu také objemy materiálu, ktoré by tu vytvárali zreteľné akumulčné formy. Iba na miestach, kde potok Vydrice podrezáva laterálnou eróziou svah doliny, sa každoročne do koryta dostávajú značné objemy materiálu. To je však proces kontrolovaný potokom, nie svahom. Určitý vplyv na korytovo-nivný systém môžu mať svahové doliny alebo ryhy, ktoré zo svahov zbiehajú bezprostredne na nivu či do koryta. Mnohé z týchto rýh majú antropogénny pôvod. Viazu sa na staré a aj mladšie cesty, ktoré boli následne prehĺbené lineárnou vodnou eróziou.

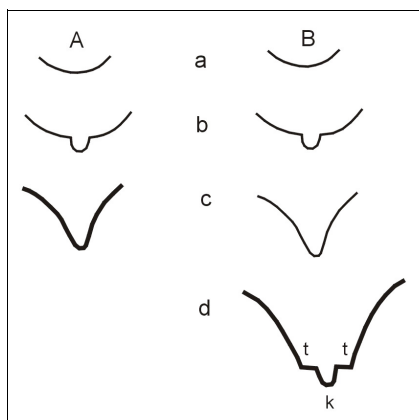
Na svahoch sa miestami vyskytujú neveľké plošinky, odpočinky, stupne ležiace nad periglaciálnou terasou, ktoré akoby indikovali staré dno doliny ležiace nad periglaciálnou terasou Vydrice. Toto dno môže byť ekvivalentom poriečnej rovne, resp. úrovne, ktorú Lukniš (1955) opisuje v priestore Lamačskej brány. Staré dno je v niektorých malokarpatských dolinách (napríklad v doline Stupavského potoka) lepšie naznačené ako v doline Vydrice. Staré dno vrhá určité svetlo na genézu doliny Vydrice, no z hľadiska problému, ktorý riešime v tejto štúdii, je bezvýznamné.

Krátke bočné doliny

Do doliny Vydrice ústia početné bočné doliny (obr. 3). Delia sa na dve skupiny. Do prvej skupiny patria krátke bočné doliny, do druhej dlhé bočné doliny. Početné krátke doliny majú konkávny pozdĺžny profil, ktorý je výrazne strmší ako profil hlavnej doliny. Sú to strmé, hlboké a úzke doliny s priečnym profilom v podobe písmena „V“. Ich svahy sú vysoké a strmé. Dno je úzke, tvorí ho iba koryto potoka. Nad korytom sa tiahne úzka, miestami iba naznačená periglaciálna terasa. Krátke bočné doliny sú geomorfologickými katénami so zreteľnou organizáciou foriem a značným eróznno-transportačným efektom (Urbánek 2009). Bočné doliny majú značnú eróznno-transportačnú schopnosť. Najmä počas extrémnych zrážok či v čase topenia snehu transportujú vo svojom koryte materiál do hlavnej doliny. K transportu materiálu dochádza aj pozdĺž nespevnených ciest na svahoch bočných dolín alebo ciest, ktoré ležia na úzkej periglaciálnej terase. Kontakt bočných dolín s korytovo-nivným systémom hlavnej doliny spravidla nie je bezprostredný. Sprostredkovaný je periglaciálnou terasou v hlavnej doline.

Dlhé bočné doliny

Druhú skupinu bočných dolín tvoria dlhé bočné doliny. Sú iba dve, dolina Bystričky a dolina Uhliarky. Sú to tiež hlboké doliny s priečnym profilom v podobe písmena „V“. Pozdĺžny profil týchto dolín je výrazne miernejší ako pozdĺžny profil krátkych bočných dolín. Aj dno týchto dolín je výrazne širšie ako pri predošlom type bočných dolín. Dno dlhých bočných dolín tvorí dobre vyvinutý korytovo-nivný systém, nad ktorým sa tiahne úzka, no zreteľná periglaciálna terasa. Na rozdiel od krátkych bočných dolín ústia dlhé bočné doliny bezprostredne do hlavnej doliny. Ich korytovo-nivný systém tvorí s korytovo-nivným systémom doliny Vydrice kontinuálny systém.



Obr. 3. Bočné doliny – systémy priečných profilov

A – krátke bočné doliny, B – dlhé bočné doliny, a – úvalinovitý priečný profil, b – úvalinovitý priečný profil so zarezaným korytom, c – profil v podobe písmena „V“ bez výraznej periglaciálnej terasy, d – profil v podobe písmena „V“ s periglaciálnou terasou (t) a korytovo-nivným systémom (k). Hrubou čiarou sú zakreslené profily dolných úsekov, ktoré sú pre daný typ doliny dominantné.

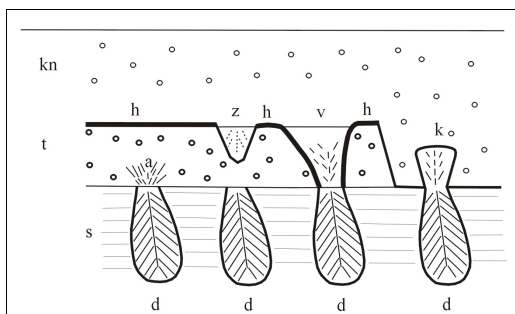
Terasa

V periglaciálnej klíme soliflukcia zo svahov znášala veľké objemy materiálu, ktorý sa akumuloval na dne doliny. V humídnej klíme, keď dominovala činnosť lineárne tečúcej vody, bola periglaciálna výplň dna doliny odnášaná potokom. Jej zvyšky sa zachovali v podobe terasového stupňa – periglaciálnej terasy. Tvorí ju hlavne kamenitopiesčitý materiál, miestami sú v nej aj menšie polohy spraší a sprašových hĺn.

Z morfológického hľadiska tvorí periglaciálna terasa výrazný stupeň, ktorý dobre indikuje výšku starého predholocénneho dna doliny. Hoci je periglaciálna terasa značne premodelovaná procesmi v období holocénu, jej pôvodná výška sa dá zrekonštruovať. Horná hranica terasy na úpätí svahov leží vo výške okolo 40 m nad dnom doliny. Tým je daný úhrnný objem materiálu, ktorý bol potokmi odnesený počas holocénu. Zarezávajúce sa potoky však skalné dno doliny nedosiahli. Pod úrovňou dnešného korytovo-nivného systému sa ešte nachádzajú periglaciálne sedimenty. Evidentné je to najmä na dolnom úseku Vydrice, kde pri kopaní základov pre budovy nebolo dosiahnuté skalné dno.

Periglaciálna terasa súvisle sleduje korytovo-nivný systém po celej jeho dĺžke. Miestami tvorí výrazné a rozsiahle terénne stupne. Inde je zachovaná iba ako úzky pás, alebo len ako naznačený zálom na svahu. Tieto zvyšky periglaciálnej terasy sú prakticky nemapovateľné. Periglaciálna terasa je formou, ktorá sprostredkováva kontakt medzi svahmi a bočnými dolinami na jednej strane a korytovo-nivným systémom na druhej strane. Svahy doliny sú na mnohých miestach od korytovo-nivného systému izolované periglaciálnou terasou. Materiál zo svahov sa do korytovo-nivného systému nedostáva. Periglaciálna terasa sprostredkováva aj kontakt väčšiny krátkych bočných dolín s korytovo-nivným systémom. Tento kontakt má niekoľko variácií (obr. 4). Niektoré krátke bočné doliny ústia na periglaciálnu terasu. Koryto potoka prichádzajúceho z doliny na

periglaciálnej terase vyznieva, voda potoka vsakuje do periglaciálnej terasy. Materiál, ktorý potok prináša, sa ukladá na periglaciálnej terase bez toho, aby vytváral výraznejšiu formu. Dalšia skupina krátkych bočných dolín ústi takisto na periglaciálnu terasu. Potok vsakuje do terasy, koryto potoka na terase tiež končí. Nižšie, na hrane periglaciálnej terasy, ktorá terasu ohraničuje oproti korytovo-nivnému systému, je však vytvorený menší výmol'. Väčšiu časť roka je suchý. V období silnejších dažďov tu vzniká súvislý vodný tok tečúci dolu bočnou dolinou cez periglaciálnu terasu do výmol'a na jej hrane a ním až do korytovo-nivného systému doliny. Vtedy sa výmol' na hrane terasy spätnou eróziou toku predlžuje smerom k ústiu doliny. Po čase sa tak vytvorí súvislé koryto od prameňa v bočnej doline až po korytovo-nivný systém. V niektorých bočných dolinách už tento proces prebehol. Periglaciálna terasa je rozrezaná potokom prichádzajúcim z bočnej doliny. V zázreze je vytvorený náplavový kužeľ. Kužeľ sa vo vzťahu k periglaciálnej terase javí ako erózna forma, je do terasy vložený. Vo vzťahu ku korytovo-nivnému systému sa tento kužeľ javí ako akumulačná forma, ktorá na tomto systéme leží. Na mnohých miestach je pôvodný kontakt krátkych bočných dolín s periglaciálnou terasou či korytovo-nivným systémom silne modifikovaný antropogénnymi formami.



Obr. 4. Periglaciálna terasa

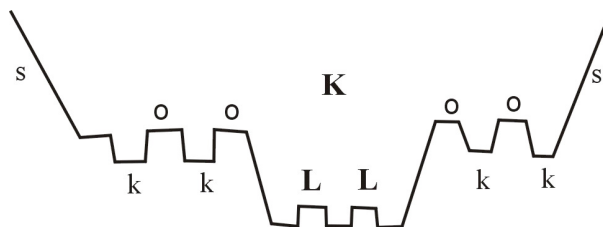
s – svahy hlavnej doliny, t – periglaciálna terasa v hlavnej doline, h – hrana periglaciálnej doliny, kn – korytovo-nivný systém hlavnej doliny, d – krátke bočné doliny, a – náznak akumulácie, z – krátky erózný zárez, v – vložený kužeľ, k – náplavový kužeľ na nive

Periglaciálna terasa je v bezprostrednom kontakte s korytovo-nivným systémom. Na mnohých miestach je laterálnou eróziou potoka rozrezávaná. Z podrezávaných svahov sa do koryta potoka dostávajú, najmä počas extrémnych zrážok a veľkých prietokov, značné objemy materiálu. Periglaciálna terasa si zasluhuje viac pozornosti, pretože je to pomerne diferencovaná forma. Aj jej funkcia membrány medzi bočnými dolinami a korytovo-nivným systémom sa mení od miesta k miestu. Konkrétnu podobu tohto kontaktu najskôr odhalí pozorovanie počas extrémnych zrážok či topenia snehu.

Korytovo-nivný systém

Korytovo-nivný systém sa skladá z nivy a siete divočiacich korýt, ktorá je do nivy zarezaná asi 1 až 1,5 metra (obr. 5). Sieť korýt sa skladá z hlavného koryta a bočných korýt. Trvalý tok tečie iba v hlavnom koryte. Bočné korytá sú väčši-

nu roka suché, alebo iba zamokrené. Voda v nich tečie len v čase väčších zrážok alebo topenia snehu. Počas extrémnych zrážok môže voda tiecť po celom korytovo-nivnom systéme, teda nielen v korytách, ale aj po nive.



Obr. 5. Korytovo-nivný systém

s – svahy hlavnej doliny, K – hlavné koryto, L – lavice v hlavnom koryte, k – bočné korytá, o – ostrovy medzi bočnými korytami

Koryto Vydrice je široké len niekoľko metrov. Hĺbka zarezania sa koryta do nivy zvyčajne neprevyšuje 1 až 1,5 m. Koryto Vydrice je transportačným systémom s určitou organizáciou eróznou – akumulačných procesov. Počas občasných extrémnych zrážok, ale aj pravidelne v čase topenia snehu, sa koryto zaplňuje štrkopiesčitým materiálom. Tento sa v koryte ukladá vo forme početných lavíc. Materiál lavíc pochádza z brehov koryta. Niekde potok laterálne podrezáva nevysoký breh, ktorý ho oddeľuje od nivy, inde podrezáva periglaciálnu terasu, alebo svah doliny. Tu vznikajú strmé, niekoľko metrov vysoké steny, ktoré sadajú. Týmito procesmi sa do koryta dostávajú značné objemy materiálu. Materiál lavíc pochádza aj z väčšej diaľky. Sú to úlomky tehál a ostrohranný štrk, ktorým sa vysypávajú nespevnené lesné cesty. Ide o materiál prinesený z koryt bočných dolín a ciest. Lavice v koryte Vydrice sú efemérnym útvarom, ktorý čoskoro zaniká. V obdobiach mimo extrémnych zrážok a topenia snehu sa výrazne zníži prietok v koryte, zároveň sa však ešte výraznejšie zníži objem materiálu, ktorý je do koryta prinášaný z jeho brehov, bočných dolín, ciest a svahov. V týchto obdobiach sú lavice deštruované, koryto sa vyprázdňuje. Počas roka sa tak strieda erózia s akumuláciou, pričom medzi oboma procesmi panuje rovnováha. Koryto sa nezaplňuje, ale ani nezarezáva. Celkovým efektom tohto eróznou-akumulačného cyklu je súvislý transport v koryte.

Migrujúce korytá sú navzájom oddelené nevysokými užšími alebo širšími ostrovmi štrkopiesčitého materiálu. Ostrovy medzi korytami sú výrazne väčšie ako spomínané lavice v koryte toku. Ostrovy medzi korytami nie sú takými efemérnymi formami ako lavice v koryte, ktoré vznikajú a miznú v priebehu roka. No ani ostrovy medzi korytami nie sú úplne stabilné formy. V systéme migrujúcich meandrujúcich koryt sa vyskytujú stopy po laterálnej erózii. Bočné korytá sa v čase, keď sú pretekané, premiestňujú. K výraznejším zmenám patternu divočieho systému koryt však v rámci pravidelného ročného cyklu nedochádza. Táto zmena sa pravdepodobne viaže predovšetkým na občasné, extrémne silné zrážky.

Na nive alebo v koryte sa miestami nachádzajú ojedinelé dobre opracované riečne štrky rôznej veľkosti. Sú to odolné kremene a kremence. Tieto štrky nemohli vzniknúť v doline Vydrice transportom jej potoka, ani v periglaciálnych či holocénných klimatických podmienkach. Transport v rámci doliny Vydrice je

príliš krátky na to, aby sa tvrdé kremene a kremence takto dokonale opracovali. Podobné štrky sa nachádzajú v neogénnych sedimentoch, ktoré budujú Stupavské predhorie a nachádzajú sa aj v Lamačskej bráne. Nie je vylúčené, že po tektonickom zdvihu, ktorý vytvoril dnešnú hrast' Malých Karpát, sa neogénne sedimenty ocitli na ústrednom chrbte vyzdvihnutého pohoria. V tejto polohe boli vystavené denudácii. Po svahoch zarezávajúcích sa dolín boli transportované do vodných tokov a ich prostredníctvom vynášané za hranice pohoria. Tento proces pokročil tak ďaleko, že dnes po nich ostali len ojedinelé štrky. Tieto štrky nastoľujú zložitý problém genézy pohoria, pre dynamiku súčasného korytovo-nivného systému však význam nemajú.

Antropogénne formy

V doline Vydrice sa nachádzajú početné antropogénne formy. Prvú skupinu tvoria formy, ktoré sú bezprostredným výsledkom ľudskej práce. Sústredené sú v korytovo-nivnom systéme doliny. Sú to viaceré rybníky a s nimi späté hrádze, mosty, regulované úseky koryta Vydrice, spevnené a nespevnené cesty, rôzne budovy, kameňolomy a pod. Druhú skupinu tvoria formy, ktoré vznikli interakciou ľudskej činnosti a prirodzených geomorfologických procesov. Je to hustá sieť nespevnených ciest na svahoch hlavnej doliny, na periglaciálnej terase a v bočných dolinách. Sú to jednak staré, už nevyužívané cesty a jednak cesty stále živé. Mnohé z nich lineárna vodná erózia premenila na viac alebo menej hlboké výmole. Tieto cesty predstavujú pomerne hustú sieť, na ktorej stále prebieha počas intenzívnych dažďov a topenia snehu silná lineárna vodná erózia, ktorá materiál z ciest transportuje do doliny.

Matej Bel (Tibenský, ed. 1987) píše, že v 18. storočí bola časť Malých Karpát patriaca do chotára Bratislavy (teda veľká časť doliny Vydrice) intenzívne exploatovaná. Ťažilo sa tu palivové drevo pre Bratislavu. Mestské lesy však len ťažko uspokojovali dopyt mesta po dreve. Možno predpokladať, že pod tlakom dopytu vznikla v doline Vydrice určitá forma „badlandu“. Rozsiahle odlesnené svahy, hustá sieť ciest, po ktorej volské záprahy vozili drevo, sa rýchlo menila na sieť výmoľov. Je veľmi pravdepodobné, že to neboli iba lokálne procesy, ale procesy spojené do súvislého erózo-transportačného systému zahrnujúceho nielen svahy a bočné doliny, ale celú dolinu Vydrice ako priestorovo súvislú geomorfologickú katénu s veľkou erózo-transportačnou schopnosťou. Obrázky a rytiny z 19. storočia zobrazujú južnú časť Malých Karpát ako ešte stále značne odlesnenú krajinu. Predpokladaný „badland“ zrejme pretrvával do veľmi nedávneho obdobia. Hustá sieť nespevnených ciest, z ktorých sú mnohé premenené na výmole, je reliktom po tomto badlande. Je to však relik, ktorý si dodnes zachováva značnú erózo-transportačnú schopnosť. Dá sa predpokladať, že táto forma využívania krajiny pretrvávala niekoľko storočí, počas ktorých dochádzalo aj k výraznejším klimatickým zmenám (malá doba ľadová). Tomuto problému sa venoval Stankoviansky (2003) na území Myjavskej pahorkatiny. V Malých Karpatoch sa však systematická pozornosť tomuto problému nevenovala. Je však pravdepodobné, že morfológia a dynamika súčasného korytovo-nivného systému je touto minulosťou silne poznačená.

Asfaltová cesta, ktorá ide dolinou Vydrice, rozdeľuje korytovo-nivný systém na dve izolované časti. Na jednej strane je hlavné koryto a bočné korytá, ktoré

sú s hlavným korytom v kontakte. Na druhej strane sú bočné korytá, ktoré sú od hlavného koryta izolované cestou. Často sú zamokrené, pretože voda, ktorá sem so svahov a bočných dolín steká, nemá kam odtekať a iba pomaly vsakuje do podlažia. Asfaltová cesta tak vytvára formy podobné polderom. Cesta obmedzila šírku aktívneho korytovo-nivného systému. V tejto časti systému urýchlila pohyb vody dole dolinou. Na druhej strane korytovo-nivného systému však cesta pohyb vody výrazne spomalila. Podobná situácia sa vyskytuje prakticky v každej doline so spevnenou asfaltovou cestou. Z hľadiska hrozby povodní by preto bolo vhodné tento geomorfologický efekt presne vyhodnotiť.

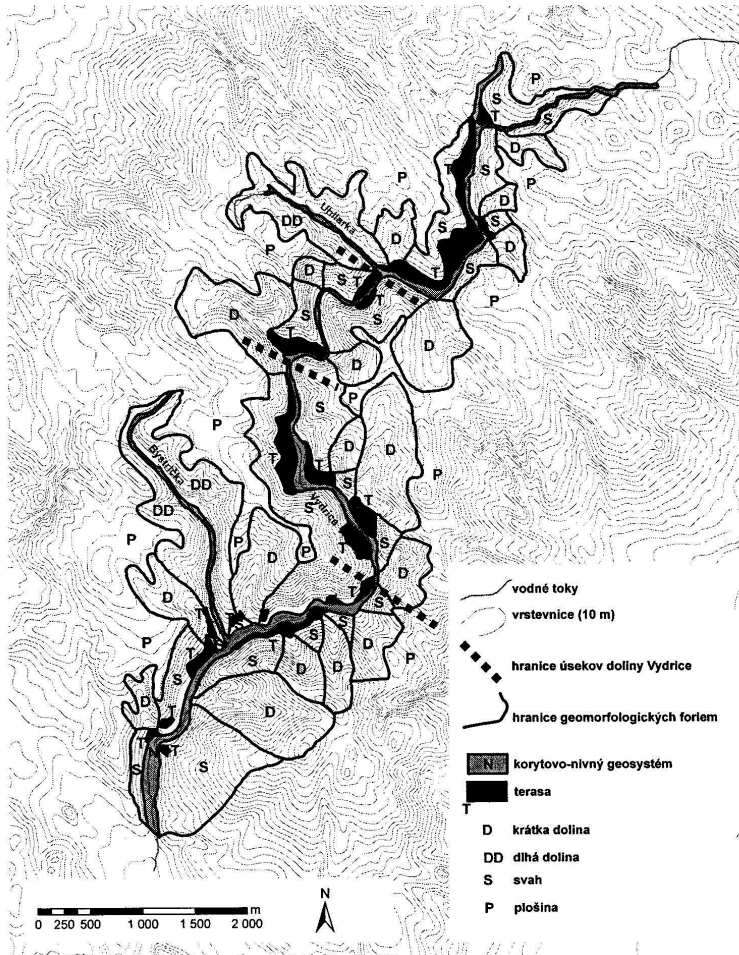
SYSTÉM FORIEM V POZDĹŽNOM PROFILE DOLINY

V smere pozdĺžneho profilu sa dolina Vydrice javí ako katéna zložená z úsekov, ktoré majú rozdielny priečny profil. Priečny profil všetkých úsekov sa skladá z toho istého súboru foriem (svahy, bočné doliny, periglaciálna terasa, korytovo-nivný systém, ako aj antropogénne formy). Tento všeobecný obraz sa však mení od miesta k miestu. V smere pozdĺžneho profilu doliny sa čiastočne menia nielen jednotlivé formy súboru, ale aj vzťahy, interakcie medzi nimi. Priečny profil doliny je na dolnom úseku iný ako na úseku strednom a hornom. Tieto transformácie priečneho profilu doliny budeme opisovať v smere proti toku Vydrice, v smere spätnej erózie. V tomto smere sa šíria mladšie formy na úkor starších, v tomto smere prebieha vývoj doliny.

Dolina Vydrice je katéna zložená z troch úsekov (obr. 6). Na dolnom úseku je dolina hlboká a má široké dno. Nemecký výraz „Sohlent“ to presne vyjadruje. Na strednom úseku je dolina hlboká, ale má úzke dno, má priečny profil v podobe písmena „V“. Na hornom úseku je dolina nehlboká, plytká. Zmeny v priečnom profile sa viažu na miesta, kde naprieč dolinou Vydrice prechádzajú výrazné geomorfologické (pravdepodobne aj tektonické) línie. Podobná trojčlenná katéna sa vyskytuje aj v iných malokarpatských dolinách. Takúto štruktúru má aj dolina susedného Stupavského potoka. Na dolnom úseku (od Stupavy po ohyb doliny pod Dračím hrádkom) má dolina vysoké strmé svahy a široké dno. Na strednom úseku (až po Košariská) je to hlboká, úzka dolina, kaňon. Od Košarísk vyššie je dolina plytká. V doline Stupavského potoka sú rozdiely medzi úsekmi doliny veľmi výrazné a hranica medzi nimi veľmi ostrá. V doline Vydrice sú rozdiely medzi jej úsekmi oveľa menšie a aj hranice medzi úsekmi doliny menej ostré, majú charakter pozvoľného prechodu. Takto treba chápať aj čiary, ktoré tieto hranice na mape zobrazujú.

Dolný úsek sa tiahne od Červeného mosta až po Snežienku (dolná stanica sedačkovej lanovky). Je zložený z dvoch častí. Prvá (obr. 7, časť A) sa tiahne od Červeného mosta po Železnú studničku, resp. ústie Bystričky. Svahy sú vysoké a strmé. Rozrezané sú dvomi krátkymi bočnými dolinami. Ústia oboch dolín sú výrazne pozmenené antropogénnymi formami, v oblasti Klepáča (starý mlyn) je periglaciálna terasa zachovaná vo forme skalného stupňa. Deluviálna výplň doliny, ktorá tvorí periglaciálnu terasu vo vyšších častiach doliny Vydrice, je tu výrazne zredukovaná. Dno doliny je široké. Jeho pôvodná podoba je však silne pozmenená celým systémom antropogénnych foriem (rybníky, hrádze, cesty a stavby). Na antropogénne silne zmenenej nive nie sú zachované stopy po divočení koryta Vydrice. Koryto potoka, zovreté antropogénnymi formami, sa ne-

môže laterálne premiestňovať. Aj v takomto koryte však prebieha transport materiálu určený už opísaným vybalansovaným striedaním erózie a akumulácie.



Obr. 6. Geomorfologická mapa študovaného územia

Druhá časť dolného úseku (obr. 7, časť B) začína pri Železnej studničke, kde do doliny Vydrice ústi dlhá bočná dolina Bystričky, ktorej dno prechádza plynule do širokého dna hlavnej doliny. Druhá časť dolného úseku končí pri Hrubom vrchu 394 m n. m. Svahy v tejto časti doliny sú vysoké a strmé s početnými bočnými dolinami, ktoré ústia na periglaciálnu terasu. Dobře zachovaná periglaciálna terasa tvorí na mnohých miestach výrazný terénny stupeň dvíhajúci sa nad korytovo-nivný systém doliny. Tvorená je delúviom, z ktorého iba miestami vychádza na povrch skalné podložie. Medzi lokalizáciou krátkych bočných dolín a periglaciálnou terasou je náznak určitej korelácie. Materiál

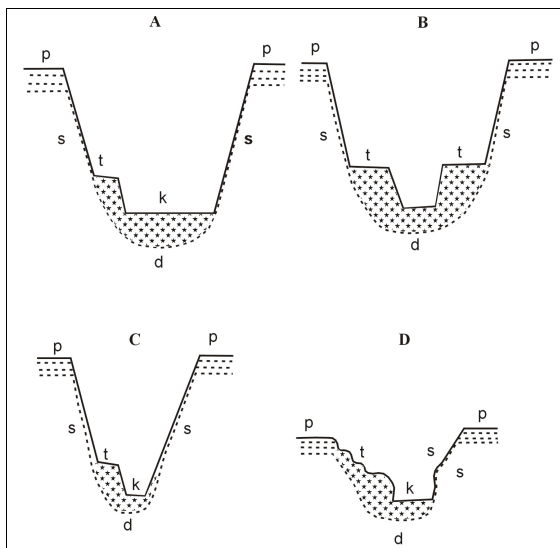
terasy môže pochádzať z bočných dolín, z ktorých bol v periglaciálnych podmienkach vynesенý do hlavnej doliny. Naznačujú to ústia viacerých bočných dolín, ktoré ešte aj dnes vyúsťujú na periglaciálnu terasu. Dno doliny je rovnako široké ako v prvej časti dolného úseku doliny. Nad posledným (najvyšším) rybníkom však výrazne slabne systém antropogénnych foriem. Iba asfaltová cesta, mosty a krátke úseky regulovaného koryta ovplyvňujú morfológiu a dynamiku korytovo-nivného systému. Preto tu na dlhších úsekoch možno sledovať meandrovanie a divočenie koryta. Koryto je do nivy slabo zarezané (1-1,5 m). Na nive je miestami vytvorený systém suchých alebo zamokrených korýt, pretekajúcich iba v obdobiach silných zrážok alebo topenia snehu. V koryte prebieha transport materiálu. Nie sú tu úseky trvalej erózie alebo akumulácie. Táto všeobecne platná situácia je čiastočne modifikovaná na troch miestach. V oblasti sanatória je periglaciálna terasa zachovaná na oboch stranách doliny. Korytovo-nivný systém je tu zredukovaný, úzky. Potok sa cez periglaciálnu terasu „prelamuje“. Na dvoch miestach koryto potoka nemeandruje, hoci nie je obmedzované antropogénnymi formami. Potok je zatlačený na jednu stranu doliny, kde vzniká nárazový breh, wagram. Na dolnom úseku doliny Vydrice možno sledovať jasné stopy divočenia a meandrovania koryta. Tento systém foriem je však lepšie vyvinutý na hornom úseku doliny, kde ho neobmedzujú žiadne antropogénne formy.

Stredný úsek doliny (obr. 7, časť C) sa tiahne od Hrubého vrchu (394 m n. m.) približne po ústie doliny Uhliarky. Je to dolina s priečnym profilom v podobe písmena „V“. Svahy sú stále vysoké a strmé, sú tu početné svahové doliny. Iné je však dno doliny. V porovnaní s dnom na dolnom úseku je výrazne užšie. Aj periglaciálna terasa je tu užšia, nesúvislá. Korytovo-nivný systém je tiež užší, ale jeho morfológia a dynamika sa nemení. Koryto zreteľne meandruje a prebieha v ňom transport materiálu.

Dolná aj horná hranica stredného úseku leží na výrazných geomorfologických líniiach smeru SZ – JV. Možno predpokladať, že obe geomorfologické línie sú zároveň tektonickými líniami. Určitú náväznosť na tieto línie vykazujú aj pôdorysy doliny na strednom úseku. Dolina tu vytvára zaklesnuté meandre.

Horný úsek doliny Vydrice (obr. 7, časť D) začína v oblasti ústia dlhej bočnej doliny Uhliarky. Na túto hranicu sa viažu dôležité rozdiely. Dolina je výrazne plytšia a proti toku sa stále splytčuje. Antropogénnych foriem je tu veľmi málo. Ich vplyv na korytovo-nivný systém je zanedbateľný. Doliny Uhliarky a Vydrice majú rovnaký, súvislý korytovo-nivný systém. V dlhej bočnej doline Uhliarky je korytovo-nivný systém zachovaný v pôvodnej podobe. Pozdĺžny profil doliny je podobný ako profil doliny Vydrice. Pomerne široké dno doliny Uhliarky pokrýva systém nehlbokých migrujúcich korýt. Okrem koryta so stálym tokom je tu systém suchých korýt, ktoré sú počas extrémnych prietokov tiež pretekajúce. V týchto obdobiach sa hlavný tok môže presunúť do iného koryta. Dno doliny nie je dokonale ploché. Medzi migrujúcimi korytami sú nevelké denivelácie (do jedného metra). Tieto sú v čase, keď voda tečie celým systémom migrujúcich korýt, jednak deštruované a jednak v novej pôdorysnej konštelácii obnovované. V týchto obdobiach sa dá predpokladať značný transportačný (eróznno-akumulačný) efekt po celom dne doliny, nielen v hlavnom koryte. V detailoch nie je tento transport priestorovo súvislý. Skladá sa z početných eróznno-akumulačných udalostí. Na niektorých miestach systém

migrujúcich korýt dočasne eroduje, na iných miestach dočasne akumuluje. V dlhšom časovom období sa tento proces javí ako súvislý transport materiálu po celom dne doliny smerom do doliny Vydrice. V ústí doliny Uhliarky do doliny Vydrice nie je žiadny náplavový kužeľ. Korytovo-nivný systém bočnej doliny prechádza plynulo do korytovo-nivného systému hlavnej doliny. Transport materiálu tu nie je prerušený či spomalený, ale pokračuje hlavnou dolinou ďalej. Situácia v doline Uhliarky pripomína – v slabšej verzii – situáciu v bočných dolinách Suchého potoka, kde počas extrémnych zrážok došlo k mohutnému transportnému procesu (Urbánek 2009). Bolo by preto veľmi zaujímavé sledovať korytovo-nivný systém Uhliarky počas extrémnych meteorologických situácií.



Obr. 7. Systém priečných profilov

A – hlboká dolina so širokým dnom a zvyškami periglaciálnej terasy, B – hlboká dolina so širokým dnom s dobre zachovanými zvyškami periglaciálnej terasy, C – hlboká dolina s úzkym dnom, D – plytká dolina, p – plošiny s mocným delúviom (stredohorská roveň), s – svahy s tenkým delúviom, t – periglaciálna terasa, k – korytovo-nivný systém, d – predpokladaný profil skalného podložia

Situácia v hlavnej doline Vydrice sa v mnohom podobá situácii v doline Uhliarky. Podobnosť sa týka predovšetkým korytovo-nivného systému. Aj tu je široké dno s výrazne migrujúcim a hlavne meandrujúcim systémom korýt. Nad dnom je rozsiahla periglaciálna terasa, ktorej dolná hranica miestami končí iba pár metrov nad dnom doliny. Horná hranica terasy však leží okolo 30-40 m nad dnom doliny. Delúviom periglaciálnej terasy miestami pozvoľna prechádza do deluviálneho plášťa, ktorý pokrýva plošiny ústredného chrbta Malých Karpát. Tam, kde periglaciálna terasa nie je zachovaná, klesajú z plošín ústredného chrbta ku dnu doliny strmé, ale nevysoké svahy. Tak ako v doline Uhliarky, tak aj tu na dne doliny je systém migrujúcich korýt, ktoré sú oddelené nevelkými deniveláciami terénu. Počas extrémnych klimatických situácií sa aj tu dá predpokladať intenzívny transport materiálu po celom dne doliny, spojený s reštruk-

turalizáciou systému migrujúcich korýt. O tom, že systém korýt predstavuje efektívny transportačný systém, svedčia aj viaceré miesta, kde sú buď periglaciálna terasa, alebo svahy doliny podrezané laterálnou eróziou tohto systému.

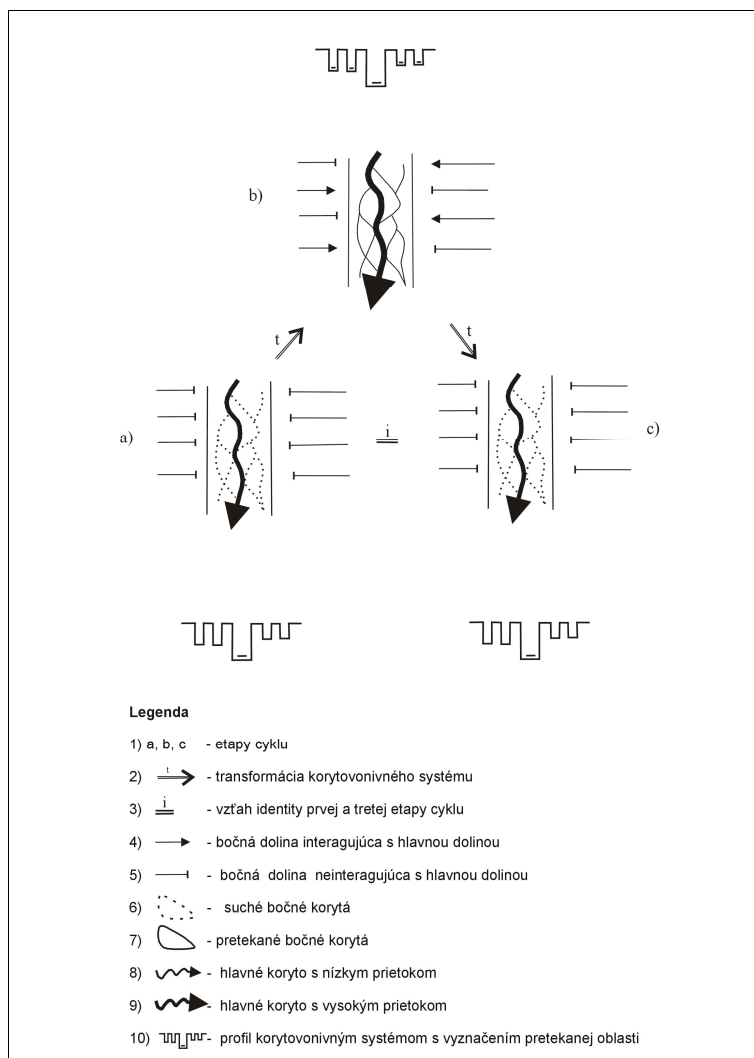
Rozdiel medzi dolným a stredným úsekom doliny Vydrice na jednej strane a horným úsekom doliny na druhej strane spočíva predovšetkým vo výške svahov. Horný úsek je výrazne plytší. Výrazný rozdiel v transportačnej schopnosti korytovo-nivného systému medzi úsekmi doliny však nie je. V tomto zmysle nemožno horný úsek doliny označiť ako starý, senilný úsek. Aj plytší horný úsek doliny je zreteľne zarezaný do plošín ústredného chrbta, do stredohorskej rovne. Nie je to senilný, starý úsek doliny, ktorý je súčasťou tejto rovne. Plytší horný úsek doliny možno označiť ako „starý“ iba v jednom zmysle – z nižšie položených úsekov doliny sem ešte nedorazila vlna spätnej erózie, ktorá nižšie položené úseky prehĺbila a rozšírila.

KORYTOVO-NIVNÝ SYSTÉM

Korytovo-nivný systém sa v doline Vydrice nemení. Nemení sa morfológia tohto systému, ani jeho evidentná transportačná schopnosť sa od miesta k miestu nemení. Tieto vlastnosti korytovo-nivného systému sú po celej dĺžke doliny Vydrice konštantné, hoci tento systém interaguje s rôznymi geomorfologickými formami – svahmi, bočnými dolinami, periglaciálnou terasou a antropogénnymi formami. Nie sú tu lokality, kde by dlhodobo prevládala erózia alebo akumulácia, lokality, kde by sa koryto dlhodobo zarezávalo do nivy alebo bolo zapĺňané akumulovaným materiálom. Erózia ani akumulácia sa dlhodobo neviažu na určité úseky. Ročné klimatické cykly a extrémne klimatické udalosti takisto nezanechávajú na korytovo-nivnom systéme trvalé stopy. Tieto skutočnosti naznačujú, že korytovo-nivný systém je v stave dynamickej rovnováhy, že má určité autoregulačné schopnosti. Pokúsime sa načrtnúť zdvojený hypotetický cyklus procesov, ktorými sa korytovo-nivný systém udržiava v stave dynamickej rovnováhy.

Sekulárny ročný cyklus

Počas roka sa strieda obdobie minimálnych a maximálnych zrážok. Zrážkové maximum ani zrážkové minimum neprekračuje priemerné hodnoty v dlhodobom horizonte. Toto ročné kolísanie zrážok sa premieta do organizácie geomorfologických procesov v korytovo-nivnom systéme. V období minimálnych zrážok je dolina z hľadiska procesov dezintegrovaným systémom. Svahy, bočné doliny a periglaciálna terasa sú od korytovo-nivného systému izolované (obr. 8). Zo svahov, z bočných dolín a z periglaciálnej terasy prichádza do korytovo-nivného systému zanedbateľné množstvo vody, transport materiálu je nulový. V rámci korytovo-nivného systému nedochádza k interakcii, v hlavnom koryte tečie iba slabý tok. Bočné korytá sú suché. Pattern migrujúcich korýt a lavíc medzi nimi sa ani v detailoch nemení. Iba v hlavnom koryte prebieha nevýrazný proces. Lavice, ktoré vznikli v čase väčšieho prietoku, sú pozvoľne deštruované.



Obr. 8. Sekulárny ročný cyklus

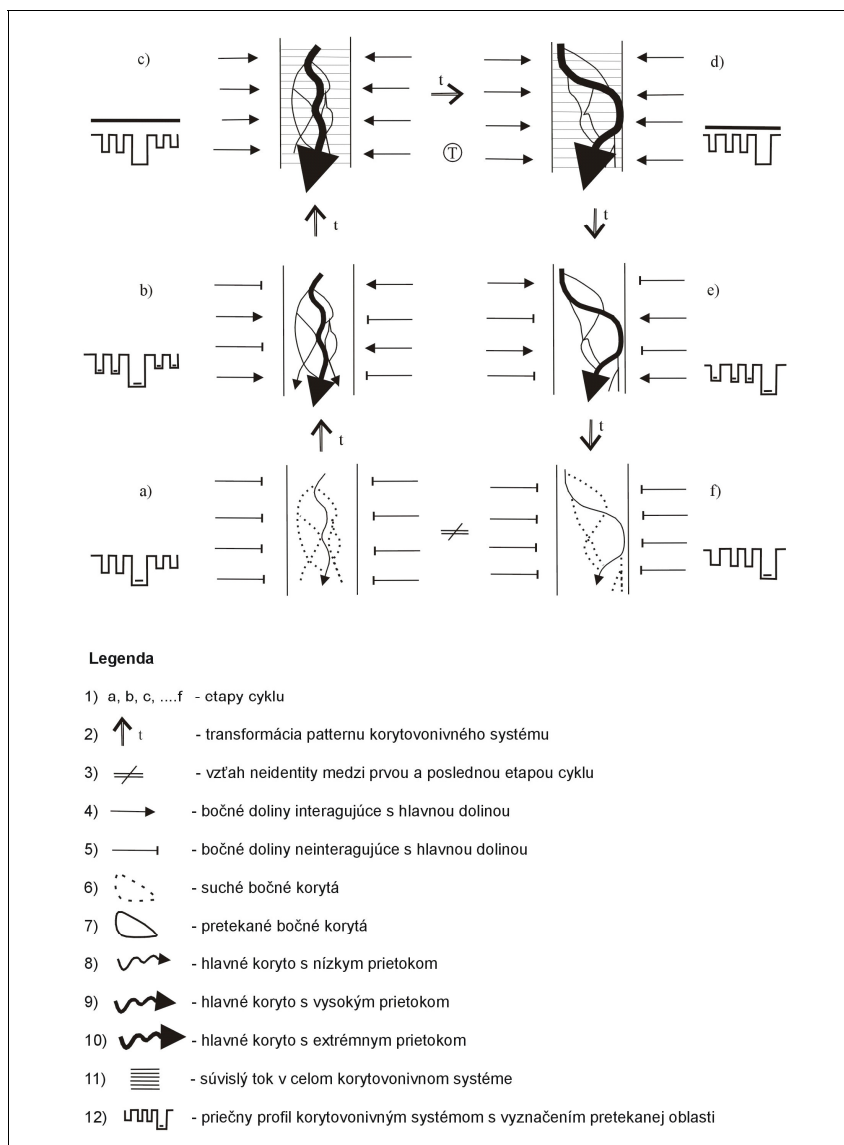
V období maximálnych, ale v rámci ročných cyklov bežných zrážok sa mení jednak organizácia procesov v celej doline, jednak organizácia procesov v korytovo-nivnom systéme. Začína sa systematizovať dolina ako celok. Na niektorých miestach dochádza k interakcii svahov, bočných dolín či periglaciálnej terasy s korytovo-nivným systémom. Na iných miestach voda zo svahov, bočných dolín, rýh, nespevnených ciest steká priamo do korytovo-nivného systému. Evidentný je aj transport materiálu tečúcou vodou. Interakcia svahov a bočných dolín s korytovo-nivným systémom však nie je úplná, na mnohých miestach k nej nedochádza. Systemizácia doliny je iba parciálna. V tomto období sa aj korytovo-nivný systém systemizuje. Pretekané je nielen hlavné koryto, ale aj

početné bočné korytá. Tento systém je však stále výrazne diferencovaný. Prietok vody a transport materiálu sa odohráva predovšetkým v hlavnom koryte, kde sa počas zrážok zvyšuje prietok i objem transportovaného materiálu. Pri zvýšenom prietoku dochádza na mnohých miestach k laterálnej erózii. Z laterálne podrezaných brehov koryta, ako aj z podrezanej periglaciálnej terasy či svahov doliny, sa do koryta dostáva veľa materiálu. Potok ho napriek zvýšenému prietoku nestačí transportovať ďalej, materiál je preto ukladaný v koryte vo forme lavíc. Až v nasledujúcom období slabých zrážok, keď prietok klesne a transport materiálu do koryta úplne prestane, sú tieto lavice deštruované, koryto sa adjustuje. Podobné, ale výrazne slabšie procesy sa odohrávajú v systéme bočných koryt. Ostrovy medzi korytami sú laterálnou eróziou iba miestami slabo deštruované. Pattern bočných koryt a lavíc sa medzi nimi nemení.

Extrémny ročný cyklus

Pravidelný sekulárny ročný cyklus je občas prerušovaný rokmi, keď padne extrémne množstvo zrážok. Prejaví sa to v zmene organizácie procesov ako v rámci doliny, tak aj v rámci korytovo-nivného systému (obr. 9). Dolina sa z hľadiska procesov výrazne systemizuje. V dôsledku extrémnych zrážok takmer všade dochádza k súvislému plošnému splachu (overland flow). Zrážková voda sa nestačí vsakovať, tečie po povrchu. Zo svahov, bočných dolín, z periglaciálnej terasy tečie voda priamo do korytovo-nivného systému. Spolu s vodou je transportované extrémne množstvo materiálu.

Ak sa korytovo-nivný systém systematizuje, pretekané je nielen hlavné koryto, ale aj všetky bočné korytá. Rozdiel medzi hlavným korytom a bočnými korytami sa stiera. K laterálnej erózii dochádza na mnohých miestach korytovo-nivného systému. Systém lavíc medzi korytami je deštruovaný. Korytá sa premiestňujú, mení sa pattern celého korytovo-nivného systému. Transport materiálu prebieha v celom korytovo-nivnom systéme. Ako extrémne zrážky doznievajú, mení sa organizácia procesov. Korytovo-nivný systém sa začína diferencovať na hlavné koryto a bočné korytá. Transport materiálu slabne, sústreďuje sa do hlavného koryta. Bočné korytá vysychajú. Korytovo-nivný systém znova získava „normálnu“ štruktúru a dynamiku, akú mal pred extrémnymi zrážkami. Opäť sa skladá zo siete divočiacych koryt, ktorá je diferencovaná na hlavné koryto a bočné korytá. V detailoch sa však zmenil pôdorys siete, jednotlivé korytá zmenili svoju polohu a tvar. Sieť ako celok sa však nezmenila, jej „pattern“, jej kompozičný princíp sa nezmenil. Zmenili sa iba prvky siete. Možno to považovať za prejav metastability. Metastabilita je doprevádzaná extrémnym transportom materiálu. Materiál, ktorý budoval systém lavíc medzi korytami, bol v dôsledku extrémnych zrážok premiestnený v smere toku. Transport prebieha v celom korytovo-nivnom systéme. V dôsledku extrémnych zrážok je starý pattern deštruovaný a následne nový pattern konštruovaný. Starý a nový pattern sú identické, v oboch prípadoch je to ten istý typ patternu. Pojmom metastability sa podrobnejšie zaoberá publikácia „Geomorfologická katéna – časopriestorové štruktúry“ (Urbánek 2009).



Obr. 9. Extrémny ročný cyklus

Tento príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu 2/0151/11 „Komplexná dynamika geomorfologického systému rieky“, ktorý je finančne podporovaný Grantovou agentúrou VEGA.

LITERATÚRA

- BARABAS, D., SÝKOROVÁ, J. (2007). Akumulačné formy v koryte toku Bodva a ich priestorové rozšírenie. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 7(2), 58-64.
- GREŠKOVÁ, A. (2004). Priestorová variabilita korytovonivného geosystému Vydrice. *Geomorphologia Slovaca*, 4(2), 54-61.
- GREŠKOVÁ, A. (2005). Hierarchická štruktúra morfológie riek – na príklade malého vodného toku (Vydrica). In Herber, V., ed. *Fyzickogeografický zborník, 3, Fyzická geografie – krajinná ekológia – trvalá udržateľnosť*. Brno (MU), pp. 161-166.
- GREŠKOVÁ, A., LEHOTSKÝ, M. (2003). Ekologické aspekty hodnotenia riečného systému (výzva pre fluválnu geomorfológiu). In Mentlík, P., ed. *Geomorfologický zborník 2: stav geomorfologických výskumů v roce 2003*. Plzeň (Západočeská univerzita v Plzni – Česká asociace geomorfologů), pp. 75-79.
- LEHOTSKÝ, M. (2002). Korytovo-nivný geosystém – terra incognita v slovenskej geomorfológii. *Geomorphologia Slovaca*, 2(2), 23-30.
- LEHOTSKÝ, M. (2004). River morphology hierarchical classification (RMHC). *Acta Universitatis Carolinae: Geographica*, 39, 33-45.
- LEHOTSKÝ, M. (2005). Metodologické aspekty správania a zmien korytovo-nivných geosystémov. *Geomorphologia Slovaca*, 5 (1), 34-50.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2005). Základné klasifikačné systémy a morfo-metrické charakteristiky korytovo-nivných geosystémov. *Geomorphologia Slovaca*, 5(1), 5-20.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2007). Fluvial geomorphological approach to river assessment – methodology and procedure. *Geografický časopis*, 59, 107-129.
- LUKNIŠ, M. (1955). Správa o geomorfologickom a kvartérne-geologickom výskume Malých Karpát (dolina Vydrice). *Geografický časopis*, 7, 65-80.
- MEDVEĐOVÁ, A., MINÁR, J., PROKEŠOVÁ, R. (2008). Dynamicky orientovaný hierarchický GmIS (prípadová štúdia Ľubietová). *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 8(1), 42-54.
- MEDVEĐOVÁ, A., PROKEŠOVÁ, R., KRÁTKA, E. (2007). Morfológia bystrinného toku – príklad potoka Vôdka. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 7(2), 25-36.
- STANKOVIANSKY, M. (2003). *Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny*. Bratislava (Univerzita Komenského).
- TOMČÍKOVÁ, I. (2008). Priestorová variabilita morfológie bystrinného vodného toku. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 8(2), 58-68.
- URBÁNEK, J. (1966). Malé Karpaty a priľahlá časť Podunajskej nížiny v oblasti Jur – Pezinok. *Náuka o Zemi II, Geographica*, 1. Bratislava (SAV).
- URBÁNEK, J. (2000a). Geomorfologická analýza – hľadanie systému. *Geografický časopis*, 52, 197-210.
- URBÁNEK, J. (2000b). Geomorfologická analýza – hľadanie pravdy. *Geografický časopis*, 52, 291-301.
- URBÁNEK, J. (2003a). Geomorfologická mapa: suma alebo systém? *Geografický časopis*, 55, 159-171.
- URBÁNEK, J. (2003b). Geomorfologická mapa ako systém. *Geografický časopis*, 55, 235-247.
- URBÁNEK, J. (2009). *Geomorfologická katéna (časopriestorové štruktúry)*. Bratislava (Veda).
- TIBENSKÝ, J., ed. (1987). *Matej Bel: doba, život, dielo*. Bratislava (Veda).

Ján Urbánek, Ján Novotný

DYNAMICS IN THE FLUVIAL SYSTEM OF THE VYDRICA BROOK

The valley of the Vydrica Brook is situated in the southern part of the Little Carpathians Mts. (Pezinské Karpaty) which has been thoroughly studied in terms of geomorphology. The traditionally oriented research focused on the relief genesis, including generations of climatically determined forms. The present processes and the corresponding forms remained on the periphery of interest. This study is concentrated on the channel-floodplain system of the Vydrica with the aim to trace its complete dynamics. Geomorphological analysis is focused both on the inherent structure of the system and the interaction networks common for the system and the neighbouring forms. Interactions manifest themselves in the present geomorphological processes (slope and fluvial processes) which concatenate individual forms (slopes, lateral valleys and periglacial terrace) with the channel-floodplain system via the gravitating material.

The slopes of the valley descend from extensive plains to the bottom of the valley. Very weak contemporaneous processes with scarcely any effect on the channel-floodplain system take place on the slopes.

Numerous lateral valleys mouth in the main valley. The lateral valleys fall into two groups. Short steep valleys affected by considerable erosion-transportation processes fall into the first group. However, their contact with the channel-floodplain system of the main valley is not direct. Many of these valleys mouth in the periglacial terrace. Long lateral valleys constitute the second group. A channel-flood plain system smoothly passing into that of the main valley is displayed on their bottoms.

A terrace bar built of sand-stone material exists in the whole of the Vydrica valley. Its upper limit below the feet of the slopes is situated about 40 metres above the present bottom of the valley. It is the remnant of diluvial filling which accumulated on the valley bottom in the time of periglacial climate. Later, in the climatic conditions of the Holocene when linear water erosion dominated, a great part of it was carried away.

There are numerous anthropogenic forms in the valley of Vydrica (ponds, weirs, trained sections of the channel, bridges, paved and unpaved roads, quarries, buildings, etc.). A comparatively dense network of unpaved roads exists on the forested slopes. Linear water erosion changed many of them into gullies, which have become efficient erosion-transportation systems transporting material as far as the valley bottoms in times of heavy rain. A dense network of old disused forest roads is a probable relic from the 18th to 19th century, when fire wood was extracted from the valley of the Vydrica for the city of Bratislava. Presumably, it was when a certain type of badland, a deforested landscape cut by a dense road network replaced the forest.

The channel-floodplain system consists of the floodplain and a network of meandering channels. The incision of channels into the floodplain amounts to 1-1.5 m. The network consists of a permanent principal stream and lateral channels of occasional streams characteristic for the longitudinal profile of the Vydrica.

Accumulation is evident in the time of maximum discharge. In spite of the great amount of flowing water, it is not able to carry the material drawn from the banks and slopes of the terrace undercut by lateral erosion. Sand-stone bars are formed in the channel. Lateral channels are also filled in time of maximum discharge. When the atmospheric precipitation is scarce there is less water in these channels and transport of material is interrupted altogether. It means that the channel is subject to erosion, bars are disrupted and the channel empties. Lateral channels dry out. The extreme cycle is irregular in years with extreme atmospheric precipitation. Live geomorphological processes take

place in the whole of the valley, on the slopes, in lateral valleys and the entire channel-floodplain system. Interaction within the valley is evident.

The brook intensively undercuts the banks and slope of the terrace. The principal channel also carries sand-stone material from sandy valleys and unpaved roads. During extreme atmospheric precipitation water fills, not only the lateral channels but it also overflows great parts of the floodplain. The principal and lateral channels meander and become wild. The ground plan of the valley changes and the main stream transfers its channel. After the extreme precipitation fades out, erosion dominates in the channel-floodplain system. The accumulated material is progressively carried away over several seasons. The channel-floodplain system at the beginning and conclusion of an extreme cycle is not the same. Composition of the channel network is changed and traces of the extreme event (undercut banks and slopes, full channels) are observable for several years.

Translated by H. Contrerasová