



Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geoekológie

Nezisková organizácia EDULAB
Klub učiteľov geovied

odborná skupina pri Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV

Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov
Projekt KEGA č. 088UK-4/2013

Zmeny riečnej siete na Slovensku a v strednej Európe

TEXT K PREDNÁŠKE

doc. RNDr. Ján Lacika, CSc.
2014

Realizáciu prednášky podporila:

KEGA č. 088UK-4/2013: Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov

Úvod

Povodia, podobne ako iné geomorfologické kategórie sú postihované procesom postupnej transformácie, ktorá je odozvou na meniace sa morfoštruktúrne a morfoklimatické pomery. Transformácia sa prejavuje zmenami merateľných vlastností geomorfologických sietí (sietí dolín a medzidolinových chrbtov). Vplyvom nových podmienok staré siete zanikajú a nahrádzajú sa mladšími, ktoré parametrami usporiadania zodpovedajú zmenenej klíme či morfotektonickému režimu. Transformácie sa uskutočňujú postupne a vždy s určitým oneskorením za zmenami klímy a morfoštruktúr. Preto sa jednotlivé povodia skladajú aj zo segmentov odpovedajúcich už nejestvujúcim podmienkam. Ich podiel sa pomaly redukuje, naopak rozširujú sa mladšie segmenty sietí, ktoré sa vytvárajú v zhode so súčasnými podmienkami. Obvykle možno v jednom stredne veľkom povodí identifikovať niekoľko generácií segmentov dolinových sietí, čo je odrazom cyklickej povahy geomorfologického vývoja. Obrazne povedané, doliny a chrbty v povodí sú "zrkadlom" jeho aktuálnych i minulých morfoštruktúrnych pomerov. Prostredníctvom analýz základných atribútov, ako sú textúra dolín a chrbtov, ich hustota, prejavy asymetrie, parametre pozdĺžnych a priečnych profil alebo vybrané morfometrické charakteristiky možno identifikovať relevantné morfoštruktúrne vlastnosti predmetného územia a interpretovať základné etapy jeho vývoja.

Transformácie geomorfologických sietí sa odohrávajú v čase aj priestore. Siete majú povahu otvorených morfodynamických systémov, preto sa na ich transformácii podieľajú nielen zmeny klímy a morfoštruktúr odohrávajúce sa na území predmetného povodia, ale často aj v susedných i pomerne vzdialených územiach. Geomorfologický dosah vplyvu subsidencie nížinných morfoštruktúr Panónskej panvy je badateľný aj vo vzdialenejších horských morfoštruktúrach Západných Karpát. Tektonické poklesávanie území v maďarskom Potisí nachádza určitú odozvu až v pomerne vzdialenom povodí Slanej. Znižuje hlavnú eróznú bázu celého dolinového systému integrovaného do toku Tisy, čo sa v pramenných častiach doliny Slanej, prejavuje vo forme akcelerácie hĺbkovej a spätnej erózie, prípadne až dolinového pirátstva.

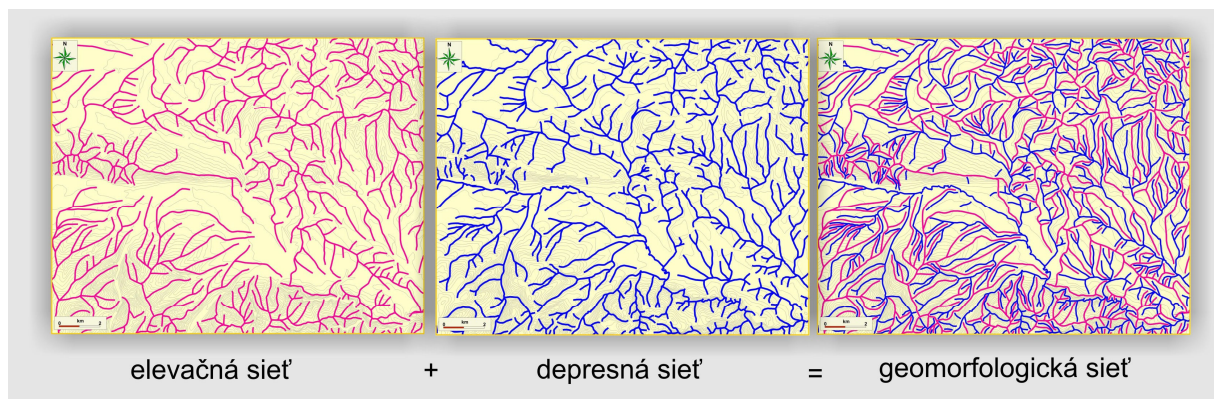
Metodické východiská

Geomorfologické siete sú v podmienkach Slovenska základným skeletom reliéfu a vlastne celej krajiny. Nie je prehnané tvrdenie, že sú všadeprítomné. Zaslúžia si pozornosť nielen geomorfológov - špecialistov, ale sú zaujímavé aj pre rôzne aplikované výskumy vrátane environmentálnych. Pod geomorfologickými sieťami rozumieme siete, ktoré v reliéfe

vytvárajú doliny resp. medzidolinové chrbty. Geomorfologické siete sú otvorené dynamické systémy, ktoré sa vyvíjajú v závislosti od zmien morfoštruktúrnych a morfoklimatických podmienok odohrávajúcich sa nielen na území predmetného povodia, ale aj v susedných i vzdialenejších územiach.

Geomorfologické siete členíme na:

- a) depresné siete a*
- b) elevačné siete.*



Obr. 1: Geomorfologické siete

Medzi depresné geomorfologické siete patria rôzne typy lineárnych depresíí, ako sú doliny, úvaliny, erózne ryhy a zárezy, výmole a žľaby. Najpočetnejším typom depresných geomorfologických sietí sú dolinové siete, s ktorými sa v geomorfologickom výskume stretávame veľmi často. Dolinové siete by sme si nemali zamieňať s riečnymi sieťami, ktoré sú najrozšírenejším typom hydrologickej siete. Medzi oboma sieťami je však veľmi tesná genetická závislosť. Riečna sieť v tomto vzťahu vystupuje ako reliéfový činiteľ dolinovej siete. V horských oblastiach platí, že riečna sieť je menej početným krajinným prvkom ako depresná geomorfologická sieť. Tá je kratšia o suché, periodicky alebo epizodicky zvodnené lineárne depresie, ako napríklad úvaliny, suché krasové doliny alebo výmole. V nížinách je to opačný pomer týchto dvoch sietí. Vetvenie a meandrovanie tokov riečnu sieť predlžuje, robí ju dlhšiu ako je depresná geomorfologická sieť. Doliny, úvaliny a iné erózne formy reliéfu sa v prevažnej miere integrujú do kontinuálnych sietí. Možno ich prirovnať k stromu s kmeňom, vetvami a konármi.

Do elevačných geomorfologických sietí sa spájajú medzidolinové chrbty a hrebene. Sú to siete, ktoré majú často diskontinuálnu povahu na rozdiel od kontinuálnych depresných geomorfologických sietí. Inými slovami povedané, sú miestami prerušované svahmi, na ktorých sa os medzidolinového chrbta nedá identifikovať.

Z geomorfologickými sieťami úzko súvisia povodia. Treba rozlišovať hydrologické a geomorfologické povodie. Hydrologické povodie je definované ako územie, z ktorého všetka povrchová voda odteká do jednej hlavnej rieky. Geomorfologické povodie je chápané ako územie ohraničené prvkami elevačnej geomorfologickej siete, na ktorom sa všetky spádnice zjednocujú do spoločnej kontinuálnej depresnej geomorfologickej siete. Táto sieť sa prostredníctvom hlavnej doliny napojuje na dolinu rovnakej alebo vyššej hierarchie. Povodia sú hierarchizované podobne ako prvky geomorfologických sietí. Povodia sú vnútorne členené do menších čiastkových povodí, ak nie sú elementárnymi povodiami (povodiami najnižšieho rádu). Zároveň sú súčasťou väčších povodí vyššieho rádu, pre ktoré sú čiastkovými povodiami. Obvykle sú hydrologické povodia zároveň geomorfologickými. Niekedy to ale neplatí. V krasových oblastiach sa niekedy stáva, že hydrologické povodie presahuje rámec geomorfologického. Je to v prípade, že povrchová voda priteká podzemnými krasovými cestami do povodia aj z území za hranicami geomorfologického povodia.

Geomorfologické siete majú určité vlastnosti (hustota, asymetria, linearita ap.) ktoré sú identifikovateľné súborom vybraných geomorfologických analýz. Ich výber musí zohľadňovať špecifiká dolinových (depresných) sietí resp. chrbtových (elevačných) sietí, zároveň sa musí podriaďovať požiadavkám aplikácie výskumu. Doliny v prevažnej miere spájajúce sa do kontinuálnych sietí sú integrujúcim prvkom geomorfologických systémov. Poznanie ich priestorovej kompozície napovedá o morfoštruktúrnom charaktere daného povodia a dynamike erózo-denudačných procesov v jeho jednotlivých častiach. Medzidolinové chrbty (rozvodia) spájajúce sa do viac diskontinuálnych sietí viac či menej zabraňujú integrácii dolinových sietí. Ich bariérovosť sa však miestami znižuje (práve na úsekoch vyššej diskontinuity), čo vedie k radikálnejším transformáciám systému povodí prostredníctvom migrácie rozvodí a dolinového pirátstva. Analýza dolinových sietí je vhodnejšia na štúdium indikátorov zmien odohrávajúcich sa vnútri skúmaného povodia. Analýzy elevačných geomorfologických sietí sú viac cielené na poznanie vzťahov medzi jednotlivými povodiami.

Analýzy geomorfologických sietí majú dve základné aplikácie, využívajú sa na paleorekonštrukcie a prognózy. Sú využiteľné na poznanie histórie morfoštruktúrneho vývoja daného územia, ktorá je zakódovaná v priestorovom usporiadaní, hustote a výškových pomeroch týchto sietí. Dôležitá je aj prognostická aplikácia, predpovedanie smerovania

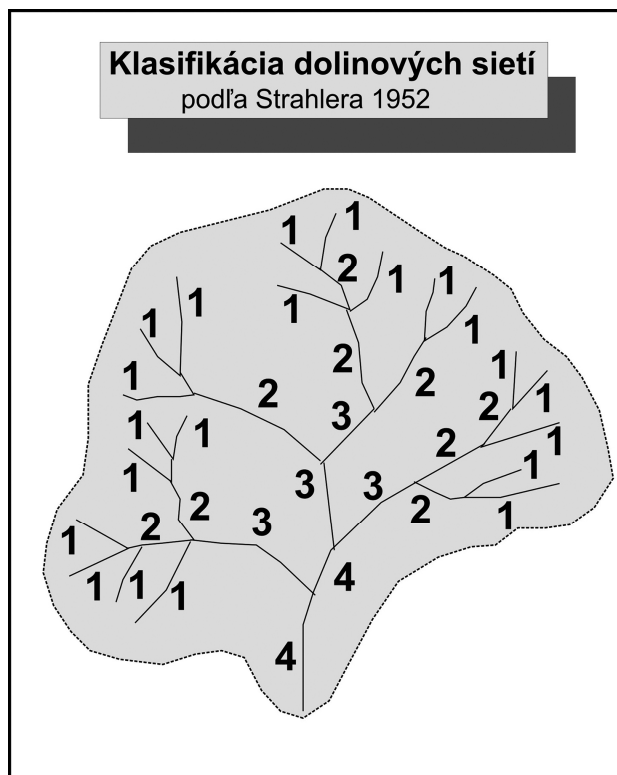
vývoja geomorfologických sietí. Ide o identifikáciu oblastí, kde možno očakávať vývojové zmeny, ktoré by mohli zmeniť budúce erózo-denudačné pomery daného územia.

Podklady pre analýzy geomorfologických sietí sa získavajú zo základných topografických máp vybavených vrstevnicovou sieťou. V podmienkach slovenských Karpát sú postačujúce mapy v mierke 1 : 25 000, ktoré zobrazujú prakticky všetky prvky týchto sietí – doliny a medzidolinové chrbty. Sieť zakreslená lineárnymi značkami sledujúci ich osi sa uchováva v analyzovateľnej podobe aj po 6- až 8-násobnom zmenšení.

Analýza dolinových sietí

Zobrazená geomorfologická sieť je následne analyzovaná, skúmajú sa tieto atribúty jej prvkov: hierarchia, textúry, hustota, linearita a asymetria. Hierarchizácia prvkov siete sa uskutočňuje podľa metódy STRAHLERA (1952). Analýza textúry prvkov siete si všímala rozličné typy usporiadania napr. dolín do stromovitých, vejárovitých, mriežkovitých, paralelných, pravouhlých, radiálnych a iných textúr. Identifikované textúry sú indikátormi určitých morfoštruktúrnych vlastností daného územia. Hustota prvkov siete je meraná ako súčet osí dolín alebo chrbtov v štvorcoch s rozlohou 1 km² (v km.km⁻²). Merania netreba realizovať na celom skúmanom území, ale len výberovo na plochách s relatívne homogénnou hustotou. Ohraničenie týchto plôch sa uskutočňuje vizuálne, podľa zjavnej zmeny počtu vykreslených dolinových alebo chrbtových osí. Linearita prvkov siete je špecifická vlastnosť segmentov dolín alebo chrbtov, ktoré indikujú prítomnosť lineárnych morfoštruktúrnych rozhraní. Pod linearitou prvkov siete rozumieme vizuálne spájanie segmentov dolín alebo chrbtov usporiadaných do línie. Do línií sú spájané nielen doliny či chrbty vnútri jedného čiastkového povodia, ale obvykle aj segmenty susediacich povodí. Analýza linearity prvkov siete je dvojstupňová, a to v hrubšej a detailnejšej mierke. Takýto prístup poskytuje indikácie morfoštruktúrnych rozhraní rozličných hierarchií, lokálnych aj regionálnych. Výsledky prezentovanej analýzy linearity dolín sme konfrontovali s mapou lineárnych a nelineárnych rozhraní Západných Karpát, ktorú zhotovili KVIKOVÍČ & FERANEC (1986) podľa interpretácie kozmických snímok. V rámci analýzy prejavov asymetrie prvkov siete sme identifikovali tri typy tohto atribútu dolinových alebo chrbtových sietí: pôdorysnú, profilovú dĺžkovú a profilovú výškovú. Pôdorysná asymetria sa prejavuje nerovnakým stupňom rozvoja časti povodia ležiacej vpravo a vľavo od osovej doliny. Profilová dĺžková resp. výšková asymetria sú badateľné na priečnom profile doliny či chrbta. Dĺžková asymetria sa vyznačuje tým, že pravá a ľavá strana profilu sú nerovnako sklonené, jedna je miernejšia a druhá strmšia. Často je miernejšia strana terasovaná, na strmšej strane

riečne terasy obvykle chýbajú, alebo sa vyskytujú vo fragmentárnej a neúplnej podobe. Profilová výšková asymetria sa prejavuje nerovnakou výškou rozvodných chrbtov na danom priečnom profile doliny.



Obr. 2. Klasifikácia dolinových sietí

Analyza rozvodných chrbtov

Rozvodný chrbát je miestom "boja" dvoch susedných povodí o územie. Spätná erózia a za určitých okolností aj bočná erózia sa podieľajú na tom, že dochádza k posunu rozvodia na stranu menej "agresívneho" povodia. Dochádza k zatlačovaniu rozvodia, čo pre jedno povodie znamená redukciu, čiže je v regresívnom vývoji. Povodie na opačnej strane povodia je v progresívnom vývoji, teda si zväčšuje svoju rozlohu. Okrem postupného posunu rozvodia dochádza aj k radikálnejším transformáciám dolinových sietí cez rozvodia, prostredníctvom pirátstva. Pirátstvo vzniká najmä ako dôsledok odlišnej výškovej polohy erózných báz protiľahlých dolín. Dolina s nižšou eróznou bázou je predurčená k tomu, aby načapovalo časť povodia s vyššie položenou eróznou bázou. Do akej miery môže dochádzať k stranovému posunu rozvodia alebo dokonca k pirátstvu, to je dané mierou bariérovosti príslušného úseku rozvodného chrbta. Bariérovosť sme identifikovali pomocou nasledujúcich morfometrických parametrov: nadmorská výška, relatívna výška a usporiadanie izobazít. Nadmorská výška rozvodia je len pomocným kritériom hodnotenia miery jeho bariérovosti.

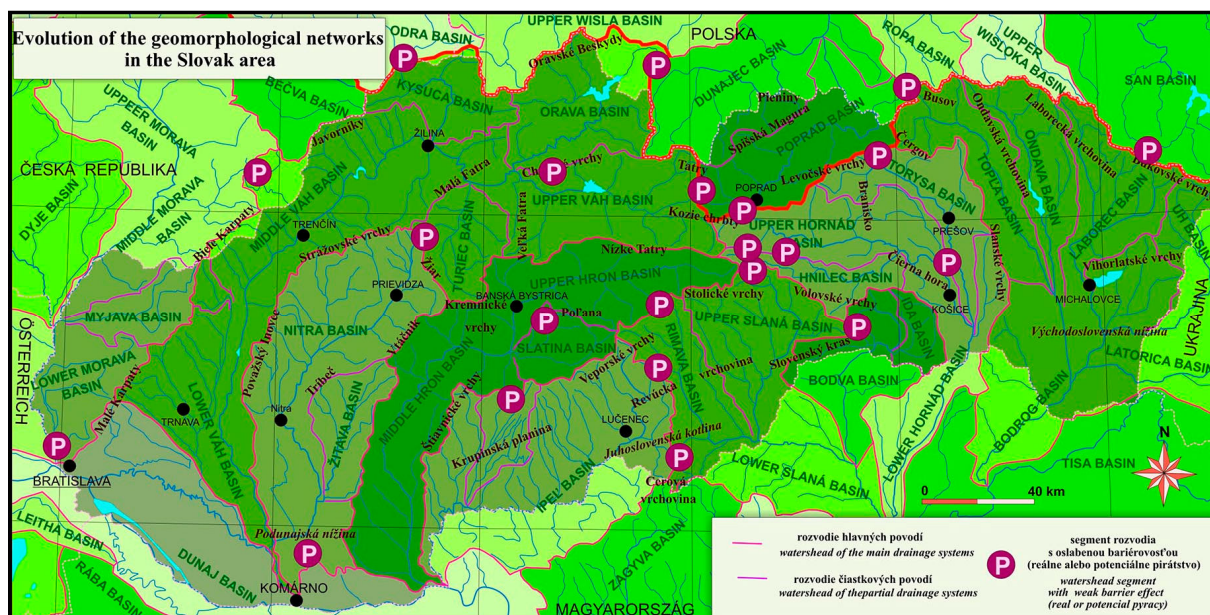
Pomáha lokalizovať významnejšie kulminácie na rozvodí, dolné kulminácie - sedlá a horné kulminácie - vrcholy. Vyššiu výpovednú hodnotu má údaj o relatívnej výške rozvodia, ktorá je vzťahovaná k najbližšej miestnej eróznej báze. Za miestnu eróznú bázu sme si zvolili bod, v ktorom sa v rámci dolinovej siete spájajú doliny tretieho rádu a od ktorého nadobúda dolina vyššiu hierarchiu. Mapa izobazít zostrojovaná podľa DURYHO (1952) a FILOSOFOVA (1960 a 1970) a v morfoštruktúrnom výskume úspešne aplikovaná ZUCHIEWICZOM (1980 a 1981) a LACIKOM (1993, 1997, 2000, 2001 a 2013) poskytuje vhodnú doplnkovú databázu pomáhajúcu hodnotiť mieru bariérovosti rozvodia. Najväčšie bariéry ako aj miesta oslabenia ich bariérovosti sú na týchto špeciálnych morfometrických mapách veľmi názorne zobrazené. Usporiadanie izobazít (výška a hustota) sú napovedá o priebehu osí hlavných morfoštruktúrnych jednotiek, dolín a chrbtov. Vysoké izobazity ohraničujú hlavné bariéry. Významné sedlá často spôsobujú dezintegráciu sietí izobazít, významné doliny s tektonickým založením sa prejavujú cez zakrivenia inak pomerne priamočiarych izobazít. Doplnkovým podkladom pre skúmanie bariérovosti rozvodných chrbtov sú pozdĺžne profile dolín. Porovnávajú sa krivky profilom protiľahlých dolín po oboch stranách rozvodia, alebo susedných dolín, ak sa predpokladá tu predpokladá riečne pirátstvo. Analyzované krivky nám poskytujú informácie o krivkových anomáliách porovnávaných dolín (o výške miestnych eróznych báz a polohe anomálnych úsekov).

Riečne pirátstvo

Riečne pirátstvo sa často v slovenských Karpatoch uplatňovalo v minulosti a sú predpoklady, aby sa aj v budúcnosti mali zúčastňovať na formovaní ich reliéfu. Na klenbovitej morfoštruktúre rozlámanej do mozaiky tektonických kryh dochádza k výraznej transformácii staršej geomorfologickej siete (siete dolín a chrbtov) na novú. Riečne pirátstvo zohráva pritom veľmi dôležitú úlohu. Variabilné podmienky pirátstva sa podpísali pod typovú variabilitu tohto fenoménu. Úlohou tohto príspevku je analyzovať tieto podmienky a na základe výsledkov analýz uskutočniť typizáciu riečeho pirátstva vo vulkanických pohoriach slovenských Karpát.

Jednotlivé identifikované typy pirátstva sú ilustrované na 4 typových lokalitách Chrámec, Petrovce, Šavol' a Hrochoť (LACIKA 2002). Sú predstaviteľmi 4 základných typov pirátstiev: typ „T“, typ „K“, typ „Y“ a typ „i“. Odlišujú sa kompozíciou dolín a chrbtov, ďalej povahou eróznych procesov, ako aj faktormi, ktoré dané pirátstvo spôsobujú. V závere príspevku sa rieši aj chronologický aspekt skúmaného fenoménu. Špecifikovali sa 4 vývojové štádiá uplatnenia pirátstva na formovaní reliéfu. Prvé narába s pirátstvom iba ako s potenciálnou

kategóriou, týka sa území, kde sú predpoklady skorého uplatnenia pirátstva. Pre druhé až štvrté štádium je tento fenomén už reálnou kategóriou. V druhom štádiu má pirátstvo len lokálny dosah, v treťom zasahuje už väčšie územie, vo štvrtom dochádza v dôsledku masívneho a viacnásobného pirátstva k takmer úplnej transformácii siete dolín a chrbtov v reliéfe.



Obr. 3: Lokality s potenciálnym riečnym pirátstvom

Slovensko na streche Európy

Rieka Dunaj odvádza vodu do Čierneho mora až z 96 % územia Slovenska. Voda zo zvyšných 4 % odteká na sever, vodnými tokmi v povodí Popradu a Dunajca sa dostáva do rieky Visly a ňou až do Baltského mora. Severným pohraničím Slovenska vedie **hlavné európske rozvodie**, zväčša sa drží štátnej hranice s Poľskom (na krátkom úseku na Kysuciach aj s Českou republikou). Na vysokotatranskom štíte Čubrina rozvodie uhýna na slovenské územie a po hrebení Solísk zbíha ku Štrbskému plesu. Tu jej jeho priebeh málo zreteľný, dokonca sa tu vyskytuje pravdepodobne umelá bifurkácia, keď sa voda Mlynického potoka povyššie Tatranskej Štrby vetví, pravá vetva smeruje do Čierneho Váhu a ľavá do rieky Poprad. Od Štrbskom prahu hlavné európske rozvodie stúpa na nevysoký hrebeň Kozích chrbtov. V okolí Gánoviec pri Poprade vstupuje na svoj najzaujímavejší úsek. Na pomedzí Popradskej a Hornádskej kotliny sú podmienky pre rozvinutie riečneho pirátstva. Zdá sa, že nezostane pri odčapovaní Gánovského potoka do Hornádu, sú predpoklady, že sa v tejto oblasti bude ďalej rozširovať úmorie Čierneho mora na úkor úmoria Baltského mora.

Z kotlinovej pahorkatiny sa významné rozvodie dvíha na chrbty Levočských vrchov a neďaleko malej obce Ruská Voľa sa vracia do priestoru štátnej hranice. Za zmienku ešte stojí údaj o tom, že v Duklianskom priesmyku toto rozvodie dosahuje najnižšiu nadmorskú výšku (502 m) v rámci celého oblúku Karpát.

Dunaj a Slovensko

Dunaj je pre Slovensko mimoriadne dôležitá rieka. Pochopenie etáp jeho vývoja má veľký význam pre poznanie vývoja riečnej, resp. dolinovej siete na väčšine jeho územia. Druhý najväčší európsky tok pramení v Čiernom lese na juhu Nemecka. Je zaujímavé, že si od prameňa zvolil 2 860 km dlhú cestu do Čierneho mora, ktoré je oveľa vzdialenejšie ako iné mora na obode Európy. Vzdialenosť pramenného úseku od pobrežia Atlantického oceánu je menej ako 1 000 km, k pobrežiu Severného mora je to ešte menej, zhruba 800 km. Najbližšie zo všetkých leží pobrežie Stredozemného mora, Janovský záliv je vzdialený vyše 500 km, ale za mohutnou horskou prekážkou menom Alpy.

To, ako vyzerá povodie Dunaja a kadiaľ vedie jeho koryto, je výsledkom zložitého tektonického vývoja mladšej južnej časti Európy. Počas neotektonickej etapy, ktorá sa začala v neogéne, sa tento priestor formoval pod vplyvom kontaktu eurázijskej a africkej litosférickej dosky, výsledkom čo bolo sformovanie mohutných horských pásiem Alpsko-himalájskej sústavy a veľmi dynamického priestoru Stredozemného mora. Prvotný Dunaj vznikol v pásme znížení na severnom predpolí Álp ako tok prepájajúci sústavu neogénnych morí a jazier vyplňovaných molasovou sedimentáciou. Prvotný Dunaj siahla ešte viac na západ, ale o svoju pramennú časť prišiel pirátstvom mladšieho povodia rieky Rýn, ktorá sa sformovala na veľmi mobilnej priekopovej prepadline.

Smerom na východ sa Dunaj postupne predlžoval za ustupujúcim morom, resp. jazerami zaplňujúcimi vnútornú časť mohutného karpatského oblúka. Viacerými prielomami cez horské pásma sa tok dostal v kvartéri až do Valašskej nížiny a napokon až do Čierneho mora. Dva z týchto prielomov sa nachádzajú na juhozápade Slovenska. Na slovenské územie tok vstupuje pri Devíne a prírodnú prekážku Malých Karpát prekonáva cez prielom Devínskej brány. Na území Bratislavy vteká do Podunajskej nížiny, ktorá sa v západnej časti od konca neogénu tektonicky prepadáva. Poklesávanie územia pod Žitným ostrovom vytvárajúce jamu s hĺbkou asi 500 m rieka kompenzuje nanášaním obrovského množstva štrku a piesku, čo v konečnom dôsledku znamená, že najväčší riečny ostrov v Európe je rovný ako stôl. V priečnom reze možno z vrstevníc odčítať, že je mierne konvexný, čo je dôsledok agradačných procesov spejúcich k tvorbe mohutnej vnútrozemskej delty. Pásmo mohutne divočiaceho Dunaja bolo v 19. a 20. storočí zredukované človekom do užšieho

medzivalového priestoru, cez ktorý sa rieka dostala len počas katastrofických povodní (napr. v roku 1964). O ďalšiu deštrukciu prírodnej lužnej krajiny sa postarala výstavba VD Gabčíkovo ukončená v roku 1990.

Poklesávanie Žitného ostrova má ďalekosiahle následky na charakter riečnej a dolinovej siete veľkej časti Západných Karpát, ktoré sa od neogénu vyformovali do rozsiahlej tektonickej klenby s asymetricky situovaným vrcholom v oblasti Vysokých Tatier. Ďalším činiteľom, ktorý vstúpil do tohto deja, bolo tektonické rozlámanie klenby do mozaikovej sústavy pohorí a kotlín. Vznikol sa pre Slovensko typický charakter dlhých a úzkych povodí s perovitou textúrou (Váh a Hron), v rámci ktorých musí hlavný tok povodia prekonávať bariéry dvíhajúcich sa pohorí a prepájať sústavu kotlín prielomovými dolinami.

Aj Dunaj poniže Komárna vlastne vytvára takúto prielom. Dolinu od severu obmedzuje Hronská pahorkatina a od juhu maďarské pohorie Gerecse. Podstatne výraznejším prielomom je Vyšehradská brána, úsek dunajskej doliny poniže Štúrova, končiaci sa až na severných predmestiach Budapešti. S vývojom slovenského úseku Dunaja úzko súvisia zmeny v dolinovej sieti Hronskej pahorkatiny, kde HARČÁR (1975 a 1981) identifikoval pradolínu rieky Žitavy.

Vybrané povodia Slovenska

V rámci dlhodobého výskumu realizovaného pri riešení vedeckých projektov na Geografickom ústave SAV sa podarilo objasniť, akým vývojom prešli povodia niektorých slovenských riek. Zistilo sa, že časť z nich (Poprad a Hnilec) sú v regresnom vývoji, a svoju rozlohu postupne zmenšujú. Deje sa to na úkor progresívne vyvíjajúcich sa povodí (Slaná a Bodva). Povodie Laborca na severovýchode Slovenska tiež prešlo pomerne veľkou transformáciou, ktorá bola kontrolovaná tektonickým vývojom Východoslovenskej nížiny.

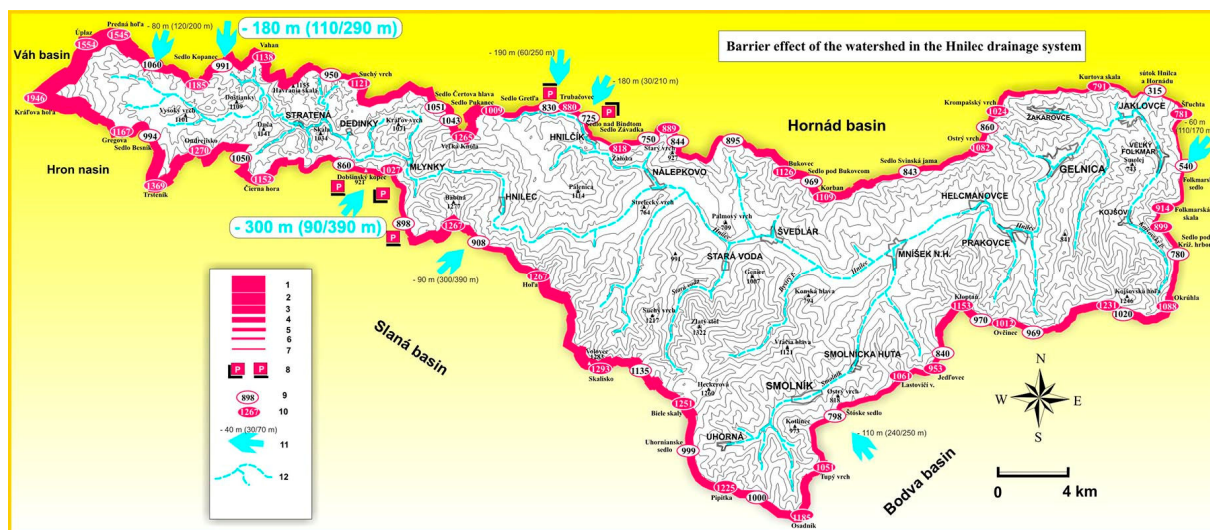
Povodie Popradu

Poprad a Dunajec tvoria jeden spoločný riečny systém dvoch rovnocenných riek. Sú jedinými, ktoré z územia Slovenska odvádzajú svoje vody na sever cez Vislu do Baltského mora. Ich bazén sa v podstate správa regresívne (LACIKA 1998 a 2000). Ako starší a vyššie položený podlieha redukcii okolitými agrasívnejšími tokmi, napríklad v oblasti Štrby alebo Gánoviec. Poprad si v Popradskej doline vytvoril typickú paralelnú textúru, odpovedajúcu prítomnosti sečnej plošiny typu glacis (Lukniš in LUKNIŠ, ed., 1972). Na hornom úseku je

svojimi tatranskými prítokmi zatlačením k okraju kotliny pod úpätie Kozích chrbtov a Levočských vrchov. Generálny smer rieky je tu v podstate subsekventný. Podtatranskú kotlinu opúšťa priečnym prelom. V strednej časti Poprad využíva pozdĺžnu depresiu v mäkšom antiklinóriu bradlového pásma. Pod Plavečom sa náhle stáča veľkým oblúkom až do protismeru. Na hranici s Poľskom sa vytvoril sled zaklesnutých meandrov prerezávajúcich Ľubovniansku vrchovinu. Dunajec svoje prítoky koncentruje v Novotargskej kotline. Opúšťa ju prelomom cez bradlové Pieniny s hlbokými zaklesnutými meandrami.

Povodie Hnilca

Povodie rieky Hnilec (LACIKA 2001B) nesie viacero znakov osobitosti. Viacerými geomorfologickými charakteristikami sa nápadne odlišuje od iných povodí na území Slovenských Karpát. Táto špecifičnosť si zaslúži hlbší záujem o poznanie a podrobnejší geomorfologický výskum. Tento príspevok prezentuje výsledky analýz geomorfologických sietí, čiže sietí dolín a medzidolinových chrbtov. Analyzované boli viaceré atribúty týchto sietí, v prípade dolín sú to: textúra, hierarchia, hustota, linearita, asymetria. Z elevačných sietí sa analýzy sústredili na rozvodia, zaoberali sa ich nadmorskou výškou ako aj relatívnou výškou nad miestnymi eróznymi bázami. Predmetné územie sa javí ako výrazne regresívne vyvíjajúce sa povodie, ktoré má tendenciu redukcie v prospech susedných povodí. Deje sa to cestou ustupovania rozvodia v dôsledku spätnej erózie tokov ako aj pirátstvom. Posun rozvodia je diferencovaný v závislosti od miery bariérovosti rozvodného chrbta. Analýzy upozornili na tzv. najzraniteľnejšie úseky rozvodia povodia Hnilca (úseky s najnižšou bariérovosťou), cez ktoré by mohlo dôjsť k spomínanej redukcii povodia. Na stranu Hornádu sú to úseky rozvodia medzi osadami Hnilčík a Bindt, sedla Kopanec pri Dobšinskej ľadovej jaskyni a Vernárskeho sedla nad osadou Pusté Pole v pramennej časti doliny Hnilca. Potenciálne dolinové pirátstvo sme identifikovali aj na južnom úseku rozvodia medzi Hnilcom a Slanou resp. Mohlo by k nemu dôjsť na rozvodí medzi Dedinkami v povodí Hnilca a Dobšinou v povodí Slanej. Cez relatívne vysokú bariéru, ktorou je rozvodie medzi povodím Hnilca a Bodvou (v širšom okolí Smolníka) nevzniká možnosť potencionálneho pirátstva. Skôr tu možno očakávať pomalé zatlačovanie rozvodia intenzívnejšej spätnej erózie prítokov Bodvy na stranu Smolníckej doliny s vyššie položenou miestnou eróznou bázou o 110 m.



Obr. 4: Povodie Hnilca

Povodie Slanej

Povodie Slanej (LACIKA 2001A) sa sformovalo v neotektonickej etape vývoja Západných Karpát. Klenbovitý výzdvih hlavnej morfoštruktúry nasmeroval dolinovú sieť od centra k perifériu, v tejto časti klenby na juh až juhovýchod. Predmetné územie sa javí ako progresívne vyvíjajúce sa povodie, ktoré má tendenciu rozširovania sa na úkor susedných povodí. Deje sa to cestou ustupovania rozvodia v dôsledku spätnej erózie tokov ako aj pirátstvom. Posun rozvodia je diferencovaný v závislosti od miery bariérovosti rozvodného chrbta. Celkový prírastok pirátstvom odhadujeme na 90 až 130 km², odhad cez ustupovanie rozvodia je ťažko kvantifikovateľný. O regresívnom vývoji možno hovoriť iba v prípade najvýchodnejšej časti povodia Slanej, kde je reálny predpoklad straty územia v čiastkovom povodí Čremošnej v prospech povodia Bodvy. Ide o stratu približne 8 km². Celková tendencia vývoja dolín a chrbtov vnútri povodia je určená diferencovanými tektonickými pohybmi parciálnych morfoštruktúr s častým uplatňovaním sa tektonického nakláňania jednotlivých krýh, najmä v rámci Rimavskej kotliny. Uzlovým sa javí územie na juhovýchode predmetného územia, kde dochádza k spojeniu dvoch hlavných osových dolín – doliny Rimavy a Slanej.



Obr. 5: Povodie Slanej

Povodie Bodvy

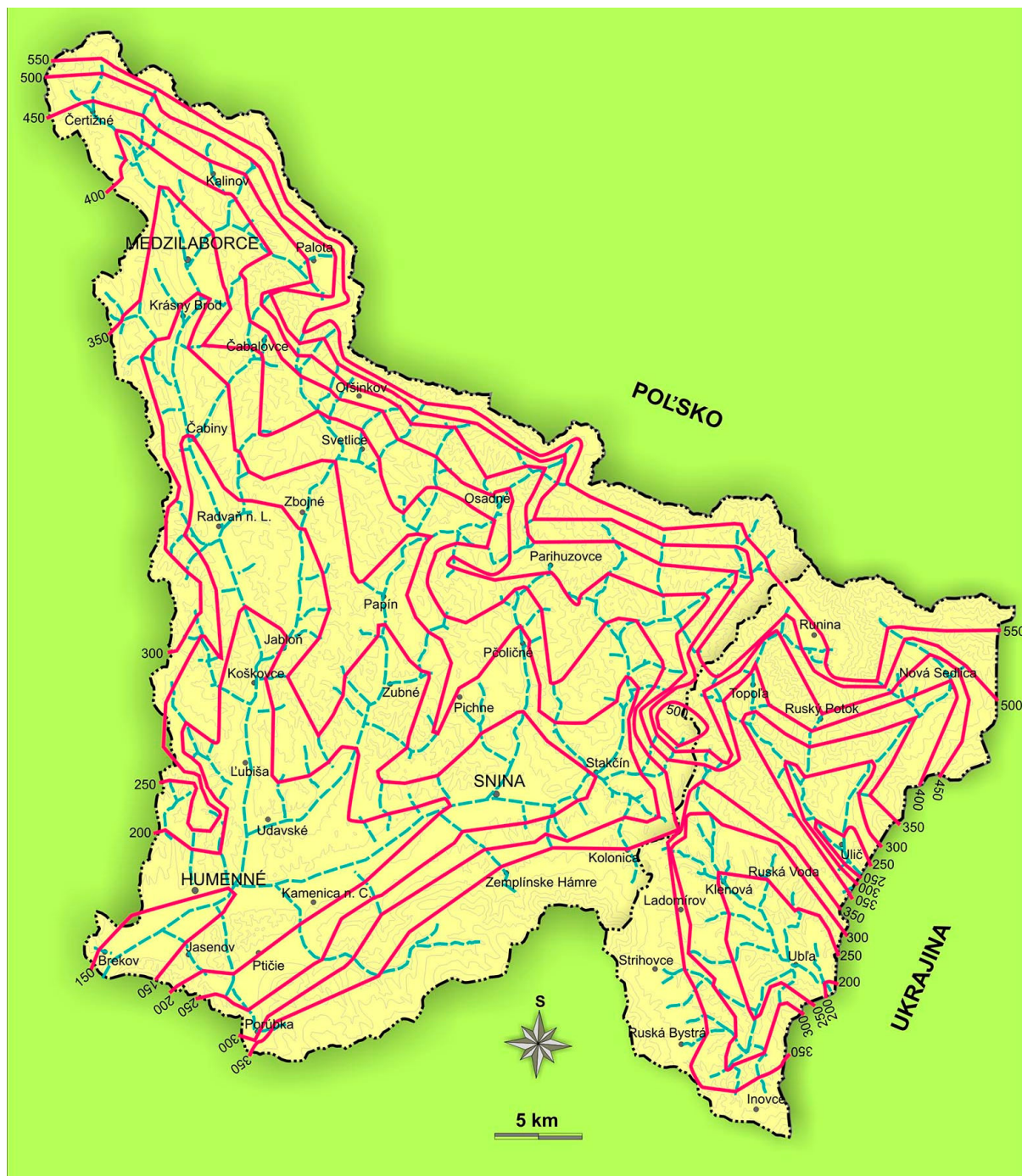
Povodie Bodvy (LACIKA 2004) je situované na juhovýchodne perifériu západokarpatskej megaklenby, ktoré je vďaka asymetrickej polohe jej centra (situovaného do oblasti Tatier) geomorfologicky veľmi dynamické. Jej dynamickosť spočíva v pomerne krátkej vzdialenosti medzi centrom a okrajom klenby resp. krátkej vzdialenosti medzi najvyšším a najnižším bodom pozdĺžneho profilu hlavnej doliny povodia. Povodie Bodvy sa progresívne vyvíja voči susedným povodiám Slanej (na západe) a Hnilca (na severe). Prejavuje tu tendenciu rozšírenia svojej rozlohy na úkor spomínaných povodí. Podľa analýzy rozvodnia sa nám javí aktuálnejšie rozširovanie sa deje viac cestou horizontálneho zatlačania rozvodného chrbta

spätnou eróziou ako riečnym pirátstvom. Riziko riečného pirátstva je determinované pomerne vysokým bariérovým efektom (Výškou a šírkou) rozvodného chrbta. V prípade rozhrania medzi povodím Bodvy a Slanej však možno predpokladať, ktorým sú planiny Slovenského krasu, že jeho bariérovosť je v krasovom podzemí značne oslabená. Je tu predpoklad tzv. podpovrchového pirátstva. Voči povodiu Hornádu susediacom na severovýchode a východe, je povodie Bodvy v regresívnom vývoji. Príčina má lokálnu povahu, ale dôsledok tohto vývoja môže byť regionálne širší. Speje k tomu, že by povodie Bodvy mohlo perspektívne prísť o hornú časť povodia Idy v prospech povodia Hornádu. Pirátstvu zatiaľ bráni vysoká bariérovosť rozvodného chrbta. Vnútorne usporiadanie geomorfologickej siete povodia Bodvy je veľmi špecifické. Prvá špecifičnosť spočíva v tom, že pomerne veľká časť povodia je krasová, v dôsledku čoho na planinách Slovenského krasu absentuje povrchová dolinová sieť. Nahrádza ju podzemná sieť riečnych jaskýň. Druhým špecifikom povodia kompozícia a tvar hlavných dolín. Okrem osovej doliny Bodvy sa tu vyvinula takmer rovnocenná dolina Idy. Obe hlavné doliny sú charakteristické nápadným oblúkom. Vytvorenie pôdorysu v tvare písmena U je dôsledkom formovania mladých lokálnych morfoštruktúr v povodí. Ich ohnutie zapríčinila individualizácia kvartérnej Turnianskej priekopovej prepadliny. S jej vznikom súvisí aj prítomnosť dvojice zvláštnych tiesňavovitých dolín (Zádielská a Hájska dolina), ktoré vznikli prepadnutím stropu jaskyne. Subsistencia Turnianskej prepadliny iniciuje silnú spätnú eróziu tokov v oboch dolinách, ktorá by mala preniknúť až do pramennej časti doliny Bodvy. Dosah tohto deja možno predpokladať aj v susednom povodí Slanej, načapovaním potoka Čremošné do povodia Bodvy.

Povodie Laborca a slovenských prítokov Uhu

V povodiach severovýchodného Slovenska – horská časť povodia Laborca a malé parciálne povodia v Poloninách patriace do povodia Uhu – LACIKA a LEHOTSKÝ (2013) analyzoval vlastnosti textúry dolinových sietí, bariérovosť rozvodí, mapu izobazít a relevantné vlastnosti geologickej štruktúry. Výsledky analýz potvrdili, že predmetné územie prešlo počas neogénu a kvartéru zložitým morfoštruktúrnym vývojom, ktorý sa prejavil okrem iného aj výraznou transformáciou geomorfologických sietí. Stará sieť sformovaná v paleogéne zodpovedala usporiadaniu vrásových štruktúrnych prvkov vonkajšieho flyšového pásma. V zmenených morfoštruktúrnych podmienkach sa začala tvoriť nová sieť s podstatne odlišnou kompozíciou dolín a chrbtov. Transformácia, v ktorej sa viacnásobne uplatnili riečne pirátstvo, dospela do štádia, keď nová sieť prevažuje, ale stále sú identifikovateľné aj segmenty starej siete. Túto

transformáciu zapríčinili tri morfoštruktúrne činitele: subsidencia územia dnešnej Východoslovenskej nížiny, vývoj v susednom povodí Ondavy a navŕšenie bariéry v podobe neogénnych stratovulkánov Vihorlatských vrchov.



Obr. 6: Povodie Laborca

Literatúra

DURY, G. H. *Map interpretation*. Arnold, London 1952.

FILOSOFOV, V. P. *Kratkoje rukovodstvo po morfometričeskomu metodu poiskov tektoničeskich struktur*. Izdatel'stvo Saratovskogo univerziteta, Saratov 1960, 1-93.

KVITKOVIČ, J., FERANEC, J. Lineárne a nelineárne rozhrania Západných Karpát. *Geografický časopis*, 38, 1986, 152-163.

HARČÁR, J. Podiel tektoniky na kvartérno-geologickom a morfológickom vývoji Pohronskej pahorkatiny a doliny Žitavy. *Geografický časopis*, 27, 1, 1975, 25 - 29.

HARČÁR, J. Stručná charakteristika terás Žitavy a Podunajskej nížiny. *Geografický časopis*, 33, 1, 1981, 72 - 90.

LACIKA, J. Očakávané zmeny usporiadania dolinovej siete v povodí Popradu. *Geografický časopis*, 3-4, 50, Bratislava 1998, 261-275.

LACIKA, J. The principles of morphostructural division of Slovakia. *Moravian geographical reports*, 1, 7, Brno 1999, 2-12.

LACIKA, J. Transformacja sieci geomorfologicznych zlewni Popradu i Dunajca w Karpatach Zachodnich. *Preglad Geologiczny*, vol. 48, 1, Kraków 2000, 84 – 90.

LACIKA, J. Vývoj geomorfologických sietí slovenskej časti povodia rieky Slaná. *Geografický časopis*, 53, 3, Bratislava 2001a, 269-291.

LACIKA, J. Geomorfologický vývoj doliny Hnilca. *Geomorphologia Slovaca*, 1, 1, Bratislava 2001b, 25-34.

LACIKA, J. Typy riečneho pirátstva vo vulkanických pohoriach slovenských Karpát. *Geografický časopis*, 54, 2, Bratislava 2002, 151-164.

LACIKA, J. Progressive evolution of the Bodva drainage basin (SE West Carpathians, Slovakia. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, XXXIX, 2004, 73-84.

LACIKA, J. LEHOTSKÝ, M. Morfoštruktúrna analýza reliéfu ako nástroj na pochopenie vývoja a zmien riečnej siete - príklad severovýchodného Slovenska. *Geografický časopis*, 2013, roč. 65, č. 3, s. 251-268.

LEŠKO, B. (1952). Pirátstvo rieky Udavy. *Zemepisný zborník*, IV, 3-4, 1952, 89-106.

LUKNIŠ M. In: Lukniš M. et al. 1972 – *Slovensko II, Príroda*. Obzor Bratislava 1972 124-202.

STRAHLER, A. N. Dynamic Basis of Geomorphology. *Bulletin Geological Society of America*, 63, 1952, 923-938.

ZUCHIEWICZ, W. The tectonic interpretation of longitudinal profiles of the Carpathian rivers. *Rocznik Polskiego towarzystwa geologicznego*, L – 3/4, 1980, 311-328.

ZUCHIEWICZ, W. Morphometric methods applied to the morphostructural analysis of mountainous topography (Polish Western Carpathians). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 51, 1/2, Kraków, 1981, 99-116.