

Sekcia G

Vedecké sympóziu Asociácie slovenských geomorfológov „RELIEF A PROCESY V ČASE A PRIESTORE“

VÝSLEDKY VÝSKUMU GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESOV V SLOVENSKÝCH KARPATOCH ZA POSLEDNÝCH 15 ROKOV

Miloš STANKOVIANSKY¹⁾, Rudolf MIDRIAK²⁾

Abstract

The aim of the contribution is to characterize the state of the art of investigation of the geomorphic processes taking part in shaping the relief of the Slovak Carpathians, realized within the last 15 years. The contribution is divided into two parts, characterizing the operation of geomorphic processes in two basic altitudinal climatic morphogenetic systems, identified in the Carpathians.

Key words: *geomorphic processes, gravitational processes, runoff processes, water reservoir silting*

Úvod

Cieľom príspevku je charakterizovať stav výskumu exogénnych geomorfologických procesov podieľajúcich sa na modelácii reliéfu slovenských Karpát. Dôraz je kladený na výskumy realizované v období posledných 15 rokov. Výsledky starších výskumov vybraných skupín procesov sú vyčerpávajúčim spôsobom zosumarizované v dobre známych knižných publikáciách, odkazujeme na prácu Nemčoka (1982) o gravitačných procesoch, Zachara (1982) o erózii pôdy a Midriaka (1983) o súbore procesov pôsobiacich vo vysokých pohoriach. Smery výskumu geomorfologických procesov na slovenských vedecko-výskumných a pedagogických pracoviskách do začiatku 80-tych rokov zhrnul Stankoviansky (1983, 1984a).

Príspevok je z praktického hľadiska rozdelený na dve časti, charakterizujúce pôsobenie geomorfologických procesov v dvoch základných výškových klimatických morfogenetických systémoch, identifikovaných v Karpatoch Kotarbo a Starkelom (1972). Sú to nižší a oveľa rozsiahlejší mierny lesný systém a vyšší, no málo rozsiahly kryoniválny systém. Ich rozhranie predstavuje horná hranica lesa, ktorá sa zhruba zhoduje s izohypsou 1500 m n.m. Uvedené morfoklimatické systémy sa vyznačujú výrazne odlišnými geoeologickými pomermi, z čoho vyplývajú i odlišnosti vo výskyte a priebehu geomorfologických procesov.

RNDr. Miloš STANKOVIANSKY, CSc., Prof. Ing. Rudolf MIDRIAK, DrSc.

¹⁾ Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

²⁾ Katedra aplikovanej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

V zmysle klasifikácie exogénnych geomorfologických procesov Stankovianskeho (1983) sa výskum procesov na území slovenských Karpát v hodnotenom období sústredil najmä na gravitačné, vodou indukované (ronové, fluválne, stojatých vôd), kryogénne, niválne a eolické procesy.

Geomorfologické procesy v miernom lesnom morfogenetickom systéme

Táto stať je venovaná výsledkom štúdia geomorfologických procesov ako i foriem vzniknutých týmito procesmi. Z vyššie uvedených skupín geomorfologických procesov je dôraz kladený najmä na pôsobenie gravitačných a vodou indukovaných procesov.

Gravitačné procesy predstavujú najvýznamnejší geomorfologický hazard na Slovensku. Čiastkové gravitačné procesy ako zliezanie, zosúvanie, stekanie a rútenie majú za následok vznik svahových deformácií, a to plazivých porúch, zosunov, svahových prúdov a zrútení (Malgot et al. 1994). V príspevku nebolo možné oddeliť staršie gravitačné deformácie od súčasných. Nemček (1982) uvádza na Slovensku celkovo 9194 svahových porúch postihujúcich zhruba 1500 km², t.j. asi 3 % jeho územia. Podľa Modlitbu a Klukanovej (1996) pri ďalšej etape systematického výskumu gravitačných deformácií v 80-tych rokoch bolo zaregistrovaných 4447 nových lokalít. Výskum ukázal, že rozsah svahových deformácií závisí od geologickej štruktúry, geomorfologických a klimatických pomerov. Najpostihnutejšie územia tvoria flyšové oblasti, vnútrohorské kotliny a mladé vulkanické pohoria. Špecifické typy svahových deformácií boli vytvorené v jadrových pohoriach, najmä vysokých, budovaných kryštalinikom a mezozoikom (Malgot, Baliak 1996). Gravitačné deformácie poškodzujú lesy, lúky, pasienky i ornú pôdu. Okolo 90 % nových zosunov vzniklo reaktiváciou starších následkom negatívnej intervencie človeka (Malgot, Baliak 1993). V súvislosti s nebezpečnosťou gravitačných procesov je uskutočňovaný dlhodobý monitoring ich aktivity, zameraný na lokality primárneho ekonomického záujmu (Wagner et al. 1996b, 1997).

Najkomplexnejšiu publikáciu o gravitačných deformáciách predstavuje Zborník referátov z konferencie „Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku“ (Wagner et al. 1996a). Táto práca sumarizuje doterajšie výsledky výskumu gravitačných deformácií z celoslovenského hľadiska a predstavuje vybrané súčasné výskumy regionálneho charakteru. Z početných ďalších výsledkov uvádzame práce venované flyšovým oblastiam (e.g. Kováčiková et al. 1989, Kováčik, Ondrášik 1991, Kováčik 1992, Harčár 1993) a vulkanickým pohoriam (Dzurovčin 1990, Harčár, Krippel 1994).

Z vodou indukovaných geomorfologických procesov boli v centre záujmu najmä ronové a fluválne procesy ako i procesy stojatých vôd. Výskum a hodnotenie ronových procesov bol popri gravitačných procesoch ďalším ťažiskom štúdia geomorfologických procesov. Pod ronovými procesmi chápeme geomorfologické procesy iniciované ronom, t.j. vodou otekajúcou po povrchu svahov počas extrémnych zrážok a topenia snehu (cf. Stankoviansky 1995, 1997b), nazývané pôdozncami termínom „vodná erózia“. Ronové procesy boli študované v odlišných krajinných typoch (lesnej, či poľnohospodárskej krajine), ale i v kombinovaných leso-poľnohospodárskych krajinných komplexoch v rámci povodí, resp. častí pohorí. Z prístupov k štúdiu ronových procesov možno uviesť meranie ich súčasnej intenzity, mapovanie ich priestorového rozloženia, hodnotenie ich geomorfologického efektu v čase, ako i zmien ich pôsobenia následkom zmien využívania zeme.

Meranie intenzity súčasných ronových procesov sa uskutočňovalo výlučne v lesnej krajine, a to najmä v smrekových a bukových ekosystémoch, čiastočne i v jedľových, borovicových, smrekovcových, dubových a hrabových ekosystémoch (Midriak 1993b). Rozlišovali sa absolútne a relatívne pôdne straty, pričom prvé predstavovali odnos materiálu až do hydrografickej siete, druhé iba jeho redistribúciu po svahu. Namerané hodnoty absolútnych pôdných strát z lesných porastov na Slovensku sú v podstate veľmi nízke, v ihličnatých porastoch dosahujú priemerne len 18 kg/ha/rok, v listnatých 24 kg. Na jednotlivých lokalitách však tieto hodnoty značne varírujú, a to od 1 do 61 kg/ha/rok. Najmenšie absolútne pôdne straty sú v jedľových a smrekových porastoch, priemerné v bučinách a nadpriemerné v dubových a borovicových lesoch. Z relatívnych pôdných strát je najvýznamnejšou premiestňovanie anorganického materiálu. Ročne je takto premiestňovaných 8-891 kg/ha (priemerne 109-323 kg), podľa odlišnosti podmienok stanovišťa. Presunuté organické častice vykazujú 15-544 kg/ha/rok (priemerne 132-255 kg), tieto však nemožno považovať za straty v striktnom zmysle slova, lebo ich rozkladom vzniká humus na inom mieste lesného porastu.

Prezentované výsledky vo všeobecnosti svedčia o vysokej protieróznej účinnosti lesných porastov. Táto je však na viacerých miestach oslabená, a to najmä veľkoplošnými holorubmi, nevhodnými technológiami približovania dreva, budovaním nespevnených ciest, lyžiarskych tratí, vlekov a p. (Midriak 1988). Vplyv antropogénnych aktivít na priebeh ronových procesov v lesnej krajine bol študovaný v modelovom území Komárnik vo flyšom budovanej Laboreckej vrchovine s jedľobukovým lesom a na lokalite Biely Váh v karbonatickými horninami budovanej časti Kozích chrbtov so smrekovým lesom (Midriak 1989, 1994). V prvom prípade absolútne pôdne straty vykazovali hodnotu 13-20 kg/ha/rok, relatívne straty 333-1000 kg, v druhom prípade 22-51 kg/ha/rok, resp. 423-688 kg, pričom najvyššie hodnoty na oboch lokalitách sa viazali na holoruby (Midriak 1989).

Meranie intenzity súčasných ronových procesov sa uskutočnilo i v Bukovských vrchoch, flyšom budovanej geomorfologickej jednotke, súčasť Biosferickej rezervácie Východné Karpaty (Midriak 1995a,b). Namerané hodnoty absolútnych pôdných strát plošnými ronovými procesmi sú pomerne nízke (16-81 kg/ha/rok), avšak úhrnné straty (t.j. absolútne plus relatívne) na holoruboch dosahujú až 1570 kg/ha/rok. Oveľa väčšie hodnoty dosahujú pôdne straty lineárnymi ronovými procesmi, viažúcimi sa na ryhy po prejazde traktorov, približovaní dreva a na lesné cesty. Tieto sú takmer 100-násobne vyššie ako straty spôsobené plošnou eróziou ($4,4-14 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). Priemerný odnos, spôsobený tak mechanickým odieraním povrchu vlečnými kmeňmi, ako i následným odplavovaním zeminy koncentrovaným povrchovým odtokom z jedného bežného metra dĺžky nespevnených približovacích ciest kolíše v tomto území v rozmedzí $0,13-0,61 \text{ m}^3/\text{rok}$ (Midriak 1995b).

Na rozdiel od lesnej krajiny boli ronové procesy v poľnohospodárskej krajine študované z hľadiska hodnotenia ich geomorfologického efektu, pod ktorým chápeme najmä geometrické zmeny reliéfu a zmeny priebehu procesov. Výskum sa koncentroval predovšetkým na poľnohospodársky využívané plochy Myjavskej pahorkatiny, a to najmä v povodí Jablonky. V rámci hodnotenia geomorfologického efektu sa rozlišoval okamžitý, operatívny efekt konkrétnych erózo-akumulačných udalostí, resp. stredno- až dlhodobý efekt súboru anonymných, konsektívnych udalostí počas obdobia antropogénne ovplyvnenej modelácie reliéfu (Stankovian-

sky 1998). Operatívny geomorfologický efekt plošných i lineárnych ronových procesov bol študovaný na základe následnej detailnej mapovej dokumentácie prejavov jednorázových udalostí, či už extrémnych zrážok (Stankoviansky 1997d), alebo topenia snehu (Stankoviansky 1995), a to za účelom stanovenia zákonitostí priestorového rozloženia stružiek a efemérnych výmoľov vo vzťahu k reliéfu, využitiu zeme a použitej agrotechnike.

V rámci hodnotenia dlhodobého geomorfologického efektu reliéfových procesov v Myjavskej pahorkatine boli stanovené etapy modelácie jej reliéfu v holocéne s charakteristickými súbormi procesov a ich geomorfologickými prejavmi (Stankoviansky 1994a). V rámci hodnotenia strednodobého geomorfologického efektu ronových procesov počas relatívne krátkého, iba 7 storočí trvajúceho obdobia antropogénnej transformácie pôvodnej, zalesnenej krajiny, bola pozornosť venovaná znižovaniu povrchu chrbtov a svahov (Stankoviansky 1997a, 1998), zvyšovaniu dĺžky údolí a dolín (Stankoviansky 1997b), vzniku permanentných výmoľov (Stankoviansky 1997c) a splachových brázd (Stankoviansky 1998). Znižovanie svahov je výsledkom kombinácie ronovej erózie a erózie z orania. Hustá sieť permanentných výmoľov je podmienená prevažne antropogénne, pričom najväčší rozmach výmoľovej erózie je spätý s kulmináciou kopaničiarskej kolonizácie koncom 18. a začiatkom 19. storočia, čo korešponduje s poslednou fázou tzv. Malej ľadovej doby (Stankoviansky 1997c).

V rámci hodnotenia strednodobého geomorfologického efektu ronových procesov bol najväčší dôraz kladený na obdobie po kolektivizácii poľnohospodárstva. Pomocou rôznych objektov (telefónne stĺpy, kolíky ohrád), čiastočne zanesených nánosmi, boli zistené až okolo 1 m mocné polohy sedimentov, uložené nad prekážkami v dnách dolín či pod svahmi, korešpondujúce s obdobím od počiatkov kolektivizácie dodnes (Stankoviansky 1996). Porovnaním charakteru ronových procesov pred a po kolektivizácii sa zistili výrazné odlišnosti v ich priebehu. Pri staršom type využívania zeme prevažoval lineárny charakter procesov. Lineárne usmernená, tzv. koncentrovaná erózia, bola usmernená najmä umelými lineárnymi krajinnými prvkami. Pre pokolektivizačný spôsob využívania zeme je typický predovšetkým plošný charakter priebehu ronových procesov (Stankoviansky 1998).

V susednom Považskom podolí bola na vyhodnotenie geomorfologického efektu spoločného pôsobenia ronovej erózie a erózie z orania v pokolektivizačnom období použitá metóda Cs 137. Hodnotil sa geomorfologický efekt týchto procesov v úvalinovitých bazénoch vhlbených do svahov na lokalitách Horné Slnie a Ľuborča (Lehotský, Stankoviansky 1992), resp. na priamom svahu na lokalite Bzince pod Javorinou (Lehotský et al. 1993). V prvom prípade bol na erózne najatakovanejších partiách zistený odnos ca 5 cm vrstvy pôdy, v miestach maximálnej akumulácie prírastok ca 10 cm. V prípade Bzince bol erózný efekt obdobný, akumulácia však dosiahla ca 15 cm.

Geomorfologický efekt ronových a eolických procesov, akcelerovaných v podmienkach poľnohospodárskeho využívania južných svahov karbonického masívu Slovenského krasu v posledných troch storočiach s kulmináciou v rokoch 1870-1970, vedúceho k ich spustnutiu, ako i vplyv následného zalesnenia na priebeh ronových procesov, hodnotia Midriak a Lip-ták (1995).

Sumarizujúce údaje o intenzite, rozsahu a časových zmenách ronových procesov (vodnej erózie podľa autorov) z celoslovenského hľadiska prezentujú Šály a Midriak (1995).

Na príklade povodia Vrzávky na styku Bielych Karpát, Považského podolia a Myjavskej pahorkatiny bol charakterizovaný súbor geomorfologických procesov podieľajúcich sa na modelácii jeho reliéfu (Stankoviánsky 1988). Výsledkom detailného štúdia procesov v tomto území bolo vypracovanie mapy priestorového rozloženia ich pôsobenia v mierke 1:10 000 (Stankoviánsky 1994b). V časti povodia Vrzávky Hanušin (1993) študoval vzťah chemickej denudácie k rýchlosti odtoku, podielu lesov v povodí a k veľkosti špecifického odtoku.

Pôsobenie parciálnych geomorfologických procesov v južnej časti Malých Karpát charakterizuje Urbánek (1989), v Levočských vrchoch Novodomec (1995), v Bukovských vrchoch Dzurovčin (1996) a v povodí vodnej nádrže Starina na Ciroche Chomaničová (1997). Výmolovej erózii v SZ časti Nízkych Beskyd, najmä vo vzťahu ku geologickej štruktúre a reliéfu sa venuje Harčár (1995).

Výskum fluviálnych procesov a procesov stojatých vôd vo vodných nádržiach v horskej časti Slovenska sa v hodnotenom období zameriaval najmä na modeláciu koryt tokov následkom eróznych a akumulačných procesov, transport v suspenzii, zanášanie nádrží a abráziu.

Morfologické zmeny priebehu koryt hlavných slovenských tokov sa vyhodnocovali na základe opakovanej interpretácie leteckých snímok, zmeny reliéfu dŕn na základe echolotovania vo vybraných profiloch. Výsledkom výskumu sú atlasy jednotlivých tokov, z ktorých boli zatiaľ spracované Nitra a Hron (Holubová 1997). Fluviálne procesy a formy v korytách bystrinných tokov vo vzťahu k brehovým porastom študovali Valtýni et al. (1990).

Systematické merania koncentrácií plavenín na vybraných tokoch (Váh, Hron, Kysuca, Nitra, Hornád, Bodrog, Uh, Laborec) sa vykonávalo v rokoch 1955-1972, neskôr iba v 5-10 ročných intervaloch. Plaveniny majú rozhodujúci význam pri zanášaní akumulačného objemu vodných nádrží. Ich ročné objemy predstavujú v podmienkach riečnej siete Slovenska 8-10 násobok ročného objemu splavenín (Holubová 1997). Problematikou zanášania vodných nádrží na Slovensku sa zaoberajú početné práce, odkazujeme na sumarizujúcu prácu Holubovej (1997) s vyčerpávajúcym prehľadom literatúry. Problém intenzívneho zanášania nádrží sa vyskytuje najmä v strednej a hornej časti vážskej kaskády čo súvisí s vysokou intenzitou eróznych procesov v prostredí budovanom horninami strednej až nízkej odolnosti. V súvislosti sa zanášaním stratila nádrž Krpeľany 58%, nádrž Hričov 25% a nádrž Nosice 22% z ich pôvodného objemu. Celkovo sa v uvedených nádržiach za obdobie od zahájenia ich prevádzky až do roku 1992 usadilo viac ako 12,7 mil. m³ sedimentov, čo predstavuje približne 35% zmenšenie ich pôvodného, celkového objemu (Holubová, Lukáč jr. 1997).

Značná pozornosť je venovaná problematike vlnovej abrázie vo vodných nádržiach. Lukáč (1988) a Lukáč, Lukáč jr. (1996) zovšeobecňujú výsledky výskumu z viacerých slovenských vodných nádrží. Ďalšie práce sú venované jednotlivým vodným nádržiam, a to nádrži Domaša (Harčár 1986) a Vihorlat (Lukáč, Kožuch 1989). Harčár a Trávníček (1992) študovali vplyv abrázie nádrže Domaša na iniciovanie zosunov pri Novej Kelči.

Popri vodných nádržiach na väčších tokoch bola pozornosť venovaná i malým vodným nádržiam, určeným na zavlažovanie. Janský (1992) za pomoci volumetrickej metódy a regresnej analýzy vyhodnotil intenzitu zanášania v 27 nádržiach o rozlohe od 1 do 20 ha, z ktorých polovica je situovaná v horskej časti Slovenska. Výpočty ukázali, že sedimenty predstavujú 4,8-83,6 % úhrnnej kapacity nádrží. Ročne sa v jednotlivých nádržiach usadilo v priemere

od 188 do 7554 m³ nánosov, čo spôsobilo ročný úbytok ich objemu 0,32 až 9,30 % jednotlivo. Z množstva nánosov, doby ich akumulácie a z plochy povodia vypočítaný prísun materiálu do nádrží sa pohyboval od 10,4 do 442,1 m³/km²/rok. Podľa autora eróznno-akumulačné procesy v povodiach študovaných vodných nádrží sú najviac ovplyvnené podielom zalesnených plôch, využívaním zeme a odolnosťou hornín.

Geomorfologické procesy v kryoniválnom morfogenetickom systéme

Kryoniválny morfogenetický systém je zhodný s výskytom najvyšších častí vysokých pohorí slovenských Karpát, presnejšie s územím nad hornou hranicou lesa, ktorého plocha predstavuje síce len ca 2 % z povrchu Slovenska, ale významne ovplyvňuje rozsiahle nižšie ležiace územia pohorí a kotlín. Ide o geomorfologické celky, resp. podcelky, situované v centrálnej časti Západných Karpát, a to Tatry (Vysoké, Belianské a Západné), Nízke Tatry (Ďumbierske, Kráľovohoľské), Malú Fatru (Lúčanskú, Kriváňsku), Veľkú Fatru, Chočské vrchy a Oravské Beskydy (Babiu horu, Pilsko). Kryoniválny morfogenetický systém zahŕňa subalpínsky a alpínsky stupeň (z ktorých druhý je situovaný vo výškovom rozpätí od 1800-1950 až po 2300 mm), v prípade Vysokých Tatier aj netypicky vyvinutý subniválny stupeň nad 2300 m.

Výskum geomorfologických procesov nad hornou hranicou lesa bol zameraný nielen na procesy, ktoré sú pre kryoniválny systém špecifické, teda na kryogénne a niválne, ale i na ronové, povrchové gravitačné a eolické. Štúdiu prejavov súčasných geomorfologických procesov a hodnoteniu ich intenzity vo vysokých pohoriach sa venoval najmä Midriak (1983, 1990, 1991, 1992, 1993a, 1995c, 1996a, b, Midriak, Zaušková 1993c). Geomorfologický efekt procesov v Ďumbierskych Tatrách charakterizoval Stankoviansky (1984b). Hreško (1994, 1996) sa zaoberal dynamikou geomorfologických procesov vybranej časti Západných Tatier.

Priemerná hodnota znižovania povrchu komplexným súborom geomorfologických procesov v oblastiach vysokých pohorí nad hornou hranicou lesa je 0,27 mm/rok. Priemerné hodnoty znižovania následkom pôsobenia jednotlivých skupín geomorfologických procesov sú podľa Midriaka (1983, 1993a) nasledovné:

- slabá až silná intenzita ronových procesov (v lese pod hornou hranicou lesa a v porastoch kosodreviny i mačiny nad hornou hranicou lesa 0,001 – 0,007 mm/rok, na obnažených a deštruovaných povrchoch 3,4 mm/rok, maximálne až desaťnásobok priemeru),
- nepatrná až stredná intenzita povrchových gravitačných procesov (následkom odpadávania úlomkov zo skalných stien 0,01 – 3,00, priemerne 0,3 mm/rok, následkom zliezania 0,36 mm/rok, pohybom mačínového plášťa 1,8 – 28 mm/rok),
- slabá až stredná intenzita eolických procesov (následkom deflácie 0,00003 – 0,5, priemerne 0,18 mm/rok),
- slabá až stredná intenzita niválnych procesov (odieraním povrchu snehovými lavínami od niekoľkých desiatín do 350 mm pri jednej udalosti, ústupom okrajov nivačných nfk 0,2 – 160 mm/rok, denudácia niváciou obnaženého povrchu priemerne 2,5 mm/rok),
- nepatrná až stredná intenzita kryogénnych procesov (ústup skalnej steny mrazovým zvetrávaním 0,003 -0,019 mm/rok, zníženie obnaženého pôdneho povrchu gelisaltáciou, t.j. činnosťou ihlicového ľadu) 0,5 až 3,64 mm pri jednom úplnom regelačnom cykle).

V kryoniválnom morfogenetickom systéme slovenských vysokých pohorí sa vyskytuje zhruba 900 dráh sutinových prúdov a úšustov s frekvenciou výskytu 1x za 3-10 rokov a 1754 dráh snehových lavín, z toho 54 % s častým a veľmi častým výskytom.

Záver

Výskum geomorfologických procesov v slovenských Karpatoch v hodnotenom období ale aj pred ním prebiehal v rovine kvalitatívnej i kvantitatívnej. Geomorfológovia sa venovali štúdiu procesov na základe mapovania a detailnej analýzy foriem reliéfu ktoré tieto procesy vytvorili, prípadne na základe analýzy korelátnych sedimentov odpovedajúcich ich eróznej zložke, teda inými slovami prostredníctvom hodnotenia ich geomorfologického efektu, a to tak okamžitého ako aj stredno- a dlhodobého. Ďalším zaužívaným prístupom bolo mapovanie priestorového rozloženia pôsobenia procesov. Meranie intenzity súčasných procesov, v podobnom duchu ako napr. v susednom Poľsku, medzi slovenskými geomorfológmi nezapustilo hlbšie korene. Tento smer výskumu procesov u nás realizovali poväčšine odborníci z iných oblastí. Tu treba spomenúť predovšetkým vyššie uvedené merania intenzity ronových procesov v lesnej krajine a súboru procesov nad hornou hranicou lesa, vykonávané R. Midriakom, merania zanášania vodných nádrží a abrázie ich brehov hydroológmi, či merania niektorých gravitačných procesov inžinierskymi geológmi.

Prehľad literatúry:

- CHOMANIČOVÁ, A. (1997): Erosion processes on farming land in the catchment of the water management basin Starina. Proceedings of the Soil Fertility Research Institute, 20, 1, 35-44.
- DZUROVČIN, L. (1990): Produkty svahovej modelácie v strednej a južnej časti Slanských vrchov. Geografický časopis, 42, 2, 173-188.
- DZUROVČIN, L. (1997): Analýza erózných procesov a javov v Bukovských vrchoch so zvláštnym zreteľom na povodie VN Starina. In Krajina východného Slovenska v odborných a vedeckých prácach. Prešov (VP SGS, PdF UPJŠ), 145-151.
- HANUŠIN, J. (1993): Analýza väzieb v subsystéme hydrologického cyklu malého povodia so zreteľom na indikačnú funkciu hodnôt elektrickej vodivosti povrchovej vody. Geografický časopis, 45, 1, 109-118.
- HARČÁR, J. (1986): Abrázia po obode vodnej nádrže Domaša v Nízkych Beskydách. Geografický časopis, 38, 4, 322-341.
- HARČÁR, J. (1993): The relation of landslides to the structure and morphology of the Nízke Beskydy Mts. Acta geographica ac geologica et meteorologica Debrecina, 30-31, 47-55.
- HARČÁR, J. (1995): Výmoľová erózia v SZ časti Nízkych Beskyd – vzťah k štruktúre a reliéfu. In Hochmuth, Z., ed. Zborník referátov z konferencie: Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Prešov (PdF UPJŠ), 19-31.
- HARČÁR, J., KRIPPEL, E. (1994): K morfogénze gravitačných svahových deformácií vo Vihorlate – založené na palynologickom datovaní. Geografický časopis, 46, 3, 283-290.

- HARČÁR, J., TRÁVNÍČEK, D. (1992): Genéza a vývoj svahových pohybov v Novej Keľči v Nízkyh Beskydách. *Geografický časopis*, 44, 3, 259-272.
- HOLUBOVÁ, K. (1997): Problémy systematického sledovania eróznio-sedimentačných procesov v oblasti vodných diel. In *Práce a štúdie*. Bratislava (VÚVH), (in press):
- HOLUBOVÁ, K., LUKÁČ, M.jr. (1997): Silting process in the system of reservoirs in Slovakia. In *Proceedings of the 19th ICOLD Congress*, Florence, Q.74, R.34, 551-561.
- HREŠKO, J. (1994): The morphodynamic aspect of high mountain ecosystems research, Western Tatras – Jalorec Valley. *Ekológia*, 13, 3, 309-322.
- HREŠKO, J. (1996): The present-day geomorphic processes in the high mountain landscape, Western Tatras – Jalorec Valley. *Ekológia*, 15, 4, 475-477.
- JANSKÝ, L. (1992): Sediment accumulation in small water reservoirs utilized for irrigation. In Younos, P., Diplas, P., Mostaghimi, S., eds. *Proceedings of the Internat. Symposium*, Nashville: Land reclamation – advances in research and technology. Amer. Soc. of Agricult. Engin., St. Joseph, 76-82.
- KOTARBA, A., STARKEL, L. (1972): Holocene morphogenetic altitudinal zones in the Carpathians. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 6, 21-33.
- KOVÁČIK, M. (1992): Slope deformations in the flysch strata of the West Carpathians. In Bell, D.H., ed. *Proceedings of the 6th Internat. Symposium*, Christchurch: Landslides. Rotterdam (Balkema), 139-144.
- KOVÁČIK, M., ONDRÁŠIK, R. (1991): The effect of Quaternary uplift on the stability of slopes in the central part of the Skorušinské Vrchy Mts. in the West Carpathians. In Foster, A., Culshaw, M.G., Cripps, J.C., Little, J.A., Moon, C.F., eds. *Quaternary Engineering Geology*, Spec. Publ. No.7. London (The British Geological Society), 659-664.
- KOVÁČIKOVÁ, M., KOVÁČIK, M., MODLITBA, I. (1989): Zemný prúd v katastri obce Klieština. *Geologické práce, Správy*, 88, 177-190.
- LEHOTSKÝ, M., STANKOVIANSKY, M., (1992): Detekcia zrážkových eróznio-akumulačných procesov na základe stanovenia obsahu izotopu Cs-137 v pôdnom profile. *Geografický časopis*, 44, 3, 273-287.
- LEHOTSKÝ, M., STANKOVIANSKY, M., LINKEŠ, V. (1993): Use of Caesium-137 in study of pedogeomorphic processes. In Wicherek, S., ed. *Proceedings of the Internat. Symposium*, Paris, Saint-Cloud: Farm land erosion in temperate plains environment and hills. Amsterdam, London, New York, Tokyo (Elsevier), 339-346.
- LUKÁČ, M. (1988): Influence of wind wave motion on the transformation of reservoir banks in Slovakia. In Volker, A., Henry, J.C., eds. *Side effects of water resources development*. Wallingford (IAHS), No.172, 51-78.
- LUKÁČ, M., KOŽUCH, V. (1989): K niektorým problémom prevádzky vodného diela Vihorlat. *Vodní hospodárství*, A, 2, 43-51.
- LUKÁČ, M., LUKÁČ, M.jr. (1996): Some environmental impacts of reservoir operation. In *Proceedings of the Internat. Conference: Aspects of conlits in reservoir development and management*. London (City University), 461-467.
- MALGOT, J., BALIAK, F. (1993): Influence of landslides on the environment in Slovakia. In Novosađ, S., Wagner, P., eds. *Proceedings of the 7th Internat. Conference and*

- Field Workshop, Czech and Slovak Republic: Landslides. Rotterdam (Balkema), 249-256.
- MALGOT, J., BALIAK, F. (1996): Svahové deformácie a ich vzájomná podmienenosť v rôznych geologických štruktúrach Slovenska. In Wagner, P., ed. Zborník referátov z konferencie, Nitrianske Rudno: Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. Bratislava (MŽP SR, GS SR, SAIG), 7-13.
- MALGOT, J., BALIAK, F., ANDOR, L. (1994): Slope deformation research in Slovakia. In Oliveira, R., Rodrigues, L.F., Coelho, A.G., Cunha, A.P., eds. Proceedings of the 7th Internat. IAEG Congress, Lisboa. Rotterdam (Balkema), 2195-2204.
- MIDRIAK, R. (1983): Morfogenéza povrchu vysokých pohorí. Bratislava (Veda), 513 pp.
- MIDRIAK, R. (1988): Anti-erosion function of forest stands in Slovakia. Acta Instituti Forestalis Zvolensis, 7, 139-163.
- MIDRIAK, R. (1989): Vplyv foriem hospodárskeho spôsobu na povrchový odtok a pôdne straty v smrekovom a jedľo-bukovom ekosystéme. Lesnícky časopis, 35, 6, 449-461.
- MIDRIAK, R. (1990): Povrchový odtok a pôdne straty vo vysokohorských ekosystémoch. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 39, 59-78.
- MIDRIAK, R. (1991): Súčasný reliéfový procesy vo vysokých pohoriach Slovenska – I. časť. Acta Facultatis Forestalis, 33, 55-74.
- MIDRIAK, R. (1992): Súčasný reliéfový procesy vo vysokých pohoriach Slovenska – II. časť. Acta Facultatis Forestalis, 34, 299-319.
- MIDRIAK, R. (1993a): Únosnosť a racionálne využívanie územia vysokých pohorí Slovenska. Bratislava (SZOPK), 114 pp.
- MIDRIAK, R. (1993b): Povrchový odtok a erózne pôdne straty v lesných porastoch Slovenska. Acta Facultatis Forestalis, 35, 71-86.
- MIDRIAK, R. (1994): Oplyvnenie kvantity a kvality povrchového odtoku i erózných pôdnych strát odlišným hospodárskym spôsobom v ekosystéme jedľovo-bukového lesa. Acta Facultatis Ecologiae, 1, 206-218.
- MIDRIAK, R. (1995a): Zosuvné a erózne ohrozenie územia východnej časti biosferickej rezervácie Východné Karpaty. Acta Facultatis Ecologiae, 2, 178-192.
- MIDRIAK, R. (1995b): Povrchový odtok a erózne pôdne straty v lesných porastoch flyšovej oblasti CHKO – Biosferickej rezervácie Východné Karpaty. In Hochmuth, Z., ed. Zborník referátov z konferencie: Reliéf a integrovaný výskum krajiny. Prešov (PdF UPJŠ), 58-63.
- MIDRIAK, R. (1995c): Natural hazards of the surface in the Tatras Biosphere Reserve. Ekológia, 14, 4, 433-444.
- MIDRIAK, R. (1996a): Krajinnokoekologická únosnosť vysokohorských oblastí na báze hodnotenia dynamiky povrchových procesov. Acta Facultatis Ecologiae, 3, 165-173.
- MIDRIAK, R. (1996b): Intenzita súčasných reliéfových procesov jednotlivých typov povrchu územia Tatier. In Bezák, A., Paulov, J., Zaťko, M., eds. Luknišov zborník 2. Bratislava (SGS pri SAV, GÚ SAV, GS PFUK), 121-126.
- MIDRIAK, R. (1996c): Present-day processes and micro-landforms evaluation: case study of Kopské sedlo, The Tatra Mts., Slovakia. Studia Geomorph. Carpatho-Balkanica, 30, 39-50.

- MIDRIAK, R., LIPTÁK, J. (1995): Erosion and reforestation of abandoned lands in the Slovak Karst Biosphere Reserve. *Ekológia, Supplement 2*, 111-124.
- MIDRIAK, R., ZAUŠKOVÁ, L. (1993): Intenzita zmien na líniovo deštruovaných plochách nad hranicou lesa. *Acta Facultatis Forestalis*, 35, 87-97.
- MODLITBA, I., KLUKANOVÁ, A. (1996): Výsledky registrácie a pasportizácie zosuvných území na Slovensku. In Wagner, P., ed. *Zborník referátov z konferencie, Nitrianske Rudno: Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku*. Bratislava (MŽP SR, GS SR, SAIG), 14-18.
- NEMČOK, A. (1982): Zosuvy v slovenských Karpatoch. Bratislava (Veda), 319 pp.
- NOVODOMEK, R. (1995): Geomorfologické procesy a formy reliéfu v Levočských vrchoch. In Hochmuth, Z., ed. *Zborník referátov z konferencie: Reliéf a integrovaný výskum krajiny*. Prešov (PdF UPJŠ), 69-77.
- STANKOVIANSKY, M. (1983): Smery výskumu súčasných exogénnych reliéfových procesov na Slovensku a pokus o ich klasifikáciu. *Geografický časopis*, 35, 4, 419-425.
- STANKOVIANSKY, M. (1984a): The research of present-day morphogenetic processes in Slovakia. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 17, 73-76.
- STANKOVIANSKY, M. (1984b): Súčasné exogénne reliéfové procesy Ďumbierskych Tatier. *Sborník ČSGS*, 89, 4, 285-296.
- STANKOVIANSKY, M. (1988): Exogénne reliéfové procesy modelového územia Bzince po Javorinou, Biele Karpaty. *Sborník ČSGS*, 93, 1, 9-19.
- STANKOVIANSKY, M. (1994a): Reliéf Myjavskej pahorkatiny a vývoj jeho modelácie v Holocéne. *Geographia Slovaca*, 7, 155-162.
- STANKOVIANSKY, M. (1994b): Hodnotenie reliéfu povodia Vrzavky so zvláštnym zreteľom na jeho súčasnú modeláciu. *Geografický časopis*, 46, 3, 267-282.
- STANKOVIANSKY, M. (1995): Hodnotenie stružkovej erózie vyvolanej roztopovými vodami – na príklade vybranej časti Myjavskej pahorkatiny. In Trizna, M., ed. *Vybrané problémy súčasnej geografie a príbuzných disciplín*. Bratislava (PFUK), 81-88.
- STANKOVIANSKY, M. (1996): Evolution of geomorphic processes in the Myjava Hillyland as response to land use changes. *Revista Geografică*, 2-3, 12-17.
- STANKOVIANSKY, M. (1997a): Antropogénne zmeny krajiny myjavskej kopaničiarskej oblasti. *Životné prostredie*, 31, 2, 84-89.
- STANKOVIANSKY, M. (1997b): Geomorphic effect of surface runoff in the Myjava Hillyland. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 110*, 207-217.
- STANKOVIANSKY, M. (1997c): Relic badland-like features in the Myjava Hillyland, Slovakia. In Torri, D., Rodolfi, G., eds. *A GERTEC Workshop, Siena: Badland processes and significance in changing environments*. Firenze, 5-7.
- STANKOVIANSKY, M. (1997d): Geomorfologický efekt extrémnych zrážok – príkladová štúdia. *Geografický časopis*, 49, 3-4, 187-204.
- STANKOVIANSKY, M. (1998): Geomorfologický efekt pôsobenia ronových procesov v poľnohospodárskej krajine. In *Zborník z konferencie, Nitra: Trvalo udržateľná úrodnosť pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava (VÚPÚ), 301-308.
- ŠÁLY, R., MIDRIAK, R. (1995): Water erosion in Slovakia. *Proceedings of the Soil Fertility Research Institute*, 19, 1, 169-175.

- URBÁNEK, J. (1989): Súčasný geomorfologické exogénne procesy v Malých Karpatoch medzi Bratislavou a Pezinkom. *Geografický časopis*, 41, 3, 274-292.
- VALTÝNI, J., KRIŽOVÁ, E., MESSIGEROVÁ, V. (1990): Vplyv brehových porastov na stabilitu bystrinného ekosystému. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*, 253-262.
- WAGNER, P. ET AL. (1996): Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. Bratislava (MŽP SR, GS SR, SAIG), 186 pp.
- WAGNER, P., KRIPPEL, M., JELÍNEK, R. (1996): Monitorovanie svahových pohybov na vybraných lokalitách Slovenska. In Wagner, P., ed. *Zborník referátov z konferencie, Nitrianske Rudno: Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku*. Bratislava (MŽP SR, GS SR, SAIG), 146-154.
- WAGNER, P., VYBÍRAL, V., ANDOR, L., SZABO Š. (1997): Monitoring of landslides in Slovakia. In Marinos, P.G., Koukis, G.C., Tsiambaos, G.C., Stournaras, G.C., eds. *Proceedings of the Internat. Symposium, Athens: Engineering geology and the environment*. Rotterdam (Balkema), 1131-1136.
- ZACHAR, D. (1982): *Soil erosion*. Amsterdam, Oxford, New York (Elsevier), 547 pp.

THE RESULTS OF INVESTIGATION OF GEOMORPHIC PROCESSES IN THE SLOVAK CARPATHIANS WITHIN THE LAST 15 YEARS

Miloš STANKOVIANSKY, Rudolf MIDRIAK

Summary

The aim of the contribution is to characterize the state of the art of investigation of the geomorphic processes taking part in shaping the relief of the Slovak Carpathians. Attention is paid to research realized in the period of the last 15 years.

The contribution is divided into two parts, characterizing the operation of geomorphic processes in two basic altitudinal morphogenetic systems, identified in the Carpathians by Kotarba and Starkel (1972): These are lower and much more extensive temperate forest system and the higher but little extensive cryonival system. Their boundary is represented in fact by the upper timber line which is identical here roughly with the contour line of 1500 m a.s.l. The above morphogenetic systems are characteristic by markedly different geo-ecological conditions resulting also in differences in the occurrence and course of the geomorphic processes.

The investigation of processes operating in the territory of the Slovak Carpathians was focused above all on the gravitational, water induced (namely runoff, fluvial and standing water), cryogenic, nival and eolian processes. The contribution summarizes the results of research realized by geomorphologists, forestry engineers, engineering geologists, hydrologists and pedologists.

Recenzent: RNDr. Ján Urbánek, CSc.