

# Priestorová distribúcia geomorfologických procesov v dolinovom systéme Západných Tatier

J. HREŠKO

Ústav krajinnej ekológie SAV, Akademická 2, 949 01 Nitra, Slovensko

**Abstract.** Studies on development and spatiotemporal distribution of morphodynamic relief elements represent an important part of landscape ecological research of mountain and high mountains. The primary objective is to describe an approach to understanding of spatial differentiation of geomorphologic processes in relation to scales and hierarchical levels of relief. Spatiality is the basic principle of geographic and landscape ecological research, and it is an essential part of geomorphologic method. The study is based on the landscape research in the Jalovecká Valley and an excursion to the Západné Tatry Mts. The correct understanding of spatial interactions among processes themselves and/or processes and landscape features is always dependent on scale and hierarchical frame (level). Identification of suitable interpretation of knowledge on spatial interaction is a basis for further studies of processes and their effects in more complex structures such as ecosystems, geoeological units, landscape types, etc. The mesoscale is set as the level of valley systems typical by the axial gradient structure of processes and forms. The microscale is set as the level of slope systems typical by the vertical gradient structure of processes and forms. Expression of spatial interactions on mezo and micro relief scale is problematic. Understanding the variability of mesorelief is crucial to interpretation and understanding of hydrological, climatological, pedological, and biological patterns. In the relief of high mountain landscape of the Západné Tatry Mts., the four types of morphodynamic systems on the mesoscale were classified as follows: (1) Morphodynamic system of the cirques and the endings of glacially modeled valleys concentrates the gravitational rockslide processes, creeping slopes, avalanches, solifluction-gravitational processes; (2) Morphodynamic system of troughs that corresponds to glacially modeled parts of U-shaped valleys with initial and partially developed fluvial activity; (3) Morphodynamic system of glacialfluvial morphogenesis typical for the middle parts of valleys effected by the fluvial processes; (4) Morphodynamic system of fluvial morphogenesis typical for the Západné Tatry Mts. In the microscale of the relief on the level of slopes and their parts in the Západné Tatry Mts., the four types of morphodynamic systems were classified as follows: (1) Peak morphodynamic system in which the ice weathering processes and denudation prevail; (2) Ridge morphodynamic system typical by ice weathering (pipcrack) and eolic-deflational processes; (3) Slope morphodynamic system includes several gravitational processes, mainly rocksliding, creeping, landsliding, moving of periglacial

boulder fields, etc.; (4) Morphodynamic system of the valley bottoms is prevailed by fluvial erosion, lateral erosion with the initialization effect on slope processes, transmovement of stream bottom, etc. The proposed classification is designed for the application in the landscape ecology studies to evaluate the ecological stability of landscape systems.

*Key words:* landscape ecology, high mountains, geoeology, geomorphology, valley systems, the Západné Tatry Mts.

## Úvod

Skúmanie genézy a priestorovo-časovej distribúcie morfodynamických prvkov reliéfu predstavuje v horských a vysokohorských oblastiach významnú časť krajinoekologického, resp. geoeologického výskumu. V Západných Tatrách sa dynamické vlastnosti reliéfu prejavujú zreteľne súborom procesov hlavne v subalpínskom a alpínskom stupni. Cieľom príspevku je poukázať na možný prístup k pochopeniu priestorovej diferenciácie geomorfologických procesov vo vzťahu k mierkam a hierarchickým úrovňam reliéfu. Poznanky vychádzajú z výskumu v povodí Jaloveckej doliny a jednorázových expedičných výskumov v oblasti Západných Tatier.

## Riešenie problematiky

Výskumy priestorového usporiadania geomorfologických procesov z oblasti Západných Tatier boli rôznym spôsobom interpretované v prácach Mazúr (1955), Kňazovický (1967, 1970), Midriak (1983, 1993), Kotarba *et al.* (1987) Kotarba (1992), Hreško (1994, 1997). Priestorovosť ako základný princíp geografického a krajino-ekologického výskumu je súčasťou aj geomorfologických metód. Výskum priestorových vzťahov v prípade geomorfologických procesov sa bezprostredne viaže na základné atribúty priestorovosti ako je mierka (veľkosť) a hierarchická úroveň. Iba v mierkovom a hierarchickom rámci je možné hovoriť o relevantných priestorových interakciách či už medzi procesmi navzájom alebo procesmi a vlastnosťami prostredia, v ktorom procesy operujú. Midriak (1983, 1993) riešil priestorové vzťahy na základe analýzy výskytu procesov, resp. deštrukcie povrchu a výškových stupňov. Takáto interpretácia priestorových vzťahov je založená na vyjadrení percentuálneho zastúpenia procesov (deštrukcie povrchu) v danej hierarchickej priestorovej štruktúre. Hodnota týchto údajov je pomerne vysoká, najmä ak si uvedomíme, že nadmorská výška, resp. výškové stupne sú nositeľom významných atribútov klímy. Na vertikálnu

gradientovú distribúciu klimatických charakteristik poukazujú Holko (1992), Holko and Kostka (1993), Kostka and Holko (1997).

Problémové je však vyjadrenie priestorových vzťahov na mezo až mikro úrovni reliéfu. V mezomierke, t.j. na úrovni dolínových systémov sa zreteľne prejavuje axiálna gradientová štruktúra a v mikromierke, v systéme svahov je to vertikálna gradientová štruktúra procesov a ich foriém. Na najnižšej úrovni je možné skúmať vzájomné priestorové interakcie jednotlivých procesov v rámci morfolodických katén či systémov. Identifikácia a vhodná interpretácia poznatkov o priestorových interakciách tvorí základ ďalšieho skúmania procesov a ich účinkov v zložitejších štruktúrach ako sú ekosystémy príp. geoeologické jednotky, resp. krajinné typy. Priestorová väzba medzi geomorfologickými procesmi a mezo príp. mikroklimatickými charakteristikami je na mezo a mikro úrovni reliéfu často deklarovaná, príp. exaktne podložená. Miera vzťahov je vyjadrovaná iba kvalitatívne. Kostka and Holko (2001) zdôrazňujú význam variability mezoreliéfu pri skúmaní hydrologických charakteristik a priestorovej vodnej bilancie v povodí Jaloveckej doliny. Zároveň poukazujú na potrebu odvodzovania mnohých klimatických parametrov na báze interpretácií parametrov reliéfu, ktorých distribúcia v priestore je známa resp. presnejšia. Môžeme povedať, že na mezo a mikro úrovni reliéfu dochádza k vzájomnému ovplyvňovaniu priestorového rozloženia geomorfologických procesov na jednej strane a ostatných abiotických ako aj biotických zložiek krajiny na strane druhej. Bailey (1996) tvrdí, že reliéf má na mezo a mikro úrovni najlepšiu koreláciu s vegetáciou a priestorovou diferenciaciou pôdy.

## Výsledky

V reliéfe vysokohorskej krajiny Západných Tatier rozlišujeme na mezo úrovni morfolodické systémy, v ktorých prebieha vývoj geomorfologických procesov rôznej genézy a intenzity v smere axiálneho (dolínového) i vertikálneho (svahového) gradientu.

Axiálnu gradientovú štruktúru doliny reprezentujú nasledovné mezochorické priestorové jednotky, v rámci ktorých pozorujeme priestorové interakcie reliktných a recentných, resp. aj súčasných geomorfologických procesov:

1. Morfolodický systém karov a záverov glaciálne modelovaných dolín kotlovitého tvaru koncentruje zoskupenia gravitačných rútvých procesov, sutinových prúdov, lavín, úšustov a soliflukčno-gravitačných procesov. Dná dolín v týchto systémoch sú zväčša bez výraznej fluviaľnej modelácie. Pôsobia však transportné a akumulčné procesy murových prúdov a lavín.

2. Morfolodický systém trogov zodpovedá glaciálne modelovaným úsekom dolín tvaru U s iniciálnymi a čiastočne rozvinutými prejavmi fluviaľnej činnosti, ktorá sa prispôsobuje reliktným akumulčným formám glaciálnej morfolodogenézy. Z príľahlých svahov sa aktivizujú procesy nivačných a nivačno-eolických procesov, lavín s akumuláciou v dnových častiach dolín alebo aj v spodných častiach protíľahlých svahov. Podobným efektom sa môžu prejavovať aj sutinové prúdy.

3. Morfolodický systém glaciálu morfolodogenézy charakterizuje stredné úseky dolín, v rámci ktorých nastupujú procesy spojené s fluviaľnou činnosťou. Koryta potokov majú charakter bystrín s dynamicky sa vyvíjajúcim pozdĺžnym i priečnym

profilom. Časté je striedanie perejí a kaskád v materiáli glaciálu morfolodogenézy. Koryto toku je v permanentnom vývoji. Pretože podstatná časť tohto systému korešponduje s pásmom lesa, dynamiku formovania koryta ovplyvňujú aj spadnuté zvyšky stromov aj celých kmeňov, ktoré na mnohých úsekoch menia morfológiu koryta a ovplyvňujú prúdenie toku. Rozvetvená sieť juvenálnych svahových dolín na príľahlých svahoch s prejavmi fluviaľnej erózie umožňuje tranzit lavín a výdatne prispieva k zvýšeniu prietoku hlavného recipienta. V menšom rozsahu sa prejavujú formy gravitačných procesov aj lesných porastoch, kde miestami narušajú celistvosť pôdno-zvetralinovej vrstvy.

4. Morfolodický systém fluviaľnej morfolodogenézy, je pre doliny Západných Tatier typický. Výrazný je ostrý tvar V doliny s maximálnymi relatívnymi výškami až 600–700 m. Je to dôsledok intenzívnej zdvihovej aktivity zlomového južného okraja pohoria voči kotline a intenzívneho zarezávania vodného toku v kvartéri. Súčasnú morfolodogenézu koryta charakterizujú striedajúce sa pokojnejšie bazény a rýchloprúdajúce pereje resp. skalnaté prahy. Aktuálna je aj bočná erózia tokov, vyvolávajúca gravitačné poruchy svahových zvetralín i puklinami porušených skalných podloží (oblasti metamorfítov). Bočné prítoky a juvenálne svahové doliny sa vyznačujú eróznymi účinkami a transportom materiálu. Vo vrchných častiach svahov sú indikované prvky úšustov, nivačnej činnosti a lavín.

V mikro mierke reliéfu na úrovni svahov a ich častí môžeme v oblasti Západných Tatier rozlíšiť nasledovné gradientové priestorové jednotky:

1. Vrcholový morfolodický systém – výrazne dominujú procesy mrázového zvetrávania a denudácie, procesy skálneho rútenia a opadávanie úlomkov, procesy hlbkového plazenia skalného masívu.

2. Chrbtový morfolodický systém – prevládajú procesy mrazového zvetrávania (pipkrake), eolicko-deflačné procesy miestami s príomnosťou lysiňových a pásových štruktúrnych pôd, v okrajových polohách chrbtov sú to nivačné a eolicko-nivačné procesy, soliflukčno-gravitačné procesy, procesy hlbkového plazenia skalného masívu. Na turistických chodníkoch a v ich okolí sa eskalujú procesy povrchového splachu, pipkrak.

3. Svahový morfolodický systém zahŕňa celý rad gravitačných procesov, najmä procesy skálneho rútenia a opadávanie blokov a úlomkov, gravitačného zliezanie pôdno-zvetralinovej pokrývky, gravitačné zliezanie a posun periglaciálnych sutín a blokových prúdov, sutinové, resp. murové prúdy, lavíny, variety soliflukčno-gravitačných procesov, rôzne formy úšustov, fluviaľných erózných procesov svahových potokov a bystrín, atď.

4. Morfolodický systém dna dolín – prevažuje fluviaľna erózna činnosť, laterálna erózia s efektom inicializácie svahových procesov, premiestňovanie koryta potokov (efekt divočenia toku), rozplavovanie glaciálnej a fluvioglaciálnej akumulácie, akumulčné účinky lavín a murových prúdov, akumulácia podsvahových sutín a kuželov.

## Záver

Predložená klasifikácia priestorovej diferenciacie geomorfologických procesov v dolínovom systéme Západných Tatier predstavuje úvodný rámec pre

detailnejšie a hlbšie poznanie vlastností priestorového usporiadania a vzťahov geomorfologických procesov v podmienkach vysokohorskej krajiny.

Geomorfológia najmä vo vzťahu ku krajinej ekológii poskytuje rad poznatkov významných z hľadiska ich využitia v procese hodnotenia citlivosti krajiny a následne hodnotenia ekologickej únosnosti tak, ako ju definoval Drdoš (1992). Príspevok je vyjadrením snahy o skvalitnenie aplikácie geomorfologického výskumu v postupoch krajinnoeekologického plánovania činnosti človeka vo vysokohorskej krajine.

## Literatúra

- Bailey, R.G. 1996: Ecosystem Geography. Springer-Verlag, New York, USA.
- Drdoš, J. 1992: Zdroje – Potenciály – Únosnosť – Hazardy – Riziká. *Prirodné prostredie*, **44**: 30–39.
- Holko, L. 1992: Some Remarks to Precipitation Measurements in Mountains, pp. 53–58. International Symposium on Hydrology of Mountainous Areas, Shimla (India).
- Holko, L. and Kostka, Z. 1993: Výskum zložiek vodnej bilancie v horskom povodí. *Zborník prác o TANAP*, **33**: 111–124.
- Hreško, J. 1994: The morphodynamic aspects of high mountain ecosystems research (Western Tatras, Jalo-vec Valley). *Ekológia (Bratislava)*, **13**: 309–322.
- Hreško, J. 1997: Niektoré poznatky o súčasných geomorfických procesoch vysokohorskej krajiny. *Štúdie o TANAP*, **35**: 25–40.
- Kostka, Z. and Holoko, L. 1993: Problems of the water balance determination in mountainous catchments. FRIEND: Flow Regimes from International Experimental and Network Data, *Proceedings of the Braunschweig Conference, October 1993*. IAHS Publ. No. **221**: 433–438.
- Kostka, Z. and Holko, L. 1997: Soil Moisture and Runoff Generation in small Mountain Basin. *Publication of the Slovak Committee for Hydrology*, **2**: 90.
- Kostka, Z. and Holko, L. 2001: Vplyv zmeny vegetačnej pokrývky na hydrologický režim horského povodia. In *Národný klimatický program SR*. MŽP SR, SHMÚ, Bratislava, zv. 10.
- Kotarba, A., Kaszowski, L. and Krzemief, K. 1987: High denudational system of the Polish Tatra Mountains. *Geographical Studies*, **3**: 105.
- Kotarba, A. 1992: Natural environment and landform dynamics of the Tatra Mountains. *Mountain Research and Development*, **12**: 105–129.
- Kňazovický, L. 1967: Lavíny. Veda, Bratislava, ČSSR.
- Kňazovický, L. 1970: Západné Tatry. Veda, Bratislava, ČSSR.
- Mazúr, E. 1955: Príspevok k morfológii Studeného potoka v Liptovských Tatrách. *Geografický čas*, **7**: 15–45.
- Midriak, R. 1983: Morfogenéza povrchu vysokých pohorí. Veda, Bratislava, ČSSR.
- Midriak, R. 1993: Západné Tatry-relief, ohrozenosť a deštrukcia ich povrchu. *Zborník prác o TANAP*, **33**: 51–86.