MORFOMETRICKÁ ANALÝZA A MORFODYNAMICKÉ PROCESY VO VYBRANEJ ČASTI MALEJ FATRY

Veronika Málíková

Abstract

Through its morphometric characteristics, the relief greatly affects the spatial differentiation of the full range of processes, either natural or anthropogenic. Physical and morphometric conditions of a mountain range Mala Fatra predetermine it for the establishment and support of a wide range of morphodynamic processes. The thesis deals with statistical and spatial relief analysis of a selected part of Mala Fatra in order to provide comprehensive information on its characteristics, focusing on selected morphometric parameters and current processes of relief formation that shape this mountain range. The article provides information on the physical and geographical measurements and contains a comprehensive analysis of the dynamics and spatial differentiation of typical for this area morphodynamic processes in the context of the impact of morphometric parameters of relief on their spatial distribution. The article is based on theoretical knowledge of statistical and spatial analysis and on the results of field research. Special consideration is given to the detailed analysis of parts of the Vrátna (valley). The parts of the article are mapping outlets and photo documentation.

Keywords: morphometric analysis, morphodynamic processes, Mountain range Malá Fatra, Vrátna dolina valley

Úvod

Georeliéf je predmetom záujmu človeka z rôznych hľadísk a z mnohých oblastí jeho činnosti. Intenzívne sa skúma v mnohých geovedných disciplínach, avšak najširším hľadiskom, z ktorého sa reliéf študuje, je hľadisko geografické. V ňom sa georeliéf chápe ako súčasť geografickej krajinskej sféry, a preto sa skúma komplexne. Z geografického hľadiska je georeliéf nielen výslednicou endogénnych a exogénnych síl, ale zároveň sám tieto procesy ovplyvňuje späť, a to prostredníctvom množiny jeho morfometrických parametrov definovaných v každom ľubovoľnom bode georeliéfu. Platí to najmä pre procesy spôsobené exogénnymi silami. Preto je georeliéf aj jedným zo základných diferenciačných faktorov v krajine, ktorý sa podieľa na jej priestorovej diferenciácii do jednotlivých celkov na rôznych hierarchických úrovniach (Krcho, 1990).

Malá Fatra ako zložitý krajinný systém, ktorý sa mení v priestore a čase vytvára najmä svojimi fyzickogeografickými danosťami podmienky pre rozsiahlu

priestorovú diferenciáciu reliéfotvorných procesov s rôznym stupňom intenzity a prejavu, ktoré sú determinované morfometrickými vlastnosťami georeliéfu. V dôsledku tejto súvislosti vznikajú na povrchu zemskej kôry tvary, ktoré sú odrazom vzťahu medzi geometrickými a genetickými formami georeliéfu.

Cieľom príspevku je poskytnúť komplexné informácie o reliéfe vybranej časti Malej Fatry s dôrazom na vybrané morfometrické parametre, ako aj súčasné reliéfotvorné procesy, ktoré toto pohorie formujú, v kontexte vplyvu morfometrických vlastností reliéfu na ich priestorovú diferenciáciu (Hreško, Boltížiar, 2001).

Teoreticko-metodické východiská

Morfometrické parametre možno vyjadriť priestorovými mierami, a z nich odvodenými parametrami, ako je výška, dĺžka, šírka, plocha, sklon, krivosť a pod. Používajú sa na charakteristiku zložitej plochy, akou je i georeliéf, popri kvalitatívnych (morfografických) termínoch (Minár, Machová, 2010). **Morfodynamické procesy** tvoria dynamickú kategóriu, ktorá sa v dôsledku pôsobenia zemskej gravitácie, vnútornej nestability litosféry a zmien odohrávajúcich v tzv. vonkajších geosférach (atmosfére, hydrosfére, biosfére atď.) podieľa na neustálych zmenách tvarov zemského povrchu (Lacika, 1997).

Pre získanie a následne spracovanie údajov a vyhodnotenie výsledkov sme použili **vybrané metódy a postupy**, ktoré sa skladali zo štúdia informačných zdrojov, terénneho výskumu, metódy vysvetľujúceho opisu, štatisticko-matematickej metódy, kartografickej a systémovej metódy.

Základ tvorila metóda **štúdia informačných zdrojov**, ktorá sa v prvom rade odrazí na kvalite, teda na obsahovej i štylistickej stránke. Printovú odbornú literatúru sme dopĺňali elektronicky dostupnou literatúrou ako aj mapovými interpretáciami v analógovej a elektronickej podobe.

Ťažiskom práce bol **vlastný terénny výskum**, ktorý sme vykonávali systematicky v období od 6/2016 – 4/2017. Interval pre vstup do územia tvoril mesiac. Rekognoskáciou terénu sme overovali informácie z nadobudnutej a preštudovanej literatúry, pričom sme sa zameriavali aj na získanie nových poznatkov o záujmovom území pre spracovanie predmetných analýz. Zachytené morfogenetické a morfoskulptúrne javy sme interpretovali do mapy lokalizácie záujmového územia v mierke 1:15 000. Prednosťou terénneho výskumu bolo aj vyhotovenie bohatej fotodokumentácie.

Pri spracovaní a interpretácii získaných informácií prostredníctvom predošlých metód sme použili **metódu vysvetľujúceho opisu**. Umožnila nám spracovanie nadobudnutých poznatkov z literatúry a terénneho výskumu do jednotlivých kapitol a podkapitol, pričom sa zachovala vysvetľujúca podstata dôležitých skutočností z odbornej literatúry.

Kvantitatívnemu spracovaniu nadobudnutých poznatkov predchádzala **štatisticko-matematická metóda**, ktorá nám umožnila efektívne vyhodnocovanie

číselných údajov zo štatisticko-priestorovej analýzy vo forme tabuliek a grafov pre celkové sprehľadnenie.

Prostredníctvom *kartografickej metódy* sme zhotovili mapy modelového územia v jednotnej mierke 1:15 000 v zmysle lokalizácie, morfometrických ukazovateľov reliéfu a priestorovej diferenciácie morfordynamických procesov. Adekvátnym bolo najmä využitie metódy bodových, líniových a areálových znakov, ktoré sme vytvárali v prostredí geografického informačného systému ArcGIS 10.2. Pre tvorbu mapy lokalizácie záujmového územia sme použili skladanú ortofotosnímku. Mapy morfometrických ukazovateľov reliéfu boli vygenerované z digitálneho modelu reliéfu (DMR). Ten bol vytvorený z pomerne presného bodového výškového poľa vygenerovaného stereofotogrametrickými metódami firmou EUROSENSE s.r.o s presnosťou 10 m. Morfogenetické mapy vybraných procesov sme vypracovali prevažne na základe terénneho výskumu.

Celkový charakter a usporiadanie určovala *systémová metóda*, pomocou ktorej sme logicky usporiadali zozbierané spracované poznatky.

Záujmové územie

Malá Fatra je jadrové pohorie situované na severe Slovenska medzi Žilinskou a Turčianskou kotlinou. Na juhozápade hraničí so Strážovskými vrchmi a na severovýchode v údolí Oravy s Chočskými vrchmi. Strečnianskou tiesňavou je rozdelená na južnú - lúčanskú časť a severnú - krivánsku časť (Lukniš a kol., 1972).

Záujmové územie je súčasťou Krivánskej časti Malej Fatry. Je súčasťou Fatransko-tatranskej oblasti a geomorfologického celku Malá Fatra (Mazúr, Lukniš, 1980). Z hľadiska územno-správneho členenia sa nachádza v Žilinskom kraji, okres Žilina, obec Terchová v závere doliny Vrátna (mapa 1), ktorá v tejto oblasti vytvára široké, silne sklonené vejáre (30° – 40° a viac), často rozčlenené lavinóznymi ryhami zbiehajúcimi z ústredného hrebeňa (Mazúr, 1963). Zo severu zasahuje do územia časť cestnej komunikácie a technickej infraštruktúry v podobe dolnej stanice kabínkovej lanovky (740 m n. m.). Z tejto časti smerom na juhozápad územie lemuje takmer identicky trať kabínkovej lanovky do sedla Snilov (1 524 m n. m.). Odtiaľ južnou až juhovýchodnou hranicou záujmového územia prechádza samotný ústredný hrebeň vrátane príslušných vrcholov (Chleb, Hromové, Steny) a sediel (Snilovské sedlo, Sedlo v Stenách). Rozloha záujmového územia je 4 020 m².

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú najmä granitoidy, ílovité a slienité bridlice, slieňovce, ale i vápence guttensteinského typu a rádiolarity, pričom táto štruktúrne-litologická pestrosť má výrazný vplyv na reliéf územia, ktorý sa vyznačuje veľkou pestrosťou povrchových tvarov. Spôsobuje ich striedanie rozlične odolných hornín so svojráznym zvetrávaním.

Mapa 1: Lokalizácia záujmového územia

Map 1: Location of interest area

Z javov patriacich k ľadovcovej modelácii sa v literatúre uvádzajú malé kotly v severnej expozícii pod Chlebom. Prevažná časť územia patrí do miernej chladnej oblasti s priemernou ročnou teplotou $3^{\circ} - 6^{\circ}$, pričom celkový vývoj klimatických podmienok určuje hlavný hrebeň. Nad celou oblasťou prevláda v priebehu roka cyklonálny charakter, kedy spadne 90 % všetkých zrážok v roku. Územie spadá do povodia Váhu a odvodňuje ho sústava horských riek a potokov, ktoré majú bystrinný charakter. Hlavným zdrojom vodnosti sú dažďové a snehové zrážky, a z časti aj podzemná voda. Pôdne typy tvoria litozem, ranker, rendzina, podzol, kambizem a v okolí potokov i fluvizem. Územie je prevažne zalesnené s výnimkou hrebeňov či lokalít ovplyvnených antropogénnym faktorom. Rastlinstvo možno diferencovať podľa sledu rozdielov výškovej a expozičnej klímy do týchto vegetačných stupňov: dubovo-smrekového, bukového, jedľovo-bukového, smrekovo-bukovo-jedľového, smrekového, kosodrevinového a alpskeho. Stupne dopĺňajú skalné spoločenstvá, vysokohorské lúky (hole), mokrade a prameniská. Zo živočíchov tu môžeme nájsť rôzne druhy hmyzu, cicavcov, vtákov a i. (Pagáč, Vološčuk, 1983).

Skúmané územie je súčasťou Národného parku Malá Fatra, ako aj sústavy chránených území európskeho významu NATURA 2000 (Chránené vtáčie územie Malá Fatra). Časť územia zasahuje aj do NPR Chlebo, pričom v tejto oblasti platí 5. stupeň ochrany prírody.

Dôvodom výberu záujmového územia bola skutočnosť, že ide o najatraktívnejšiu časť pohoria s rozmanitou fyzickogeografickou a morfológickou charakteristikou, kde sa sústreďuje veľké množstvo reliéfových procesov na relatívne malej ploche. Vedľajšiu úlohu zohrávala aj dobrá dopravná dostupnosť, vďaka čomu sme sa mohli častejšie venovať terénemu výskumu. Zaujal nás taktiež rastúci vplyv antropogénneho faktora na priestorovú štruktúru, či náchylnosť územia na murové prúdy a lavínovú aktivitu.

Morfologická analýza

V rámci morfológických parametrov sme analyzovali nadmorskú výšku, sklonitosť, orientáciu, horizontálnu a vertikálnu krivosť reliéfu, z dôvodu úzkej nadväznosti na priebeh morfodynamických procesov.

Z hľadiska **nadmorskej výšky** (mapa 2) je relatívny výškový rozdiel nášho záujmového územia $\pm 1\,000$ m. Z výsledkov priestorovo-štatistickej analýzy v prostredí GIS vyplýva, že najviac sú zastúpené výškové stupne 1 400 – 1 500 m n. m. (16,7 %). Významné je ešte plošné zastúpenie výškového rozpätia 1 300 – 1 400 m n. m. (15,6 %) a 1 200 – 1 300 m n. m. (15,0 %). Naopak najmenšiu plochu zaberá výškový stupeň 1 600 – 1 700 m n. m. (2,0 %).

Priemerná hodnota **sklonitosti** (mapa 3) vo zvolenom území je $29,9^\circ$, pričom najväčší sklon územia je $52,6^\circ$ a najmenší $0,03^\circ$. Najväčšiu časť zaberajú svahy so sklonom 30° – 40° s plochou $1\,978\text{ m}^2$ (49,1 %). Tie reprezentujú skalné steny či niektoré prudšie spády. Napokon najmenšiu časť územia zaberajú svahy so sklonom menej ako 10° s výmerou $95,0\text{ m}^2$ (2,4 %), ktoré tvoria sedlá, turistické chodníky a dolinovú časť.

V skúmanom území zaberajú najväčšiu plochu svahy s **orientáciou** (graf 1) na severozápad o výmere $1\,315,5\text{ m}^2$ (32,7 %), pričom značná je aj rozloha západne orientovaných svahov, ktorých výmera je $818,6\text{ m}^2$ (20,3 %). Tretiu najväčšiu rozlohu majú severné svahy s plochou $757,1\text{ m}^2$ (18,8 %). Najmenšiu časť zaberajú juhovýchodné svahy s rozlohou len $14,0\text{ m}^2$ (0,3 %).

Horizontálnu krivosť (mapa 4) reliéfu reprezentujú najviac lineárne tvary o výmere $2\,581,0\text{ m}^2$ (64,1 %). Konkávne tvary, ktorými sú najmä doliny, žľaby a depresné formy zaberajú plochu $447,4\text{ m}^2$ (11,1 %). Konvexné tvary, pod ktorými rozumieme predovšetkým chrbty, hrebene a elevačné formy tvoria $999,6\text{ m}^2$ (24,8 %).

Najväčšiu časť v rámci **vertikálnej krivosti** (mapa 5) reliéfu predstavujú lineárne tvary s plochou $3\,109,6\text{ m}^2$, čo je až 77,2 % z celkovej rozlohy územia. Konvexné tvary majú rozlohu $675,9\text{ m}^2$ (16,8 %). Najmenej zastúpené sú konkávne tvary s plochou len $242,5\text{ m}^2$ (6,0 %).

Pri niektorých reliéfových procesoch sú dôležité aj ďalšie vlastnosti reliéfu ako je napríklad dĺžka svahov alebo veľkosť príspevkovej plochy. Ide

spravidla o procesy, ktorých činnosť úzko súvisí s týmito dvoma parametrami. Tieto procesy potom často sprevádza prítomnosť veľkej masy materiálu z príspevkovej plochy, ktorá sa presúva po svahu s určitou dĺžkou, a v konečnom dôsledku určuje ich intenzitu aj rozsah vplyvu na ďalšiu formáciu povrchu.

Mapa 2: Výškové pomery záujmového územia

Map 2: The height ratios of interest area

○ kóta nadmorskej výšky
— hranica záujmového územia
- - - lanovky
— vodné toky

Hypsometrické stupne (100 m)
1700 1600 1500 1400 1300 1200 1100 1000 900 800

Mapa 3: Sklonitostné pomery záujmového územia

Map 3: The slope ratios of interest area

○ kóta nadmorskej výšky
— hranica záujmového územia
- - - lanovky
— vodné toky
— vrstevnice (20 m)

Sklonitosť svahov v °
< 10 20 30 40 <

Graf 1: Podiel svahovej orientácie v záujmovom území (v °)

Graph 1: The proportion of slope orientation in interest area (in °)

Mapa 4: Horizontálna krivosť
záujmového územia

Map 4: The horizontal curvature
of interest area

○ kóta nadmorskej výšky
— hranica záujmového územia
— lanovky
— vodné toky
— vrstevnice (20 m)

Tvary reliéfu

— konkávny tvar
— lineárny tvar
— konvexný tvar

Mapa 5: Vertikálna krivosť záujmového
územia

Map 5: The vertical curvature
of interest area

○ kóta nadmorskej výšky
— hranica záujmového územia
— lanovky
— vodné toky
— vrstevnice (20 m)

Tvary reliéfu

— konkávny tvar
— lineárny tvar
— konvexný tvar

Morfodynamické procesy

Medzi exogénne geomorfologické procesy odohrávajúce sa v skúmanom území patria vodné, gravitačné, vodnogravitačné, nivačnogravitačné, kryogravitačné, eolické, nivačné, kryogénne, zoogénne a antropogénne procesy, pričom v rámci nich ešte klasifikujeme samostatné podkategórie procesov. Intenzita týchto procesov závisí od morfometrických parametrov reliéfu, pričom materiál pre jednotlivé geomorfologické procesy poskytuje zvetrávanie (Horník, 1986).

Pre **vodné procesy** je typická aktívna stružková a výmoľová erózia, ktorá sa vyskytuje v záujmovom území na exponovanom hlavnom hrebeni s mrazovým zvetrávaním skál, najmä však v depresných častiach svahov v zmysle žlabov, sediel (Snilovské sedlo, Sedlo za Hromovým, Sedlo v Stenách), rýh a úšustov, kde sa sústreďuje vo zvýšenej miere povrchový odtok. Povrch menovaných foriem je z veľkej časti bez akejkoľvek vegetácie, čo súvisí aj s tvrdením Barku (2005), že na intenzitu týchto procesov má veľký vplyv rastlinná pokrývka. V našom prípade jej čiastočná či úplná absencia. Priestor medzi hojným skeletom na povrchu vyplňa prevažne ílovitá jemnozern.

Vlastnosťami **gravitačných procesov** v zmysle zliezania a plazenia sa vyznačuje najmä oblasť Chleba, ktorá je okrem pomalého zliezania, resp. plazenia

drobnejších i masívnejších zvetraných sutín charakteristická aj zliezaním mačínového plášťa pôdno-zvetralinovej pokrývky v kombinácii s kĺzaním mačínových bochníkov po rozrušení celistvosti pôdnej pokrývky vplyvom kombinácie nivačných, ale najmä kryogénnych procesov (obr. 1). Pre svahy postihnuté zliezaním je tu charakteristický lokálny sklon $30^{\circ} - 50^{\circ}$, orientácia prevažne na sever a nadmorská výška 1 500 – 1 600 m n. m.

Rútenie menších kameňov sme identifikovali v oblastiach Chleba, resp. Chlebského kotla. Postihnuté svahy sa nachádzali vo výškovom rozpätí medzi 1 550 – 1 600 m n. m. Skalná strž (zlomisko) s deniveláciami do 30 metrov sa nachádzala na úpätí svahov.

Vodnogravitáčná aktivita sa sústreďuje v severných podhrebeňových oblastiach. Najväčšie ústustové polia sú sústredené v oblasti Hromového a Stien na slienitých vápencoch a bridliciach so sklonom $30^{\circ} - 50^{\circ}$. Majú asymetrický tvar, pričom charakteristická je pre ne široká základňa s obnaženým skalným podložím, ktorá sa postupne zmenšuje, resp. pretvára do lievikovitého útvaru smerom k dolinovým žľabom. Ústusy však postihujú i karbonátovú časť nášho záujmového územia, ktorú tvorí oblasť Chleba.

Dynamikou murových prúdov sa vyznačovali aj hlinito-kamenité prúdy (mury) vo Vrátnej doline, spolu so sprievodnými zosuvmi, resp. ústustami, ktoré vznikli 21.7.2014 v dôsledku zrážkových anomálií (mapa 6). Na slienitých sedimentoch mráznického súvrstvia sú vyvinuté hlinito-kamenité až hlinité delúviá, kde práve v týchto deluviálnych sedimentoch sa pod hrebeňom zhruba vo výške 1600 – 1500 m n. m. aktivovali hlinito-kamenité prúdy hrúbky 1 až 2 m. Svahové pohyby po planárnej šmykovej ploche tu boli podmienené priaznivým sklonom vrstevnatosti/bridličnatosti ($15^{\circ}/11^{\circ}$ až 16°). V odlučných častiach týchto zosuvov nevelkej hrúbky sa odtrhli pomerne malé, ale početné „platne“ zosuvného materiálu, ktoré sa spravidla pohybovali preferenčne lavínovými žľabmi, často krát po vegetačnom pokryve. Väčšina prúdov erodovala dolinky až na skalný podklad Liščák a kol., 2014).

Nivačnogravitáčné procesy v zmysle lavínovej aktivity najčastejšie pôsobia na svahoch Chleba, Hromového a Stien, kde dochádza aj k najväčšiemu poškodzovaniu vegetačnej a pôdnej pokrývky v súčasnosti. Malá Fatra je podľa Žiaka (2016) z hľadiska lavínového ohrozenia pohorie, ktoré svojim charakterom vytvára predpoklady vzniku lavín rozsiahlych rozmerov. Z analýzy sklonitostných pomerov záujmového územia vyplýva, že až 4/5 lavínových dráh sa nachádzajú na svahoch so sklonom $30^{\circ} - 40^{\circ}$. Zriedkavo sa však lavíny vyskytujú aj v okolí Snilovského sedla, kde obrusujú hladké svahy lyžiarskeho vleku Oštiepková mulda. Transportnú zónu pre lavíny poskytujú dolinové žľaby. Akumulácia materiálu sa sústreďuje v samotných žľaboch, prípadne v ústiach (mapa 7).

Kryogravitáčné procesy, pod ktorými Midriak (1983) rozumie soliflukčné procesy, a pre ktoré sú typické tvary amorfnej soliflukcie lemované vegetačnými obrubami v podobe soliflukčných prúdov, resp. nátekov, sa vyskytujú na severnom

až severozápadnom svahu Chleba. Materiál prúdov tvorí ílovito-hlinitá jemnozerná s primiešanými blokmi kameňov. Lokálny sklon sa tu pohybuje na úrovni medzi 30° – 40° . V dôsledku toho sa na týchto svahoch vytvárajú terasoidné polmesiacovité tvary zvané girlandy, ktoré sa nachádzajú vo výške nad 1 500 m n. m., pričom najtypickejšie vyvinuté sú na severozápadnom svahu Chleba.

Deštruktívnym účinkom *eolických procesov* (obr. 2) v dôsledku pôsobenia vetra sú najviac vystavené vrcholy (Chleb, Hromové, Steny - južný vrchol, Steny - severný vrchol, Poludňový Grúň), sedlá (Snilovské sedlo, Sedlo za Hromovým a Sedlo v Stenách) a hlavný hrebeň, pričom najmä v sedlách dochádza k dýzovému efektu a zvyšovaniu rýchlosti vetra (Krusiec, 1996). Najnovšie sú eolickou eróziou postihnuté aj obnažené, mohutné ústťové polia, ktoré sú rozstrúsené na svahoch pod severnou stranou hlavného hrebeňa (mapa 8).

Obr. 1: Zliezanie mačtinového plášťa v kombinácii s kĺzaním mačtinových bochníkov

Figure 1: Creeping of the cloak in combination with the sliding of the turf loaves

Obr. 2: Okraj turistického chodníka neďaleko vrchu Chleb postihnutý eolickou eróziou

Figure 2: The edge of the tourist trail near the peak of Chleb affected by the eolic erosion

Počas terénneho výskumu sme pozorovali *nivačné procesy* najmä v rámci konkávných tvarov reliéfu. Išlo o žľaby vyhlbené eróznou činnosťou lavín a vody, ktoré zbíhali z hlavného hrebeňa. Tienistá a chladná mikroklima, ktorá sa v týchto žľaboch udržiava kvôli charakteristickému zakriveniu, ako aj prevažne severná až severozápadná expozícia svahov, poskytujú vhodné podmienky pre pretrvávajúce snehových polí. Rovnako priaznivé sú aj sklonitostné pomery, kde lokálny sklon svahov nepresahuje 30° a umožňuje pomalé nivačné zahľbovanie. Niváciou sú postihnuté aj záveterné svahy ústredného hrebeňa. Pri pozorovaní sme si zároveň všimli, že snehové polia sa tu udržiavajú v nadmorskej výške 1 200 – 1 700 m.

V rámci záujmového územia pôsobia *kryogénne (regelačné) procesy* v zmysle ihlicovitého ľadu na všetkých obnažených povrchoch v podobe hladkých povrchov turistických chodníkov (obr. 3), ako aj na obnažených poliach

vzniknutých po mohutných pôdno-zvetralinových stržiach situovaných najmä v severných podhrebeňových oblastiach, kde spôsobujú aj vydúvanie súvislej vrstvy jemnozeme (obr. 3). Ihlicovitý ľad na týchto miestach svojou silou vyzdvihuje aj niektoré menšie skaly. Špecifickým bolo aj zistenie, že pipkrake svojou morfogenéznou činnosťou v tejto oblasti má za následok nielen oddelenie jemnozeme a menších skál od povrchu, ale aj vyzdvihnutie odumretých častí trávobylinnej vegetácie, machov a ihličia (mapa 9).

Obr. 3: Ihlicovitý pôdny ľad - pipkrake vyzdvihujúci jemnozeme na povrchu hladkého turistického chodníka

Figure 3: Needle ice - pipkrake picking up the clay on the surface of an uncover hiking trail

Obr. 4: Hustá sieť prťí so šírkou terasiiek 1 – 2 dm vytvorená zdieraním mačiny kopytami zvierat

Figure 4: Many of narrow trails with a spread 1 – 2 dm created by hoofs of animals

Z hľadiska **zoogénnych procesov** sa na prudších svahoch vytvorila vplyvom zdierania mačiny a mechanickej deštrukcie pôdy kopytami zvierat hustá sieť prťí so šírkou terasiiek do 1 – 2 dm (obr. 4). Tieto prte sú zväčša situované v smere vrstevníc, pričom obnažujú pôdu najprv vo forme malých jamiek alebo vyhlbenín, neskôr však súvisle v pásoch i vo forme erózných nátrží. Stávajú sa tak ohniskami ďalšej deštrukcie eróznymi, ale najmä kryogénnymi procesmi. Hustú sieť prťí spôsobenú najmä pastvou druhov *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, ale i *Sus scrofa* možno v území pozorovať vo výške 1 200 – 1 400 m n. m. na severných až severozápadných svahoch pod Chlebom, Hromovým a Stenami, kde využívajú tieto živočíchy horské lúky pre svoju obživu. Podzemné dutiny v zmysle nôr a brlohov najmä drobných cicavcov sú zväčša roztrúsené v rámci celého záujmového územia nerovnomerne.

Deštrukcia pôdy podmienená **antropogénnou aktivitou** vzniká v našom záujmovom území najmä na strmších úsekoch, zákrutách, odbočkách a križovatkách chodníkov či na ich spádnicových skratkách. K tomu pristupuje na turistických chodníkoch a cestách ako významný faktor i zošľapávanie ich okrajov, ktoré je okrem strmých úsekov chodníkov zjavné prakticky v celej oblasti hlavného hrebeňa a chrbtov, kde sú umiestnené hlavné trasy značkových

turistických ciest. Typickým následným javom je aj niekoľkonásobné prekladanie chodníka po jeho čiastočnej deformácii a najmä vyhlbení vplyvom vertikálnej erózie, čo vedie bez použitia účinných technických pôdochranných opatrení k ďalšej permanentnej deštrukcii chodníkov, resp. celého svahu či chrbta.

Z ďalších negatívnych antropogénnych vplyvov v súvislosti s turistikou, resp. rekreáciou treba spomenúť samotné budovanie výťahov či lyžiarskych vlekov, ktoré sú súčasťou aj nášho záujmového územia. Severozápadným okrajom predmetného územia sa tiahne kabínková lanovka (výťah), ktorej dolná stanica leží v ústí svahov Vrátnej doliny. Podľa Midriaka (1983) sa pri výstavbe týchto zariadení na mnohých miestach odstraňuje lesná i nelesná vegetácia, a tým sa koncentruje a urýchľuje povrchový odtok, čo napokon nepriamo spôsobuje deštrukciu pôdy zbavenej ochranného vegetačného krytu v polohách s intenzívnymi zrážkami, vyvolávajúcimi erózne procesy.

Z dôvodu obmedzenej kapacity obsahu článku však uvádzame len niektoré grafické interpretácie priestorovej diferenciácie reliéftvorných procesov v podobe mapových výstupov (viď. mapa 6, 7, 8, 9).

Mapa 6: Priestorová diferenciácia vodnogravitačných procesov

Map 6: Spatial differentiation of water-hillslope processes

- Klasifikácia zón**
- kóta nadmorskej výšky
 - hranica záujmového územia
 - lanovky
 - akumulačná zóna (úšasty+mury)
 - transportná zóna (mury)
 - odlučná zóna (úšasty)

Mapa 7: Priestorová diferenciácia nivačnogravitačných procesov

Map 7: Spatial differentiation of nivation-hillslope processes

- Klasifikácia zón**
- kóta nadmorskej výšky
 - hranica záujmového územia
 - lanovky
 - akumulačná zóna
 - transportná zóna
 - odlučná zóna
 - veľmi ojedinelá zóna odtrhu
 - ojedinelá zóna odtrhu
 - častá zóna odtrhu
 - veľmi častá zóna odtrhu

Mapa 8: Priestorová diferenciácia
eolických procesov

Map 8: Spatial differentiation
of eolic processes

- kóta nadmorskej výšky
- hranica záujmového územia
- - - lanovky

Druh procesu

- eolická deflácia
- eolická korózia

Mapa 9: Priestorová diferenciácia
kryogénnych procesov

Map 9: Spatial differentiation
of cryogenic processes

- kóta nadmorskej výšky
- hranica záujmového územia
- - - lanovky

Druh procesu

- gelivácia
- regelácia

Záver

Prostredníctvom vybraných metód a postupov sme sa dopracovali k získaniu komplexných informácií o reliéfe skúmaného územia, o jeho vlastnostiach a reliéfortvorných procesoch typických pre toto územie. Dospeli sme k záveru, že fyzickogeografické pomery tvoria základ pre pôsobenie pôdnodestrukčných javov, a na vážnosti naberajú v súčinnosti s morfometrickými parametrami reliéfu. V dôsledku tohto vzťahu majú výrazný vplyv na povrch záujmového územia v podobe morfodynamických procesov formujúcich miestny povrch, pričom ovplyvňujú aj ich priestorovú diferenciáciu v krajine (Hreško et al., 2003, 2008, Boltižiar, 2001, Kapusta et al., 2018).

Z výsledkov terénneho výskumu vyplýva, že pri vodných procesoch hrá v rámci vlastností reliéfu dôležitú úlohu najmä sklon svahov (cca $10^\circ - 40^\circ$) a zakrivenie povrchu (najmä konkáv). Pre gravitačné procesy je kľúčový sklon svahov (cca $20^\circ - 40^\circ$), ale i nadmorská výška (nad 1 200 m n. m.). Na vodnogravitačné a nivačnogravitačné procesy najväčší vplyv má sklon svahov (najviac $30^\circ - 40^\circ$) a expozícia (najmä J, JV, Z, SZ) pričom z hľadiska kryogravitačných procesov je to okrem sklonitosti aj najmorská výška (nad 1 200 m n. m.). Eolické procesy sú ovplyvňované expozíciou reliéfu

(náveterná a záveterná strana). V rámci nivačných procesov sa spája kombinácia nadmorskej výšky (nad 1 000 m n. m.), sklonitosti (10° – 20°), expozície (S, SV, SZ) a zakrivenia reliéfu (konkáv). Pre kryogénne procesy je dôležitá expozícia (S, SV) a zakrivenie svahov (viac konkáv), a z časti aj sklonitosť a nadmorská výška (nad 1 200 m n. m.). Dominantným parametrom v súvislosti so zoogénnymi procesmi je sklon svahov (zväčša neprekračuje 40°) a expozícia (v závislosti od druhu), pričom v rámci antropogénnych procesov sú rozhodujúcimi vlastnosťami reliéfu sklonitosť (v závislosti od druhu), expozícia (v závislosti od druhu) i zakrivenia (konkáv, konvex, ale aj svahy).

Výsledky práce možno využiť pre ďalšie praktické a poznávacie ciele ako aj vo vyučovacom procese. Nadobudnuté poznatky môžu taktiež poslúžiť ako kvalitný podklad pre zefektívnenie ochrany prírody nielen na území Národného parku Malá Fatra, ale i pre ďalšie ochranné pásma v rámci územia celej krajiny.

Literatúra

- BARKA, I. 2005. *Niektoré metodické postupy pri mapovaní vybraných geomorfologických procesov*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 2005. 108 s. ISBN 80-223-2148-6.
- BOLTIŽIAR, M. 2001. Evaluation of vulnerability of high-mountain landscape on example Velická valley in the High Tatras Mts. In *Ekológia (Bratislava)*. vol. 20, Supplement 4, pp. 101-109.
- HORNÍK, S. 1986. *Fyzická geografia II*. Praha: Státní pedagogický nakladatelství, n. p., 1986. 320 s.
- HREŠKO, J. – BOLTIŽIAR, M. 2001. The influence of the morphodynamic processes to landscape structure in the high mountains (Tatra Mts.). In *Ekológia (Bratislava)*. vol. 20, Supplement 3, pp. 141-148.
- HREŠKO, J. – BOLTIŽIAR, M. – BUGÁR, G. 2003. Spatial structures of geomorphic processes in high-mountain landscape of the Belianske Tatry Mts. In *Ekológia (Bratislava)*. vol. 22, Supplement 3, pp. 341-348.
- HREŠKO, J. – BUGÁR, G. – BOLTIŽIAR, M. – KOHÚT, F. 2008. Dynamics of recent geomorphic processes in alpine zone of the Tatra Mts. In *Geographia Polonica*. vol. 81, no. 1, pp. 53-65.
- KAPUSTA, J. – PETROVIČ, F. – HREŠKO, J. 2018. Monitoring open water area changes in a small tarn using historical orthophotomaps and a historical bathymetric map: a case study of the Litworowy Staw lake, the High Tatras. In *Journal Of Mountain Science*. vol. 15, no. 10, pp. 2089-2102.
- KRCHO, J. 1990. *Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu*. Bratislava: Veda, 1990. 426 s. ISBN 80-224-0018-1.
- KRUSIEC, M. 1996. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeby Tatr Zachodnich. In *Czasopismo geograficzne*. 1996, vol. 67, pp. 3-4.
- LACIKA, J. 1997. *Geomorfológia*. Zvolen: FEE TUZVO, 1997. 172 s.

- LIŠČÁK, P. a kol. 2014. *Informatívna správa z geologického prieskumu - Hlinito-kamenité prúdy vo Vrátnej*. [online]. Bratislava: ŠGÚDŠ, 2014. 7 s. [cit. 2018-09-08]. Dostupné na internete: https://www.geology.sk/new/sites/default/files/media/Aktuality/Vratna_dolina_2014/Vratna_informat%C3%ADvna_sprava_web.pdf.
- LUKNIŠ, M. a kol. 1972. *Slovensko II. - Príroda*. Bratislava: Obzor, 1972. 920 s.
- MAZÚR, E. 1963. *Žilinská kotlina a priľahlé pohoria (Geomorfológia a kvartér)*. Bratislava: SAV, 1963. 188 s.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. 1980. *Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej republiky*. [online]. [cit. 2018-09-09]. Dostupné na internete: <http://mapserver.geology.sk/tmapy/>.
- MIDRIAK, R. 1983. *Morfogenéza povrchu vysokých pohorí*. Bratislava: Veda, 1983. 516 s.
- MINÁR, J. – MACHOVÁ, Z. 2010. *Učebné texty z geomorfológie*. [online]. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 2010. [cit. 2018-09-09]. Dostupné na internete: <http://fns.uniba.sk/Geomorfoskripta/>.
- PAGÁČ, J. – VOLOŠČUK, I. 1983. *Malá Fatra - Chránená krajinná oblasť*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1983. 356 s.
- ŽIAK, M. 2018. *Aká je Malá Fatra z hľadiska lavinovej ohrozenosti*. [online]. [cit. 2018-10-01]. Dostupné na internete: <http://avalanche.sk/aka-je-mala-fatra-z-hladiska-lavinovej-ohrozenosti/>

MORPHOMETRIC ANALYSIS AND MORPHODYNAMIC PROCESSES IN THE SELECTED PART OF MALÁ FATRA MTS.

Summary

In terms of altitude and the results of spatial-statistical analysis in the GIS, it is clear that the most represented height level in the interest area is between 1 400 – 1 500 m n. m. (16.7 %). The average slope value is 29.9° with the largest slope of the area 52,6° and the lowest 0,03°. Most of them form hillsides with a slope of 30° – 40°, with an area of 1 978 m² (49.1 %). In terms of orientation, the largest area of northwestern slopes is formed by a surface area of 1 315.5 m² (32.7 %). Horizontal curvature of the relief represents the most linear shapes with an area of 2 581.0 m² (64.1 %). The largest part of the vertical curvature of the relief is represented by linear shapes with an area of 3 109.6 m², which is up to 77.2 % of the total area.

The water processes are situated in the area of interest near the main ridge, especially in the depressions of slopes, like gutters, saddles (Snilovské saddle, Saddle behind Hromové, Saddle in Steny), grooves and ravines, where they are concentrated to an increased level of surface runoff. The hillslope processes, like creeping etc., is characterized in particular by the area of Chleb,

which in part also affects the rock falls. Water-hillslope processes are concentrated in the area below the main ridge. The largest damaged fields are situated near the Hromové and Steny area on limestones and slates with a slope of $30^{\circ} - 50^{\circ}$. Nivation-hillslope processes, like avalanche activity, are most often exist on the hillsides of Chleb, Hromové and Steny, where the vegetation and soil cover is the most damaged at present. Cryogenic processes for which is typical amorphous solifluction are lined with vegetation rims in the form of solifluction streams, occur on the north and the northwest hillsides of the Chleb. The local slope is here between $30^{\circ} - 40^{\circ}$. The destructive effects of eolic processes due to the wind are the most exposed peaks (Chleb, Hromové, Steny - southern peak, Steny - northern peak, Poludňový Grúň), saddles (Snilovské saddle, Saddle behind Hromové, Saddle in Steny) and the main ridge. During research, we are observed the processes of nivation especially within concave relief shapes. By the nivation is affected the main ridge also, where the local slope of the hillsides does not exceed 30° . In the interest area, cryogenic processes, like needle-ice, are occur on all exposed surfaces in the form of smooth surfaces of hiking trails as well as in uncovered fields. From the point of view of zoological processes, the steep slopes are formed by the mechanical destruction by the hoofs of animals, where arises a dense system of ways with a terraces width of 1 to 2 dm. A dense system due to grazing can be observe in the area between 1 200 and 1 400 m. m. on the north to northwest slopes below Chleb, Hromové and Steny. Degradation of soil due to anthropogenic activity arises in our area of interest especially on steep sections, bends, branches and crossroads of walkways or their shortcuts.

The intensity of these processes depends on the morphometric parameters of the relief, while the material for the individual geomorphological processes provides the weathering.

Bc. Veronika Málíková

Katedra geografie a regionálneho rozvoja

Fakulta prírodných vied

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Trieda A. Hlinku 1, 949 49 Nitra

E-mail: veronika.malikova@student.ukf.sk