

Náhle procesy vo vysokohorskej krajine Tatier

Hreško, J., Bugár, G., Gallik, J., Tomko-Králo, D., Kapusta, J.: Sudden Processes in the High Mountain Landscape of the Tatra Mts. *Životné prostredie*, 2016, 50, 3, p. 131 – 135.

Current development of the high mountain landscape in the Tatra Mts. is greatly affected by specific processes closely related to the changing climatic conditions and regime of meteorological factors. The existing research activities in the Slovak and Polish parts of the Tatra Mts. concentrate on the increasing frequency, abruptness and unpredictability of sudden processes with immediate geomorphic effect. Evaluation of the potential occurrence and impacts of these processes on ecosystems is a priority in researching changes in this alpine environment. This paper therefore summarises the causes and effects of morphodynamic processes on the Tatras' high mountain landscape, and our research results stress the importance of continual landscape-ecological research in this dynamic environment because of its high sensitivity to climate change.

Key words: sudden processes, alpine landscape, morphodynamic processes, avalanches, debris flows, slope deformations, landslides

Vysokohorské prostredie svojím exponovaným georeliéfom a klimatickými podmienkami umožňuje vznik a rozvoj celého radu prírodných procesov s rôznymi morfodynamickými prejavmi. Doterajšie poznatky o ich dynamike a aktivite dávajú obraz o formovaní vysokohorskej krajiny a jej prvkov, pričom sú často zdôrazňované vplyvy meniacich sa klimatických podmienok. Energia georeliéfu vysokých pohorí sa evidentne premieta v priestorovom rozšírení a intenzite pôsobenia svahovo-gravitačných procesov, vodou a snehom indukovaných procesov, mrazových procesov, soliflukčno-gravitačných a deflačných procesov. Mnohé z týchto procesov pôsobia v najvyšších polohách chrbtov a vrcholov, ďalšie postihujú svahy dolín a zasahujú aj na ich úpätia. Aj keď má väčšina procesov zdrojové zóny v najvyšších pozíciách georeliéfu, smerujú až k miestnym eróznym bázam, do jazerných panví a samotných plies. V súčasnosti sa na získavaní dát, okrem detailného terénneho výskumu, významne podieľajú metódy diaľkového prieskumu a možnosti nástrojov geografických informačných systémov (GIS).

Lavíny ako citlivý ukazovateľ meniacej sa klímy

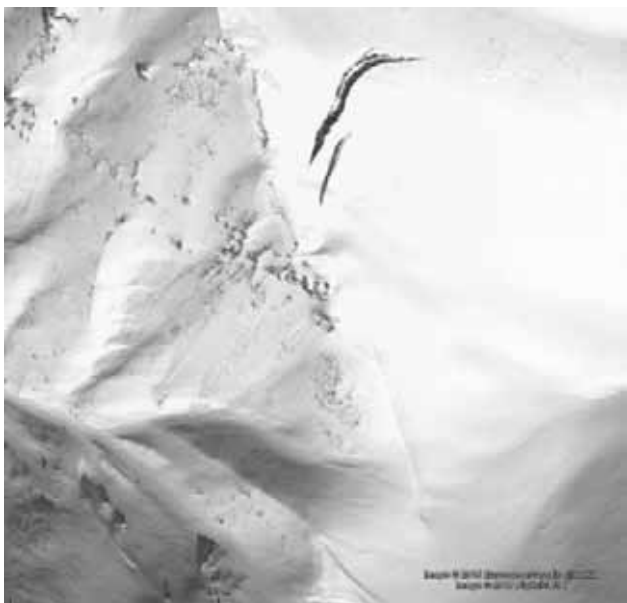
Veľká časť svahov vysokohorských dolín Tatier má veľký potenciál na vznik snehovo-gravitačných procesov v podobe lavín, často s vysokým rizikom možného poškodenia pôdy a vegetačného krytu alpínskeho a subalpínskeho stupňa. V niektorých prípadoch sú ohrozené aj lesné porasty, turistické chodníky a vysokohorské chaty. Lavíny sú vo vysokohorskej oblasti aj významným krajinotvorným prvkom. Najčastejšie sa prejavujú deštrukciou vegetačného krytu a pôdno-zvetralinovej pokrývky, ktoré sa následným transportom a akumuláciou ukladajú v spodných častiach lavínových

vých dráh a žlabov. Komplexný prehľad o priestorovom výskyte lavín a ich frekvencii poskytuje *Mapa lavínových dráh* publikovaná na webovej stránke Strediska lavínovej prevencie Horskej záchranej služby. Vypracovaním empirického modelu potenciálneho vzniku lavín (Hreško, 1998) sme vytvorili možnosť priestorového vymedzenia lavínovej hrozby v podmienkach dolín Západných a Belianskych Tatier (Hreško, Bugár 1999; Kohút, 2005). Model umožnil preukázať aj výskyt nevidovaných lavínových dráh, ako je prípad areálu lavíny s extrémnou hodnotou ohrozenia na juhozápadnom svahu Hlúpeho vrchu (2 061 m n. m.) v Belianskych Tatrách. Následnými pozorovaniami sme na tejto lokalite potvrdili aktivitu lavín typu *gliding avalanche* (lavínový sklz), definovanú v zmysle Höllera, Fromma, Leitingera (2009), ktorá bola prvýkrát potvrdená a dokumentovaná v roku 2009 (obr. 1). Jej účinky sa evidentne prejavili najmä v deštrukcii vegetačného krytu a pôdy, pričom došlo aj k úplnému porušeniu turistického chodníka v dĺžke cca 150 m, čo odpovedá šírke lavíny (obr. 2).

Významnými faktormi spúšťania lavín sú štruktúra snehovej pokrývky, jej mocnosť a teplota vzduchu. Podstatná časť väčšiny lavín vzniká pri náhlom oteplení, keď sa denné teploty dostávajú nad 5 – 6°C, čo sme dokumentovali v práci Hreško a kol. (2011).

Sutinové prúdy

Podľa Kotarbu (2005) pod sutinovým prúdom rozumieme geomorfologický proces, ako aj formy utvorené pod vplyvom krátkodobých atmosférických zrážok vo zvetralinových pokrovoch. Zrážky o intenzite viac ako 1 mm.min⁻¹ a výdatnosti rádovo 40 mm.24 h⁻¹ urýchľujú pohyb sutinového materiálu na svahoch Tatier (obr. 3). Zatiaľ čo v Alpách boli zaznamenané prúdy



Obr. 1. Začiatok lavínovej aktivity 4. februára 2009 v Zadných Medodoloch na leteckých snímkach. Zdroj: Google Earth, Eurosense, spol. s r. o./Geodis Slovakia, spol. s r. o.

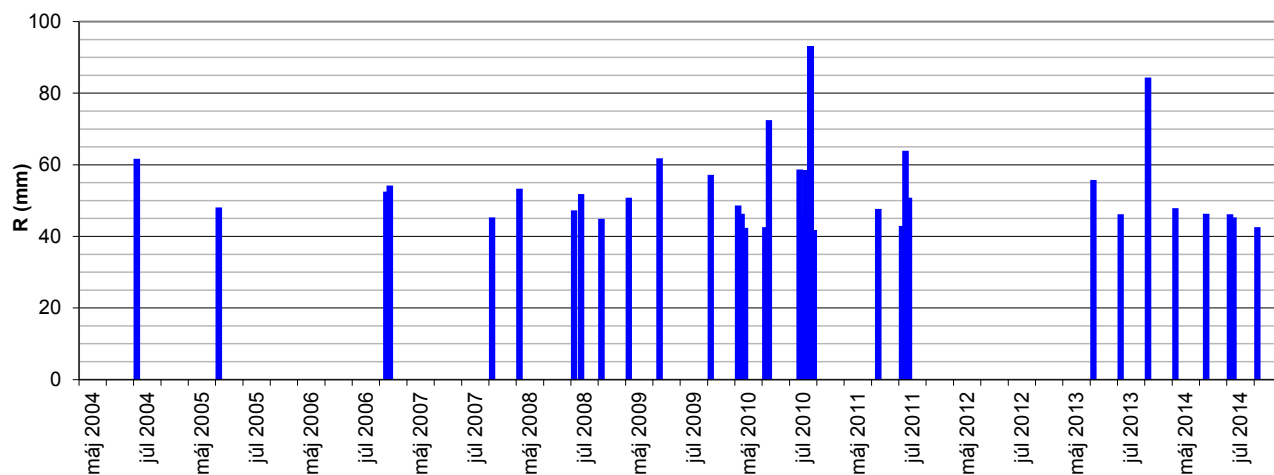


Obr. 2. Lavínou typu „gliding avalanche“ deštruovaný svah v okolí turistického chodníka nad Kopským sedlom v júni 2009. Foto: Juraj Hreško

o veľkosti 400 000 – 500 000 m³, v Tatrách je to len do 25 000 m³, v Škótsku a v Škandinávií je to 100 – 350 m³ (Kotarba, 2005; van Steijn, 1996). O ich veľkosti rozhodujú morfolotické, ale aj litologické vlastnosti. V tomto prípade je vhodné dôkladne poznať zvetralinový pokrov. Zo štatistických meraní vyplýva, že hodinové intenzity dažďa dosahujúce 60 – 80 mm sa vyskytnú v Tatrách s pravdepodobnosťou 1 %, to znamená raz za sto rokov. Avšak intenzita 40 mm.h⁻¹ sa môže vyskytnúť s pravdepodobnosťou 10 %, teda raz za desať rokov. Za posledných sedem rokov intenzita extrémnych

zrážok stúpla v porovnaní so staršími meraniami, ktoré vykonával Niedźwiedz (2003). Ako uvádza Kotarba (2005), pozorujeme v Tatrách od roku 1995 prechod na vlhšiu klímu s rozvojom procesov fluviacie, t. j. prejavov plošného a koncentrovaného povrchového odtoku v podobe erózných stružiek a rýh. V súčasnosti pozorujeme veľmi aktívne sutinové prúdy v oblasti Mlynickej doliny, Mengusovskej doliny, Javorovej doliny (obr. 4), Veľkej a Malej Studenej doliny.

V Malej Studenej doline sme potvrdili súčasné prejavu mohutného sutinového prúdu pod stenami Lomnic-



Obr. 3. Zrážkové úhrny (R) nad 40 mm.deň⁻¹ za obdobie 2004 – 2014 na stanici Skalnaté pleso sú významným faktorom vzniku sutinových prúdov a erózných procesov v oblasti Tatier. Zdroj: SHMÚ



Obr. 4. Aktívne sa formujúca delta zo sutinových prúdov v Čiernom Javorovom plese na snímke z dronu (2013). Foto: Jozef Gallik



Obr. 5. Aktívny sutinový prúd pod Lomnickým štítom v Malej Studenej doline na leteckej snímke z roku 2006 (hore) a 2012 (dole). Zdroj: Eurosense, spol. s r. o./Geodis Slovakia, spol. s r. o., TOP GIS, SEZNAM.CZ

kého štítu, ktorého zdrojová oblasť začína v nadmorskej výške približne 2 200 m, jeho dĺžka bola v roku 2014 približne 1 250 m, čo je o 50 m viac ako na snímkach z roku 2004. Jeho šírka v akumuláčnej zóne sa taktiež zväčšila z pôvodných 5 – 12 m až na 96 m (obr. 5; Tomko-Králo, 2015).

Zosuvy

V oblasti Tatier sme potvrdili zvýšený výskyt zosuvov, ktoré úzko súvisia s intenzívnymi zrážkovými udalosťami v roku 2010 a 2013 podobne ako v prípade sutinových prúdov. Často sú postihované svahy morén, glaciofluviálnych kužeľov a svahy tvorené mezozoickými horninami, ako je to v prípade Belianskych Tatier a Javorovej doliny (obr. 6). Na mnohých lokalitách je vznik zosuvov iniciovaný vznikom vývrátov po veterných smršťiach a v dôsledku nivačného účinku snehových polí. Obnažené plochy sú vystavené ronovým procesom s následným vznikom erózných rýh až výmoľov. Niektoré zo zosuvov priamo ohrozujú, resp. deštruujú turistické chodníky, čo spôsobuje nielen sťaženie prechodu, ale aj zmenu jeho trasy (obr. 7).

Skalné rútenie

Aktivita gravitačných procesov skalných svahov a stien je v prevažnej miere situovaná v dolinách s veľkým relatívnym prevýšením chrbtov a štítov. Významným faktorom je prítomnosť diskontinuit skalných masívov v podobe primárnych odlučných plôch, mylonitových zón a sekundárnej siete puklín. K vzniku skalného rútenia, príp. opadávania úlomkov, dochádza najčastejšie v jarnom období v dôsledku ohrievania skalných svahov zvýšenou slnečnou radiáciou a účinkami ľadu v puklinových systémoch. Z pozorovaných uda-



Obr. 6. Zosuvy na svahu bočnej morény nad turistickým chodníkom v Javorovej doline (17. september 2014). Foto: Juraj Hreško



Obr. 7. Zosuv na svahu Hlúpeho vrchu v doline Zadné Meďodoly (10. marec 2011). Foto: Juraj Hreško

lostí v posledných 20 rokoch sme identifikovali zvýšenú frekvenciu voľného opadávania úlomkov, ale aj sústredného zosypávania v žlaboch. K opadávaniu sa pripájajú aj formy skalného rútenia v podobe mohutných skalných blokov o veľkosti 3 – 6 m s identifikovanými čerstvými odermi na povrchu balvanov a ryhami s rozdrvenými blokmi na povrchu často stabilizovaných sutinových kuželov. Z pozorovaných lokalít uvedieme Javorovú dolinu, Kolovú dolinu (obr. 8), Mengusovskú dolinu a doliny Západných Tatier, kde dominuje rozvetvená Jalovecká dolina.



Obr. 8. Blok z čerstvého skalného rútenia z masívu Kolového štítu (2 418 m n. m.) v Kolovej doline (2. október 2015). Foto: Juraj Hreško

* * *

Masív vysokohorskej krajiny Tatier formujú viaceré morfolodynamické procesy, ktoré tvoria súčasť alpínskych ekosystémov a ovplyvňujú ich fungovanie a vývoj. Často relatívne stabilizované svahy a dna dolín sa stávajú priestorom s transportom alebo akumuláciou materiálu. Účinok procesov je na jednej strane destabilizujúci až deštruktívny, na druhej strane vytvára podmienky na vznik a vývoj nových stanovišť a habitatov flóry a fauny, resp. ich zoskupení. V oblasti viacerých dolín môžeme poukázať aj na postupné zasypávanie a zanášanie plies, čo je z hľadiska diverzity biotopov negatívny proces. Depozíciou zanesené jazerné panvy sú však často charakteristické novým typom biotopov v podobe rašeliniskových močiarov s pretekajúcimi a bifurkujúcimi potokmi.

Príspevok vznikol s podporou projektu APVV-0669-11 Atlas archetypov krajiny Slovenska a projektu KEGA 025UKF-4/2015 Vývoj a zmeny archetypov krajiny Slovenska.

Literatúra

- Höller, P., Fromm, R., Leitinger, G.: Snow Forces on Forest Plants due to Creep and Glide. *Forest Ecology and Management*, 2009, 257, 2, p. 546 – 552.
- Hreško, J.: Lavínová ohrozenosť vysokohorskej krajiny v oblasti Tatier. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis, Folia Geographica* 2, 1998, 30, s. 348 – 351.
- Hreško, J., Bugár, G.: Súčasný vývoj lavínových morfosystémov Belianskych Tatier. In: Vološčuk, I. (ed.): *Prínos a perspektívy Tatranského národného parku v ochrane prírodného dedičstva Karpát*. Tatranská Lomnica: Správa národných parkov Slovenskej republiky, 1999, s. 198 – 201.
- Hreško, J., Bugár, G., Mačutek, J., Petrovič, F.: Morfolodynamické prejavy lavín a nivačných procesov v oblasti Belianskych Tatier.

- Životné prostredie, 2011, 45, 2, s. 78 – 82.
- Kohút, F.: Prírodné procesy ohrozujúce vysokohorskú krajinu – Jalovecká dolina. Rigorózna práca. Nitra: KEE FPV UKF v Nitre, 2005, 111 s.
- Kotarba, A.: Geomorphic Processes and Vegetation Pattern Changes. Case Study in the Zelené Pleso Valley, High Tatra, Slovakia. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 2005, 39, p. 39 – 48.
- Niedźwiedz, T.: Extreme Precipitation Events on the Northern Side of the Tatra Mountains. *Geographia Polonica*, 2003, 76, 2, p. 15 – 23.
- Tomko-Králo, D.: Výskum sutinových prúdov vo Veľkej a Malej Studenej doline – Vysoké Tatry. In: Hudec, M., Švec, P. (eds.): *Študentská vedecká konferencia 2015. Zborník recenzovaných príspevkov z prvého ročníka vedeckého podujatia pre študentov bakalárskeho, magisterskeho a 1. ročníka doktorandského štúdia FPV UKF v Nitre konanej 15. apríla 2015*. Nitra: UKF, 2015, s. 156 – 161.
- van Steijn, H.: Debris-Flow Magnitude-Frequency Relationships for Mountainous Regions of Central and Northwest Europe. *Geomorphology*, 1996, 15, 3 – 4, p. 259 – 273.

prof. RNDr. Juraj Hreško, PhD., jhresko@ukf.sk
 Mgr. Gabriel Bugár, PhD., gbugar@ukf.sk
 Mgr. Jozef Gallik, jozef.gallik@ukf.sk
 Mgr. Dávid Tomko-Králo, david.tomko.kralo@ukf.sk
 RNDr. Juraj Kapusta, juraj.kapusta@ukf.sk
 Katedra ekológie a environmentalistiky Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre,
 Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra