

MONITORING SVAHOVÝCH POHYBOV VYUŽITÍM BEZPILOTNÝCH LIETAJÚCICH SYSTÉMOV (UAS)

Peter BLIŠŤAN - Ľudovít KOVANIČ - Matej PATERA

LANDSLIDES MONITORING BY UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS (UAS)



Sustainability - Environment - Safety '2017

ABSTRAKT

Svahové pohyby sú fenomén, ktorý sa často vyskytuje na území Slovenska a významne vplýva na urbanizáciu a využívanie krajiny. Hlavný vplyv na vznik svahových pohybov majú: úbytok vegetácie, zmeny klimatických pomerov a aj negatívna činnosť človeka. Na Slovensku sa nachádza viacero lokalít, kde sa vyskytujú svahové pohyby menších či väčších rozmerov, ktoré môžu vplývať na zmenu reliéfu krajiny, obmedzovať urbanistické využívanie krajiny a spôsobovať materiálne škody. Pre účely manažmentu rizík je preto potrebné systematické sledovanie týchto zosuvných území. Monitorovanie geohazardov využitím bezpilotných lietajúcich systémov (UAS) je moderným trendom posledných rokov. Letecká fotogrametria z UAS je nová technológia monitorovania povrchových objektov vrátane zosuvných území, ktorá sa postupne začína používať aj u nás na monitorovanie svahových pohybov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: *bezpilotný lietajúci systém, fotogrametria, mapovanie, digitálny model terénu, zosuv*

ABSTRACT

Slope movements are a phenomenon that often occurs in the territory of Slovakia and has a significant impact on urbanization and landscape use. The reasons for the rise of sloping movements are mainly: loss of vegetation, changes in climatic conditions and the negative human activity. There are several locations in Slovakia with the occurrence of slopes of smaller or larger dimensions, which may affect the landscape's landscape change, limit the urban use of the landscape and cause material damage. For the purpose of risk management it is therefore necessary to systematically monitor these landslide areas. Geo-hazard monitoring using Unmanned Aircraft Systems (UAS) is a modern trend in recent years. Aerial Photogrammetry from UAS is a new Surface Surveillance technology, which is gradually being used in Slovakia to monitor slope movements.

KEY WORDS: *Unmanned aircraft systems, Photogrammetry, Mapping, Digital terrain model, landslide.*

ÚVOD

Svahové deformácie patria k najrozšírenejším a najzávažnejším geodynamickým javom ovplyvňujúcim urbanizmus. Vznikajú na miestach kde dochádza ku kombinácii niekoľkých faktorov ako: morfológia strání, sklon svahu, dĺžka svahu, intenzita zvetrávania, geologická stavba územia a pod.. Značný vplyv na svahové pohyby má aj tektonická aktivita a klimatické pomery [1]. Na Slovensku sa, vzhľadom na geomorfologickú štruktúru a členitosť značnej časti územia, nachádza viacero lokalít, kde sa vyskytujú svahové pohyby menších či väčších rozmerov, ktoré môžu spôsobiť

zmenu reliéfu postihnutej lokality a obmedziť spôsob využívania územia. Na základe Atlasu máp stability svahov Slovenskej republiky sa na Slovensku nachádza 21 190 svahových deformácií. Porušujú územie s rozlohou 257,5 tis. ha, čo predstavuje 5,25 % rozlohy Slovenska. Najväčšie zastúpenie v rámci svahových deformácií majú zosuvy, ktorých bolo zaregistrovaných 19 104, a ktoré predstavujú celkovo 90,2 % všetkých registrovaných svahových deformácií. Svahové deformácie ohrozujú 98,8 km diaľnic a ciest I. triedy, 571 km ciest II. a III. triedy, 62 km železníc, 11 km nadzemných vedení, 3,5 km ropovodov, 101 km plynovodov, 291 km vodovodov a takmer 30 000 pozemných stavieb [2].

1. MAPOVANIE A MONITORING SVAHOVÝCH DEFORMÁCIÍ

1.1. Svahové pohyby

Svahové pohyby sa spravidla definujú ako gravitačný pohyb horninových mäs z vyšších polôh do nižších. Pojem svahové pohyby združuje všetky gravitačné pohyby mäs horninových masívov vo svahoch okrem tých, kde materiál odnášajú transportné média – voda, sneh, vietor [3].

Horniny sa udržiavajú na rozlične strmých svahoch, stenách a často až skalnatých previsoch len vďaka svojej súdržnosti a pevnosti, ktorou odolávajú pôsobeniu gravitačných síl premiestniť ich do nižšej polohy. Len čo sily vlastnej hmotnosti a tlaky svahom prúdiacej vody prevýšia odpor hornín proti premiestneniu (narušia rovnováhu svahových sedimentov a pevných hornín), začnú sa horniny obyčajne najprv pomaly plasticky pretvárať, posúvať a potom rýchlo pohybovať po svahu vo forme skalného zrútenia [4].

Na základe geologického výskumu bolo preukázané, že väčšina zosuvov na Slovensku, ktoré vznikli v obývaných územiach za posledných 30 – rokov, bolo buď úplne alebo čiastočne vyvolaných zásahom človeka do citlivého stabilitného režimu starých zosuvov. Osobitne nebezpečné sú antropogénne zásahy, ktoré vyvolávajú zmeny režimu podzemnej vody. Zosuvy vplývajú najmä na [5]:

- *poľnohospodársku pôdu a lesy,*
- *urbanizáciu,*
- *komunikačné stavby,*
- *vodohospodárske stavby.*

Pri plánovaní a výstavbe nových urbanistických objektov na nestabilných územiach sa preto postupuje veľmi opatrne. Na inžiniersko-geologický prieskum sa kladú zvýšené požiadavky. Výsledky prieskumu ovplyvňujú zásadne nielen ekonomiku, ale i podmienky realizovateľnosti stavieb. Prieskum musí odporúčať najúčinnejšie a ekonomicky adekvátne preventívne sanačné práce. Tieto práce sa musia realizovať v predstihu, aby bolo stavenisko stabilné už pred začatím výstavby [6].

1.2. Mapovanie povrchových objektov a javov pomocou UAS

Bezpilotné lietajúce systémy - UAS (z anglického Unmanned aircraft systems) sú modernou technológiou, ktorá sa v posledných rokoch začala používať na mapovanie povrchových objektov vrátane zosuvných hazardov [7] [8]. Bezpilotné lietajúce systémy zahŕňajú veľa typov lietajúcich strojov. Okrem lietadiel a vrtuľníkov sú to tiež v poslednej dobe veľmi rozšírené viacmotorové vrtuľníky (multikoptéry). Bezpilotné prostriedky slúžia ako nosiče najrôznejších snímacích zariadení, pričom najčastejšie sú vybavené fotoaparátmi a videokamerami. UAS sú dnes už bežne vybavené navigačnými technológiami – globálnym navigačným satelitným systémom (GNSS) a inerciálnym meracím systémom, ktoré slúžia na orientáciu v priestore. Na základe nich sa bezpilotné lietadlá stávajú takmer nezávislé od pozemnej riadiacej stanice a vyhotovujú snímky vo vopred stanovených polohách. Práve z týchto dôvodov sa UAS začali využívať aj ako efektívny nástroj na mapovanie objektov a javov vrátane stále častejšieho nasadzovania napr. na dokumentáciu živelných pohrôm, prírodných katastrof a priemyselných havárií.

Tento príspevok sa bude venovať dokumentovaniu - mapovaniu geohazardov a fotogrametrickému zberu údajov využitím UAS. Letecká fotogrametria je geodetická metóda určená na zber údajov využitím fotografických zariadení (fotoaparát) s cieľom vytvoriť z takto získaných dát ortofotosnímky, topografické mapy alebo 3D modely terénu [9]. Tieto výstupy sú potom využívané ako podkladové digitálne dáta [10].

Proces mapovania povrchových objektov pomocou UAS môžeme rozdeliť na dve základné časti. V prvej časti vykonávame zber údajov a v druhej časti tieto údaje spracovávame. Zber údajov je limitovaný možnosťami systému. Medzi takéto obmedzenia patrí výška letu alebo použitá digitálna kamera. Na druhej strane, softvérové spracovanie snímok a vyhotovenie požadovaných výstupov možno vyhotoviť s rôznymi kompatibilnými softvérmi. Na tvorbu výstupov z meraných údajov slúžia rôzne komerčné a nekomerčné softvéry, ktoré pracujú na princípe automatizovanej alebo poloautomatizovanej tvorby výstupov [11,12,13].

2. TESTOVANIE VYUŽITIA UAS V LOKALITE NIŽNÁ MYŠĽA

2.1. Lokalizácia záujmového územia

Záujmové územie leží cca 7 km JV od Košíc v katastrálnom území obce Nižná Myšľa, ktoré spadá do Košického samosprávneho kraja, okres Košice – okolie (obr. 1). Terén územia je hladko modelovaný so sklonom svahu 5 až 12 %. Mierne vlnitý povrch poukazuje na výskyt exogénnych geodynamických javov – zosuvov. Vlastnosti reliéfu a jeho morfológická modelácia sú úzko späté s charakterom geologického substrátu a preto základné typy reliéfu v širšom okolí záujmového územia korešpondujú so základnými geologickými jednotkami, podieľajúcimi sa na jeho geologickej stavbe.

V hodnotenom území a jeho širšom okolí potom môžeme z hľadiska typizácie reliéfu vyčleniť tieto základné typy [14]:

- reliéf nív a terás riek Hornádu, Torysy a Olšavy,
- reliéf svahov a chrbtov neogénnej kotliny,
- reliéf vulkanického pohoria.

Z geologického hľadiska je záujmové územie súčasťou regiónu neogénnych tektonických vkleslín a oblasti vnútrohorských kotlín. Vyskytujú sa tu hlavne typy sedimentov s charakterom jemnozrnných zemín. V rámci inžinierskogeologického rajónovania ide o rajón zosuvných delúvií s výskytom geodynamických javov – svahových pohybov, ktoré majú charakter aktívnych frontálnych zosuvov, zosúvajúcich sa po rotačných a kombinovaných šmykových plochách [14].

Záujmové územie je porušené zosuvmi rôznych generácií. Morfológické znaky starších zosuvov sú zastreté antropogénnou činnosťou a procesmi svahovej modelácie nezosuvného charakteru. Vychádzajúc zo všeobecných poznatkov o inžinierskogeologických pomeroch možno zosuvné územie charakterizovať nasledovne [14]:

- Územie budujú kvartérne (deluviálno-eluviálne) a neogénne sedimenty (vysokoplastické íly, menej íly stredne plastické).
- V lokalite sa zvlášť nepriaznivo podieľajú na vzniku svahových pohybov atmosférické zrážky.
- Hladina podzemnej vody sa nachádza v rôznych hĺbkach (1 – 22 m pod terénom) a má charakter napätej hladiny. V čase zvýšenej zrážkovej činnosti môže v pozorovacích objektoch vystúpiť až k povrchu terénu.
- Šmykové plochy sa nachádzajú v hĺbkových intervaloch 3 až 17 m pod terénom.
- Na stabilitu územia dlhodobo zle pôsobia aj antropogénne vplyvy súvisiace s oslabovaním päty svahu (výkopy a odrezy), zaťažovaním jeho vrcholovej časti (výstavba nových domov), ako aj zle odvedené zrážkové vody zo striech obytných objektov a spevnených plôch.



Obr. 1. Geografická pozícia záujmovej oblasti.

Svahové deformácie v širšom okolí obce Nižná Myšľa, patria do skupiny zosúvania, pričom základný typ svahového pohybu klasifikujeme ako zosúvanie pozdĺž rotačnej, rovinatej a zloženej šmykovej plochy.

Zosuv v lokalite Nižná Myšľa patril k najvýznamnejším geodynamickým javom na území Košického samosprávneho kraja, zdokumentovaným počas rozsiahlych záplav v roku 2010. Ku zosuvu v Nižnej Myšli došlo dňa 4.6.2010 a jeho následky na antroposféru a environment obce boli katastrofálne. Treba zdôrazniť, že sa jednalo o mimoriadnu situáciu s akútnym stavom ohrozenia životov obyvateľov a ich majetku – obytných domov a ostatných objektov v katastrálnom území obce. Zosuv bol podmienený hlavne dlhodobými a výdatnými zrážkami v období od 10. mája do 5. júna 2010.

Predmetom výskumu bolo overiť využiteľnosť UAV fotogrametrie pri dokumentovaní zosuvného územia a identifikácia morfológických zmien s poškodenia cestnej infraštruktúry vplyvom aktivizácie sa zosuvu. Testovaná bola presnosť s akou je lacné UAV DJI Phantom 4 schopné zachytiť tieto zmeny. Dokumentovaná bola cestná komunikácie medzi obcami Nižná Myšľa a Nižná Hutka a príslušné zosuvné územie ležiace severovýchodne od tejto komunikácie (obr. 2). Na tomto území ako aj na cestnej komunikácii sú pozorovateľné prejavy zosuvu (obr. 3).



Obr. 2. Pohľad na záujmové územie a dokumentovanú cestnú komunikáciu.



Obr. 3. Pozorovateľné prejavy zosuvu v lokalite Nižná Myšľa

2.2. Fotogrametrický zber dát využitím UAS

Zber údajov pre bol vykonaný využitím multikoptéru DJI Phantom 4 (obr. 4). Toto UAS zariadenie patrí do kategórie "lacných" UAV. Disponuje zabudovaným GPS modulom, kompasom s gyroskopom a kamerou DJI HD s rozlíšením 12 Mpx. Kamera je umiestnená na 3-osom gimbále, ktorý pomocou troch striedavých motorov zabezpečuje jej stabilitu.

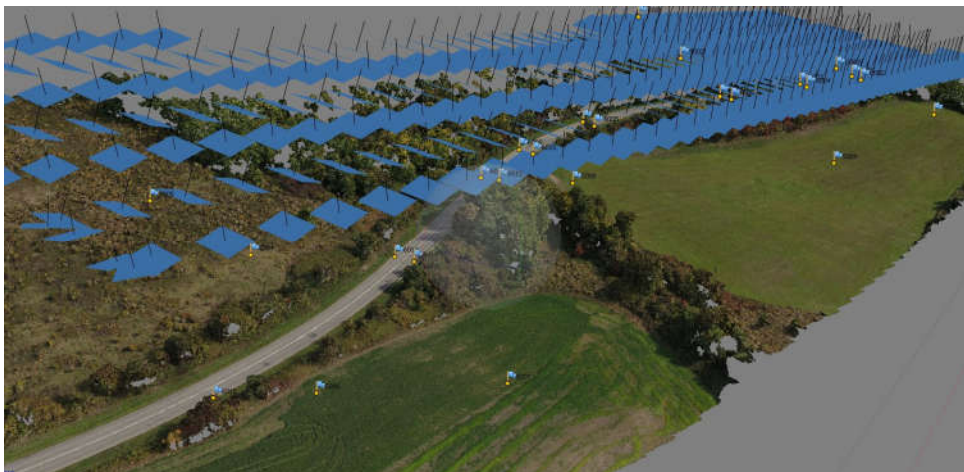
Multikoptéra pracuje v dvoch módoch, pričom na naše snímkovanie bol použitý mód GPS stabilizácie polohy "GPS Atti Mode". V tomto móde riadiaca jednotka automaticky stabilizuje multikoptéru vo všetkých osiach. Pomocou ovládacieho softvéru pracujúceho v prostredí Android bol v tomto letovom móde naprogramovaný celý snímkový let. Realizované boli celkovo 3 lety a každý trval cca 15 minút. Vytvorených bolo spolu 363 leteckých snímok.

2.3. Spracovanie leteckým snímok a tvorba modelu územia

Letecké snímky boli pred spracovaním v špecializovanom fotogrametrickom softvéri graficky upravené. Úprava spočívala v aplikácii nasledujúcich funkcií: vyváženie bielej farby (RAW white balance), odstránenie šumu (Noise reduction - RAW) a eliminácia aberácie (Chromatic aberration). Následne boli snímky spracované vo softvérovom prostredí Agisoft PhotoScan (obr. 5). Agisoft PhotoScan predstavuje fotogrametrický softvér na efektívne 3D spracovanie veľkého množstva snímok s cieľom vytvoriť kvalitný textúrovaný 3D model zachytenej scény. Práca v tomto programovom prostredí je pomerne jednoduchá a vygenerované výstupy dosahujú vysokú presnosť (obr. 6). Z týchto dôvodov sa Agisoft PhotoScan stal v pomerne krátkom čase veľmi rozšíreným softvérom.



Obr. 4. UAV - DJI Phantom 4.

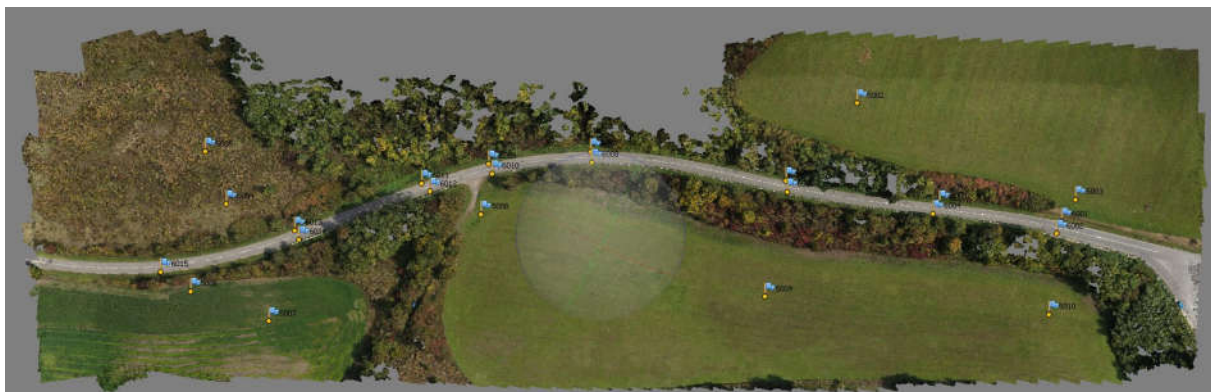


Obr. 5. Spracovanie snímok v Agisoft PhotoScan - pozícia snímok získaných pri snímkovom lete

Proces spracovania snímok v Agisoft PhotoScan zahŕňa nasledujúce kroky: Align Photos, Build Dense Cloud, Build Mesh a Build Texture. Finálnym produktom celého procesu je textúrovaný 3D model, ktorý verne zobrazuje terén (obr. 6). Vytvorený model je možné exportovať prostredníctvom exportných filtrov do rôznych formátov, v závislosti od potrieb zadávateľa.

V rámci nášho výskumu bolo spracovaných 344 snímok. Na transformáciu snímkového bloku do súradnicového systému S-JTSK bolo použitých 10 vličovacích bodov (obr. 5 a 6), ktorých súradnice boli určené terestricky využitím GNSS aparatury. Výsledky spracovania fotogrametrických dát vykazujú nasledujúce charakteristiky:

- rozlíšenie GSD je 2,04 cm/pixel.
- chyba v polohe meraného bodu na snímke je 0,259 pix.
- kvadratický priemer reziduí na vličovacích bodoch je 0,0177 m.
- pozdĺžny prekryt snímok bol 80% a priečny 60%.



Obr. 6. Textúrovaný 3D model a pozíciou vličovacích bodov.

ZÁVER

V poslednom období trvalý vplyv na obyvateľstvo majú najmä klimatologické a následne geologické hrozby. Prvým krokom je analýza rizík, ktorá je zásadným predpokladom pre pochopenie ohrozenia a samozrejme aj pre efektívny manažment rizík [15]. V oblasti manažmentu rizík ma svoje miesto ja hodnotenie zosuvných rizík - rizík, ktoré spôsobujú geodynamické javy. Geodynamické javy, predovšetkým zosuvy spôsobili v posledných rokoch na území Slovenska značné škody. Z tohto dôvodu je stále dôležitou úlohou geodézie monitorovať tieto javy a sledovať ich vývoj takými metódami, aby geodetické merania boli čo najefektívnejšia a zároveň čo najpresnejšie. Práve v oblasti monitorovania zosuvných území sa do popredia dostávajú aj moderné metódy zberu dát, napr. INSAR, LIDAR a UAV fotogrametria, ktorých veľkou výhodou je najmä rýchlosť zberu údajov, hustota zameraných bodov a ich finančná dostupnosť.

Pre posúdenie vhodnosti nízkonákladovej UAV fotogrametrie ako alternatívnej metódy ku klasickým terestrickým geodetickým metódam sme realizovali výskum v zosuvnom území Nižná Myšľa. Povrch bol dokumentovaný využitím lacného UAV s cieľom vykonať opakované merania s časovým odstupom cca 1/2 roka a výsledky následne vyhodnotiť. Prvé meranie bolo realizované v roku 2017 a jeho výsledky sú prezentované v tom príspevku. Ďalšie merania budú realizované na jar a na jeseň roku 2018.

Z pohľadu presnosti bolo cieľom overiť chybu s akou sme schopný modelovať mračno bodov z fotogrametrického merania. Výsledky testovania výšok bodov získaných fotogrametrickým spracovaním dát svedčia o tom, že nízkonákladová UAV fotogrametria ako metóda zberu dát,

poskytuje presnosť určenia výšok blížiacu sa terestickému laserovému skenovaniu. V súvislosti s využívaným UAV však treba poznamenať, že ich komerčné nasadenie v praxi je upravené pomerne prísnou legislatívou. Vykonávanie komerčných leteckých prác spojené s vyhotovovaním leteckým snímkom podlieha povoľovaniu zo strany viacerých inštitúcií a úradov. Tento fakt môže odradiť viaceré subjekty, ktoré by sa chceli aktívne venovať tejto progresívnej metóde zberu geodát.

Aj keď u nás zatiaľ nie je samozrejmosťou zhotovovanie prognózných máp geologických hazardov a rizík, je len otázkou času kedy sa to stane nutnosťou. S postupujúcou urbanizáciou a zvyšujúcou sa potrebou vyššieho životného komfortu sú projektanti nútení vyrovnávať sa so stále zložitejšími inžinierskogeologickými pomermi pri posudzovaní pozemných, podzemných, líniových, vodných, ale aj iných druhov stavieb. Správne umiestnenie stavby s dôkladným poznaním súčasného stavu geologického prostredia, ale najmä predpokladaním geologických procesov v budúcnosti, s dôrazom na geobariéry, môže byť prostriedkom k ušetreniu vysokých finančných nákladov na možné sanácie v budúcnosti a v neposlednom rade zároveň zvýši bezpečnosť obyvateľstva. Monitorovanie zosuvných rizík využitím UAV a prognózne mapy geologických rizík preto ideálnym podkladom pre urbanizačné plánovanie jednotlivých územných celkov [16].

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] GARIANO, S. L., GUZZETTI, F., Landslides in a changing climate, In *Earth-Science Reviews*, Volume 162, 2016, Pages 227-252.
- [2] Zosuvy a iné svahové deformácie. [on line] [cit 15-08-2017] dostupné na: <http://www.minzp.sk/sekcie/temy-oblasti/geologia/zosuvy-ine-svahove-deformacie.html>
- [3] CRUDEN, D.M., VARNES, D.J., Landslide types and processes, In: K.A. Turner, R.L. Schuster (Eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation*, Special Report 247, Transportation Research Board, Washington (1996), pp. 36-75
- [4] ČABALOVÁ, D., BALIAK, F., KOPECKÝ, M. *Geológia*. Bratislava: STU, 1999. 142-143s. ISBN 80-227-1284-1
- [5] ZÁRUBA, Q, MENCL, V. *Sesuvy a zabezpečování svahů*. Praha: Academia, 1987.
- [6] NEMČOK, A. *Zosuvy v slovenských Karpatoch*. Bratislava: VEDA SAV, 1982. 320s.
- [7] NIETHAMMER, U., JAMES, M.R., ROTHMUND, S., TRAVELLETTI, J., JOSWIG, M., UAV-based remote sensing of the Super-Sauze landslide: Evaluation and results, In *Engineering Geology*, Volume 128, 2012, Pages 2-11, ISSN 0013-7952
- [8] STUMPF, A., MALET, J.P., KERLE, N., NIETHAMMER, U., ROTHMUND, S., Image-based mapping of surface fissures for the investigation of landslide dynamics, In *Geomorphology*, Volume 186, 2013, Pages 12-27, ISSN 0169-555X
- [9] KRŠÁK, B., BLIŠŤAN, P., PAULIKOVÁ, A., PUŠKÁROVÁ, P., KOVANIČ, Ľ., PALKOVÁ, J., ZELIZŇAKOVÁ, V., Use of low-cost UAV photogrammetry to analyze the accuracy of a digital elevation model in a case study, In *Measurement*, Volume 91, 2016, Pages 276-287, ISSN 0263-2241
- [10] REMONDINO, F., BARAZZETTI, L., NEX, F., SCAIONI, M., SARAZZI, D., UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling—current status and future perspectives, H. Eisenbeiss, M. Kunz, H. Ingensand (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics (UAV-g) 2011* Zurich, Switzerland, September (2011)
- [11] KYŠEĽA, K., BLIŠŤAN, P., KOVANIČ, Ľ. Využitie vybraných geodetických metód pre zameranie povrchových banských prevádzok s cieľom tvorby ich 3D modelov. In: *Fórum mladých geoinformatikov 2013: recenzovaný zborník príspevkov*. 2.- 3. mája 2013, Zvolen. - Zvolen: Technická univerzita, 2013, s. 1-10.
- [12] RCDATA PRAHA, Družicová data, [on line] [cit 15-08-2017] dostupné na: http://download.arcdata.cz/doc/druzicova_data.pdf
- [13] PAVELKA, K. *Fotogrammetrie I*, 1st ed., Česká technika, Praha, 2009.



- [14] TOMETZ, L., BLIŠŤAN, P., HARABINOVÁ, S., LEŠŠO, J., NYÁRHIDY, J., TUROVSKÝ, F.: *Nižná Myšľa – havarijný zosuv, inžinierskogeologický prieskum*. Manuskript GEOTON s.r.o., Košice, 2010, 59 s.
- [15] BLIŠŤANOVÁ, M.: *Hodnotenie bezpečnostných rizík prírodného charakteru na Slovensku*. In: Košická bezpečnostná revue, 2017, č.1, str. 1-17.
- [16] LUCIEER ,A., JONG, S.M.d., TURNER, D., Mapping landslide displacements using Structure from Motion (SfM) and image correlation of multi-temporal UAV photography, *Prog. Phys. Geogr.*, 38 (1) (2014), pp. 97-116

ADRESY AUTOROV

doc. Ing. Peter BLIŠŤAN, PhD. MBA

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav geodézie, kartografie a GIS, Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovensko, e-mail: peter.blistan@tuke.sk

Ing. Ľudovít KOVANIČ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav geodézie, kartografie a GIS, Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovensko, e-mail: peter.blistan@tuke.sk

Ing. Matej PATERA

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav geodézie, kartografie a GIS, Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovensko, e-mail: matej.patera@tuke.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.