

BEZPILOTNÉ LIETAJÚCE SYSTÉMY(UAS) AKO NÁSTROJ MONITORINGU SVAHOVÝCH DEFORMÁCIÍ V PROCESE MANAŽMENTU A POSUDZOVANIA RIZÍK

Peter BLIŠŤAN a Monika BLIŠŤANOVÁ

FLYING UNMANNED SYSTEMS (UAS) AS A TOOL FOR SLOPE DEFORMATIONS MONITORING FOR MANAGEMENT AND RISK ASSESSMENT



ABSTRAKT

Svahové pohyby sú fenomén, ktorý významne vplýva na urbanizáciu krajiny. Významný vplyv na vznik svahových pohybov majú: úbytok vegetácie, klimatické pomery a v neposlednom rade aj negatívna činnosť človeka. Na Slovensku sa nachádza viacero lokalít, kde sa vyskytujú svahové pohyby menších či väčších rozmerov, ktoré môžu spôsobiť zmenu reliéfu postihnutej lokality. Pre účely manažmentu rizík je preto potrebné systematické sledovanie týchto zosuvných území. UAV fotogrametria, ako nová technológia monitorovania povrchových objektov, sa postupne začína používať aj u nás na monitorovanie svahových pohybov.

KEĽŤOVÉ SLOVÁ: bezpilotný lietajúci systém, fotogrametria, mapovanie, digitálny model terénu, manažment rizík, posudzovanie rizík.

ABSTRACT

Slope movements are phenomena that have a significant impact on the urbanization of the landscape. Significant influence on the formation of slope movements are: loss of vegetation, climatic conditions and not least negative human activity. There are several locations in Slovakia where there are slopes of smaller or larger dimensions that can cause a change in the relief of the affected site. For risk management purposes, it is therefore necessary to systematically monitor these translocation areas. UAV photogrammetry, as a new surface monitoring technology, is gradually being used in our country to monitor slope movements.

KEYWORDS: Unmanned aircraft systems, Photogrammetry, Mapping, Digital terrain model, Risk management, Risk assessment.

ÚVOD

Svahové pohyby vznikajú v prostredí s vhodnými podmienkami na ktorých sa podieľajú rôzne vplyvy. Sú to tvar, sklon, dĺžka stráni, zvetrávanie, geologická stavba územia a pod.. Značný vplyv na svahové pohyby má aj tektonická aktivita, klimatické pomery a v neposlednom rade aj činnosť človeka a úbytok vegetácie.

V dôsledku uvedeného vzniká proces svahovej modelácie. Tento je väčšinou relatívne pomalý, aj keď niekedy dochádza ku rýchlejším svahovým pohybom, ktoré môžu mať katastrofálne následky. V tomto smere sú u nás najčastejšie postihované oblasti budované flyšovými horninami, kde sa zosúvajú obvykle prevlččené ťolce.

Na Slovensku sa vzhľadom na jeho geomorfologickú štruktúru a členitosť značnej časti jeho územia nachádza viacero lokalít, kde sa vyskytujú svahové pohyby menších či väčších rozmerov, ktoré môžu spôsobiť zmenu reliéfu postihnutej lokality. Dokonca zahradením, ktorý spôsobil svahový zosuv vznikli jazerá napríklad v Slánskych vrchoch, v Levočských vrchoch a inde.

Svahové pohyby majú preto väčšinou negatívny dosah, lebo poškodzujú alebo ničia majetok, znehodnocujú poľnohospodársku pôdu a menia aj hydrologické pomery.

1. MANAŽÉRSTVO RIZÍK A POSUDZOVANIE RIZÍK

Manažérstvo rizík je možné chápať ako kultúru, procesy a štruktúry zamerané na efektívne riadenie potenciálnych príležitostí a neželaných účinkov.

Cieľom manažérstva rizík v procese riadenia kvality je eliminovať alebo minimalizovať rôzne druhy rizík týkajúcich sa danej oblasti (systému) na spoločensky akceptovateľnú úroveň. Ide o integrovaný prístup k riadeniu rizík vyplývajúcich z rôznych typov ohrození, ktorých zdrojom môže byť životné prostredie, technológia, človek alebo politická situácia.

1.1. Definícia pojmu riziko

Pojem riziko môžeme definovať ako stratu stability dejov a procesov prebiehajúcich spoločenských, technických a technologických, ako aj v prírodných systémov a následný vznik javov sú závislé na zmene vonkajších a vnútorných podmienok, v ktorých sa uskutočňujú a konkrétnom riziku, ktoré nebolo dostatočne znížené, prípadne eliminované.

Riziko predstavuje teda významný prvok, ktorý ovplyvňuje bezpečnosť systémov. Definovanie termínu riziko z pohľadu historického, ale aj súčasného nie je jednoznačné. Ponúka celý rad prístupov i konkrétnych výkladov, ktoré sa odvíjajú od miesta pôvodu, účelu i prostredia predpokladaného využívania.

V celom rade vedeckých štúdií, v odbornej literatúre i v právnych normách, ako aj v rôznych slovníkoch sa termín riziko definuje celým radom pojmov. Závisí to na odbore činnosti, pre ktorý sa termín riziko definuje, ale tiež od účelu definície a jej plánovaného využitia. Ako príklad uvádzame niekoľko rôznych definícií:

- Terminológia krízového riadenia SR* – Riziko je potenciálna možnosť narušenia bezpečnosti systému, objektu alebo procesu. Je to pravdepodobnosť vzniku krízového javu a jeho dôsledku.
- Smerica EÚ Seveso II* – Riziko je pravdepodobnosť špecifických dopadov, ktoré nastávajú v priebehu špecifického obdobia alebo počas špecifických podmienok.
- Terminologický slovník pojmov spravodajských služieb USA* – Riziko je pravdepodobnosť, že nepriateľská organizácia úspešne využije spravodajský obsah daného komunikačného systému.

1.2. Posudzovanie rizík

Zo všeobecného pohľadu je riziko pravdepodobnosťou výskytu nežiaducej udalosti s nežiaducimi následkami. Riziko je teda možné popísať prostredníctvom pravdepodobnosti a dôsledkov vzniku krízového javu:

$$R \in \{ (P_i, D_i) \} \quad \text{pre } i=1, \dots, n$$

alebo

$$R \in \{ (P_1, D_1), \dots, (P_i, D_i), \dots, (P_n, D_n) \}$$

kde: P_i – pravdepodobnosť vzniku krízového javu,

D_i – dôsledok vznik krízového javu (v peňažných alebo fyzikálnych jednotkách).

$$R \in \{ (P_i, D_i, V_i) \} \quad \text{pre } i=1, \dots, n$$

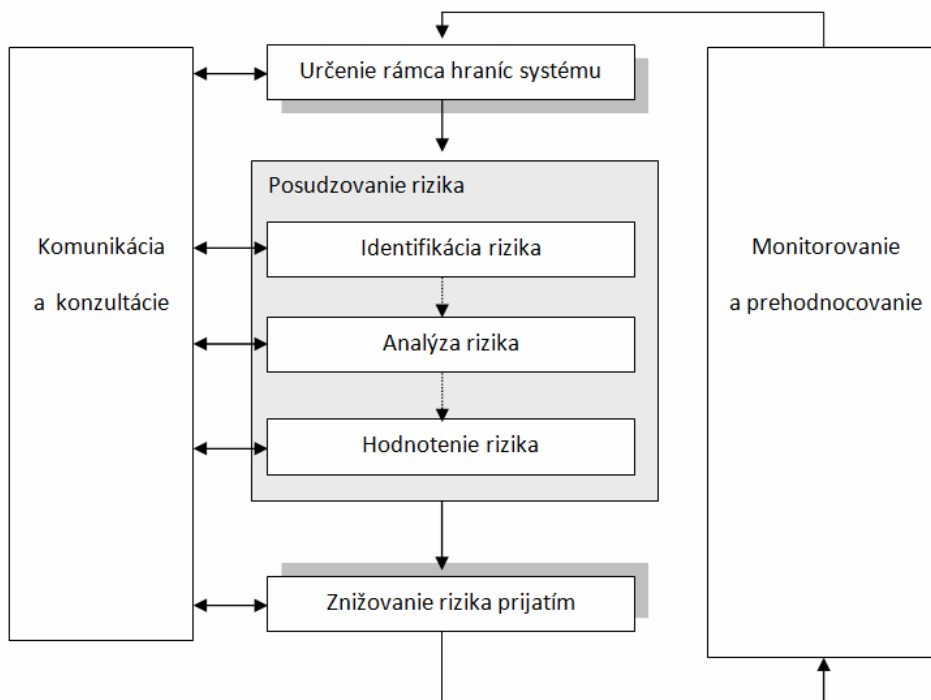
V_i – významnosť ohrozenia, ktorú predstavuje príslušné riziko.

Matematické vyjadrenie rizika sa uskutočňuje prostredníctvom miery rizika, ktoré je súčinom možných pravdepodobnosti vzniku krízového javu a možného rozsahu dôsledkov [1]:

$$R_i = P_i \times D_i$$

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \times \sum_{i=1}^n D_i$$

Pravdepodobnosť vzniku krízového jav sa môže stanoviť ako podiel krízových javov k celkovému počtu udalostí v danom čase.



Obr. 1. Procesy manažérstva rizika. [2]

Posudzovanie rizík ako také je súčasťou manažmentu kvality a je základným algoritmom pre špecifikáciu hodnoty, za účelom riadenia rizika vyplývajúceho z daného nebezpečenstva, resp. ohrozenia. Postup manažérstva rizík je možné zjednodušené definovať nasledovne (obr. 1):

- popis systému, určenie jeho hraníc,
- identifikácia typov ohrozenia,
- odhad pravdepodobností a možných dôsledkov jednotlivých ohrození,
- odhad rizika a jeho hodnotenie,
- stanovenie vhodných opatrení na zníženie alebo odstránenie rizika,
- preverenie výstupov z posudzovania rizika a ich zdokumentovanie,
- zhodnotenie účinnosti prijatých opatrení, aktualizácia – iteratívny proces riadenia rizika.

2. MAPOVANIE SVAHOVÝCH DEFORMÁCIÍ POMOCOU UAS

2.1. Svahové pohyby

Svahové pohyby sa spravidla definujú ako gravitačný pohyb horninových mas z vyšších polôh do nižších. Pojem svahové pohyby združuje všetky gravitačné pohyby mas horninových masívov vo svahoch okrem tých, kde materiál odnášajú transportné média – voda, sneh, vietor [5].

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.

2.1.1. Faktory vzniku svahových pohybov

Ak sa má správne posúdiť charakter zosuvu, je dôležité rozpoznať podmienky, ktoré ho spôsobujú, náchylnosť územia k svahovým pohybom a faktory, ktoré pohyb bezprostredne vyvolali. Jedine presná diagnóza umožňuje navrhnúť účelné zabezpečenie svahu.

Rozmanitosť svahových pohybov je podmienená nielen geologickou štruktúrou svahu, ale aj mnohými faktormi, ktoré zosúvanie spôsobujú. Medzi ne patria najmä:

- *sklon svahu,*
- *príťaženie násypmi,*
- *otrasy a vibrácie,*
- *voda,*
- *činnosť mrazu,*
- *zvetrávanie hornín,*
- *zmeny vo vegetačnom poraste svahov.*

2.1.2. Klasifikácia svahových pohybov

Svahové pohyby môžeme rozdeliť podľa rôznych hľadísk, napríklad podľa priebehu šmykových plôch, podľa druhu zosúvajúcich sa hmôt, podľa rýchlosti pohybu alebo štádia vývoja. Pre naše územné pomery a z hľadiska inžinierskej geológie je účelné triedenie svahových pohybov, ktoré prihliadajú k našim regionálnym pomerom a zároveň k tomu, aby bolo možné podľa jednoduchých znakov, zistiteľných pri miestnej prehliadke, zaradiť určitý zosuv do niektorej skupiny. Nasledujúce triedenie je vykonané na základe dvoch kritérií [5]:

1. *podľa mechanizmu pohybu,*
2. *podľa rýchlosti pohybu.*

Svahové pohyby sa delia na štyri veľké skupiny:

- *plazenie (creep),*
- *zosúvanie (slide),*
- *stekanie (flow),*
- *rútenie (fall).*

2.1.3. Všeobecné zásady stabilizácie svahových pohybov

Zosuvy, ako jeden z typov svahových pohybov, vznikajú z rozličných dôvodov. Ich vznik a samotný priebeh má za následok nielen zmenu rázu krajiny, ale môže svojim prejavom ničiť životné prostredie človeka[3]:

- *narušujú stabilitu líniových stavieb,*
- *znehodnocujú cesty, diaľnice a železničné trate,*
- *ničia produktovody a stožiare elektrického vedenia,*
- *ničia lesy.*

Zosuvy patria do tej skupiny negatívnych javov, ktoré majú vo všeobecnosti pomalý priebeh. To však neznamená, že na záchranné práce je dostatok času. Je dôležité si uvedomiť, že jednotlivé práce na zabezpečenie ochrany objektov, ktoré ohrozuje zosuv, sú technicky náročné a predovšetkým zdĺhavé. Na ich zabezpečenie je potrebné vykonať geologický prieskum. K prvým záchranným opatreniam pri zosuvoch patrí [4]:

- *zachytenie a odvedenie povrchovej vody pritekajúcej k zosuvnému územiu alebo vytvárajúcej sa v odľučnej oblasti,*
- *veľmi účinné je vyčerpanie vody zo všetkých studní na zosuvnom území a odvieť ju z bezodtokých depresí,*
- *zaplnenie všetkých otvorených trhlín, do ktorých by mohla pritekať povrchová voda.*

Až po tejto etape záchranných opatrení je možné pristúpiť k podpovrchovému odvodneniu zosuvu drenážami, štólami alebo horizontálnymi vrtmi a začať zemné úpravy na povrchu územia podľa projektu sanačných prác, vypracovaného na podklade podrobného prieskumu.

Svahové pohyby sa v mnohých zosuvných oblastiach v klimaticky nepriaznivých obdobiach periodicky opakujú. Je dôležité, aby všetky sanačné opatrenia boli pravidelne kontrolované a udržiavané. Sanačné metódy je možné rozdeliť podľa princípu realizácie a spôsobu pôsobenia [4]:

- *úprava tvaru svahu,*
- *odvodnenie svahov,*
- *sanácia zosuvov rastlinným porastom,*
- *technické stabilizačné opatrenia,*
- *spevňovanie hornín.*

2.1.4. Vplyv zosuvov na životné prostredie

Na základe výskumu zosuvov na Slovensku bolo zistené, až 90% všetkých zosuvov, ktoré vznikli v obývaných územiach za posledných 30 – rokov a ktoré vyvolali najväčšie škody, bolo buď úplne alebo čiastočne vyvolaných zásahom človeka do citlivého stabilného režimu starých zosuvov.

Osobitne nebezpečné sú antropogénne zásahy, ktoré vyvolávajú zmeny režimu podzemnej vody. Zosuvy vplývajú najmä na:

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

2.1.5. Vplyv zosuvov na poľnohospodársku pôdu a lesy

Podstatnú časť uvedenej celkovej plochy svahových porúch s rozlohou až 1 483,6 km² zaberajú územia poľnohospodárskej pôdy a lesov. Zosúvanie spôsobuje úplnú devastáciu územia. Zosunutý svah je na desaťročia vyradený z možnosti poľnohospodárskeho využívania.

Základy spojené so sanáciou aktívnych alebo aj potenciálnych zosuvov sú obyčajne príliš vysoké a pre záchranu poľnohospodárskej alebo lesnej pôdy predstavujú neprijateľnú investíciu. Stabilizované zosuvy možno pre účely poľnohospodárskej výroby sanovať za prijateľné náklady. Sanačné zásahy si vyžadujú starostlivú údržbu. Skúsenosti ukázali, že na mnohých miestach nastala devastácia poľnohospodárskej pôdy reaktivizáciou zosuvov v dôsledku zanedbania starej povrchovej a podzemnej drenáže.

Osobitný je vplyv zosuvov na lesné porasty. Okrem negatívnych účinkov priemyselných exhalátov sa na zhoršení lesného porastu významne podieľajú i zosuvy. Zosuvy ničia dreviny a spôsobujú premenu lesov na devastovanú krajinu. Skúsenosti so zalesňovaním stabilizovaných zosuvov sú však dobré. Osobitná pozornosť sa musí venovať výberu vhodných typov stromov.

2.1.6. Vplyv zosuvov na urbanizáciu

Svahové pohyby sú dôležitým faktorom ktorý ovplyvňuje spôsob urbanizácie. Na obytných objektoch v ohrozených obciach vznikajú často poruchy vyvolané aktivizáciou časti zosuvov. Často sa aktivizujú zosuvy aj pri ťažení aktívnej časti. V niektorých regiónoch vznikajú zosuvy ktoré sú vyvolané podzemnou banskou činnosťou. Pri plánovaní a výstavbe nových obytných štvrtí na nestabilných svahoch sa postupuje veľmi opatrne. Na inžiniersko-geologicky prieskum sa kladú zvýšené požiadavky. Výsledky prieskumu ovplyvňujú zásadne nielen ekonomiku, ale i podmienky realizovateľnosti stavieb. Prieskum musí odporúčať najúčinnnejšie a ekonomicky adekvátne preventívne sanačné práce. Tieto práce sa musia realizovať v predstihu, aby bolo stavenisko stabilné už pred začatím výstavby. Skúsenosti s výstavbou miest sú dobré, len ojedinele vznikajú zosuvy menších rozmerov.

2.1.7. Vplyv zosuvov na komunikačné stavby

Najviac problémov vzniká pri výstavbe líniových stavieb- ciest, diaľnic a železníc. Pri výstavbe dochádza najčastejšie k podrezaniu zosuvov alebo priťaženiu hornej časti zosuvov. Väčšina porušených úsekov sa nachádza v oblasti flyšových vrchovín, ale aj v kotlinách a neovulkanických pohoriach. Vzhľadom na častý výskyt zosuvov v niektorých oblastiach sa pri trasovaní komunikácií niektorým zosuvom nemožno vyhnúť. Preto sa musí otázke stability trasy venovať náležitá pozornosť. Viaceré úseky ciest a železníc založené na svahových poruchách sa však úspešne a trvalo sanovali. Treba poznamenať, že sanačné opatrenia boli vždy na železniciach dokonalejšie ako na štátnych cestách.

2.1.8. Vplyv zosuvov na vodohospodárske stavby

Svahové pohyby majú veľký vplyv na budovanie vodohospodárskych stavieb. Ovplyvňujú výber priehradného profilu, vyžadujú sanačné práce na zabezpečenie ich stability, porušujú brehy vodných nádrží, sú vážnym nebezpečenstvom pre privádzače vody každého druhu a ohrozujú aj drobnú vodohospodársku výstavbu. Budovanie priehrad a umelých nádrží významne zasahuje do prírodného prostredia, a teda vplýva i na aktivizovanie zosuvov po obvode vodných nádrží. Taktiež porušujú objekty v okolí nádrže a môžu spôsobiť aj porušenie samotnej priehrady.

Aktivizácia zosuvov má obyčajne dve príčiny. Prvou je skutočnosť, že zaliatím spodnej časti zosuvov sa poruší statická rovnováha. Zároveň sa znižuje šmyková pevnosť horniny. Pri rýchlom znížení vodnej hladiny je hornina namáhaná prúdovým tlakom. Všetky tieto faktory vážne znižujú stupeň stability svahu a zapríčiňujú aktivizáciu zosuvov. Druhou príčinou býva vlnobitie spôsobujúce abráziu brehov. Ak abrázia prebieha v spodnej časti stabilizovaného zosuvu, znižuje sa ťaž akumuláčnej časti a vzrastá nestabilita zosuvu, až nastane jeho aktivizácia [3].

2.2. 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. 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 povrchových objektov 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. Tieto výstupy sú potom využívané ako podkladové digitálne dáta.

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 snímkov 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 poloa automatizovanej tvorby výstupov [6] [7].

Zber údajov pozostáva z niekoľkých etáp [8]:

- Príprava náletového plánu - pozostáva z výberu snímokovaného územia a podrobnosti mapovania, ktorú definuje veľkosť pixla na teréne. Snímokované územie si ešte pred meraním môžeme pozrieť v prostredí GoogleEarth, ktoré nám veľa povie o spôsobe letu. Ďalej sa vykonáva prvotný návrh snímkovania a určuje sa predbežný dátum snímkovania podľa predpovede počasia.
- Rekognoskácia územia - hlavnou úlohou je určenie miesta vzletu a pristátia. Lokalizujú sa prípadné výškové prekážky a určujú sa možné krízové situácie.
- Stabilizácia a signalizácia vličovacích bodov - je výhodné vykonať už počas rekognoskácie na vhodných miestach a s vhodným rozmiestnením po celom snímokovanom území. V krajine by body mali byť kontrastné, aby boli dobre viditeľné na snímkach. Súbežne sa určuje aj ich priestorová poloha (najčastejšie pomocou GNSS technológie).
- Úprava náletového plánu - vykonáva sa podľa rekognoskácie a požadovaných parametrov priamo v teréne.
- Samotný nálet a snímkovanie územia.

Spracovanie údajov sa svojimi krokmi v rôznych softvéroch viac či menej podobá. Pozostáva z týchto etáp:

- Vyhľadanie charakteristických bodov na každej snímke - základnou úlohou pri tvorbe nového projektu je načítanie snímkov a zadefinovanie počtu bodov na každej snímke, pri neznámej kamere je potrebné určiť parametre kalibrácie kamery.
- Spárovanie identických bodov na jednotlivých snímkach - softvér vyhľadáva identické body na každej snímke, výsledkom je mračno bodov.
- Meranie vličovacích bodov na snímkach.
- Blokové vyrovnanie zväzku lúčov.
- Generovanie výstupov - program umožňuje generovať požadované výstupy, pre naše účely boli generované ortofotomozaika a digitálny model terénu [8].

ZÁVER

Geodynamické javy, predovšetkým zosuvy a povodne spôsobili v posledných rokoch na území Slovenska značné škody. Vo väčšine prípadov bol ich vznik vyvolaný pôsobením človeka. Poznaním a ocenením rizika vzniku takýchto situácií s využitím nástrojov GIS by bolo možné minimalizovať dôsledky a resp. predpovedať rozsah škôd ak k takejto udalosti dôjde. 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 zozuvných rizík využitím UAV a prognózne mapy geologických rizík preto ideálnym podkladom pre urbanizačné plánovanie jednotlivých územných celkov.

Pod'akovanie [zaradenie príspevku]

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0339-12 a agentúrou VEGA číslo grantu 1/0585/15.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ŠIMÁK, L. *Manažment rizík*. Elektronické skriptá. [on line]. Žilina : FŠI ŽU, 2006. FŠI ŽU, 2006.
- [2] PAČAIOVÁ H., SINAY J., GLATZ J.: *Bezpečnosť a riziká technických systémov*. 1. vyd. Košice: TU, SJF, 2009. 246 s. ISBN 978-80-553-0180-8.
- [3] ČABALOVÁ, D. – BALIAK, F. – KOPECKÝ, M. 1999. *Geológia*. Bratislava: STU, 1999. 142-143s. ISBN 80-227-1284-1
- [4] ZÁRUBA, Q. – MENCL, V. 1987. *Sesuvy a zabezpečování svahů*. Praha: Academia, 1987.
- [5] NEMČOK, A. 1982. *Zosuvy v slovenských Karpatoch*. Bratislava: VEDA SAV, 1982. 320s.
- [6] 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.
- [7] [on-line] Available on - URL: http://download.arcdata.cz/doc/druzicova_data.pdf
- [8] PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 1*, 1st ed.; Česká technika: Praha, 2009.

ADRESY AUTOROV

Peter BLIŠŤAN, doc. Ing. PhD. MBA

Technická univerzita v Košiciach,

Ústav geodézie, kartografie a GIS, Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovensko,

e-mail: peter.blistan@tuke.sk

Monika BLIŠŤANOVÁ, Ing. PhD. MBA

Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach,

040 01 Košice, Slovensko,

e-mail: monika.blistanova@vsbm.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.