

SLEDOVANIE ZMIEN ERÓZNEHO VÝMOĽA V LOKALITE TURÁ LÚKA

Radovan Nosko

Myjavská pahorkatina patrí medzi oblasti, ktoré sú na našom území výrazne postihnuté výmoľovou eróziou. Veľký podiel na danej skutočnosti majú predovšetkým prírodné pomery a spoločenské zmeny, ktoré túto oblasť dlhodobo ovplyvňovali. Išlo predovšetkým o pôsobenie intenzívnej zrážkovej činnosti na svahovitých terénoch, ďalej vplyv kopaničiarskej kolonizácie, počas ktorej boli odlesnené veľké plochy územia. Myjavská pahorkatina bola ovplyvnená tiež kolektívizáciou poľnohospodárstva v období socializmu, s ktorou bolo spojené sceľovanie pozemkov. Výsledkom spomínaných javov je vytvorenie permanentných výmoľov, ktorými je počas intenzívnych zrážok transportované aj množstvo pôdneho materiálu, ktorý zanáša a znečisťuje blízke okolie a vodné zdroje. V takomto prípade hovoríme o bahenných povodniach, ktoré nemalou mierou ohrozujú život v takto postihnutej krajine.

Úlohou tohto príspevku je stanovenie objemu výmoľa a sledovanie zmien jeho charakteristík v krátkom časovom období na vybranom výmoľe v katastrálnom území Turá Lúka. Z nameraných údajov získaných z leteckého laserového skenovania s UAV (bezpilotný letecký prostriedok) systémami (UAV s pevnými krídlami v roku 2014 a UAV s rotačnými krídlami v roku 2015) a z terestrického laserového skenovania budeme analyzovať vhodnosť použitia týchto technológií pre tento typ úloh. Budeme porovnávať najmä kvalitu výsledných výstupov, rýchlosť a náročnosť meracích postupov, ako aj zložitosť a efektívnosť pri spracovaní nameraných údajov.

Kľúčové slová: výmoľová erózia, UAV systém, terestrické laserové skenovanie, objem, povodie Myjava

MONITORING CHANGES IN GULLY EROSION IN THE TURA LUKA REGION

The Myjava hills are among the areas in our region, which are worst affected by gully erosion. This is largely due to the natural conditions and social changes that have influenced this area over a long period. The main factors are the effects of intensive rainfall on hilly terrain and the influence of colonisation, during which large scale deforestation took place. The Myjava hills were also affected by agricultural collectivisation in the socialist era. The result of the above mentioned factors was the creation of an area of permanent gullies, which, during intensive rainfall, transport large amounts of soil that clog and pollute the surrounding areas and water sources. We are talking about mud floods, which are a serious threat to life in the affected areas.

The goal of this paper is to determine the volume of the gullies and to monitor changes in its characteristics over a short period at selected gullies in the Turá Lúka region. The data gather from airborne laser scanning with the UAV (Unmanned Aerial Vehicles) system (UAV fixed wing in 2014 and rotary wing UAV in 2015) and terrestrial laser scanning will be used to analyse the suitability of these technologies for this type of task. We will compare, in particular, the quality of the resulting output, speed and difficulty of the measuring process and the complexity and efficiency of processing the data measured.

Key words: gully erosion, UAV system, terrestrial laser scanning, volume, Myjava basin

Úvod

Problém intenzívnej výmoľovej erózie na Slovensku ovplyvňuje našu krajinu už od nepamäti. Napriek tomu sa tejto forme erózie, ktorá postihuje predovšetkým poľnohospodársku pôdu na svahovitých terénoch, nevenovala v minulosti dostatočná pozornosť. Pritom následky, ktoré zo sebou prinášajú bahenné povodne ako sprievodný jav tohto typu erózie sú častokrát katastrofické. Oblasť Myjavskej pahorkatiny bola takýmto typom povodne postihnutá napríklad v roku 2009, kedy boli zasiahnuté hlavne obce Prietrž a Kunov, kde boli v priebehu troch mesiacov tri bahenné povodne. Táto bahenná povodeň si vyžiadala aj jednu obeť na živote (Stankoviansky, 2010).

Degradácia pôdy, kde odstránenie prirodzenej vegetácie za účelom jej využívania na poľnohospodárske procesy, je jedným z najstarších javov zmien využívania krajiny. V súčasnosti považujeme pôdodegradčné procesy, medzi ktoré patrí i výmoľová erózia, za jeden z najzávažnejších problémov životného prostredia. (Stankoviansky, 2010). Pri riešení a sledovaní problémov výmoľov je dôležité poznať ich vznik, vývoj a zmeny, ktorými počas dlhého obdobia prešli. Výskumu tejto problematiky sa v SR venujú vo svojich prácach viacerí autori (Zachar 1970, Bučko 1980, Stankoviansky 2000b, Stankoviansky 2003, Papčo 2011, Nosko 2015). V minulosti sa údaje o podobných erózných prvkoch získavali predovšetkým z kartografických podkladov, resp. z expedičných geodetických meraní. V súčasnosti nám meracie technológie, postupy a kvalitné geoinformatické

PC nástroje na spracovanie údajov ponúkajú nové možnosti pre monitoring výmoľovej erózie a následný návrh opatrení pred jej účinkami.

Cieľom tohto príspevku bolo zameranie erózneho výmoľa v katastri Turá Lúka rôznym prístrojovým vybavením a rôznymi technikami za účelom vymodelovania reálneho tvaru sledovaného výmoľa, určenia jej základných parametrov, pozorovania zmien vo veľkosti, smere a tvare, ktorým podlieha v krátkom časovom období. Na meranie boli použité UAV systémy a pozemný laserový skener, ktorých výsledky sme nakoniec porovnali a pokúsili sa vytvoriť metodiku merania vhodnú pre tento typ úloh, z hľadiska efektivity a využitia výsledných výstupov.

Sledované územie

Sledovaný výmoľ sa nachádza v oblasti Myjavskej pahorkatiny, ktorá je známa množstvom úvalín a dolín ako aj pestovaním poľnohospodárskych plodín na svahovitých terénoch s nízkou protieróznou účinnosťou (napríklad kukurica). Územie reprezentuje podhorské poľnohospodárstvo vo flyšovej oblasti. Flyšové pohoria sú charakteristické miernejšie modelovaným reliéfom, väčšou plochou odlesnenia a hustejším osídlením ako iné horské oblasti Slovenska [1]. Spolupôsobenie týchto faktorov zapríčinilo, že táto oblasť je významne poznačená intenzívnou výmoľovou eróziou a veľkou hustotou výskytu permanentných výmoľov.

V tejto oblasti sa zvýšená tvorba výmoľov, ktoré sa na území tvoria dodnes, spája podľa niektorých štúdií najmä s extrémnymi zrážkami počas obdobia malej doby ľadovej (od polovice 16. do polovice 19. storočia). Krajina bola neskôr výrazne ovplyvnená kopaničiarskou kolonizáciou, v dôsledku ktorej boli na území vyrúbané veľké plochy lesov, ktoré boli nahradené roztrúsenými políčkami (obdobie trvajúce zhruba 250 rokov). Oblasť Myjavy patrila ešte i v bývalom Československu k územiám s najväčšou rozdrobenosťou poľnohospodárskych pozemkov. Po kolektivizácii táto rozdrobenosť zaniká a vznikajú veľké plochy scelenej poľnohospodárskej pôdy. V tomto období sa ťažko obrábateľné plochy nechali zarásť trvalým porastom, čo malo pozitívny vplyv na zníženie erózie v tomto kraji. Avšak pôdy, ktoré boli naďalej obrábané, vytvárali ideálne podmienky pre plošný a sústredený odtok zrážkovej vody z polí. S tým bola spojená tvorba a prehlbovanie rýh, výmoľov a odnos veľkého množstva erodovaného pôdného materiálu. Medzi najväčšie negatívne javy, spojené so spomínaným sceľovaním pozemkov, patrila likvidácia pôvodných terasovitých vrstevnicových polí, z ktorých sa zachovala len nepatrná časť (Obr.1) (Stankoviansky, 1997).



Obr.1 Ukážka pôvodných terasovitých vrstevnicových polí v oblasti Myjavskej pahorkatiny (apríl 2015)

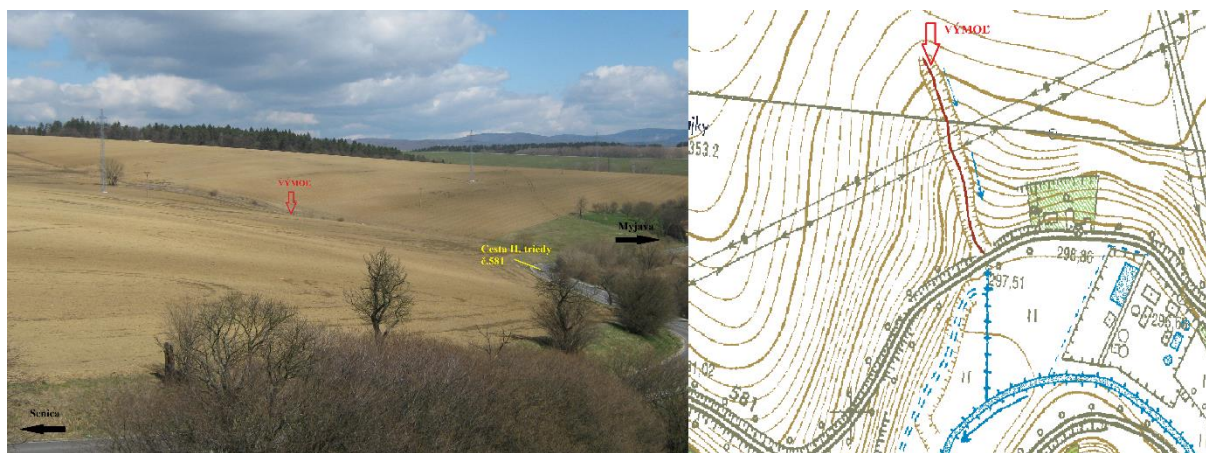
Skúmaný erózný výmoľ sa nachádza v katastrálnom území Turá Lúka, ktorá je mestskou časťou okresného mesta Myjava. V blízkosti pozorovaného výmoľa sa nachádza koryto rieky Myjava, do ktorej sú po intenzívnych zrážkach odvádzané vody z okolitých svahov. V tesnej blízkosti spodnej časti výmoľa prechádza cesta II. Triedy č. 581 spájajúca okresné mestá Myjavu a Senicu (Obr. 2) Táto komunikácia býva počas zrážok ohrozovaná a znečisťovaná unášaným materiálom z okolitých svahov.

V súčasnosti sa na výmoľe nachádzajú drevené prehrádzky, ktoré tu boli vybudované v roku 2010 v rámci programu „Revitalizácie krajiny a integrovaného manažmentu povodí SR“. Niektoré z týchto protipovodňových opatrení sú momentálne v zdevastovanom stave a vyžadujú ďalšie skúmanie ich účinnosti. Parametre

sledovaného výmoľa sú v tabuľke Tab. 1. Postup určenia parametrov bližšie spracoval v diplomovej práci Nosko (podrobnejšie viď Nosko, 2015).

Tab. 1 Základné parametre výmoľa

Základné parametre sledovaného výmoľa						
Dĺžka (m)	Prevýšenie (m)	Priemerný sklon (%)	Hĺbka (m)		Šírka (m)	
			Minimálna	Maximálna	Minimálna	Maximálna
303	28,5	11,7	0,17	1,08	2,18	4,78



Obr. 2 Lokalizácia výmoľa v teréne na fotografii a na mapovom podklade

Použitie metodiky merania a spracovanie nameraných údajov

Úlohou pri spracovaní jednotlivých meraní bolo určenie objemu erózneho výmoľa. V minulosti sa objem, ako aj ostatné základné parametre (dĺžka, šírka, hĺbka, sklon) takýchto erózných prvkov, určovali metódou rovnomerne rozmiestnených priečnych profilov (Zachar, 1970). V tomto prípade sme sa pre monitoring sledovaného erózneho výmoľa rozhodli porovnať výsledky meraní získané rôznymi metódami merania, ako aj rôznym prístrojovým vybavením. V máji roku 2014 bolo na území vykonané bezpilotné laserové skenovanie pomocou UAV systému (*Gatewing X100*). Meranie bolo na sledovanom území zopakované v máji roku 2015 pomocou UAV systému s rotačnými krídlami a terestrickým laserovým skenerom (*Trimble TX5*).

V prípade skenovania prístrojom *Gatewing X100* v roku 2014 sme sa merania priamo nezúčastnili. K dispozícii sme mali vytvorenú ortofotosnímku a namerané mračno bodov, ktoré sme neskôr vizualizovali v prostredí programov *AutoCAD Recap* a *Memento*. Samotné spracovanie merania a určenie objemu erózneho výmoľa sme vykonávali v prostredí programu *ArcGis*. Postup spracovania meraní bol totožný pre všetky typy meraní, z dôvodu porovnania kvality výstupov.

Tab. 2 Zásadné rozdiely v meracích postupoch

Prístroj	Rozdiely
<i>Gatewing X100</i>	Nastavenie náletového plánu, štartovacia plošina, 7 vlícovacích bodov, kamera <i>Ricoh GR III s 10 Mpix</i> , výška letu 100 m
<i>Drón</i>	Manuálne ovládanie, bodové pole, 9 vlícovacích bodov, pri výške 50 m je presnosť 5 cm vo výške, 3 cm v polohe

Trimble TX5	Nutná úprava terénu, 4 vlíčovacie body pre jedno stanovisko, bodové pole, dĺžková presnosť 2 mm na 10 m
-------------	---

Proces spracovania údajov zo skenovania obsahuje veľké množstvo úkonov (vertikálne a horizontálne vyrovnanie mračna bodov, odstránenie nežiadúcich bodov - filtrácia, georeferencovanie...). Na takéto úlohy je potrebné mať k dispozícii špeciálne softvérové vybavenie, pomocou ktorého možno následne vytvoriť digitálny model reliéfu - DMR (Fraštia, 2015). Pri spracovaní sme preto spolupracovali s pracovníkmi Katedry Geodézie.

V našom prípade spočívalo spracovanie merania v dvoch úkonoch. V prvej časti to bolo načítanie mračna bodov a jeho vizualizácia v programoch *AutoCad Recap*, ktorého výstup nám poskytuje nový pohľad na sledovaný výmolu (Obr. 3). V tomto prípade je jednotlivým bodom mračna priradená farba. Tento výstup nám však neposkytuje vizuálne bližšie informácie o vlastnostiach výmolu (smer, hĺbka). Preto sme ďalej nainportovali získané body do programu *Memento*, kde sme získali vyhladený povrch výmolu (Obr. 4).



Obr. 3 Ukážka výstupu z programu *AutoCad Recap*



Obr. 4 Ukážka výmolu v programe *Memento*

Po takto pripravených výstupoch v grafických programoch sme pristúpili k druhej časti spracovania, a to k určeniu samotného objemu. Určovanie objemu sledovaného erózneho výmolu prebiehalo v prostredí programu *ArcGis*. Počas celého spracovania nameraných údajov sme pracovali na rovnakej ortofotosnímke, ktorá bola zhotovená ako výstup z merania v roku 2014 (Kosmeľová, 2014). V ďalšom postupe sme vykreslili sledovaný polygón, ktorý bol ohraničený hranami výmolu. Tieto hrany sme následne identifikovali bodmi, pre ktoré sme z príslušného DEM získali nadmorské výšky. Pomocou týchto bodov sme vytvorili plochu, ktorá reprezentovala výšky hrán výmolu. Od tejto plochy bol nakoniec určovaný samotný objem pomocou funkcie *Cut Fill* (Obr. 5).



Obr. 5 Grafický postup určovania objemu v programe *ArcGis*

Týmto spôsobom boli spracované všetky merania vykonané na sledovanom území a následne boli získané výstupy porovnané. Pri porovnaní sme sa zamerali na rozdiel výsledných hodnôt ako i na kvalitu grafického znázornenia objemov medzi jednotlivými meraniami v programe ArcGis.

V prípade merania z roku 2014 sme pracovali najprv s DEM (digitálny výškový model) s veľkosťou bunky 30 cm x 30 cm a 5 cm x 5 cm. Úlohou bolo porovnanie vplyvu veľkosti gridu na výsledný objem erózneho výmola. V prípade veľkosti 30 cm x 30 cm bola hodnota objemu 900,36 m³ a pri menšom gride bol výsledný objem 868,85 m³. Tento značný rozdiel sme očakávali, keďže menší grid nám poskytuje detailnejší pohľad na sledovaný objekt. V ďalšom postupe sme preto pri spracovaní ostatných meraní pracovali už len s gridom 5 cm x 5 cm.

Z porovnania výsledkov toho istého merania s použitím rozdielnych DEM sledujeme výrazné rozdiely vo veľkosti objemu (približne 32 m³), čo bolo spôsobené už spomínanou detailnosťou menšieho gridu. Porovnanie meraní z roku 2014 a 2015, kde bolo v oboch prípadoch použité meranie rozdielnymi UAV systémami, poukazuje na rozdiel vo veľkosti objemu takmer 40 m³. Hodnoty tejto zmeny môžu byť ovplyvnené viacerými faktormi (poveternostné podmienky, vegetácia, výška letu, kvalita kamery, manipulácia...).

Napriek tomu je zrejmé, že výmol sa počas tohto obdobia zväčšil, čo podčiarkuje porovnanie výsledkov predchádzajúcich meraní s údajmi získanými z terestrického laserového skenovania z mája roku 2015. V tomto prípade zohráva významnú úlohu fakt, že pri tomto type merania bolo nutné, pre dosiahnutie čo najlepších výsledkov, odstránenie nežiaducej vegetácie (kosenie). Hodnota objemu získaná spracovaním tohto merania je 971,30 m³. Tento údaj predstavuje nárast oproti meraniu UAV systémom z roku 2014 o približne 100 m³. Pri porovnaní terestrického laserového skenovania (ďalej TLS) s UAV s rotačnými krídlami, ktoré bolo vykonané v ten istý deň, je hodnota objemu výmola z TLS väčšia o takmer 65 m³, čo je spôsobené už spomínanou úpravou terénu, a najmä presnosťou prístroja *Trimble TX5*, vid' Tab. 2.

Z uvedených výsledkov je jasné, že výmol podlieha naďalej intenzívnej erózii, ktorá sa sústreďuje nielen priamo vo výmole ale i po jeho stranách vo forme stružkovej a ryhovej erózie, čím dochádza k ďalšiemu zväčšovaniu. Niektoré vybudované protipovodňové opatrenia sú dnes v zlom stave, vid' Obr. 6. Výsledné hodnoty objemov a ich porovnanie je znázornené v Tab. 3.



Obr. 6 Fotodokumentácia stavu jednej z drevených prehrádzok vybudovaných v rámci programu „Revitalizácia krajiny a integrovaného manažmentu povodí SR“



Obr. 7. Erózný výmoľ (vľavo) spolu s vytvorenými ryhami v jeho blízkosti (vpravo) - fotené 1.4.2015

Tab. 3 Znáozornenie a porovnanie dosiahnutých výsledkov

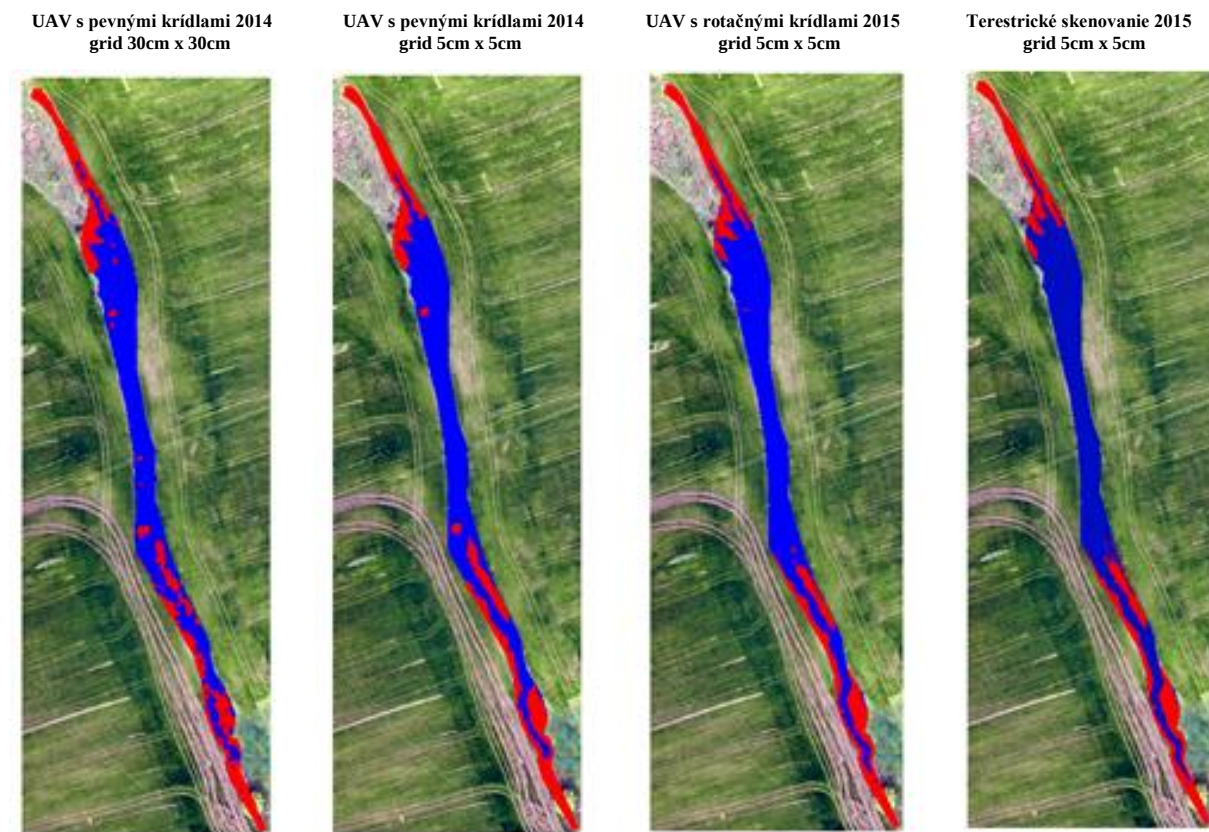
Rok merania	Metodika merania	Prístroj	Grid (cm)	Objem (m ³)	Rozdiel k TLS (m ³)
Máj 2014	UAV systém s pevnými krídlami	<i>Gatewing X100</i>	30x30	900,36	Iný grid
Máj 2014	UAV systém s pevnými krídlami	<i>Gatewing X100</i>	5x5	868,85	-102,45
Máj 2015	UAV systém s rotačnými krídlami	<i>Drón</i>	5x5	905,81	-65,49
Máj 2015	Terestrické laserové skenovanie	<i>Trimble TX5</i>	5x5	971,30	-----

Rozdiely medzi jednotlivými objemami z rôznych meraní je možné znázorniť aj pomocou grafických výstupov z programu ArcGis.

Podľa očakávania, aj v tomto prípade sa javí ako najdetailnejší a najreprezentatívnejší výstup zo spracovania terestrického laserového skenovania, kde dokážeme najlepšie a najpresnejšie identifikovať sledovaný výmoľ. Na obrázku je jasne viditeľné jeho vetvenie (predovšetkým vo vrchnej časti) a tvar najmä v spodnej časti, kde sa nachádza už minimálne 150 rokov (Nosko, 2015). Naopak ako najmenej presné sú jednoznačne výsledky zo zalietavania lietadielkom *Gatewing X100* pre spracovanie gridu 30 cm x 30 cm. Na tomto podklade sú línie výmoľa a jeho vetvenie len ťažko rozoznateľné. Rozdiely na grafickom podklade medzi skenovaním UAV systémami pre grid 5 cm x 5 cm sú len nepatrné.

Na základe získaných údajov je z hľadiska presnosti a kvality výsledných grafických výstupov, ktoré nám poskytujú iný pohľad na sledovaný výmoľ, najvhodnejšie použitie merania terestrickým laserovým skenerom. Tento typ merania je však pre svoju časovú náročnosť (úprava terénu), metodiku merania (zdĺhavý postup merania, presunu vĺčovacích bodov a opätovné určenie ich polohy), ako aj spracovania obrovského množstva dát, kde je potrebná filtrácia (odstránenie nežiaducich prvkov ako sú osoby či vegetácia...) vhodnejšie používať

na malé plochy a úlohy, kde sa vyžaduje milimetrová presnosť. Naopak, z pohľadu rýchlosti merania, spracovania, ako aj potreby rôznych pomocných prác, je vhodnejšie používať na meranie UAV systémy. Tieto systémy sú vhodné predovšetkým pre rozsiahle merania veľkých plôch, pričom limitujúcim faktorom z pohľadu merania a kvality výsledných výstupov sú hlavne poveternostné podmienky. Porovnanie grafických výsledkov je spracované na obrázku Obr. 7.



Obr. 7 Ukážka porovnania grafických výstupov pri výpočte objemov

Záver

Problém výmoľovej erózie spolu s negatívnym dopadom bahenných povodní na životné prostredie je stále vážny. Preto sa tento príspevok venuje jednému z výmoľov v lokalite Turá Lúka, za účelom monitoringu správania sa výmoľa v čase.

Úlohou príspevku bolo rôznymi metódami merania a spracovania určiť veľkosť jedného zo základných parametrov výmoľa. V tomto prípade sme určovali hodnotu objemu erózneho výmoľa, na ktorom boli v nedávnej minulosti vybudované protipovodňové opatrenia za účelom zníženia povodňového rizika a ochrany obhospodarovanej pôdy (bahenné povodne). Pri určovaní jeho objemu sme sa zamerali na zmeny, ktorým podlieha v priebehu jedného roka, pričom sme pracovali v prostredí programu *ArcGis* na ortofotosnímke z roku 2014 (Kosmeľová, 2014). Porovnanie výsledných objemov nám ukazuje, že erózia, napriek vybudovaným prehrádzkam, naďalej pretrváva, výmoľ sa zarezáva čoraz hlbšie a jeho objem sa tým zväčšuje. V jeho okolí sú vytvárané po intenzívnych zrážkach ryhy, ktoré naopak, napomáhajú k jeho zväčšovaniu do strán zosúvaním svahov.

V ďalšej časti príspevku sme sa zamerali na návrh metodiky merania a vhodného prístrojového vybavenia pre podobný typ úloh. Merania boli vykonávané tromi rôznymi metódami a prístrojmi. Najmenej kvalitné výsledky sme získali pri spracovaní výsledkov z merania UAV systémom z roku 2014 pre grid 30 cm x 30 cm. Porovnaním výsledných hodnôt objemov pri použití rôznych UAV systémov (s pevnými a rotačnými krídlami) sme v priebehu jedného roka zaznamenali nárast vo veľkosti objemu o približne 40 m³. Značne väčšie rozdiely sledujeme pri porovnávaní týchto meraní s TLS, ktorého dĺžková presnosť sa pohybuje od 2 mm na 10 m (bolo vybudované bodové pole). V tomto prípade sa od roku 2014 zväčšila veľkosť objemu o viac ako 100 m³, čo sa dá sčasti zdôvodniť úpravou terénu (odstránenie vegetácie kosením), ktorá bola pre účely TLS vykonaná.

Grafické výstupy z jednotlivých meraní sú taktiež najkvalitnejšie a najdetailnejšie práve z TLS. Napriek výborným výsledkom dosiahnutých pri pozemnom laserovom skenovaní je tento postup z dôvodu rýchlosti, jednoduchosti merania a spracovania vhodný používať hlavne pri malých územiach, tak ako to bolo v tomto prípade. Naopak využitie UAV systémov nám ponúka nepomerne rýchlejšie a jednoduchšie zameranie veľkých plôch s dostatočnou presnosťou, bez potreby úpravy terénu. V tomto prípade je však meranie závislé viac od poveternostných podmienok a od nutnosti povolenia na vykonávanie leteckého meračského snímkovania (povolenie až po súhlase nasledovných inštitúcií Ministerstvo obrany SR, Ministerstvo vnútra SR, Ministerstvo hospodárstva SR, Slovenská informačná služba, Letecký úrad SR). Povolenie je vydávané podľa: Zákona č. 215/2004 Z.z. o ochrane utajovaných skutočností a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Výskumu tohto problému je nevyhnutné sa ďalej venovať. Z hľadiska budúcnosti bude veľmi zaujímavé sledovať ako sa sledovaný výmoleň bude ďalej správať a akým zmenám bude podliehať. Sledovať budeme ako sa budú vybudované opatrenia v podobe drevených prehrádzok správať v prípade veľkých privalových dažďov a počas topenia snehu.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR rámci projektu č. VEGA 1/0710/15 a Európskou komisiou v rámci projektu 7RP RECARE, kontrakt č. 603498.

Literatúra

BOBÁL, P., FRAŠTIA, M., IVANÁK, M. (2015): *Mračno bodov ako zdroj dát pre tvorbu DMR*, GIS Ostrava 26.1.-28.1. 2015, 8s.

BUČKO, Š. (1980): *Vznik a vývoj erózných procesov v ČSSR*, In. Protierózna ochrana – zborník z konferencie, Banská Bystrica (Dom techniky, ČSVTS), pp. 1-14

KOSMELOVÁ, J. (2014): *Využitie UAV na mapovanie krajiny*, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Diplomová práca, 55s.

NOSKO, R. (2015): *Posúdenie vývoja erózneho výmoleňa pre účely protieróznej ochrany*, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Diplomová práca, 68s.

PAPČO, P. (2011): *Výmoleňová erózia v čase – mapové podklady verzus korelátne sedimenty (príkladová štúdia)*, geografický časopis 63, 3, 287-298.

STANKOVIANSKY, M. (1997): *Antropogénne zmeny krajiny myjavskej kopaničiarskej oblasti*. Životné prostredie, 31, 2, pp. 88-93.

STANKOVIANSKY, M. (2000b): *Datovanie tvorby permanentných výmoleňov na základe historických podkladov*, In Lacika, J., ed. Zborník referátov z 1. konferencie ASG pri SAV, Liptovský Ján, 21.-23.9. 2000, Bratislava (Asociácia slovenských geomorfológov pri SAV), pp. 99-105.

STANKOVIANSKY, M. (2003): *Historical evaluation of permanent gullies in the Myjava Hill Land, Slovakia*, Geomorphic Responses to Land Use Changes, Vol. 51, 3-4, 223-239pp.

STANKOVIANSKY, M. (2010): *Erózia pôdy a problémy, ktoré s tým súvisia*, online dokument v rámci realizácie projektu LPP-0130-09 „Geovedy pre každého“, 11 s.

ZACHAR, D. (1970): *Erózia pôdy*, Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 528 s.

Internetové odkazy

[1] http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/files/Ciast_spr_2002_2009/09/09.pdf, dostupné dňa 17.9. 2015

Kontakt

Katedra vodného hospodárstva krajiny,
Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave

radovan.nosko@stuba.sk