



**17. КОНГРЕС  
ГЕОЛОГА  
СРБИЈЕ**

.....  
**Врњачка Бања**  
17-20. мај 2018.

17th Serbian  
Geological Congress

.....  
Vrnjačka Banja  
May 17-20, 2018

**КЊИГА**  
**АПСТРАКАТА**  
BOOK of  
ABSTRACTS



17-20. MAJ 2018.



## 17. КОНГРЕС ГЕОЛОГА СРБИЈЕ - ВРЊАЧКА БАЊА

### КЊИГА АПСТРАКАТА – волумен 2

ХИДРОГЕОЛОШКЕ ПОДЛОГЕ, ОБЈЕКТИ И РЕШЕЊА  
ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКА И ГЕОТЕХНИЧКА ИСТРАЖИВАЊА И РЕШЕЊА  
ГЕОФИЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА И АПЛИКАЦИЈЕ  
ГЕОЕДУКАЦИЈА, ЗАШТИТА ГЕОНАСЛЕЂА И ГЕОЕКОЛОГИЈА

### BOOK OF ABSTRACTS – volume 2

HYDROGEOLOGICAL DOCUMENTATION, STRUCTURES AND SOLUTIONS  
ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICAL RESEARCH AND SOLUTIONS  
GEOPHYSICAL RESEARCH AND APPLICATIONS  
GEOEDUCATION, GEOHERITAGE AND GEOECOLOGY



**17. КОНГРЕС  
ГЕОЛОГА СРБИЈЕ**

17-20. мај 2018. године  
Врњачка Бања



**17. Конгрес геолога Србије: Зборник апстраката**  
(Национални конгрес с међународним учешћем)

**17<sup>th</sup> Serbian Geological Congress: Abstract Proceedings**  
(National Congress with International Participation)

Врњачка Бања, 17-20. мај 2018. године / Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018 year

**За издавача / For the Publisher**

Мери Ганић / Meri Ganić

Председник Српског геолошког друштва / President of the Serbian Geological Society

**Уређивачки одбор / Editorial Board**

Мери Ганић, Весна Цветков, Предраг Вулић, Драгана Ђурић, Урош Ђурић  
Meri Ganić, Vesna Cvetkov, Predrag Vulić, Dragana Đurić, Uroš Đurić

**Техничка припрема / Technical Preparation**

Ненад Малешевић / Nenad Malešević

Дизајн корица и визуелног идентитета конгреса / Design and congress visual identity

Кабинет за визуелне комуникације - Универзитет у Београду, Архитектонски факултет  
Office of Visual Communication – University of Belgrade, Faculty of Architecture

**Издавач / Publisher**

Српско геолошко друштво / Serbian Geological Society

Каменичка 6, п.фах 227, 11000 Београд, Србија / Kamenička 6, P. Box 227, 11000 Belgrade, Serbia  
www.sgd.rs; e-mail: office@sgd.rs

Тираж: 250 примерака / Circulation: 250 copies

**Штампа / Printing**

SaTCIP d.o.o. Врњачка Бања / SaTCIP d.o.o. Vrnjačka Banja

**ISBN 978-86-86053-20-6**

**Напомена:** Аутори су одговорни за садржај и квалитет својих саопштења као и за сва мишљења, тврдње и резултате објављене у њима. Превод на енглески језик су извршили сами аутори. Сви радови су рецензирани.

**Disclaimer:** The authors are responsible for the content and quality of their contributions as for all opinions, statements and results that are published within the abstracts. Translation to the English language was performed by authors. All papers were reviewed.





## Организациони одбор / Organizing Committee

Мери Ганић, Урош Ђурић, Дејан Радивојевић, Предраг Вулић, Весна Цветков, Драгана Савић,  
Љубинко Савић, Владислав Гајић, Владимир Симић, Ивана Васиљевић, Драгослав Ракић,  
Драгана Ђурић, Владимир Живановић, Драгољуб Бајић, Ирис Вуковић, Милош Велојић,  
Милош Радоњић, Бојана Џинић, Ненад Чокулов

## Научни одбор / Scientific Committee

Раде Јеленковић, Мирослав Старчевић, Драган Миловановић, Небојша Васић, Веселин  
Драгишић, Зоран Стевановић, Даница Срећковић-Батоћанин, Љупко Рундић, Александар  
Костић, Маринко Тољић, Душан Поломчић, Петар Докмановић, Драженко Ненадић,  
Александар Кременовић, Дејан Миленић, Биљана Аболмасов, Сузана Ерић, Иван Дулић, Дејан  
Прелевић, Драгана Животић, Весна Ристић-Вакањац, Невенка Ђерић, Катарина Богићевић,  
Гордана Хаџи-Никовић, Александра Маран Стевановић, Зоран Радић, Споменко Михајловић

## Почасни одбор / Honorary Committee

Видојко Јовић, Милан Судар, Владица Цветковић, Александар Грубић, Ненад Бањац,  
Александар Ђорђевић

## Почасни одбор (институције) / Representatives of the Institutions

Душан Поломчић (Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет)  
Драгоман Рабреновић, (Геолошки завод Србије), Адам Дангић (Друштво геолошких инжењера  
и техничара Србије), Михаил А. Кузнецов, (НИС а.д.), Ненад Грубин (Rio Sava Exploration d.o.o.),  
Дејан Драшковић (GeoGeoAqua), Стојан Савковић (Хидрозаваод ДТД Нови Сад),  
Дејан Бучановић (Rakita Exploration d.o.o), Зоран Радисављевић (Geoing Group),  
Миле Бугарин (Институт за рударство и меалургију Бор)

## Волонтери – сарадници / Volunteers associates

Филип Анђелковић, Драгана Илић, Јелена Стефановић, Никола Станковић, Јелка Крушић,  
Тина Ђурић, Јована Јанковић

17. Конгрес геолога Србије 17 <sup>th</sup> Serbian Geological Congress	Књига апстраката Book of Abstracts	780-785	Врњачка Бања, 17-20. мај 2018. Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018.
--	---------------------------------------	---------	--

## МОНИТОРИНГ ЕРОЗИЈЕ НА ПОДРУЧЈУ ЂАВОЉЕ ВАРОШИ: ПРОЈЕКАТ “МЕЂА”

Урош Ђурић<sup>1</sup>, Марко Пејић<sup>1</sup>, Милош Марјановић<sup>2</sup>, Драгана Ђурић<sup>2</sup>, Јелка Крушић<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Грађевински факултет, e-mail: udjuric@grf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

**Кључне речи:** 3D модел, Ђавоља Варош, земљане пирамиде.

### УВОД

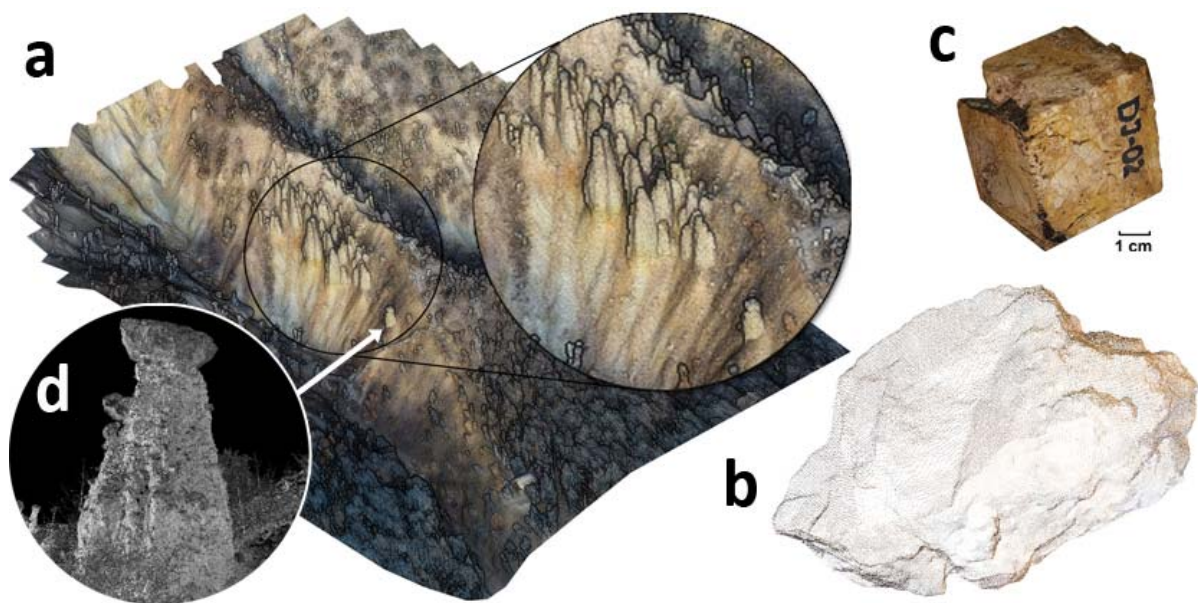
Пројекат „Мониторинг Ерозије на подручју Ђавоље Вароши–МЕЂА: одрживост природних феномена у условима климатских промена“ осмислио је тим младих научника и докторанада са Рударско-геолошког и Грађевинског факултета, Универзитета у Београду. Предметна локација је подручје Ђавоље Вароши, надомак Куршумлије, на којој ће се спровести сва теренска истраживања, док ће се анализа прикупљених података вршити у Београду на Рударско-геолошком и Грађевинском факултету. МЕЂА за основни циљ има популаризацију природних вредности заштићеног подручја Ђавоље Вароши, али и подизање свести о проблемима одрживости овог природног феномена у условима климатских промена (Naydenova 2012), како у широј и локалној јавности, тако и у научним круговима у земљи и иностранству. Посредно се, кроз укључивање локалне самоуправе у развој овог истраживања и његове резултате, подстиче локални активизам, одговорно планирање, интердисциплинарни приступ решавању проблема, и приближавање проблема локалном становништву кроз едукацију, чиме би се оно стимулисало за очување и промоцију природног наслеђа. Жељени дугорочни ефекат који би из тога произашао имао би значајног удела у укупном социо-економском развоју општине Куршумлија, па и читаве Топличке области.

### МЕТОДЕ

Пројекат МЕЂА је предвидео праћење приступачних земљаних пирамида (Fairbridge 1968), које су видљиве са главног видиковца у Ђавољој Вароши, комбинацијом две неинвазивне методе. Прва обухвата снимање терестричким ласерским скенером (ТЛС), инструментом високе брзине и тачности снимања објеката у простору. Друга је метода фотограметријског снимања из ваздуха оптичким сензором високе резолуције, помоћу дрона. Обе методе као резултат дају облак тачака – тродимензионални модел површи објекта представљен тачкама високе резолуције са одговарајућим (XYZ) просторним координатама. Начин на који се до модела долази се разликује, јер LiDAR технологија директно производи облак тачака, док се снимање оптичким сензором мора фотограметријским поступцима обрадити да би се добио облак тачака (Eltner & Baumgart 2015). Резолуција и тачност облака тачака је већа у случају ТЛС технологије на основу које се може пратити ерозија земљаних пирамида на ст нивоу, док фотограмтерсијски снимци могу да се користе за генералну представу локације али не и за праћење ерозије на самој локацији. Прва метода, осим високе тачности и резолуције, погодна је за снимање бочних детаља пирамида из перспективе посматрача и одоздо и то са више позиција, док друга метода може да регистује детаље које се одоздо не виде, попут заклоњених облика недоступних скенеру. Ова два облака тачака је могуће комбиновати и направити јединствен модел површи који ће користити предности и једног и другог изворног облака.

Првим снимањем предвиђена је израда тзв. нултог стања, односно добијање нултог облака тачака као 3D презентације иницијалне површи терена, док је сваким следећим снимањем предвиђен нови облак тачака, истих карактеристика у смислу референтног система, резолуције и прецизности. Софтверском анализом- упоређивањем новог 3D модела са претходним или нултим

могу се добити и измерити просторне разлике које су се догодиле између два снимања услед ерозије пирамида (Ylmaz et al. 2010). Очекиване промене на пирамидалним формама (смањење обима, испадање појединих крупнијих фрагмената, вертикално слегање, површинско спирање) могу бити инструментално детектоване и измерене са милиметарском прецизношћу у центиметарској резолуцији. На основу праћења годишњих промена климатских параметара са три најближе синоптичке станице РХМЗ (Крушевац, Копаоник и Ниш), биће тражена законита корелација између климатских параметара и степена промене пирамидалних облика, чиме би се покушало да утврди који временски или климатски параметар највише утиче на ерозију Ђавоље Вароши. Пројектом је предвиђено и 3D штампање одабраних делова (solid 3D модела) терена у физички 3D модел одабраних делова терена затеченог стања у прикладној размери 1:1000. Управљач парка природе би потом могао да га користи за израду калупа за ливење реалистичних макета као сувенира Ђавоље Вароши. Пројектом је предвиђена и анализа тзв. капа земљаних фигура ради прецизног прорачуна њихове запремине и масе што ће бити корисна информација за туристичке водиче који тренутно само нагађају њихову масу (слика 1ц).



**Слика 1.** а) Облак тачака добијен аерофотограмметријском анализом, б) облак тачака андезитске капе земљане фигуре „Барјактар“ добијен скенирањем LiDAR, ц) узорак андезита узет са приступачне локације (сличних својстава као и андезит саме капе) у близини „Барјактара“, коришћен за прорачун запреминске тежине, неопходне за даљу процену масе саме капе д) „Барјактар“ скениран ТЛС.

**Figure 1.** a) A point cloud from the aerophotogrammetric analysis, b) a point cloud of the andesite cap of the "Barjaktar" earth form, obtained by LiDAR scanning, c) sample of the andesite rock taken from accessible location (with similar properties as the rock cap) near the "Barjaktar", used for measuring bulk density, required for estimation of the cap mass, d) the "Barjaktar" scanned by TLS.

## РЕЗУЛТАТИ

Први резултати прорачуна ерозије се могу очекивати тек након друге фазе односно након извршеног другог снимања терена које је предвиђено за период октобар-новембар 2018. године. Прво снимање је извршено у новембру 2017. године. Снимање ТЛС (*Leca ScanStation P20*) је трајало око 4 сата, док је снимање беспилотном летелицом (*Phantom DJI 4 PRO*) трајало око 40 минута. Реални услови на терену проузроковали су да поједини делови буду неприступачни за снимање нпр. између блиско позиционираних пирамида (слика 1а), које су заклањале једна другу. То је био мањи број случајева с обзиром на то да је скенирање вршено са већег броја позиција (12 станица)

са површине терена, док је снимање из ваздуха вршено двоструким, подужним и попречним прелетом. Првим снимањем је добијено „нулто“ стање које ће у следећој фази служити као основа за поређење. Приликом снимања коришћен је локални координатни систем који је успостављен за потребе снимања LiDAR док је укупно постављено 12 контролних маркица у својству везних тачака (везивање сукцесивних скенова са различитих станица, као и везивање са аероснимцима из дрона) широм сниманог и скенираног подручја.

Прелиминарне анализе облака тачака земљаног облика познатог под називом „Барјактар“ (Слика 1д) су показале да је његова андезитска капа (слика 1б) има масу од око 3.4 t, што представља знатно већу масу од оне коју су туристички водичи процењивали на основу визуелног опажања (150–200 kg).

Облак тачака добијен скенирањем ТЛС-ом са 12 разлилитих позиција, садржи око 2 милијарде тачака које поред просторних координата носе и запис о RGB вредности појединачног пиксела, док је прецизност скенирања (снимања координате тачака) око 2 mm. Снимањем из ваздуха је добијено укупно 254 снимака (резолуције 5472 x 3648) који су снимани са висине од 80 m изнад полетне тачке. Снимањем је обухваћена површина од 0,047 km<sup>2</sup>. Средња укупна грешка добијеног облака тачака износи око 1,6 cm, за израду густог облака тачака генерисано је преко 47 милиона тачака за чију обраду је било потребно скоро 36 сати процесирања. На крају је добијен ортофото резолуције 2 cm/pix док је реконструисани дигитални елевациони модел резолуције 4 cm/pix

## ЗАКЉУЧАК

Услед присуства бујне вегетације, снимање и скенирање је било могуће извршити само без присуства вегетације а пре него што крену снежне падавине, тако да је снимање за ове потребе могуће извршити само у касним јесењим месецима тј. током новембра месеца или у рано пролеће. Како је тада трајање обданице знатно краће, снимање и скенирање је могуће вршити само у раним јутарњим часовима. За снимање беспилотном летелицом, неопходно је обратити пажњу на време снимања пошто у касним јесењим/раним пролећним месецима сунчеви зраци имају мањи упадни угао и стварају у таквим комплексним рељефима велике сенке што отежава обраду снимака. Пре снимања из ваздуха, неопходно је добити одговарајућа одобрења и дозволе од надлежних органа Републике Србије (Министарство одбране, Директорат за цивилно ваздухопловство и Агенције за контролу летења Србије и Црне Горе). У зависности од рејона лета као и категорије ваздушног простора у коме се планира летење – процедура издавања одобрења може потрајати и до две недеље, што додатно компликује рационално планирање епоха снимања. Наредно снимање планирано је за октобар-новембар 2018. године, након чега ће бити могуће поређење облака тачака и процена ерозије за једну годину, тј. један хидролошки циклус и корелација са климатским приликама. Штапање 3D модела је такође планирано током 2018. године. Показано је да ТЛС скен има значајно већу прецизност и резолуцију и да је на основу њих могуће праћење ерозије за разлику од облака тачака добијених фотограмтеријом. Током извођења теренских активности примећено је неколико таложника за физичко мерење количине еродованог материјала, као и мини метеоролошка станица, коју у оквиру својих пројектних активности користе колеге са Универзитета у Приштини, Косовска Митровица, отприлике у истом периоду када је планирана и реализација пројекта МЕЂА. Ова коинциденција могла би да буде веома значајна за упоређивање резултата праћења процеса ерозије помоћу два потпуно независна приступа.

## ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је реализован у оквиру гранта додељеног од стране програма „Покрени се за науку - 2016/2017“ који је покренула 2015. године компанија Филип Морис у Србији. Резултати су део истраживања у оквиру пројекта бр. ТР36009 финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Аутори се овим путем захваљују руководству и запосленима у „Планинка“ а.д. из Куршумлије, као и Заводу за заштиту природе Србије из Београда на пруженој подршци приликом реализације пројектних активности.

## MONITORING OF EROSION IN THE AREA OF ĐAVOLJA VAROŠ: PROJECT "MEĐA"

Uroš Đurić<sup>1</sup>, Marko Pejić<sup>1</sup>, Miloš Marjanović<sup>2</sup>, Dragana Đurić<sup>2</sup>, Jelka Krušić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, e-mail: udjuric@grf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology

**Key words:** 3D model, lidar, earth pyramids.

### INTRODUCTION

Project "Monitoring of Erosion on the Đavolja Varoš site - MEĐA: sustainability of natural phenomena in climate change conditions ", was created by a team of young scientists and PhD students from the Faculty of Mining and Geology and Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade. The area of interest is Đavolja Varoš, near Kuršumljija, where all field research will be carried out, while the analysis of the collected data will be done at the Faculty of Mining and Geology and Faculty of Civil Engineering in Belgrade. MEĐA aims to popularize the natural values of the protected area of Đavolja Varoš, but also to raise awareness about the problems of sustainability of this natural phenomenon in the climate change conditions (Naydenova 2012), among the wider and local public, as well as among the scientific circles in the country and abroad. Indirectly, the project encourages local activism through local involvement in the development of this research and its results, responsible planning, interdisciplinary approach to solving problems and approaching the problem of the local population through education, which should be stimulative for the preservation and promotion of the natural heritage. The desired long-term effect that would result from this research should have a significant part in the overall socio-economic development of the municipality of Kuršumljija, and the entire Toplica district.

### METHODS

The MEĐA project involved the monitoring of accessible earth pyramids (Fairbridge 1968), which are visible from the main viewpoint in Đavolja Varoš, by using a combination of two non-invasive methods. The first involves scanning with a terrestrial laser scanner (TLS), a high-speed and high-accuracy instrument. The second is a method of photogrammetric imaging by a high-resolution drone-borne optical sensor. Both methods give a point cloud as a result - i.e. three-dimensional model of the surface objects represented by high resolution points with the corresponding (XYZ) space coordinates. The way in which the model is generated differs, because LiDAR technology produces a point cloud directly, whereas optical imaging requires photogrammetric processing to generate a point cloud (Eltner & Baumgart 2015). Resolution and accuracy of a point cloud is higher in the case of TLS technology, which allows the monitoring of the earth pyramid erosion at a cm level, while photogrammetric images can be used for general location representation, but not for erosion monitoring at the site itself. In addition to high accuracy and resolution, the first method is suitable for capturing the details on the pyramids' sides, from the observer's perspective, from the bottom upward, from multiple positions, while the other method can approach some details, such as shadowed objects, inaccessible to the scanner. These two point clouds can be combined and generate a unique surface model, which will benefit from advantages of both source clouds.

The first acquisition should produce a so-called zero state model, i.e. point cloud zero, as a 3D representation of the initial terrain surface, while each subsequent acquisition should produce a new point cloud with the same characteristics in terms of reference system, resolution, and precision. Using software analysis, i.e. comparing the new 3D model with the previous or zero state model, the spatial differences that occurred between two acquisition epochs as consequence of erosion of a pyramid can be picked up and measured (Ylmaz et al. 2010). The expected change in pyramidal forms (the reduction in volume, the falling of the individual larger fragments, vertical subsidence, surface erosion) may be instrumentally detected and measured with mm precision and cm resolution. Based on the monitoring

of the annual changes in climate parameters from the three nearest synoptic stations of the RHSS (Kruševac, Kopaonik and Niš), a correlation between the climate parameters and the degree of change in pyramidal forms will be analysed. This should imply which weather or climatic parameter has the greatest effect on the erosion of Đavolja Varoš.

The project includes 3D printing of the selected parts (solid 3D models) of the terrain in a suitable scale 1: 1000. Such print could be used to create a mould for casting realistic scaled models, as souvenirs from Đavolja Varoš. The project includes the analysis of the rock caps above the pyramids, i.e. the precise calculation of their volume and mass, which will be useful information for tour guides who currently just speculate on their mass (Figure 1c).

## RESULTS

The first results of the erosion calculation can only be expected after the second phase, i.e., after the second acquisition, which is scheduled for October-November 2018. The first field work was conducted in November 2017. The TLS (Leca ScanStation P20) scanning took about 4 hours, while drone (Phantom DJI 4 PRO) imaging lasted about 40 minutes. Real field conditions caused that certain parts remain inaccessible for scanning and imaging, for example, between the closely positioned pyramids (Figure 1a), which shadowed one another. There were just a few such cases, since the scanning was taken from a 12 stations, whereas the imaging was double routed, using longitudinal and transverse flight. The first acquisition resulted in the so-called "zero" state that will serve as a reference for comparison in the next phase. A local coordinate system was set up for LiDAR scanning process, while a total of 12 surveying marks were used as tie points (for linking successive scans from different stations, as well as aerial images from drone) throughout the scanned and imaged area.

Preliminary point cloud analyses of one of the earth forms, known as the "Barjaktar" (Figure 1d) show that its andesite cap (Figure 1b) has a mass of about 3.4 t, which represents a significantly larger mass than the one estimated by tourist guides on the basis of mere visual observation (150–200 kg).

The point cloud obtained by TLS scanning from 12 different stations contains about 2 billion points, which carry a record of spatial coordinates and the RGB value of the individual pixel, while the scanning precision (scanning of the point coordinates) is about 2 mm. A total of 254 images (resolutions 5472 x 3648) recorded from a height of 80 m above the take-off point were collected by the drone-borne optical sensor. The recording included an area of 0.047 km<sup>2</sup>. The mean total error of the resulting point cloud was about 1.6 cm. For the creation of a thick point cloud, over 47 million points were generated. This processing required almost 36 hours. Finally, an orthophoto with resolution of 2 cm/pix was obtained while reconstructed digital elevation model's resolution was 4 cm/pix.

## CONCLUSION

Due to the presence of dense vegetation, the imaging and scanning could only be performed without the vegetation and before the snowfall began, so the recording for the project purpose could have been performed only in the late autumn, i.e., during November or in early spring. Since the daylight is significantly shorter at that time, recording and scanning is possible only in the early morning hours. For the UAV imaging, it is necessary to pay attention to the time of shooting, because in the late autumn/early spring months, the sun beams have a smaller incidence angle and in complex morphology create shading that make images difficult to process. During flight preparing phase, drone operator is in obligation to obtain all prerequisite permits from the flight authorities of the Republic of Serbia (Ministry of Defence, Civil Aviation Directorate and Serbia and Montenegro Air Traffic Service). Procedure can take up to two weeks, which depends from the type of flight region and type of airspace where area of interest belong. This can significantly affect rational planning of imaging epochs.

The next field work was planned for the period October-November 2018, after that it will be possible to compare the point cloud and erosion estimation for one year, i.e., one hydrological cycle, and subsequently, to correlate it with climatic conditions. 3D printing is also planned for 2018. It has been shown that the TLS scan possesses significantly higher accuracy and resolution and it is possible to



monitor erosion based on them, as opposed to the point cloud obtained by photogrammetry that can be used for acquiring general representation of terrain. In the course of the field work, several deposition gauges were spotted at the site, for physical measuring of the eroded material as well as a mini-meteorological station, belonging to colleagues from the University of Priština in Kosovska Mitrovica, who are working on a project of their own, simultaneously with the activities of the MEĐA project. Such coincidence might play an important role in comparing the results of the erosion process monitoring based on two entirely different approaches.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was performed within the framework of the grant awarded by the "Startup for Science - 2016/2017" program launched by the Filip Moris Company in Serbia in 2015. The results are a part of the research under project no. TR36009 funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia. The authors thank the management and employees of "Planinka" JSC from Kuršumljija, as well as the Institute for Nature Protection of Serbia from Belgrade for providing support during the realization of project activities.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Eltner, A., Baumgart, P., 2015. Accuracy constraints of terrestrial Lidar data for soil erosion measurement: Application to a Mediterranean field plot. *Geomorphology*, 245, 243–254.
- Fairbridge, R. W., 1968. Earth pillars or pyramids. In: *Geomorphology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Naydenova, V., 2012. The Kutina pyramids natural landmark – its degradation and disappearance, European SCGIS "Best practices: Application of GIS technologies for conservation of natural and cultural heritage sites" Conference proceedings, 21-23 May 2012, Sofia, Bulgaria, 22–30.
- Ylmaz, H. M., Yakar, M., Yildiz, F., Karabork, H., Kavurmaci, M. M., Mutlouoglu, O., Goktepe, A., 2010. Determining rates of erosion of an earth pillar by terrestrial laser scanning. *The Arabian Journal for Science and Engineering* 35(2A), 163–172.