



## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“

по професионално направление 5.7 „Архитектура, строителство и геодезия“

докторска програма „Маркшайдерство“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Кремена Георгиева Щерева

Тема на дисертационния труд: „МОНИТОРИНГ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ОТКРИТИ РУДНИЦИ ЧРЕЗ НАЗЕМНО ЛАЗЕРНО СКАНИРАНЕ“

Рецензент: проф. д-р инж. Ивайло Георгиев Копрев

Рецензията е възложена на заседание на Научното жури, утвърдено със със заповед № Р-1116 от 05.11.2018 г, на основание Чл.4 (2) от Приложение 4 на Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и продобиване на ОНС „доктор“ в МГУ „Св.Иван Рилски“. Настоящата рецензия е съобразена с инструкция – „Правила и процедури за заемане на академични длъжности“ в МГУ „Св. Иван Рилски“.

### I. Кратки биографични данни за докторанта

Маг. инж. Кремена Щерева завършва Университета по Архитектура, строителство и геодезия в периода 2008 – 2012 г., с професионална квалификация, магистър инженер по геодезия. От 01.11.2014 г. е назначена за Асистент в катедра „Маркшайдерство и геодезия“ в МГУ „Св.Иван Рилски“. Работи със специализирани софтуери и със съвременни геодезически инструменти.

Зачислена е със Заповед № Р-675/29.06.2017 г. за докторант на самостоятелна подготовка по професионално направление „Архитектура, строителство и геодезия“ по докторска програма „Маркшайдерство“, с научен ръководител доц. д-р Станислав Йорданов Топалов.

Отчислена е с право на защита, считано от 29.10.2018 г. със Заповед № Р-1115/05.11.2018 г.

В таблица № 1, в съответствие с Приложение 6 от Правилата, са дадени минималните изисквания и критерии за брой научни трудове при откриване на процедура за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ и тяхното изпълнение.

Таблица № 1.

<b>Изисквания</b>	<b>ОНС „Доктор“</b>	<b>Изпълнение</b>
Общ брой на научните трудове	3	7
- в т. ч. брой статии в рецензирани списания	1	2
- в т. ч. брой самостоятелни трудове	1	2
- в т. ч. брой доклади на международни и национални конгреси и конференции	1	3
- в т.ч. брой статии в международни списания клас А ( с импакт фактор)	0	1
Брой цитирания	0	0

От изложеното по-горе следва, че ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение в МГУ „Св.Иван Рилски“ е спазен при настоящата процедура и кандидатът маг. инж. Кремена Щерева отговаря на изискванията на ЗРАСБР и правилника на МГУ „Св.Иван Рилски“.

## **II. Общи данни за дисертационния труд**

Представеният дисертационен труд съдържа 123 стр. текст, разделен в следните раздели: Увод, Актуалност на проблема, Обект на изследването, Методи на изследването, Цел на дисертационния труд, Теоретична част, Практическа част, Заключение, Претенции за приноси, Публикации и Използвана литература.

Дисертационният труд е богато илюстриран с над 150 фигури, схеми и таблици от теренни наблюдения, измервания и анализи.

В литературната справка са посочени 92 заглавия, от които 3 на кирилица.

В методично отношение, дисертационният труд е логично и последователно структуриран. Правилно е дефинирана целта на работната теза. Решени са голям брой теоретични и практически задачи в различни минно – геоложки условия, които доказват тезите на автора.

## **III. Състояние и актуалност на проблема**

Дисертационният труд разглежда едни съвременни технологични решения, които предлага LIDAR – технологията за формиране на пространствено позиционирани псевдо континуални модели на реални повърхнини. Технологията е изключително ефективна за мониторинг при експлоатацията и моделирането на земни маси, както и за комплексно изследване на скални масиви. Пълноценното прилагане на тази технология предполага нейното детайлно познаване, за да бъде гарантирана в максимална степен достоверността на получаваните резултати и коректността на обусловените от тях изводи и решения. Всяка една област на приложение на лазерното сканиране оказва специфично въздействие върху крайния продукт от сканирането – въздействие детерминирано от физико–механичните характеристики на материала,

изграждащ обекта на сканиране, атмосферните параметри и климатичните особености по време на сканирането.

#### **IV. Обхват на проблемите в дисертационния труд**

Целта на предложената работа е да се изследват възможностите за ефективно реално прилагане на TLS – технологията в процеса на експлоатация на открити рудници и кариери, както и за изследване на структурната нарушеност на скални масиви. В резултат на изследванията се цели:

- Да се създадат предпоставки за оптимизиране на финансовите разходи при изземването на скална маса и отчитането на иззетите обеми;
- Да се обособят и обосноват реални аргументи за актуализиране на остарялата нормативна база в сектора;
- Осъвременяване и обогатяване на технологичния арсенал на скални масиви.

Изследванията са структурирани в 2 основни части – теоретична и практическа част.

Теоретичната част се състои от 6 точки:

- В първата е разгледана същността на технологията TLS;
- Във втората са описани основните принципи и разновидности на технологията TLS (Terrestrial Laser Scanner);
- В третата са разгледани геометричните аспекти на точности при наземното лазерно сканиране;
- В четвъртата са описани факторите, оказващи влияние върху точността при наземното лазерно сканиране, като влияние на специфичните особености на обекта, зависимост между ширината на лазерния сноп и ъгловото отместване на лазерната глава, физико -механичните свойства на сканираните повърхности и влиянието им върху точността на резултатите, влияние на атмосферните условия, технологичните спецификации;
- В петата е направен сравнителен анализ на технологията TLS с други наземни методи за определяне на обеми и
- В шестата точка, са описани етапите при създаването на тримерен модел на терена.

В практическата част са описани експерименти, основно ориентирани към анализ на подходите за изчисление на обем.

Във втората част от практическата част е описан експеримент, който показва какво приложение има технологията на 3D лазерното сканиране при изследване на структурната нарушеност на скални масиви.

Разгледани са находища с различни видове полезни изкопаеми, а именно:

- Находище за строителни материали – алувиални наслаги (заглинени пясъци), “Антимово II”;
- Находище за скалнооблицовъчни материали – варовици “Дионисо II”;
- Находище за строителни материали – пясък и чакъл “Ерден II”;
- Находище за строителни материали – варовици “Маркова могила - център”;

- Находище за скалнооблицовъчни материали – варовици “Царевец”;
- Находище за доломит „Делян”.

Резултатите, представени в таблици 8.1 и 8.2 позволяват да се направят следните констатации:

- Броят на заснетите подробни точки при използване на технологията TLS е с пъти по-голям от броя на заснетите подробни точки с GNSS - технологията. Това позволява значително по-детайлно и точно да се моделира съответната повърхнината;
- Въпреки големия брой подробни точки, заснемането с лазерен скенер е направено с помощта на екип от 2-ма геодезисти, докато при избора на GNSS – технологията са били необходими 3-ма;
- Времето за измерване при наземното лазерно сканиране (TLS) е намалено значително, което по недвусмислен начин показва предимството на метода;
- Технологията TLS е сравнително нов метод за измерване, който гарантира бързо, точно и ефективно заснемане на терена и прецизно определяне на обеми;
- Възможността за дистанционно измерване елиминира необходимостта от работа в т.нар. „опасни” зони;
- Използването на технологията дава възможност за дефиниране и изпълнение на ефективна програма за мониторинг при експлоатация на кариери;
- Сравнението, по отношение на необходимия брой специалисти и времето за реализация на геодезическите измервания, е изцяло в полза на TLS технологията.

Анализът на напукаността е важен етап в процеса на характеризиране на един скален масив, тъй като така се определя до голяма степен неговото механично поведение. Това е и основната причина повечето минни инженери, които се занимават с анализ на скални масиви, да изискват максимално детайлно и достоверно изследване на пукнатините в масива.

Свойства, като посока и ъгъл на западане на пукнатините, грапавост и средни разстояния между отделните пукнатини, са важни за изследване на структурната нарушеност на масива. На тези характерни свойства на скалната маса могат да бъдат присвоени метрични характеристики, като се използват различни стандартни методи за измерване и графично представяне. Отделните методи за ръчно определяне на пукнатините притежават съответните предимства и недостатъци, но всички те имат няколко общи недостатъка:

- Представят се непълни или изкривени данни, поради трудности при вземането на проби, напр. избор на метод за вземане на проби, човешка пристрастност, грешки на използваните инструменти и т.н.;
- Рисковете за личната безопасност на вземащия пробите често са значителни. Не рядко измерванията на полето се извършват върху съществуващи склонове или по време на експлоатацията на кариери, в тунели или минни работи;

- Директният достъп до скалните повърхности често е труден или дори невъзможен, което само по себе си компрометира целия процес на изследване;
- Методите за ръчно определяне на пукнатините отнемат значително време, трудоемки са и следователно скъпи.

Съществена част от дисертационния труд представлява разделът, разглеждащ приложението на технологията на 3D лазерно сканиране при изследване на структурната нарушеност на скалните масиви. Технологията, базирана на 3D лазерно сканиране позволява да бъдат детайлно заснети скални повърхности, достъпът до които е ограничен. Освен това, лазерното сканиране в неговите разновидности създава предпоставки за един бърз и точен анализ на системата от пукнатини в скалния масив. Най-важното предимство на този метод е, че чрез неговото прилагане може да се постигне много висока плътност на изображението чрез вариране с разделителната способност, в зависимост от характерните особености и размера на обекта. Следователно, може да бъде създаден реалистичен 3D модел на изследвания обект, отличаващ се с много висока резолюция и точност. Това, от своя страна, би позволило, като се използват различни интерполационни техники, да бъде направена една точна реконструкция на оригиналната скална повърхност под формата на 3D интерполирана и загладена повърхнина. Чрез геометричен анализ на тази 3D повърхнина би било възможно да се наблюдават различните групи /кълстери/ от пукнатини в скалната маса. С помощта на подходящи алгоритми за кълстеризиране обособените групи пукнатини биха могли да бъдат очертани автоматично и да бъдат изчислени средните ориентации на тези идентифицирани групи. Чрез един детайлен 3D модел биха могли да се изчислят много точно и разстоянията между отделните пукнатини. Определянето на параметрите на системите пукнатити е от ключово значение за ефективното изземване на находищата за добив на скално - облицовъчни материали, в този смисъл разделът представлява създаване на нов модел, който разширява научно –приложното познание в областта.

Основните претенции за приноси са следните:

1. Изведени са аналитични зависимости, характеризиращи геометричните аспекти на TLS – технологията. Геометричната точност е съобразена с метода (импулсен или фазов) за определяне на разстояние до конкретна точка посредством лазерната сканираща система.
2. В резултат на подробен анализ са открити най-благоприятните условия за сканиране на даден обект (или на част от него), в зависимост от неговите геометрични и физически особености, неговото позициониране спрямо сканиращото устройство, от интензитета на лазерния лъч и предварително зададената резолюция на сканиране.
3. По експериментален път са доказани технологиите предимства на TLS – технологията пред останалите начини за изчисляване обема на иззета скална маса, в процеса на експлоатация на открити кариери и находища на полезни изкопаеми. Акцентирано е върху икономическия ефект, обусловен от прилагането на технологията.

4. По експериментален път е доказана ефективността на наземното лазерно сканиране при изследване на структурната нарушеност (посока и ъгъл на западане на пукнатините) и изследване на площния коефициент на напуканост на скалния масив.

Приносите са правилно формулирани и напълно ги приемам.

В заключението са описани основните резултати от мулти-дисциплинарните изследвания, които кандидата маг. инж. Кремена Щерева е извършила.

Натрупаните знания и умения на докторанта са позволили самостоятелно да дефинира, разработи и реализира поставените задачи и постигане на главната цел на дисертационния труд. Това е свидетелство, че едно от основните изисквания на ЗРАСРБ за получаване на образователна и научна степен „доктор“ е изпълнено. Задълбоченото разглеждане на дисертационния труд показва, че маг. инж. Кремена Щерева е положила максимални усилия да усвои и адаптира най – добрите световни практики. Докторантът е усвоил не само теоретичните основи, но и успешно ги е апробиран в находища с различни минно – геоложки условия на разработване.

## **V. Научни изследвания**

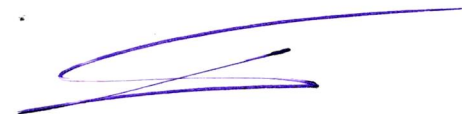
Представени са за рецензиране 5 научни статии, свързани с разработването на дисертационния труд. Две от тях са самостоятелни, а останалите в съавторство. Всичките статии, в т.ч. и авторефератът, отговарят на съдържанието на дисертационния труд.

## **VI. Заключение**

В заключение считам, че в дисертационния труд на маг. инж. Кремена Щерева е извършен логичен интегрален анализ на възможностите за използване на наземното лазерно сканиране при експлоатацията на открити рудници и кариери. За доказване на тезата са разгледани различни типове открити рудници и кариери и резултатите са положителни при всеки един от тях. Този рационален научен подход е позволил на докторанта в най – голяма степен да даде отговор на дефинираните задачи, а оттам и за постигане на главната цел в изводите на дисертацията. Приносите ги приемам като последователни и логични.

Това ми дава основание да препоръчам на членовете на научното жури да присъди на докторанта маг. инж. Кремена Георгиева Щерева образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.7 “Архитектура, строителство и геодезия“, докторска програма „Маркшайдерство“.

29.11.2018 г.



Проф. д-р инж. Ивайло Копрев