

Петти симпозиум на ДГМ

Специјализирана конференција на ISRM

Втора конференција на регионалните геотехнички друштва

Инженерски проблеми во меки карпи

Зборник на трудови - 2. дел

Zbornik radova - 2. deo

Inženjerski problemi u mekim stenama

Druga konferencija regionalnih geotehničkih društava

Specijalizovana konferencija ISRM-a

Peti simpozijum DGM-a

5th Symposium of the Macedonian Association for Geotechnics
ISRM Specialized Conference
2nd Conference of regional geotechnical societies
Engineering problems in soft rocks

Петти симпозиум на ДГМ

Специјализирана конференција на ISRM

Втора конференција на регионалните геотехнички друштва

Инженерски проблеми во меки карпи

Зборник на трудови - 2. дел

Proceedings - Vol. 2

Engineering problems in soft rocks

2nd Conference of regional geotechnical societies

ISRM Specialized Conference

5th Symposium of the



Ohrid, 23-25.6.2022

СОДРЖИНА / CONTENTS / SADRŽAJ

VOLUME 2

ГЕОТЕХНИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОЧВИ И КАРПИ / GEOTECHNICAL MODELING OF SOILS AND ROCKS / GEOTEHNIČKO MODELOVANJE TLA I STENA

Investigation of three dimensional numerical analysis and slope stability performance at open coal mining in Deniz-Soma, Turkey AKSOY C. Okay, AKSOY G. G. Uyar, KUCUK Kerim	483
Pillar Design with Numerical Modeling for Underground Marble Quarries of Future AKSOY C. Okay, AKSOY G. G. Uyar	491
Hypersurface of Rocks to Stability Control on Constant Load AKSOY C. Okay, AKSOY G. G. Uyar	502
Analytical and numerical investigation of the critical height of vertical slope BESHARATINEZHAD Ali, KHODABANDEH Mohammad Ali, NARIMANI Samad, DAVARPANAH Seyed Morteza, TARIFARD Abolfazl, TÖRÖK Ákos, VÁSÁRHELYI Balázs	512
Monitoring Subsidence in Tuzla (BiH) by DInSAR and GNSS during 2004-2019 GRUJIĆ Bojana, PARWATA I Nyoman Sudi, SHIMIZU Norikazu, ČELIKOVIĆ Ruža, IMAMOVIĆ Edis, ZEKAN Sabid, VRKLJAN Ivan	521
Идентификување на свлечишта во Полошкиот регион преку анализа на просторни модели со висока резолуција МАЛИЈАНСКА Наташа, ЃОРЃИЕВ Ѓорѓи, ПЕШЕВСКИ Игор, ЈОВАНОВСКИ Милорад, ЃОРЃИЕВ Ванчо	530
Metodology of estimation of rock material input parametars for tunnels on a highway e-80 Niš – Merdare in Serbia MARINKOVIĆ Nemanja, JOVANOVSКИ Milorad	540
Assessment of rainfall-induced landslide reactivation through hypo-plastic material model NIKOLOVSKI Done, BOJADZIEV Jordan, EDIP Kemal	549
Нумеричко моделирање на стабилност на косини при интензивни врнежи ЈОСИФОВСКИ Јосиф, СУСИНОВ Бојан	559
Importance of numerical algorithm for stress integration in the application of elastoplastic soil models for geotechnical problems VUKIĆEVIĆ Mirjana, JOCKOVIĆ Sanja	564

ПРОЦЕНА И НАМАЛУВАЊЕ НА ГЕО-ХАЗАРДИ / ASSESSMENT AND REDUCTION OF GEO-HAZARDS / PROCENA I SMANJIVANJE GEOHAZARDA	575
Weather Conditions and Application of Additives in Complex Geotechnical Objects ABAZI Sead, SULOODJA Bulent	
Real time geotechnical monitoring systems for an open pit coal mine. Thresholds for the alarm systems and the increase of safety of operations BONCI Gheroghe, KLAPPSTEIN Brian	582
Proposal for remediation of the landslide "Duboka dolina" in Bunuševac (Vranje) BONIĆ Zoran, DAVIDOVIĆ Nebojša, ZLATANOVIĆ Elefterija, ROMIĆ Nikola, MARINKOVIĆ Nemanja, STANKOVIĆ Branimir	595
Structural reinforcement of geo-mat by high-tensile steel wire meshes BUDIMIR Vjekoslav, RODUNER Armin	603
Metodologija proračuna sanacije klizišta šipovima ĆORIĆ Slobodan, RAKIĆ Dragoslav, ĆORIĆ Stanko, BERISAVLJEVIĆ Dušan	612
Неколку случаи на измени во тек на градба на геотехнички конструкции ДИМИТРИЕВСКИ Теодор, БОГОЕВСКИ Борис, АТАНАСОСКИ Младен, СТРАШЕСКИ Атанас	621
Пристап за проценка и картирање на потенцијалот за развој на течишта, студија на случај за Полошки плански регион ДИМИТРОВСКА Симона, ПЕШЕВСКИ Игор, ПАПИЌ Јован Бр., ЈОВАНОВСКИ Милорад, ЃОРЃИЕВ Ѓорѓи	631
Приод кон дефинирање на сопствени периоди и форми на флексибилно спрегнат систем ЈАКИМОВСКИ Горан, МИРЧЕВСКА Виолета, НАСТЕВ Мирослав	639
Stabilization of loess with fly ash KRSTIĆ Marija, BOŽOVIĆ Nikola, ĐOKOVIĆ Ksenija	648
Application of colloidal silica in tunnelling LUKIĆ Dragan, ZLATANOVIĆ Elefterija	654
Заштита од одрони на регионалниот пат Р1202, Косоврасти СТРАШЕСКИ Атанас, ДИМИТРИЕВСКИ Теодор, АТАНАСОСКИ Младен, ТАСЕВСКА Катерина	662
Нестабилност на косини предизвикана од атмосферски влијанија СУСИНОВ Бојан, ЈОСИФОВСКИ Јосиф	669
ЕВРОКОДОВИ И РЕЛЕВАНТНА РЕГУЛАТИВА ЗА ГЕОТЕХНИКАТА / EUROCODES AND RELEVANT GEOTECHNICAL REGULATION / EVROKODOVI I RELEVANTNA GEOTEHNIČA REGULATIVA	
Landslide rehabilitation with retaining structure, JUS vs. Eurocodes JANEVSKI Bojan, SMILJANOVSKA Mila, BOZHINOVSKI Lazar	679
Втора генерација на Еврокод 7 - главни предизвици и клучни промени ЈОСИФОВСКИ Јосиф	686

Analysis of ULSD theory – Spread foundations KOUDELKA Petr	703
„Перестројка“ на еврокодони и верификација на стабилност на косини со примена на пресметковни методи од Еврокод 7:202х АНДОНОВ САРЕВ Александар, ПАПИЌ Јован Бр.	712
Геотехниката како важна предиспозиција за здрава урбанизација СУЛООЏА Булент	719
Димензионирање на темел sameц според Еврокод 7 ТОМЕСКИ Антонио, ЃОРЃИОСКИ Марко, ЈАНЕВ Петар, АБАЗИ Сеад, ПАРТИКОВ Миле	728
ЗЕМЈОТРЕСНО ГЕОТЕХНИЧКО ИНЖЕНЕРСТВО / EARTHQUAKE GEOTECHNICAL ENGINEERING / ZEMLJOTRESNO GEOTEHNIČKO INŽENJERSTVO	
Experimental research of soil - steel frame system on shaking table BRANDIS Adriana, ĆEH Nina, JAGODNIK Vedran, KRAUS Ivan, BRANDIS Denis	737
Numerical simulation of wave propagation in multiphase soil medium EDIP Kemal, SHESHOV Vlatko, BOJADJIEVA Julijana, KITANOVSKI Toni, IVANOVSKI Dejan	744
Ефект на сеизмичко дејство во стабилноста на потпорни сидови и компарација меѓу македонска регулатива и Еврокодони ИВАНОВСКИ Дејан, ЕДИП Кемал, БОЈАЦИЈЕВА Јулијана, ШЕШОВ Влатко, КИТАНОВСКИ Тони	748
Design considerations and earthquake analysis for embankment dams in high seismic regions KRSTIĆ PERIĆ Sanja., SMESNIK Mathias, FREUIS Anna	759
Pojednostavljeni postupak analize nosivosti vertikalnih AB šipova pod dejstvom horizontalnih seizmičkih sila u uslovima pojave likvefakcije u tlu MILADINović Borko, ŽIVALJEVIĆ Slobodan, TOMANOVIĆ Zvonko, BUJIŠIĆ Miodrag	766
Harmonized earthquake-induced landslide hazard assessment in cross-border region – CRISIS project SHESHOV Vlatko, BOJADJIEVA Julijana, EDIP Kemal, SHALIC Radmila, STOJMANOVSKA Marta, APOSTOLSKA Roberta, FOTOPOULOU Stavroula, PITILAKIS Dimitris, SHKODRANI Neritan, BABALEKU Markel, BOZZONI Francesca, DI MEO Antonella	776
ГЕОТЕХНИКА И ДОСТИГНУВАЊА ВО ПРИЛОГ НА ОДРЖЛИВО ОПШТЕСТВО / GEOTECHNICS AND ACHIEVEMENTS IN SUPPORT OF A SUSTAINABLE SOCIETY / GEOTEHNIKA I POSTIGNUĆA U PRILOG ODRŽLJIVOG DRUŠTVA	
Utilization of fly ash from power plants in geotechnics and civil engineering ANGELOVA Elena, SHESHOV Vlatko	784
Биополимерна стабилизација на косини од површинска ерозија НИКОЛОВСКА АТАНАСОВСКА Александра, ЈОСИФОВСКИ Јосиф	792
Uticaj starosti i sastava komunalnog otpada na zbijanje JANKOVIĆ PANTIĆ Jovana, RAKIĆ Dragoslav, BASARIĆ IKODINOVIĆ Irena, ĐURIĆ Tina	800

Steps towards digital-based environmental civil engineering in developing countries MICKOVSKI Slobodan B., PAPIĆ Jovan Br.	806
Determination of the apparent specific gravity of a biodried municipal solid waste by “gas pycnometry” PETROVIC Igor, KANINSKI Nikola, HRNCIC Nikola, HIP Ivan	813
Web data mining of landslide information, an experimental study for Macedonia STOJANOV Riste, PESHEVSKI Igor	821
Мogućност примене приручних апарата за одређивања отпорности земљишта на ерозионе процесе шумских екосистема ЖИВАНОВИЋ Никола, РОНЧЕВИЋ Вукашин, ЧЕБАШЕК Владимир, РУПАР Вељко, ЋОРЛУКА Стеван, ПОЛОВИНА Синиша	829
 СПЕЦИФИЧНИ ПРОБЛЕМИ ВО МЕКИ КАРПИ / SPECIFIC PROBLEMS IN SOFT ROCKS / SPECIFIČNI PROBLEMI U MEKIM STENAMA	
Charpy impact test to sedimentary rocks LÓGÓ A. Benedict., VÁSÁRHELYI Balázs	839
Карактеристични појави и форми како резултат на суфозија во чакалесто-песокливи средини ПЕТКОВСКИ Орце, АНГЕЛОВ Ванчо, ИВАНОВСКИ Игор, ЈОВАНОВСКА Тамара, АНГЕЛОВА Елена	845
Stabilizacija useka na autoputu E-763 izvedenog u stenskoj masi sa nepovoljno orijentisanim diskontinuitetima PISAREVIĆ Miodrag, SLAVKOVIĆ Dragana, FILIPOVIĆ Vladimir	851

Index of authors

Карактеристични појави и форми како резултат на суфозија во чакалесто-песокливи средини

Орце Петковски^a, Ванчо Ангелов^b, Игор Ивановски^c, Тамара Јовановска^d, Елена Ангелова^e

^{a, b, e} *Геохидроконсалтинг, Скопје, С. Македонија*
^{c, d} *Страбаг АГ, Скопје, С. Македонија*

АПСТРАКТ

Во текот на изведбата на Експресен пат А4, делница Штип – Радовиш, изведено е детално картирање на отворените профили на изведени усеци за дополнителна анализа на стабилноста. Со понатамошни анализи направена е измена на наклонот на косините, односно нивно ублажување. За време на инженерскогеолошкото картирање регистрирани се карактеристични појави и форми кои се резултат на процесот на суфозија. Во овој труд се прикажани два примери на изведба на усеци во слични геолошки средини, составени од чакали и песоци, подложни на суфозија. Исто така прикажан е еден можен начин на санација на отворите формирани како резултат на суфозијата.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ

Усеци; Истражувања; Суфозија; Отвори.

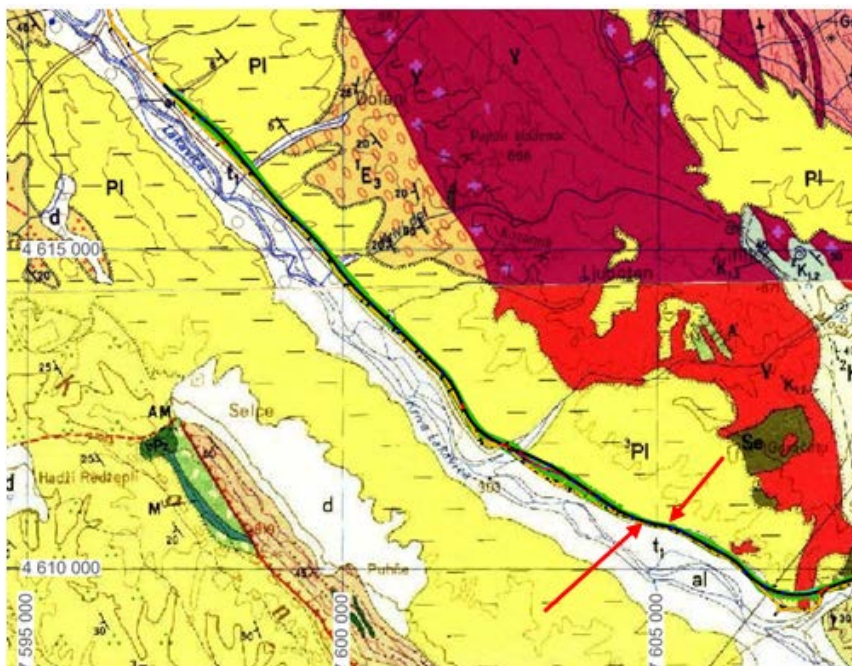
1. ВОВЕД

За потребите на тековното геолошко-геотехничко проектирање на косините од усеците во фаза на изведба на Експресниот пат А4, делница Штип – Радовиш изведени се соодветен вид и обем на геотехнички истражувања и испитувања, со цел обезбедување на геотехнички подлоги. За таа цел извршени се дополнителни геолошки и геотехнички истражувања и испитувања за усек на km 17+700 – 17+920 (Петковски, 2019a) и усек на km 18+420 – 18+520 (Петковски, 2019a).

Инженерскогеолошкото (ИГ) картирање е извршено по целата должина и осовината на усеците, а според методот на следење на геолошките граници и картирање на сите видливи изданоци. Поволна околност овде претставуваа отворените косини од делумно изведените усеци и можноста детално и прецизно да се издвојат границите помеѓу материјалите со различен гранулометриски состав. Паралелно со применетото ИГ картирање издвоени се границите помеѓу одделните литолошки членови, а констатирани терасни седименти и пролувијални наноси.

2. ГЕОЛОШКО-ГЕНЕТСКИ УСЛОВИ ЗА СУФОЗИЈА

Сите фази на геолошкиот развој имале крајно влијание врз формирањето на денешната состојба на теренот, што се манифестира во денешниот релјеф и условите за проектирање и изведба. На Слика 1 е дадена приближната локација на трасата на Експресниот пат А4, делница Штип – Радовиш и почвените материјали од типот на: плоченски седименти (жолта боја), терасни седименти (бела боја) и современите пролувијални творби, кои поради ефектот на размерот не се прикажани на картата, а се регистрирани при деталното ИГ картирање.



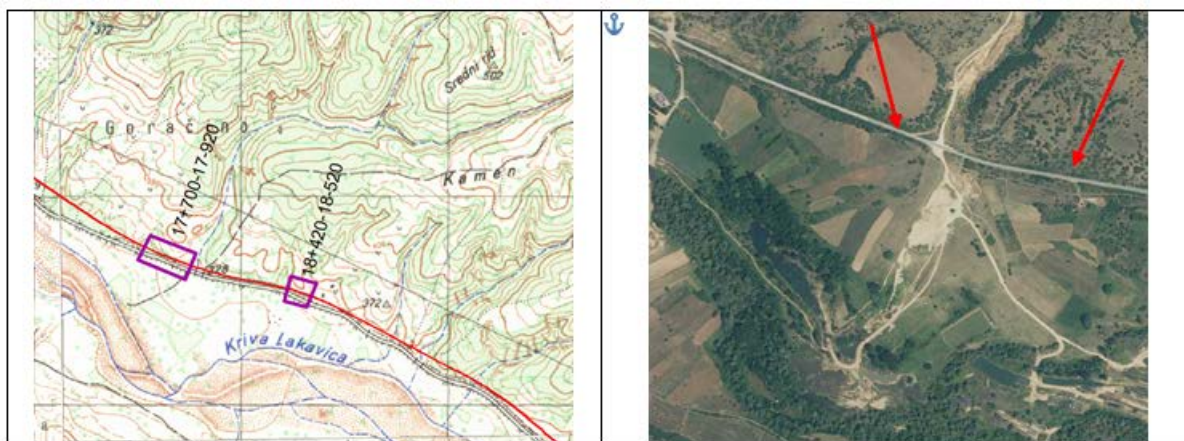
Слика 1. Основна геолошка карта за лист Кавадарци и Штип и приближна локација на трасата.

Во геолошката епоха – неоген истражуваната околина на поширокиот простор е зафатена со радијалната тектоника со што се образувала котлината Крива Лакавица-Костурино, каде се таложат миоценски и плиоценски слатководни езерски седименти. Седиментацијата се карактеризира со присуство на пескливо-глиновити материјали, а делумно и карбонатни конкреции. Овие кластични и хемиски седименти се настанати во слични услови на седиментација во водена средина како продукт на механичкото и хемиското распаѓање на примарните карпи.

Притоа се создадени мешавини на псефитски, псамитски, алевитски и пелитски кластични структури кои наизменично се сменуваат по хоризонтала и вертикала, а се појавуваат во вид на слоеви и прослојувања. Кај материјалите кои се настанати со седиментација, во вертикален правец може да има појава на различни слоеви со големина од неколку метри настанати со таложење, како и прослојки како резултат на сезонски варијации во транспортот на седименти и промена на брзината на водата, со размери во милиметри (Wood, 2004). Суфозијата претставува филтрационо разрушување на овие седиментни наслаги што се манифестира со изнесување на ситните честички и е честа појава на контактот меѓу различни литолошки комплекси кои имаат различна хидрогеолошка функција (Јовановски и др., 2012), а притоа се создаваат овие неправилни кружни форми на контактниот дел помеѓу плиоценските и терасните седименти или во терасните седименти. Вообичаено ваквата појава е случај за контактни слоеви со различни филтрациони карактеристики. Впрочем кај објекти од типот на камено-насипни брани со глиновито јадро, меѓу јадрото и телото на браната се вградуваат така наречени филтрациони слоеви со кои се обезбедува постепен премин од слоеви со голем коефициент на филтрација кон слоеви со мал коефициент на филтрација, со што се спречува ваквото изнесување на материјал со фина фракција. Контактна суфозија може да се развие кога вистинските брзини и градиенти се поголеми од критичните вредности (Јовановски и др., 2012).

Од претходно прикажаните основни геолошки карти може да се забележи дека трасата е проектирана на контактната зона помеѓу терасните седименти од реката Крива Лакавица и Плиоценски седименти, а истите покасно се преталожени со што се создадени современите пролувијални творби. Со стрелка е означена приближната локација на првиот и вториот анализиран усек од каде што исто така може да се види дека истите се на оваа контактната зона. Исто така мошне значајна е морфологијата на теренот кај самите микролокации за да овие

несакани појави на суфозија детално се анализираат. За таа цел на Слика 2 е прикажан топографски и сателитски приказ на изгледот на теренот.



Слика 2. Топографски приказ и сателитска снимка на анализираните објекти.

Од овде може да се забележи дека на потегот каде се лоцирани објектите на контактната зона на терасните и плиоценските седименти, реката Крива Лакавица создава делта со наталожување на голема количина на пескливо-чакалест материјал. Испод овој пескливо-чакалест материјал има подземна вода која е насочена кон водениот тек на реката. Една од причините за создавањето на овие форми е оваа подземна вода која варира во зависност од атмосферските влијанија. Ваквите појави се најчести вдоль падините на речните и езерските ободи каде нивото на реката брзо осцилира, што предизвикува и брза промена на градиентот на подземната вода при нејзиниот влив во реката. Слично, и овде каде објектите се проектирани и изведени во падини на крајниот контактен дел со вливот во реката Крива Лакавица. Како последица на изнесувањето и растварањето на честичките кај двата усека изградени од пескливо-чакалест материјали се имаат формирано неколку локални депресии – суфозиони вдлабнатини.

Суфозијата може во голем процент да ја измени водопропусноста на почвите со зголемување на порозноста (Јовановски и др., 2012), а како резултат на тоа да доведе до зголемен доток на вода во градежните јами и површинските копови. Таа често пати е причина за нестабилни појави вдоль усеците кои можат да бидат од типот на нарушување на нормалното работење на дренажите, функција на филтрите на водозафатните уреди и др. кои ја загрозуваат стабилноста. Санирањето на терени со појава на суфозија е доста тешко, а во практиката по малку задоцнето и се изведува кога некој објект е веќе загрозен. Борбата најчесто се состои во спречување – прекратување на филтрацијата на водата, што се постигнува со различни мерки и тоа: регулација на површинските води, хидроизолација на површината на теренот, изградба на дренажни уреди за осушување на карпестите маси или намалување на брзината на филтрација на водата, појачување на ослабените почви со суфозијата со методите на цементацијата, силификацијата, глинизација, изработка на бетонски екрани со филтри со кои се спречува изнесувањето на честичките од несврзаните и слабо сврзаните карпести маси (Гапковски, n.d.).

Кај посочените два примери кај усеците каде што се забележани вакви појави паралелно со изведбата се превземени и соодветни превентивни мерки и активности за санација на шуплините настанати од суфозија.

3. ГЕОЛОШКО-ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ВО ФАЗА НА ИЗВЕДБА

Во изведбената фаза кога делумно или комплетно се отворени усеците и се формирани косините полесно можат да се утврдат сите геолошко-геотехнички особини на карпите. Неочекуваните појави и изненадувања во изведбената фаза на Експресниот пат А4, делница Штип – Радовиш

на потегот покрај реката Лакавица се бројни застапени во почвените материјали со различен состав, каде дадените наклони од 1:1 се покажаа како нестабилни. За многу краток период од почетокот на изведбата кај дел од косините се имаат појавено многу несакани појави од типот на испирање и ерозија, јаружења, суфозија, свлечишта и сл., што претставува основна причина изведувачот да размислува за повторно проектирање. Веднаш после констатирањето на проблемите започнато е со проучување на постоечката геолошка документација за предметните објекти и изведба на дополнителни истражни работи.

При преземаните активности е констатирано дека кај двата усека се распространети терасни седименти, кои што на површинските делови се покриени со пролувијални наноси. Терасните седименти во најголем дел се изградени од мешавини на песок и прашина со чакал и песокливи чакали, а покрај нив кај стационажно првиот усек во вид на слоеви и прослојки се појавуваат песокливи прашини и прашинести глини. Доминираат мешавините од чакалесто песокливи прашини и чакалесто прашинести песоци, несврзани се и слабо сортирани со присуство на крупни добро обработени чакалести зрна претежно од кварц, поретко гранит, шкрилци и вулкански карпи со различна големина и форма. Терасните седименти се со жолто-кафеава боја во различни нијанси. Таму каде преовладува чакалестата и песоклива фракција се посветли, а каде што преовладува поситната – песокливо прашинеста фракција, имаат нешто потемна боја.

Терасните седименти, поради фактот што во нив преовладува песокливо чакалестата материја и се несврзани до слабо сврзани, се подложни на површинско испирање и суфозија при што се забележува јаружење по целата површина. Кај стационажно првиот усек на левата косина и по осовината на патот во близина на потпорниот сид кој е во изведба формирани се неколку цилиндрични отвори (шуплини) со различни димензии и длабина. Исто така и кај вториот усек е формирана слична ваква форма – отвор со дијаметар околу 2.50m и длабина околу 2.0m во песокливо прашинестите чакали. Овие форми се настанати како резултат на процесот на суфозија, проследен со обрушување на чакалестиот несврзан материјал при изведба на косините. На следните слики е прикажан изгледот на овие забележани карактеристични форми кај усекот на km 17+700 – 17+920 (a, b) и кај усекот на km 18+420 – 18+520 (c, d).



a



b



c



d

Слика 3. Изглед на форми на суфозија во терасни седименти.

Кај двата усека над терасните седименти се распространети современи пролувијални творби кои се изградени од слабо заглинети чакалесто прашинести песоци. Кај првиот усек забележани се по целата должина, а кај вториот на почетниот и завршниот дел на косината со моќност од околу 5.0m. Истите се несврзани и слабо збиени, а по боја се темно кафеави. На површина на теренот пролувијалните наноси во поголемиот дел се покриени со тенок хумусен покривач (дебелина околу 0.5m) од глиновито-песоклив материјал со кварцни зрна. Со овие добиени податоци за геолошко-геотехничкиот склоп на теренот се дефинира методата на ископ, факторот на сигурност за различен наклон на косините од анализи на глобална и локална стабилност на усекот и сл. Но, покрај сите овие видови анализи не може да се предвиди појавата на вакви нестандартни појави како што се посочените отвори (шуплини).

4. МЕРКИ ЗА САНАЦИЈА/ТРЕТМАН НА СУФОЗИОНИТЕ ОТВОРИ (ШУПЛИНИ)

Бидејќи шуплините кои се регистрирни се со големи размери и се во грануларни материјали, истите имаат потенцијал за обрушување, а со тоа и нарушување на стабилноста на косините. За спречување на вакви појави, преземени се мерки за санација на шуплините. Изведбата на санацијата на шуплините кои се јавуваат во косините и на бермите содржи повеќе фази, од кои првата е ископ, односно расчистување на материјалот околу отворите до каде што е видливо дека тие продолжуваат во длабина и ширина. Потоа врз исчистената површина се поставува геотекстил, со оставање на дополнителна должина од околу еден метар на работ на отворите за преклоп. Врз геотекстилот се поставува дробен камен до соодветно ниво за пополнување на претходно ископаниот материјал, а потоа на рабовите на ископот е направен преклоп на геотекстилот врз дробениот камен. Потребно е да се напомене дека во делот на коловозната конструкција ископот е завршен околу 50 cm под нејзиното ниво со цел гравитациско задржување на дробениот камен и осигурување на неговата дренажна функција. Нерамнините кои се јавуваат заради поголемиот дијаметар на кршениот камен, во конкретниот случај се затворени со насипување на поситен локален материјал, но доколку локалниот материјал не одговара за оваа намена, можна е и употреба на тампонски материјал. Завршна фаза на овој начин на санација е хумузирањето и затревувањето на косината.



a



b



c



d

Слика 4. а) Ископ на отвор б) Заполна со дробен камен в) Хумузирање д) Завршен изглед.

Отворите кои се лоцирани во делот на коловозната конструкција се санирани на поинаков начин, кој исто така се состои од повеќе фази. Најпрво е извршен ископ до 60 cm под нивелетата на патот, а потоа е поставен еден слој на геотекстил и геомрежа. Врз нив е насипан, соодветно израмнет и збиен слој од локален материјал, односно песклив чакал и чакалест песок,) со дебелина од 30 cm, по што на рабовите од ископот геотекстилот и геомрежата се преклопени. Врз насипаниот материјал е поставен уште еден слој од геотекстил и геомрежа, па повторно слој на локален материјал до постигнување на ниво на дно на тампон. Ваквиот начин на санација има за цел да спречи повторна појава на отвори во делот на коловозната конструкција при идната експлоатација на патот.



а



б

Слика 5. а) Поставување на геотекстил и мрежа б) Рамнење на слој.

5. ЗАКЛУЧОК

Геолошко-геотехничкиот склоп на теренот се дефинира за да се одреди наклонот на косините, методата на ископ, стабилноста на подлогата. И покрај сите видови анализи, не може секогаш да се предвиди појавата на нестандартни појави како е суфозијата. Регистрираните шуплини кои се обработени во трудот се јавуваат во терасни седименти составени од пескливо прашинести чакали. Причина за создавањето на овие форми е подземната вода која варира во зависност од атмосферските и хидрогеолошките услови на средината. За спречување на обрушување, а со тоа и нарушување на стабилноста на косините, преземени се мерки за санација. Начинот на санација се разликува во зависност од тоа дали отворите се наоѓаат во косината или во делот на коловозната конструкција. Шуплините во косината се санираат со замена на материјал, додека пак во делот на коловозната конструкција покрај замената на материјалот, потребно е да се направи и подобрување на почвата со цел спречување на појава на нови шуплини во истата, при експлоатација на патот. Важно е да се истакне дека пресметувањето и предвидувањето на количините за ископ и потребни материјали за санација е отежнато, бидејќи во прелиминарната фаза не е возможно точно да се одреди ширината и длабината на протегање на овие шуплини.

РЕФЕРЕНЦИ

- Гапковски, Н., n.d., *Инженерска Геологија*. [Скрипта] Скопје, Градежен Факултет.
- Јовановски, М., Гапковски, Н., Пешевски, И., Аболмасов, Б., 2012, *Инженерска Геологија*. Скопје, Градежен Факултет.
- Петковски, О., 2019а, *Фактички извештај од изведени геомеханички истражувања и испитувања, Експресен пат А4, делница: Штип – Радовиш, усек km 17+700 – 17+920*, Геохидроконсалтинг ДООЕЛ – Скопје. Архивски број: 0103-87.
- Петковски, О., 2019б, *Фактички извештај од изведени геомеханички истражувања и испитувања, Експресен пат А4, делница: Штип – Радовиш, усек km 18+420 – 18+520*, Геохидроконсалтинг ДООЕЛ – Скопје. Архивски број: 0103-88.
- Wood, D. M., 2004, *Geotechnical modelling*. London, Taylor & Francis Group.