



Петти симпозиум на ДГМ

Специјализирана конференција на ISRM

Втора конференција на регионалните геотехнички друштва

Инженерски проблеми во меки карпи

Зборник на трудови - 1. дел

Zbornik radova - 1. 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 - 1. дел

Proceedings - Vol. 1

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

Одбори / Boards / Odbori	ix
Предговор / Preface / Predgovor	x

VOLUME 1

ВОВЕДНО ПРЕДАВАЊЕ / INTRODUCTORY LECTURE / UVODNO PREDAVANJE

Tradition of rock mechanics in Macedonia	1
JOVANOVSKI Milorad, GAPKOVSKI Naum, PESHEVSKI Igor, PAPIĆ Jovan Br.	

КЛУЧНИ ПРЕДАВАЊА / KEYNOTE LECTURES / KLJUČNA PREDAVANJA

Geotechnical marriage of theory to practice	19
BALLOUZ Marc	
Application of the Q-system to tunnels and caverns in weak or faulted rock	26
BARTON Nick	
Retaining structures and bridges in unstable rock or soil slopes	52
BRANDL Heinz	
Standardization for rock characterization and testing, implementation issues in practice and future trends: Highlighting the ISRM Suggested Methods	69
ULUSAY Reşat	

ПОВИКАНИ ПРЕДАВАЊА / INVITED LECTURES / POZVANA PREDAVANJA

Design of rock fall and debris flow flexible barriers in the framework of EC7 principles	84
FERRERO Anna Maria., UMILI Gessica, VAGNON Federico	
Vertical interaction of grouped 3x3 piles	99
FOLIĆ Boris, FOLIĆ Radomir	
Impact of water inflow and design solutions for construction of Karavanke tunnel	115
JOVIČIĆ Vojkan, VOLK Boštjan	
Role of Geotechnical Engineering on Urban Environment and Infrastructure	126
SAGLAMER Ahmet, OZALP Hüsnü Korhan	
Some problems of swelling in geotechnical practice - influence of saturation on the behavior of argillaceous swelling rock	144
VRKLJAN Ivan, KAVUR Boris	
Geotechnical construction and testing of piles of megastructures on problematical soil ground of Kazakhstan	160
ZHUSSUPBEKOV Askar, OMAROV Abdulla, ISSAKULOV Abilkhair, NURGOZHINA Malika, MUSSAKHANOVA Saltanat	

ГЕОТЕХНИЧКИ АСПЕКТИ ВО УРБАНИ СРЕДИНИ И КАЈ ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ / GEOTECHNICAL ASPECTS IN URBAN AREAS AND INFRASTRUCTURE / GEOTEHNIČKI ASPEKTI U URBANIM SREDINAMA I KOD INFRASTRUKTURNIH OBJEKATA

Čvrstoća smicanja flišnih sedimenata duž klizišta Uvač 4 ČAĐENOVIC Nikola, MARETIĆ Ivan	170
Geotehnički uslovi izgradnje višenamenskog ventilacionog okna br.3 “Trebevička” (km 5+522,505) za I liniju beogradskog metroa ČORLUKA Stevan, JANKOVIĆ Slavica, ŽIVANOVIĆ Miroljub, MILADINOVIĆ Tanja, ŽIVANOVIĆ Nikola	177
Tunnel design across the Zagros Main Fault – Iraq-Kurdistan Penjween Region DEÁK Ferenc, TÖRÖK Ákos, VÁSÁRHELYI Balázs	185
One approach for design and construction of slopes in andesitic rocks prone to deterioration JOVANOVSKA Tamara, ANGELOVA Elena, IVANOVSKI Igor, PETKOVSKI Orce, NEDELKOVSKA Natasha, ANGELOV Vanko	196
Case study and design considerations for the application of a binding marginal granular fill in a geogrid reinforced retaining structure KULJANSKI Leo	207
Remediation of a building settlement caused by wetting of a foundation loess soil MINAŽEK Krunoslav, MULABDIĆ Mensur, MATIJEVIĆ Jelena	217
Calibration Analysis Of Seepage Flow At Arch Dam Foundation – A Case Study MITOVSKI Stevcho, PETKOVSKI Ljupcho, PANOVSKA Frosina	224
Вид и обем на геотехнички истражувања: примарни фактори за соодветни геотехнички подлоги НЕДЕЛКОВСКА Наташа, ЃОШЕВСКИ Борислав, АНГЕЛОВА Елена, ЈОВАНОВСКА Тамара, АНГЕЛОВ Ванчо, ИВАНОВСКИ Игор	235
An approach for rock slope protection on an area near the city of Veles NIKOLOV Emil, JOVANOVSКИ Milorad, PESHEVSKI Igor, VELEVSKI Aco, JANEVSKI Bojan, MILANOVSKI Mome, TRAJANOVSKI Vane	241
Дефинирање на геолошко-геотехнички услови на теренот при истражување и изведба на усеци кај експресни патишта ПЕТКОВСКИ Орце, АНГЕЛОВ Ванчо, АНГЕЛОВА Елена, ИВАНОВСКИ Игор, ЈОВАНОВСКА Тамара	247
Геолошко-геотехнички услови за изведба на усек на локалитет Пилав Тепе ПЕТКОВСКИ Орце, ЈОВАНОВСКА Тамара, АНГЕЛОВ Ванчо, АНГЕЛОВА Елена, ИВАНОВСКИ Игор, НЕДЕЛКОВСКА Наташа, ЃОШЕВСКИ Борислав	256
Analiza globalne stabilnosti zasjeka unutar napuštenog gradilišta: primjer sa lokacije u Bračkoj ulici u Splitu RELOTA Marija, DUHOVIĆ Ana, VLASTELICA Goran	264
Некои аспекти од фундаирањето на мостот “Михајло Апостолски” преку реката Вардар во Скопје СТРАШЕСКИ Атанас, ДОЦЕВСКА Марија, МАРКОВСКИ Горан, БОГОЕВСКИ Борис	274

Effect of surface load on the stability of shallow cavities in Budapest, Hungary SZABÓ Zsófia, ZENAH Jalal, GÖRÖG Péter	282
Application of failure mode and effect analysis for tunnel risk assessment ZAFIROVSKI Zlatko, GACEVSKI Vasko, LAZAREVSKA Marijana, NEDEVSKA Ivona, OGNJENOVIC Slobodan	290
Stability analysis of an old earth Samarkand dam in Kazakhstan under rapid drawdown conditions ZHUSSUPBEKOV Askar, MKILIMA Timoth	296
 ЛАБОРАТОРИСКИ И ТЕРЕНСКИ ГЕОТЕХНИЧКИ ИСПИТУВАЊА И ИСТРАЖУВАЊА / LABORATORY AND FIELD GEOTECHNICAL TESTING AND INVESTIGATION / LABORATORIJSKA I TERENSKA GEOTEHNIČKA ISPITIVANJA I ISTRAŽIVANJA	
Теренска и нумеричко анализа за определување носивост на кол во графитични шкрилци АБАЗИ Сеад, СУСИНОВ Бојан, ЃОРЃЕВСКИ Спасен	306
Investigation of the effects of the seismic movements during the fall of the rocks at the Hasankeyf Castle, Turkey AKSOY C. Okay, AKSOY G. G. Uyar	313
Gravimetric reference system, measurement of absolute and relative gravity in the Republic of North Macedonia ALEKSOVSKI Goran	319
Field and laboratory measurements of small strain dynamic shear modulus G _{max} BOJADJIEVA Julijana, SHESHOV Vlatko, EDIP Kemal, BOGDANOVIC Aleksandra, KITANOVSKI Toni, GJORGJESKA Irena, IVANOVSKI Dejan	327
Measurement and modeling of thermal conductivity of loess at the location of the Airport "Nikola Tesla" in Surčin BOŽOVIĆ Nikola, KRSTIĆ Marija, TODOROVIĆ Goran, GOSPAVIĆ Radovan, MIRKOVIĆ MARIJANOVIĆ Milica, ILIĆ Snežana, KIJANOVIĆ Aleksandar	333
Field's workflow of applied geophysics in civil engineering, a showcase CONTRERAS Juan J. Briones	339
Comparative Analysis of Bearing Capacity of Piles Tested by Dynamic Load Test (DLT) and Pressuremeter Test (PMT) ĆOSIĆ Mladen, ŠUŠIĆ Nenad	344
Applicability of the recently proposed semi-empirical failure criterion for different rock types by using triaxial test data DAVARPANA Seyed Morteza, NARIMANI Samad, BESHARATINEZHAD Ali, KHODABANDEH Mohammed Ali, TÖRÖK Ákos, VÁSÁRHELYI Balázs	355
Laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava lapora za potrebe proračuna slijeganja jednostavnog homogenog nasipa DUVNJAK Stipe, DUHOVIĆ Ana, VLASTELICA Goran	363
Combined seismic methods and GPR application for shallow subsurface investigation GJORGJESKA Irena, SHESHOV Vlatko, EDIP Kemal, BOJADJIEVA Julijana, KITANOVSKI Toni, IVANOVSKI Dejan	372

Landslide investigation without the application of exploratory drilling JUG Jasmin, STRELEC Stjepan, BEK Anja, PAŽUR Ivan	381
Some physical properties of soil used in traditional Croatian rammed earth houses KALUĐER Jelena, KRAUS Ivan, PERIĆ Ana, BRKANIĆ MIHIĆ Ivana	390
Collapse potential of loess soils contaminated by synthetic and landfill leachates KHODABANDEH Mohammed Ali, NAGY Gábor	397
Mogućnost korelacije zatezne čvrstoće i dinamičkih svojstava belog venčaćkog mermera MAJSTOROVIĆ Jelena, ĆEBAŠEK Vladimir, RUPAR Veljko, GOJKOVIĆ Nebojša	407
Comparative analysis of results of liquid limit of clays from the Niš area determined by various methods MARINKOVIĆ Nemanja, DAVIDOVIĆ Nebojša, ZLATANOVIĆ Elefterija, STANKOVIĆ Branimir, ROMIĆ Nikola, BONIĆ Zoran	416
Shear strength properties of Bor clastites MARJANOVIĆ Miloš, BERISAVLJEVIĆ Zoran, POPOVIĆ Milovan, JOVANOVIĆ Stefan	425
Uniaxial compressive strength test before and after standard fire test on rock mass MITROVIĆ Stefan, TODOROVIĆ Goran, KOSTIĆ Bojan, MIRKOVIĆ MARJANOVIĆ Milica, BOŽOVIĆ Nikola, KRSTIĆ Marija, ERIĆ Aleksandar, GOSPAVIĆ Radovan, ILIĆ Snežana, KIJANOVIĆ Aleksandar	433
Корелативни анализи на геотехнички параметри кај наоѓалишта на јаглен од различни седиментациони басени во Македонија НЕДЕЛКОВСКА Бојана, ПЕШЕВСКИ Игор, ВЕЛИНОВ Даниел, ПАПИЌ Јован	438
Compression Characteristics of Industrial Solid Waste SAS Wojciech	445
Eksperimentalna i numerička analiza nosivosti bušenih šipova u stijeni uzimajući u obzir hrapavost plašta SKEJIĆ Adis, KAPOR Mladen, BALIĆ Anis, MEDIĆ Senad	453
Correlation between the Rock Mass Quality (Q-system) method and Geological Strength Index (GSI) SOMODI Gabor, BAR Neil, VÁSÁRHELYI Balázs	461
Istražni geofizički radovi za potrebe temeljenja stupova vjetrogeneratora, primjer vjetroelektrane Bruvno STRELEC Stjepan, JUG Jasmin, GOLUB Ivan, KRANJČIĆ Nikola	469
Determining the shear parameters of weathered rock in a landslide area near the city of Sofia TOTSEV Andrey	477

Index of authors

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 Deniş-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

Weather Conditions and Application of Additives in Complex Geotechnical Objects ABAZI Sead, SULOODJA Bulent	575
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 еврокодovi и верификација на стабилност на косини со примена на пресметковни методи од Еврокод 7:202x 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

ЗЕМЈОТРЕЧНО 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 Еврокодови 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
Могућност примене приручних апарата за одређивања отпорности земљишта на ерозионе процесе шумских екосистема ЖИВАНОВИЋ Никола, РОНЧЕВИЋ Вукашин, ЧЕБАШЕК Владимир, РУПАР Вељко, ЂОРЛУКА Стеван, ПОЛОВИНА Сениша	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

ОДБОРИ / BOARDS / ODBORI

ПОЧЕСЕН ОДБОР / HONORARY BOARD / POČASNI ODBOR

Reşat Ulusay – president of ISRM and honorary member of MAG,
Vojkan Jovičić – vice president of ISRM,
Lyesse Laloui – vice president of ISSMGE for Europe,
Ivan Vrkljan – former vice president of ISRM and honorary member of MAG,
Heinz Brandl – former vice president of ISSMGE and honorary member of MAG,
Ahmet Sağlam – honorary member of MAG,
Radomir Folić – honorary member of MAG,
Husamedin Dželadin – deserving member of MAG,
Nikola Jankulovski – Rector of University “Ss. Cyril and Methodius” – Skopje,
Milorad Jovanovski – immediate-past president of MAG,
Zlatko Srbinoski – Faculty of Civil Engineering – Skopje,
Vlatko Šešov – Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology – Skopje (IZIIS),
Andrea Serafimovski – Granit AD,
Zlatan Đurić – Strabag.

НАУЧЕН ОДБОР / SCIENTIFIC BOARD / NAUČNI ODBOR

Slobodan Ćorić, president, Serbia	Josif Josifovski, Macedonia
Jovan Br. Papić, co-president, Macedonia	Violeta Mirčevska, Macedonia
Ljuljeta Bozo, Albania	Igor Peševski, Macedonia
Dietmar Adam, Austria	Ljupčo Petkovski, Macedonia
Wulf Schubert, Austria	Aco Veleviski, Macedonia
Azra Špago, Bosnia and Herzegovina	Slobodan Živaljević, Montenegro
Mato Uljarević, Bosnia and Herzegovina	Miško Čubrinovski, New Zealand
Sabid Zekan, Bosnia and Herzegovina	Ernest Olinic, Romania
Andrej Tocev, Bulgaria	Slobodan B. Mickovski, Scotland
Leo Matešić, Croatia	Zoran Bonić, Serbia
Krunoslav Minažek, Croatia	Dragoslav Rakić, Serbia
Predrag Mišćević, Croatia	Nenad Šušić, Serbia
Igor Sokolić, Croatia	Mirjana Vukićević, Serbia
Norikazu Shimizu, Japan	Janko Logar, Slovenia
Julijana Bojadžieva, Macedonia	Matej Maček, Slovenia
Kemal Edip, Macedonia	Mojca Ravnikar Turk, Slovenia
Spasen Gjorgjevski, Macedonia	Özer Çinicioğlu, Turkey
Zlatko Ilijovski, Macedonia	

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР / ORGANIZING BOARD / ORGANIZACIONI ODBOR

Jovan Br. Papić, chairman	Darko Nakov	Sead Abazi
Dragan Dimitrievski, core	Elena Angelova	Stevčo Mitovski
Igor Peševski, core	Josif Josifovski	Stojanče Nikolov
Milorad Jovanovski, core	Kemal Edip	Tamara Jovanovska
Bojan Janevski	Kiril Lazarov	Toni Kitanovski
Bojan Susinov	Lazar Božinovski	Vase Vitanov
Boris Bogoevski	Mila Smiljanovska	Zlatko Zafirovski

Дефинирање на геолошко-геотехнички услови на теренот при истражување и изведба на усеци кај експресни патишта

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

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

АПСТРАКТ

При геолошко-геотехничките истражувања и испитувања кај усеците со предвидените истражни работи најчесто се опфатени позициите по осовината на трасата на почетокот, на крајот или на највисокиот дел од усекот. Доколку истражувањата се предвидени во униформни геолошки средини дел од нив заради многу фактори можат и да не се изведат, а сепак реално да се проценат геолошко-геотехничките услови за градба. Ова е применливо во пракса, на пример кај варовнички маси каде по површината се изведуваат голем број на мерни места и мерења на дисконтинуитети и земање на доволен број на примероци за лабораториски испитувања. Во овој труд ќе се покажат два примера за изведба на усеци од проекти реализирани во Р. С. Македонија кај кои поради комплексниот геолошкиот склоп на теренот се покажало дека предвидените истражни работи не се доволни, што може да се увиди дури во фазата на изведба при целосното отварање на усекот. За поткрепа на ваквата констатација, прикажани се геолошко-геотехнички подлоги од фаза на Основен проект и актуелна состојба при отпочната изведба на дел од усеците на експресните патишта А1 Градско-Дренови и А4 Штип - Радовиш.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ

Усеци; Истражувања; Геолошки средини; Геолошки склоп.

1. ВОВЕД

За потребите на геолошко-геотехничко проектирање за сите типови на објекти се изведуваат соодветен вид и обем на геотехнички истражувања и испитувања кои се дефинирани со Програма за геотехничко истражување. Во минатото обемот на истражувања бил под големо влијание на издвоениот буџет наменет за проектирање. Ова се надминува со воведување на Еврокодските со кои јасно се пропишува обемот на истражувања. Дополнително за да се надминат овие проблеми важно е геотехниката да има засебно место во тендерските постапки и минималната цена да не биде главен критериум за извршување на работите. Вообичаено за проектирање на косини на усеци се применуваат следниве методи на истражување и испитување: детално инженерскогеолошко картирање; изведба на истражни работи (дупнатини и раскопи); картирање на материјалот од истражните работи; избор на репрезентативни примероци за лабораториски испитувања. Вообичаено теренските опити не се воопшто застапени или се во минимален обем, главно поради нивната цена. Дополнително, проектантите кои вообичаено не се од областа на геотехниката немаат доволно предзнаење за параметрите кои може да се добијат од теренските испитувања.

Инженерскогеолошкото (ИГ) картирање се изведува по целата должина и осовината на усекот, како и лево и десно од осовината. Со ИГ картирање се издвојуваат границите помеѓу одделните литолошки членови на површината на теренот и се изработува инженерскогеолошка карта. Покрај предложената програма за геотехнички истражувања и испитувања потребно е истражувачот да се базира и на следниве основни истражувачки принципи и тоа: принцип на

постапност, принцип на целосност, принцип на рамномерност и принцип на рационалност (економичност). Согласно овие принципи, дел од предвидените истражните работи можат и да изостанат или да се изведуваат паралелно и етапно во повеќе фази, а во зависност од добиените резултати. Доколку за усекот постојат видливи изданоци од карпи на целата површина, односно постои можност на теренот да се формираат повеќе мерни места за ИГ картирање и да се земат монолитни парчиња на карпи од површината, можно е комплетно дефинирање на геолошките и инженерско-геолошките карактеристики на локацијата на проектираниот усек. Ова секако важи за терени со релативно едноставна геолошка градба (еден до два литолошки члена), додека за посложени терени ваквата постапка не е оправдана. Во овој труд ќе се покажат два примера на објекти кај кои постои комплексен геолошки склоп на теренот во длабина, а кој поради покриеноста на површината на теренот со современи творби не може да се констатира.

2. ГЕОЛОШКО-ГЕОТЕХНИЧКИ ПОДЛОГИ ОД ОСНОВЕН ПРОЕКТ

Независно од формите и димензиите на истражуваните објекти за сите нив е потребно sukcesивно да се применат сите геолошки и геотехнички истражувања и испитувања кои главно се состојат од: проучување на постоечката геолошка документација за истражуваниот дел; примена на детално геолошко и инженерско-геолошко картирање на теренот; утврдување на геолошките, инженерско-геолошките и хидрогеолошките карактеристики на теренот; испитување на физичко-механичките карактеристики на застапените карпи.

Во прва фаза, после изведеното геолошко и инженерско-геолошко истражување се осознаваат геолошките услови, како и можностите и потребите за изведба на истражни работи од типот на дупнатини, раскопи или бунари. Исто така и нивниот број и должини е потребно да зависи од димензиите на објектот за кој се наменети, а во зависност од теренските услови за изведба, сè со цел за што попрacticalно и поефикасно проектирање и изведба. Секако при ова во предвид не треба секогаш да се зема економскиот фактор, туку и резултатите кои ќе се добијат со истражните работи, а кои се многу значајни за проектантското решение и за самата изведба. Меѓутоа доколку се сложени геолошките услови на средината, понекогаш и со изведбата на навидум доволен број на истражни работи не можат да се доловат реалните геолошко-геотехнички услови.

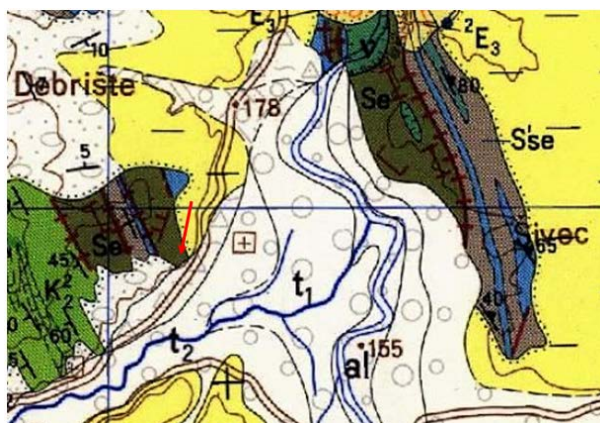
При геолошко-геотехничките истражувања и испитувања потребно е да се користат знаења од геолошките и геотехничките науки со стандардизирани методи на истражувања и испитувања, а исто така и да се применат современи методи за добивање на податоци и нивна интерпретација. Изведба на детално картирање по целата површина на усекот потребно е да се изведе со помош на прецизен GPS уред, со што се забележуваат сите геолошки појави и се издвојуваат геолошките граници. Додека со изведбата на истражните работи во длабина, геохронолошки да се издвојат сите забележани литолошки членови и изврши геотехничка класификација на карпата.

Во понатамошниот текст се прикажани конкретни примери од истражувања при проектирање и изведба на Експресниот пат А1, делница Дреново – Градско (Ангелов & Ѓошевски, 2018) и Експресниот пат А4, делница Штип – Радовиш (Петковски, 2019).

2.1. Геолошко-геотехнички услови за усек на km 9+420-9+760 на Експресен пат А1, делница Дреново – Градско

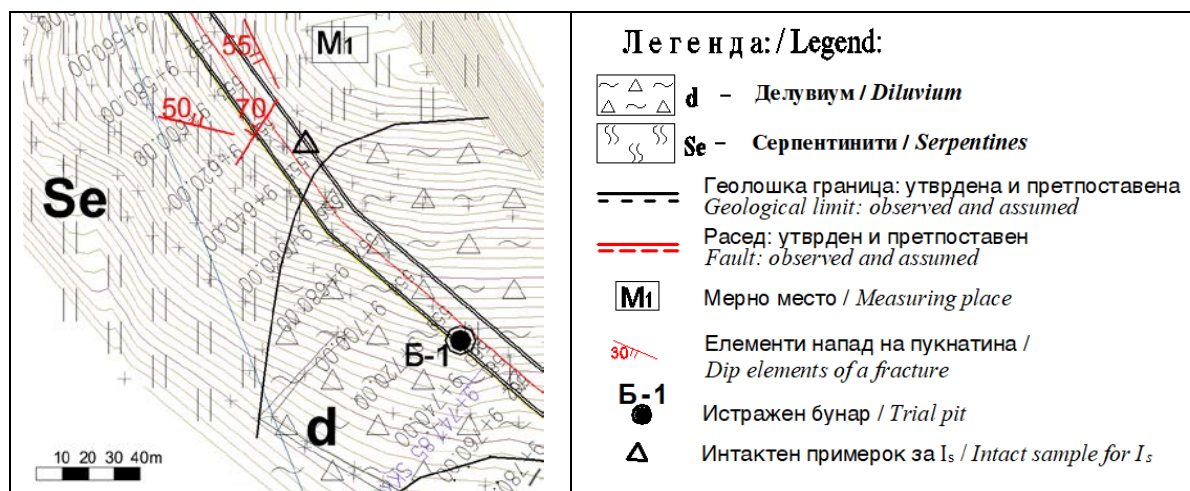
Сите фази на геолошкиот развој имале крајно влијание врз формирањето на денешната состојба на теренот, што се манифестира во денешниот релјеф и условите за проектирање и изведба. На Слика 1 е дадена приближната микролокацијата на анализираниот објект и карпите од типот на: серпентинити (темно зелена боја), плоченски седименти (жолта боја), варовници (сина боја) и

современи делувијални 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 Прилеп и приближна локација на усекот со црвена стрелка.

Кај овој објект освен изведеното детално геолошко, инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање по површината на теренот, не се изведени истражни работи (дупнатини, бунари, раскопи и сл.). Врз основа на изведеното детално картирање по целата должина на усекот се утврдени карпи од типот на серпентинити (Se) кои делумно се препокриени со делувијални творби (d), прикажани на инженерскогеолошката (ИГ) карта за Основен проект, а исечок од истата е претставен на Слика 1.



Слика 2. ИГ карта на усекот на km 9+420-9+760 за Основен проект.

Од оваа слика, може да се види дека во карпите од типот на серпентинити (Se) е изведено мерното место M1, со кое се дефинираат карактеристиките на дисконтинуитетите и од површината на теренот се земани монолитни парчиња за карпи (Интактен примерок за индекс на јакост) за утврдување на физичко-механичките параметри. Со овие добиени податоци за серпентинитите се дефинира методата на ископ, факторот на сигурност за различен наклон на косините преку анализи на глобална и локална стабилност на усекот и сл.

Од геолошката карта и толкувачот за листот Прилеп може да се забележи дека е оправдан приказот на ИГ градба на теренот по површината даден на Слика 2, каде што на површината се видени серпентинитите и покриеноста на крајот на усекот со делувиум чија моќност е утврдена со изведбата на бунар Б-1.

Дефинирани се физичко-механичките особини за серпентините и утврдени се нивните геотехничките услови за изведба преку различни геотехнички класификации, наклони на

косини, висини и ширини на берми и сл. Притоа не е очекувано дека во близина на ерозивната граница која е на крајот од усекот всушност има расед по кој се втиснати овие серпентинити, а покрај нив се појавуваат и варовници и шкрилци што е образложено во геолошко-геотехничките услови за изведба.

2.2. Геолошко-геотехнички услови за усек на Клучка Штип Југ на Експресен пат А4, делница Штип – Радовиш

Овде е изведено детално геолошко, инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање по површината на теренот и две истражни дупнатини од кои се земено репрезентативни примероци за понатамошни лабораториски испитувања т.е. дефинирање на физичко-механичките својства на застапените материјали на теренот вдоль усекот. На истражуваниот објект се забележани цврсто сврзани карпи од типот на флишни седименти и делувијални седименти (песоклива прашина и необработени парчиња од основна карпа).

На истражуваниот потег теренот е изграден од делувијални творби кои ги покриваат флишните седименти (глинци и песочници). Овие цврсто сврзани карпи кои имаат карактеристика наизменично да се сменуваат по хоризонтала и вертикала се забележани на површината на теренот и во длабина (Слика 3). На површината прецизно се издвоени различните типови на карпи со теренски измерени точки означени од Т1 до Т9. Основниот структурен елемент, слоевитоста, кај песочниците се движи од $312-330/30-45^\circ$, а овде на отворениот профил (теренска точка Т9) можат да се издвојат сите забележани литолошки членови од флишниот комплекс. Почнувајќи од површината каде има тенок делувијален надслој под кој се простираат тенкоплочести глинци (1.5-2.0m); потоа се плочести песочници (50.0cm); па пак тенкоплочести глинци (20.0cm); потоа слоевити до плочести песочници (1.0m); под нив се повторно тенкоплочести глинци (30.0cm); банковити до масивни песочници (>1.0m) и најдлабоко конгломерати (>1.0m).



Слика 3. Секвенца на флишни седименти во близина на клучка Штип Југ на експресен пат А4 Штип – Радовиш.

Скоро сите овие слоеви од различни карпи се констатирани и при изведбата на истражните дупнатини освен конгломератите кои се очекува да се појават на поголема длабина. Генерално, може да се констатира дека кај предметниот усек доминантно место заземаат тенкоплочестите глинци и глиновити песочници (меки карпи), помеѓу кои има прослојувања со “cm” до “m” димензии од услоени до плочести вариетети на песочници (цврсти карпи).

Со изведбата на две истражни дупнатини во длабина исто така се констатирани овие глинци и песочници или нивни мешавини (песокливи глинци и глиновити песочници). Тие во првата дупнатина Д-23 започнуваат со тенколистести глинци кои се меки и трошни, а во дупнатината Д-24 се појавуваат како дробински материјал помешан со ситна фракција. Потоа има интервал

од глинци и глиновити песочници кои наизменично се сменуваат со “см” димензии. Под нив се појавуваат песочници кои се ситнозрни, доста цврсти, слоевити и слабо испукани главно по слоевитоста, а по боја се сиви до темно сиви. Кај другата дупнатина е слично, само што првиот интервал од тенколистести глинци има помала моќност, а под нив се простираат глинците и глиновитите песочници кои наизменично се сменуваат со “см” димензии и тешко се издвојуваат едни од други. Под нив се песочниците кои се ситнозрнести, доста цврсти, слоевити и слабо испукани главно по слоевитоста, а по боја се темно сиви. Наместа се со зголемено присуство на глиновита компонента каде што нивните својства се значајно понеповолни, како на интервалите: 3.70-4.20m, 7.75-7.80m и 10.65-10.70m.

3. ГЕОЛОШКО-ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ВО ИЗВЕДБА

Во фаза на изведба кога усекот е комплетно отворен и е формирана косината многу е полесно да се утврдат сите геолошко-геотехнички особини на карпите. Исто така е многу лесно да се увидат нејаснотиите кои произлегуваат од немањето на соодветен обем на испитувања во фазата на од Основниот проект. Овие појави од истражувачката до изведбената фаза се ретки и тоа само на комплицираните геолошки услови на теренот и видно измети карактеристики на типичните карпести маси. Кон овие неповолности се надоврзуваат и геолошките раседни структури кои се препокриени од современите творби и кои досега не биле забележани. По овие раседни структури се излеваат/втиснувале серпентинитите и во нивната зона видно се ослабени геотехничките својства на карпите, кои се многу испукани и често по пукнатините имаат глина или хлоритска, односно серпентинска компонента од мека материја. Карактеристика на серпентинитите е да се цврсти во фаза на истражувањата, но во тек на изведба со ископ се изложуваат на атмосферски влијанија и многу брзо ги менуваат физичко-механичките својства, односно брзо се распаѓаат. Тоа се должи на фактот што тие се богати со магнезиум и вода, формирани со хидратација и метаморфна трансформација на ултрамафични карпи. Овие фактори се значајни при изложеноста на серпентинитите на надворешните влијанија, при што доаѓа до забрзување на процесот на нивно распаѓање. Оние делови од серпентинитите кои имаат поголем удел на компонента на железо, се подложни на побрзо распаѓање поради оксидацијата на железото како дополнителен фактор. Серпентинитите богати со алуминиум се поотпорни на надворешните влијанија, при што во природата може да се случи да еден усек генерално е составен од поцврсти и помекки карпи – серпентинити. Генералната слика укажува на зголемување на нестабилноста на косините во тек на време, поради тоа што слабите слоеви ја диктираат стабилноста, односно јакоста на масивот е толкава колку што е јакоста на најслабиот тип на карпа. Во одредени случаи потребно е серпентинитите да се третираат како почви при решавање на нивната стабилност, за да се земе во предвид нивната најлоша состојба. Исто така при постоење на слоеви со различни својства, вообичаено слабите слоеви ја диктираат стабилноста на косината, бидејќи во нив се развива рамнина на лом, па потребно е тие да се сметаат за меродавни во анализите.

3.1. Геолошко-геотехнички услови за усек km 9+420-9+760 на Експресен пат A1, делница Дреново – Градско

Просторната положба на сите геолошки единици може да се види по вертикала на отворениот профил со висина од 30.0m на ископот за косината на усекот. Исто се констатира дека кај истражуваниот усек покрај серпентинитите (Se) се застапени плочести мермери (M) и кварц-серицитски шкрилци и кварцити (S'se).

Сепак најзастапени карпи на косината на усекот се овие ултрабазични магматски карпи кои се зафатени со процесот на метаморфизам – серпентинизација. Серпентинизација е процес на трансформација на примарните оливински минерали во серпентински минерали, а на тој начин се формираат карпи кои содржат голема количина на серпентин и се нарекуваат серпентинити. Серпентинитите имаат масивно појавување со карактеристична мрежаста текстура и голем број

на пукнатини кои се исполнети со серпентин. На отворената косина (Слика 4) се видливи четири вариетети од овој тип на карпи и тоа: со поголема содржина на серпентин во однос на оливинските минерали (I), иста количина на серпентин и оливински минерали со тенки жили од серпентин (II), блоковски испукан со покрупна мрежаста текстура (III) и ушкрилен со поголема количина на серпентин (IV).

Во сите издвоени вариетети на серпентинити се изведени голем број мерни места, каде што покрај регистрираните пукнатински системи има и голем број кратки и различно ориентирани пукнатини со “mm” отвори заполнети со серпентин и калцит. Токму по овие пукнатини многу лесно отпаѓаат аглести парчиња со димензии од 5.0-10.0cm, ретко и покрупни, односно карпата со лесен удар на геолошки чекан лесно се копа и рони. Овие својства на серпентинитите најдобро се забележуваат со картирање на отворен профил, бидејќи вообичаено изданоците претставуваат најцврст дел од карпите кој не се распаднал со тек на време и при картирање на теренот се добива впечаток базиран само на нивниот изглед. Затоа во основниот проект се зададени можеби пострмни наклони на косини и помали берми, што оди во прилог на количината на ископ (со минирање) која видно се намалува.



Слика 4. Серпентинити со слична застапеност на оливини (II) и серпентинити со поголема количина на серпентин (I) на усек km 9+420-9+760, Експресен пат A1, делница Дреново – Градско.

Со ископот на усекот е откриена раседна структура на контактот помеѓу кварц-серицитските шкрилци и серпентинитите со $EPr=275/58^\circ$ и отвор од 90-100.0mm со исполна од мек и трошен серпентин. Во вариететите на серпентинити кои имаат блоковски изглед е изведено мерно место M11, каде во истите исто така е забележана раседна структура со $EPr=250/76^\circ$, отворена 20.0cm и заполнета со серпентинит, а исто така и субхоризонтални пукнатини до раседот, отворени и заполнети со серпентин, талк, глина и др. Од овде серпентинитот, мек и трошен со “cm” димензии по пукнатините се има вметнато и помеѓу соседните карпи од типот на мермери и кварц-серицитски шкрилци.

Мермерите имаат слаба ушкриленост и плочесто појавување, тектонски се многу испукани со повеќе системи на пукнатини, а по боја се сиви до темно сиви. Освен тоа што се тектонски испукани во нив по пукнатините со “cm” димензии се има исталожено серпентин со субхоризонтални и субвертикални форми, а исто така и неправилни форми во вид на гнезда и поголеми маси. Затоа нивните геотехнички особини се доста редуцирани во однос на вообичаените. Нивното влијание при изведбата е незначително, ако се земе во предвид дека се појавуваат во помали слоеви со “m” димензии и поголеми маси кои се тектонски многу испукани, а низ нив има слоеви од серпентинити.

Кварц-серицитските шкрилци и кварцитите се појавуваат како плочести до тенкоплочести и слабо ушкрилени со најизразени пукнатини по фолијација. По боја се темно кафеави до црни. Во нив по фолијацијата се забележани и слоеви од кварцити со димензии од 3.0 до 4.0m или пак пукнатини заполнети со кварцит по фолијацијата, а наместа има и формирање на кварцни гнезда. При изведеното инженерскогеолошко картирање на теренот се издвоени три поголеми слоеви од кварцити кои се конкордантни на кварц-серицитските шкрилци. Кварц-серицитските

шкрилци се меки трошни и многу тектонски испукани и истите имаат многу слаби геотехнички особини, слични на серпентинитите и со слично однесување при ископ и изведба на косината, па затоа се истоветуваат со серпентинитите. Сите овие типови на серпентинити и различни карпи тешко би се утврдиле и со изведба на повеќе од две истражни дупнатини за усекот, затоа што иако од површината на теренот геологијата изгледала едноставна сепак во длабина со појавата на раседната структура се усложнува геолошкиот склоп на теренот.

3.2. Геолошко-геотехнички услови за усек на Експресен пат А4, делница Штип-Радовиш

Застапеноста на еоценските флишни седименти можат да се видат на делумно изведениот усек каде главно се сменуваат песочници, глиновити песочници и песочливи глинци (Слика 5). Ова наизменично сменување со “cm” и “m” димензии на карпи од типот на глинци и песочници во геолошката литература се нарекува флиш. При изведеното детално картирање по површината на теренот се издвоени песочници и глинци, а во склопот на глинците се сврстени песочливите глинци и глиновитите песочници. Во сите овие слоеви од мешавини на поголем или помал процент на песочничка или глиновита компонента има прослојувања со “cm” димензии со видно намалени геотехнички особини. Овие мали слоеви по слоевитоста имаат карактеристика да се однесуваат како меки карпи или тврди почви со што имаат потенцијал за појава на некои несакани геолошки процеси и појави од типот на свлекување, одронување и сл.



Слика 5. Наизменично сменување на цврсти услоени и тенкоплочести карпи, црвена стрелка – насока на можно лизгање на косината на Клучка Штип Југ, Експресен пат А4, делница Штип-Радовиш.

Според начинот на нивното појавување како тенкоплочести и плочести (глинци) или слоевити (песочници) во голема мера допринесува за нивната припадност кон подгрупата на цврсто сврзани карпи полукаменити (глинци) и каменити (песочници). Покрај тоа сите тие се карактеризираат со наизменично сменување со “cm” и “m” димензии и главна системска испуканост по слоевитоста. Слоевиите пукнатини кај сите типови на карпи имаат “mm” отвори до 1.0cm се пополнети со песочлива прашина и имаат слабо рапави површини, додека поретки се субвертикалните пукнатини кои имаат “mm” отвори и исполна од прашина. Во длабина кај изваденото јадро на поволни и селективно избрани интервали во нив е измерен падниот агол на слоевитоста и се добиени вредности од 30-40°. Додека правецот на протегање на слоевите се утврдени со директни мерења на терен и истите имаат правец на протегање СИ – ЈЗ. Токму по рамнината на слоевитоста може да дојде до лизгање и свлекување на материјал од косината по тие мали прослојувања со послаби геотехнички карактеристики, создадени во истото геолошко минато и под исти услови, но во кои е присутен поголем процент на глиновита компонента.

Податоците добиени од инженерскогеолошкото картирање на косините за песочниците на местата каде што постои можност за појава на нестабилност во вид на планарни рамнини се искористени и за анализа со програмот ROC PLANE. Со анализата е опфатен основниот структурен елемент – слоевитоста на песочниците и падниот агол на истите во однос на изведениот агол на косината. Притоа анализите се направени за висина од 12.0m и наклони на косините под агол од 45°, односно наклон 1v:1h. Во овие анализи се земани вредностите на

утврдените привидни падови во однос на профилот на стационажа на km. 0+240 врз основа на измерениот паден агол од мерното место M1 и директно измерениот агол од јадрото на дупнатината Д-24.

- на попречниот профил на km. 0+240 врз основа на теренски направеното мерно место M1 и неповолната ориентација на слоевитоста во правец од лево кон десно во однос на косина, применета е анализата за формирање на планарен лом со помош на програмот ROC PLANE. Според измерените $E_{Pc}=320/35$ од ИГ карта може да се види дека таа има неповолен пад кон косината под агол од 35° од лево кон десно. Со направената поправка на падниот агол е утврден привиден пад на агол од 34° кој е неповолен за левата страна на косината и притоа се добиени вредности за факторот на сигурност од $F_s=1.47$ (извод во ROC PLANE како 0+240_M1). Овие вредности за факторот на сигурност (F_s) се добиени за услови под дејство на сеизмика и со содржина на вода во пукнатините од 30%.

Сите анализи на локална стабилноста се направени на косините на микролокациите кај мерните места помеѓу рамнината на слоевитоста и изведената косина на усекот. Врз основа на добиените резултати може да се констатира дека постои можност за отпаѓање на крупни парчиња на карпи до цели блокови. Како мерки за заштита се предлага поставување на заштитна мрежа по целата должина на косината и доколку се појави потреба во фаза на изведба локално вградување на анкери во консултација со инвеститор, геотехничар, надзор и проектант.

4. ЗАКЛУЧОК

Со децениската истражувачка дејност на слични вакви објекти во многу наврати за Основен проект и во изведба прецизно се дадени геолошко-геотехничките услови на теренот. Вообичаено е кај услоените или ушкрилените карпи едната страна на косината од усекот да е понеповолна во однос на другата. Овде е разгледан случај кај серпентинитите каде површински е маркирана литолошката градба, а во длабина неочекувано се појавува раседна структура и друг тип на карпи. Исто така, анализиран е усек во флишни седименти кои како меки карпи се секогаш неповолни од едната страна на косината на усекот со можности за прослојувања од "см" или поголеми размери по кои може да дојде до лизгање. Ако азимутот на пад на слоевите и факторот на сигурност со мерки на заштита може да се одреди кај флишните седименти, кај серпентинитите појавата на повеќе вариетети со видно ослабени (серпентинизирани) зони и различни типови на карпи не може да се предвиди со изведба на две, три или повеќе истражни дупнатини.

Во двата карактеристични примери од геолошко-геотехнички аспект е дадена врската помеѓу истражувањата и изведбата и потребната координација на проектантот вклучен во истражувањата и во изведбата, сè со цел комплетирање на проектот во конечна изведена верзија. Со тоа се допринесува за надополнување и надоврзување на стекнатите знаења и проценки, поедноставеност во работењето (проучување на претходна документација, рационалност и сл.). Комплексниот геолошки склоп на теренот во длабина понекогаш има големо влијание да се појават вакви разлики помеѓу овие две фази во градежништвото. Сепак со навремена интервенција во време на изведба и комуникација помеѓу надзор, инвеститор, изведувач и геолошко-геотехнички проектант решенијата претрпуваат одредени неопходни промени и се изведуваат за долготрајна безбедна употреба.

РЕФЕРЕНЦИ

Ангелов, В., Ѓошевски, Б., 2018, *Извештај од геолошка проспекција на моменталната состојба на усек 9.6 (km. 9+420 – 9+760) во изведба на Експресен пат Градско – Прилеп, делница Фариш – Дреново km. 0+000 – 10+197*, Геохидроконсалтинг ДООЕЛ – Скопје. Архивски број: 0103-02.

Петковски. О., 2019, *Фактички извештај од изведени геомеханички истражувања и испитувања, Експресен пат А4, делница: Штип – Радовиш, усек на Клучка Штип Југ – Рампа 1*, Геохидроконсалтинг ДООЕЛ – Скопје. Архивски број: 0103-116.