



ЗРГИМ

**XIV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '23

**06 ÷ 08. 10. 2023 година
Охрид**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија

www.zrgim.org.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Проф. д-р Ванчо Аџиски

Печатница:

“2-ри Август”, Штип

Година:

2023

Тираж:

150 примероци

Место на издавање:

Кавадарци

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографиран без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР

Претседател:

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Членови на научниот одбор:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Зоран Панов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Благој Голомеов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Блажо Боев**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ристо Дамбов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Орце Спасовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Војо Мирчовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Николинка Донева**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ѓорѓи Димов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Милорад Јовановски**, Градежен факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Виктор Гавриловски**, Машински факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;

Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;

Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;

Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Кемал Зекири**, Факултет за геонауки, Митровица, Косово;

д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР

Претседател:

Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје.

Потпретседатели:

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип;

м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;

Митко Крмзов, Геомин МС, Струмица.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, Рудник “Боров Дол”, Радовиш.

Членови на организациониот одбор:

Проф. д-р **Радмила Каранакова – Стефановска**, ФПТН, УГД, Штип;

м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;

м-р **Сашо Јовчевски**, Dekra Arbeit, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;

м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;

м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;

м-р **Горан Стојкоски**, ЗРГИМ, Прилеп;

Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;

Зоран Костоски, Мармобианко, Прилеп;

Авдуш Јонузи, ДИТИ Скопје;

Ивица Карапетров, Рудник “Боров Дол”, Радовиш;

Тони Митевски, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Давор Миланов, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Гоце Стоиловски, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Александар Стоилков, АД ЕСМ, Скопје;

George Mikropoulos, СКМ Дрил, Кавадарци;

Миланчо Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Сашко Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Лазар Пончев, Машинокоп, Кавадарци;

Игор Трајанов, Рудник “Боров Дол”, Радовиш;

Виктор Шотаровски, Metso Outotec, Скопје;

Васко Саламовски, Metso Outotec, Скопје;

Пепи Мицев, “Геомин МС”, Струмица;

Илија Лозановски, “Теиком Тим”, Битола;

Трајче Бошевски, “Рудпроект”, Скопје.



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

XIV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

**Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '23

**Охрид
06 ÷ 08. 10. 2023 год.**

СОДРЖИНА

КВАЛИТАТИВНИ И КВАНТИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЛИНИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ЛИСКА (РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА) * Орце Спасовски.....	1
МИНЕРАЛОШКИ И ГЕОХЕМИСКИ СОСТАВ НА РУДИ КОИ СЕ ОБРАБОТУВААТ ВО МЕТАЛУРШКИОТ ОБЈЕКТ ВО КАВАДАРЦИ * Иван Боев.....	9
ГЕОЛОГИЈА НА ТЕРЕНОТ КАДЕ СЕ ПОЈАВУВА ВОДОПАДОТ НА ЈАВОРСКА РЕКА, ВО НЕПОСРЕДНА БЛИЗИНА НА НАОЃЛИШТЕТО НА ТАЛИУМ АЛШАР, СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА * Иван Боев, Ивица Андов.....	19
НАОЃАЛИШТЕ НА ТЕХНИЧКИ ГРАДЕЖЕН КАМЕН ВО КОМПЛЕКСНА ГЕОЛОШКА СРЕДИНА * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Игор Пешевски, Емил Јорданов, Зоран Стојчев.....	28
ЕДЕН ПРИСТАП ЗА САНАЦИЈА ПРИ НЕСТАБИЛНОСТ НА КОСИНИ КАЈ УСЕК НА ЕКСПРЕСЕН ПАТ СО ПРИМЕНА НА ГЕОЛОШКИ И ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ МЕТОДИ * Игор Ивановски, Ласте Ивановски.....	39
НОВИ СОЗНАНИЈА ЗА СОСТОЈБАТА НА ПОДЗЕМНИТЕ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ ПОД ТРАСАТА НА ЕКСПРЕСНИОТ ПАТ А2 – КОРИДОР VIII, КАЈ С. ГИНОВЦЕ, КРИВА ПАЛАНКА * Ласте Ивановски, Игор Ивановски.....	51
ИЗБОР НА РУДАРСКА ОТКОПНА МЕТОДА СПОРЕД ПОСТАПКАТА НА SHANRIAR&ВАКНТАВАР * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Ванчо Ациски, Николинка Донева.....	63

ДОПОЛНИТЕЛЕН РУДАРСКИ ПРОЕКТ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МАНГАНОВА РУДА ОД ПОВРШИНСКИОТ КОП „УЖИНИЦА“ КОНЦЕИСИЈА "СТОГОВО" ВО ОПШТИНА ДЕБАРЦА, ОПШТИНА КИЧЕВО, ОПШТИНА ДЕБАР, И ОПШТИНА СТРУГА * Кирил Демјански, Никола Чапов.....	72
ИЗРАБОТКА НА КАНАЛ ЗА ЦЕВКОВОД ЗА МХЕЦ * Илија Дамбов, Ристо Дамбов.....	79
МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА ФУНДАМЕНТ ЗА ВЕТЕРНИЦА- ВЕТЕРЕН ПАК ДРЕН 1 И 2 * Пепа Мицев, Митко Крмзов, Јордан Петрески, Ристе Трајков.....	88
ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ СО ЛАНЧАНА И ДИЈАМАНТСКА ЖИЧНА ПИЛА ВО Р. БЕЛА ПОЛА * Димитар Ристески, Ристо Дамбов	96
МИНИРАЊЕ СО НЕЕКСПЛОЗИВНИ СРЕДСТВА НА КАРПИ СО ГАС - ПАТРОНИ "SPLITTER ROCK GAS" * Ристо Дамбов, Илија Дамбов, Игор Стојкоски.....	104
СИМУЛАЦИЈА НА ВЛИЈАНИЕТО НА СЕИЗМИЧКИТЕ БРАКОВИ ВРЗ СТАБИЛНОСТА НА АКТИВНИТЕ ЕТАЖИ ВО РУДНИК „СИБОВЦ“ * Ујмир Ука, Ристо Дамбов, Кемајл Зекири, Бурим Ферати.....	114
ПРОЦЕСИРАЊЕ НА СЕИЗМИЧКИ СИГНАЛИ ОД МИНИРАЊА НА ПОВРШИНСКИ КОПОВИ * Зоран Панов, Лазо Пекевски, Ристо Поповски	121
ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ОД НАОЃАЛИШТЕТО „ЖИВОЈНО“ * Александар Стоилков, Маја Јованова, Миле Арсовски, Бојан Ивановски	131
НОВИТЕ ТЕХНИЧКО – ТЕХНОЛОШКИ ДОСТИГНУВАЊА ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК САСА – М. КАМЕНИЦА * Борче Гоцевски, Дејан Ивановски, Ана Димитровска, Тони Митевски, Јовица Велиновски, Чедо Ристовски, Стојанче Мијалковски	139
МЕТОДОЛОГИЈА ЗА АНАЛИЗА НА ПОВРШИНАТА И ПРОСТОРНАТА ДИСТРИБУЦИЈА НА РУДНИЦИТЕ ЗА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА ВО Р. С. МАКЕДОНИЈА СО ПОМОШ НА ДАЛЕЧИНСКО НАБЉУДУВАЊЕ * Ванчо Ациски, Стојанче Мијалковски..	152
ПРИМЕНА НА БЕСПИЛОТНИТЕ ЛЕТАЛА ВО РУДАРСТВОТО СО ПОМОШ НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА * Бојан Максимов, Александар Петровски.....	165
ПРЕСМЕТКА НА КОЛИЧИНИ НА РУДА И ЈАЛОВИНА СО КОРИСТЕЊЕ НА СОФТВЕРСКИ РЕШЕНИЈА * Зоран Панов, Горица Каранфиловска, Радмила Каранакоска Стефановска, Ристо Поповски, Дејанчо Петров.....	174

ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И ПЕРИОДИЧНО ИСПИТУВАЊЕ НА ПОМОШНА ТЕХНИЧКА ОПРЕМАТА КОЈА СЕ КОРИСТИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА * Игор Максимов.....	183
МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИСТРАГИ НА ИНЦИДЕНТИ НА РАБОТНИ МЕСТА * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Марија Хаџи – Николова, Стојанче Мијалоковски.....	190
ВОВЕДУВАЊЕ НА МОНИТОРИНГ НА РАБОТНИТЕ УСЛОВИ ОД АСПЕКТ НА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА * Анкица Илијева Стошиќ.....	199
KNAUF SAFETY GUIDANCE * Xheneta Zengo.....	211
AN OVERVIEW OF THE ACCIDENTS AT STANTERG MINE BASED ON STATISTICS AND EVIDENCE * Kemajl Zeqiri.....	216
ВЛИЈАНИЕТО НА ЕКСПЛОАТАЦИЈАТА НА АРХИТЕКТОНСКО ГРАДЕЖНИОТ КАМЕН ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	220
ВОСПОСТАВУВАЊЕ НА ЈАГЛЕРОДЕН ОТПЕЧАТОК НА БУЧИМ ДООЕЛ РАДОВИШ СОГЛАСНО ISO 14064-1:2018 * Марко Ацевски, Мартина Блинкова Дончевска, Ники Петрески, Саре Сарафилоски.....	230
ПРИСУСТВО НА САМОРОДЕН СУЛФУР И ГИПС ВО СЕЛО ПЛЕШЕНЦИ И НИВНО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА * Марјан Георгиевски, Соња Лепиткова, Ивица Андов.....	238
ГЕОМОРФОЛОШКИ ФЕНОМЕН МАРКОВИ КУЛИ - ПРИЛЕП * Катерина Деспот, Васка Сандева, Владица Николовска, Екатерина Намичева Тодоровска.....	250
ВЛИЈАНИЕТО НА КОМПОЗИЦИЈАТА ВО ГЕОПАРКОВИТЕ * Васка Сандева, Катерина Деспот, Екатерина Намичева Тодоровска, Владица Николовска.....	258
СЕИЗМИЧНОСТ НА ЕПИЦЕНТРАЛНОТО ПОДРАЧЈЕ СТРУМИЦА ЗА ПЕРИОДОТ 1901–2022 * Јасмина Најдовска, Катерина Дрогрешка, Ивана Молеровиќ, Љубчо Јованов, Драгана Черних, Марјан Делипетрев.....	267
НЕКОИ СЕИЗМИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОХРИДСКО-ПРЕСПАНСКИОТ РЕГИОН * Катерина Дрогрешка, Љубчо Јованов, Јасмина Најдовска.....	274
ИЗБОР НА ЛОКАЦИЈА НА ФАБРИКА * Васко Стефанов, Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Иван Боев, Дејан Мираковски.....	284



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

XIV TO СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '23

Охрид
06 – 08. 10. 2023 год.

ЕДЕН ПРИСТАП ЗА САНАЦИЈА ПРИ НЕСТАБИЛНОСТ НА КОСИНИ КАЈ УСЕК НА ЕКСПРЕСЕН ПАТ СО ПРИМЕНА НА ГЕОЛОШКИ И ИНЖЕНЕРСКО- ГЕОЛОШКИ МЕТОДИ

Игор Ивановски¹, Ласте Ивановски²

¹Страбаг АГ Скопје, Северна Македонија

²Геохидроконсалтинг, Скопје, Северна Македонија

Апстракт: Поради изнаоѓање на оптимални решенија за безбедна изведба и стабилност на косини на Усек 1 на експресниот пат Коридор VIII, Крива Паланка – Страцин, делница Длабочица-Чатал, изведени се дополнителни геолошки и инженерскогеолошки истражувања. Потребата за дополнителни активности се јавува поради тоа што косините на предметниот усек во фаза на изведба претрпуваат помали и поголеми одрони, свлекувања и ерозија, најмногу поради стрмниот наклон на косините во однос на сложената геолошка и структурна поставеност на теренот. Ова во голема мера ја усложни и самата изведба на овој усек особено на неговата десна страна која поради неповолните елементи на правец на падна насока и паден агол на фолијацијата во однос на трасата на патот, претрпила сериозни оштетувања. При тоа при самата изведба по основен проект се појавиле откинувања на блокови со големи димензии и нивно гравитациско придвижување кон коловозната конструкција.

Со помош на новиот пристап и дополнителните анализи е добиено решение кое е во симбиоза со сложената структура на шкрилците и ги рефлектира потребите за безбедно одвивање на градежните активности и безбедна експлоатација на експресниот пат.

Клучни зборови: Усек, геолошки услови, шкрилци, косини, експресен пат, коридор VIII.

ONE APPROACH TO REHABILITATION IN CASE OF SLOPE INSTABILITY AT CUT AT EXPRESS ROAD USING GEOLOGICAL AND ENGINEERING- GEOLOGICAL METHODS

Igor Ivanovski¹, Laste Ivanovski²

¹Strabag, Skopje, North Macedonia

²Geohidrokonsalting, Skopje, North Macedonia

Abstract: In order to find optimal solutions for the safe performance and acquiring stability of the slopes of Cut 1 on the expressway Corridor VIII, Kriva Palanka - Stracin, Dlabochica-Chatal section, additional geological and engineering-geological research was performed. The need for additional activities arises due to the fact that the slopes of the cut in question in the construction phase suffer minor and major landslides, rockfalls and erosion, mostly due to the steep angle of the slopes in relation to the complex geological and structural setting of the terrain. This greatly complicated the construction of this cut, especially on its right side, which, due to the unfavorable elements of the dip the angle of the foliation in relation to the alignment of the road, suffered serious damage. At the same time, during the actual performance according to the Basic Design, large blocks appeared breaking off and their gravitational

movement towards the road construction. With the help of the new approach and additional analyses, a solution was obtained that is in symbiosis with the complex structure of the schists and reflects the need for safe construction activities and safe exploitation of the Expressway.

Keywords: *Cut, geological conditions, schists, slopes, expressway, corridor VIII*

1. ВОВЕД

Последната деценија во Македонија се одвиваат засилени активности во патната инфраструктура, рехабилитирање на патната мрежа, пробивање на нови делници и изградба на автопатишта, нешто што е во функција на поврзување на локалното население, како и обезбедување на модерна патна инфраструктура која би ги унапредила комуникацијата и трговијата.

Експресниот пат Крива Паланка-Страцин, како дел од коридор K8 Исток – Запад (Ќафасан – Кичево – Гостивар – Скопје – Куманово - Крива Паланка - Деве Баир е лоциран во североисточниот дел на територијата на Република Македонија. Овој коридор Исток-Запад, заедно со коридорот Север-Југ претставуваат основни правци околу кои ќе се одвива најзначајниот дел од транспортната дејност, како и забрзаниот економски развој на целиот регион .

За изградба на оваа делница, беше изработена и соодветна документација согласно Законот за градење. Дел од таква документација е и Елаборат за геотехнички истражувања изработен во 2015 год.

Геотехничките истражувања претставуваат збир на мерки и опити кои се изведуваат на дадена локација со кои што ќе се дефинираат критериумите за проектирање и условите за изградба на идните објекти. На тој начин се одредува геолошката градба и сите меродавни геотехнички карактеристики на теренот, геотехничката подобност на материјалот и условите за фундирање на објектите, како и се утврдуваат хидролошки и хидрографски параметри.

При тоа се изведени истражни бунари, раскопи, шлицеви и дупнатини. Геофизички истражувања, геолошко картирање со земање на примероци за проби, хидрогеолошко картирање. Испитувања на јакоста на карпести примероци, тестирање на јакоста на пукнатински сидови со Шмитов чекан, испитувања на отпорноста на каменот и камениот агрегат на абење. За почвените материјали се направени класификациони испитувања, параметри на јакост, стисливи карактеристики, определување на услови за збивање на материјалите.

Првичниот проект, завршен во 2008 година се однесува на автопатско решение со два одвоени коловози и средна разделна лента. Подоцна се донесува одлука овој правец да биде изработен како експресен пат – пат за моторен сообраќај со напречен профил од по една сообраќајна лента за секоја насока за континуирано движење и со по една лента за принудно застанување на возила по потреба.

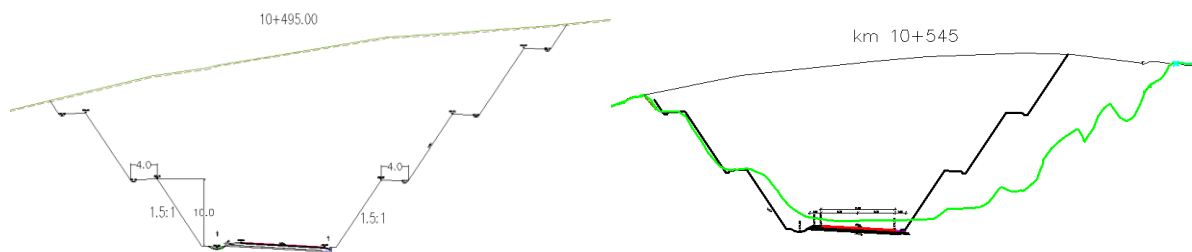
Значителен дел од оваа делница поминува низ терен кој во основа е изграден од рифеј-камбриски метаморфни карпи со низок до среден кристалинитет кои претставуваат дел од Српско-Македонскиот масив.

Предмет на овој труд е усек 1 на делницата Длабочица-Чатал кој се наоѓа во албит-епидот-хлоритски шкрилци, кои се среќаваат или како многу ушкрилени, испукани и блоковски испукани по фолијацијата. При изведбата на овој усек косините имаат претрпено одрони од поголеми размери. Ова настанато свлекување со значителен волумен укажува на потреба од проектирање на ново техничко решение за усекот, што е во прилог на осигурување на безбедно

одвивање на сообраќајот и превенирање на било какви негативни појави во фаза на експлоатација.

2. ОСНОВНИ ПОДАТОЦИ ЗА УСЕК 1

Косините за овој усек се проектирани со наклон од 1,5:1, односно со агол од 56° . (Сл 2). Апсолутната висина на косините е 10 метри, а ширината на бермите е 4 метри (сл.1а).



Слика 1. а) Геометрија на косини на усек 1 според основен проект.
 б) Состојба затекната на усек 1. Со зелена боја е нанесена линија на терен, со црна боја се косините по Основен проект

Ова решение се покажа несоодветно за предметниот усек, имајќи ги во предвид геолошко-структурните прилики на самиот терен. Комбинацијата од овие карпи и изведениот наклон на косините допринесуваат за појава на локални нестабилности од типот на клиновидни ломови на карпата по пукнатини, но и свлекувања од посериозни размери како што е веќе настанатото на десната страна од усекот, речиси долж цела косина (сл. 1б).

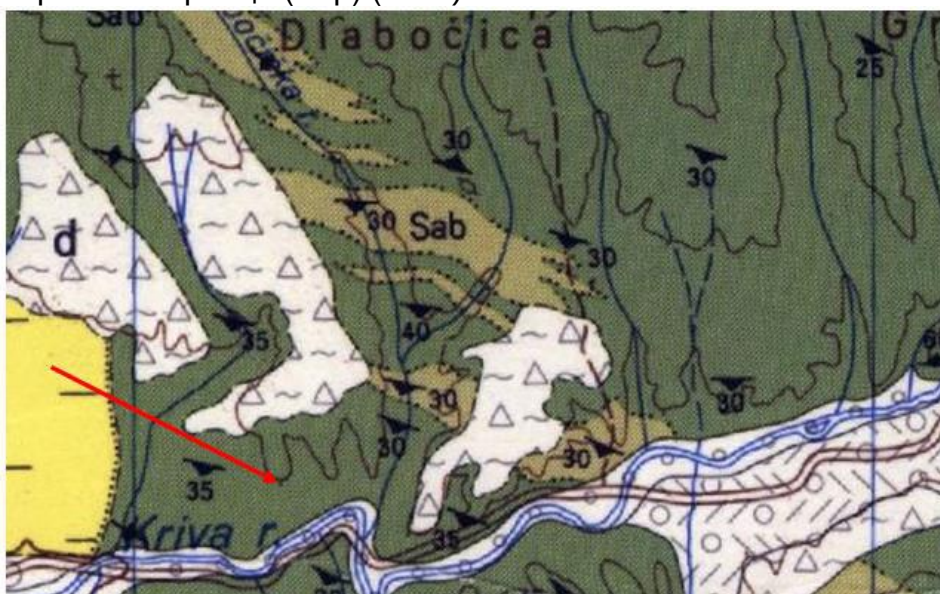


Слика 2. Состојба на усекот април 2022 год, каде јасно се гледаат клизни рамнини со поголеми димензии

Работата на оваа делница претставува продолжување, по одреден застој од две години за кое време претходните изведени работи се оставени изложени на атмосферските влијанија. При продолжување на работите од страна на тековниот Изведувач, овој усек е затекнат со завршен ископ од околу 90 % од вкупниот ископ по основен проект. Според достапните информации, при ископот на усекот од претходниот Изведувач, како и непосредно по завршување на истиот се појавиле поголеми нестабилности кои резултирале со скоро комплетна девастација на десната косина на усекот, и појава на повеќе помали нестабилности на левата страна на усекот (сл 2). При тоа на одредени позиции се појавува и прекоп каде теренската линија доаѓа и до 16 метри позади проектираната линија на косина (сл 16). По престанок на активноста од претходниот Изведувач, со изложеноста на атмосферските влијанија се појавило и јаружење и одрон на поситен материјал и ерозија. Поради тоа се појави потреба од комплетно геолошко и инженерско-геолошко картирање на теренот, изработка на соодветна документација, како и изготвување на соодветен предлог за добивање на одржливи косини на овој усек и непречено продолжување со потребната динамика.

3. ГЕОЛОШКИ, ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ И ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ ВО ЗОНАТА НА УСЕКОТ

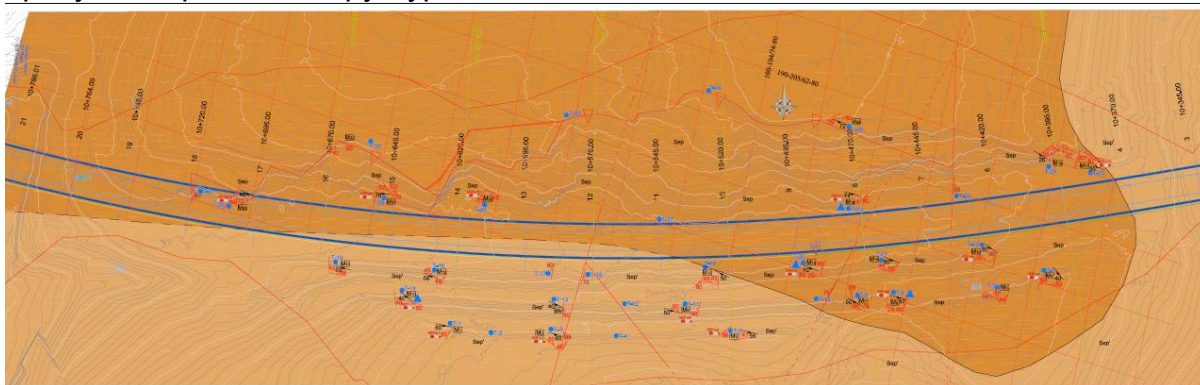
Општа констатација е дека теренот каде што е проектиран и изведен усекот има комплексен геолошки и структурно-тектонски склоп. Застапени се рифеј камбријски метаморфни карпи од типот на албит-епидот-хлоритски шкрилци и албит-хлоритски шкрилци (Sep) (сл. 3).



Слика 3. Основна геолошка карта за лист Кратово и приближна локација на усекот со црвена стрелка.

Овие шкрилци се карактеризираат со шкрилава текстура, доста се испукани на места, набрани и тектонизирани, а особено во контактните делови со посвежите и поцврсти партии на шкрилци. Албит-епидот-хлоритските шкрилци се распространети по целиот усек од двете страни, а се карактеризираат со различен степен на распадатост.

На усек 1 се констатирани посвежи и поцврсти (Sep) и подеградирани и поизменети (Sep') албит-епидот-хлоритски шкрилци (сл. 4). Посвежите карпи се карактеризираат со подобри физичко механички карактеристики а се распространети речиси по целата површина на десната страна (од стационача km 10+380, па се до крајот на десната страна) и во еден помал дел на левата страна (од стационача km 10+370 и продолжува кон ножица на косината кон стационача km 10+520). Деградираните и изменети шкрилци се со послаби физичко-механички карактеристики, навидум поушкрилени, лесно трошни и лесно се цепат по фолијацијата. Распространети се на почетокот на усекот на десната страна до стационача km 10+380, а на левата страна имаат голема распространетост особено на површинските делови од почетокот на левата страна, а после стационача на km 10+470 постепено шират кон ножицата на косините (km 10+520) и кон крајот на усекот по целата лева страна. Треба да се нагласи дека оваа граница е претпоставена и со постепен преод, бидејќи степенот на распаднаост е со различен интензитет, а поизразен е и околу присутните раседни структури.



Слика 4. Инженерско-геолошка карта за усек 1 со издвоени вариетети на поцврсти (со потемна боја) и деградирани (со посветла боја) албит-епидот-хлоритски шкрилци

Шкрилците обично се со јасна ушкриленост и набраност и со неколку системи на пукнатини ориентирани по фолијацијата, нормално на неа или во различни правци. Доста се кршливи по пукнатини, а по пукнатини и локално интензивно изменети со појава на лимонитски скрами и глинеста компонента продукт на површинското распаѓање, каде што се меки и трошни. Изменетите зони на лесно кршливи, трошни и подложни на распаѓање во комбинација со поцврстите партии се и едни од причините да дојде до откинување и одронување на поголеми количини материјал од десната страна на косините. Констатирани се три или повеќе пукнатински системи. Површините на пукнатините се главно рамни, слабо рапави, стиснати или имаат mm отвори. По боја се зелени до зеленкасто-кафеави. За десната косина на усекот би споменале една општа констатација дека литолошките единици (шкрилците) се посвежи и поцврсти, но интензивно се тектонизирани со присуство на повеќе субвертикални раседи. Големата испуканост најверојатно е последица на интензивната тектонска активност на овој простор.

Присутните карпи на предметниот усек се класифицирани и од инженерскогеолошки аспект. Од основната инженерскогеолошка поделба на карпите на повеќе класи се поаѓа од цврстината на врските кои постојат меѓу зрната на минералите од кои се состојат и јакоста на монолитот на карпа. Во светската практика најмногу се употребува класификацијата на карпите

предложена од Комисијата на Меѓународното друштво за инженерска геологија (IAEG), каде што карпите се сврстуваат во групата на: несврзани карпи, слабо сврзани карпи и цврсто сврзани карпи. Според ова се констатирани карпи кои припаѓаат во групата на цврсто сврзани карпи. Според физичко-механичките карпи овие шкрилци може да се поделат на цврсто сврзани полукаменити и цврсто сврзани каменити карпи.

Како цврсто сврзани полукаменити се сврстени карпестите маси со понеповолни физичко-механички својства, констатирани со ИГ картирање, а потврдени и со извршени испитувања со PLT тест на репрезентативни примероци. Од извршените испитувања се извлече една општа констатација дека секоја проба која се состоеше од десетина поединечни парчиња на карпи покажа помала средна вредност од $\sigma_r < 50\text{MPa}$ (група на шкрилци со полоши физичко-механички карактеристики - цврсто сврзани полукаменити карпи), додека само одредени парчиња земени од посвежите и послабоизменети шкрилци покажаа повисоки вредности $\sigma_r > 50\text{MPa}$ (група на цврсто сврзани каменити карпи).

Во склоп на превземаните активности на отворениот усек, дефинирани се и основните хидрогеолошки карактеристики на теренот, со цел да се согледаат можните практични решенија при одредени неповолни влијанија на површинските и подземните води. Според хидрогеолошката функција застапените метаморфни карпи можат да се класифицираат како релативни ХГ изолатори со пукнатински тип на порозност. Ваквата класификација укажува на тоа дека во овие карпести маси генерално не треба да се очекува постоење на типични издански зони, додека евентуално влажнење може да се очекува вдоль раседите и раседни зони кои одат подлабоко и локално по поединечните отворени пукнатини со поголеми димензии (хидрогеолошки поволни пукнатини), кои се присутни на усекот особено околу раседите или контактите на посвежите и пораспаѓајќи карпести маси. Треба да се спомне дека при теренското картирање и на двете страни на усекот се констатирани повеќе раседи кои се манифестираат со интензивно дробење и ситнење на шкрилавите карпи и хидротермални промени како глинизација, хлоритизација, лимонитизација. По раседните зони, раседите и по поголемите хидрогеолошки поволни пукнатини, сепак постојат услови за циркулација и акумулација на подземни води.

Со тоа може да се констатира дека на овој простор многу големо влијание имале тектонските процеси кои се одвивале во минатото и притоа во одредени делови карпите се видно изменети, а на места каде тектониката е послабо изразена се јавуваат и посвежи карпести маси. Поради изложеноста на атмосферските влијанија водата може да има неповолно влијание локално по раседните структури и во изменетите зони. Неповолни влијанија би имало подолготрајното задржување на водата во пукнатините и раседите исполнети со глинизирана материја која има голема порозност и особина да ја апсорбира и задржува водата подолготрајно. Во зимскиот период со циклусите на замрзнување и одмрзнување доаѓа до често менување на притисокот по површините на пукнатините а со тоа и да дојде до откинување на поголеми или помали блокови од карпести маси, потенцијал за одронување.

4. СОВРЕМЕНИ ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ ПРОЦЕСИ И ПОЈАВИ

Како современи ИГ процеси на овој усек се регистрирани процесите на површинско распаѓање на карпите и гравитациско одронување со откинување и

паѓање на поголеми количини на материјал и големи блокови констатирани претежно по косините на десната страна на усекот.

Со процесот на површинското распаѓање на карпите се променува составот и склопот на карпестата маса и доаѓа до разрушување на карпата во вид на дробина и покрупни парчиња на карпи до цели блокови. Овие современи процеси се антрополошки предизвикани, односно настанати се после преземаните градежни активности за трасата на патот и изведба на усекот. Во најголем дел од времето изведениот усек, на левата страна на усекот има откинување и паѓање на помали парчиња на карпи со димензии од 0.3-0.5m, а поголем дел од шкрилавите карпи се површински доста изменети, додека можност за откинување и паѓање на покрупни парчиња и блокови на карпи на левата страна на усекот се забележани само локално. На левата страна правецот на падот на фолијацијата во однос на изведените косини е поволна, па одронување може да се јави само околу тектонски нестабилните зони.

На десната страна на усекот ситуацијата е поинаква. Поради неповолниот пад на насока на фолијацијата во однос на изведениот ископ, на најголемиот дел на десната страна се свлечени големи количини на карпест материјал (сл. 2). При тоа јасно се гледаат клизни рамнини со поголеми димензии по кои се откнати поголеми карпести маси кои проклизуваат кон ножицата на најдолната берма а со отстранување на овој материјал се создаде и поголемо проширување-прекоп на десната страна на патот во ширина до 16m.

Дополнително над врвот на десната косина е констатирана тензиона пукнатина, која се очекува да биде почеток на нова рамнина на лом, па на ова треба да се обрне особено внимание при планирање на следните градежни активности.



Слика 5. Одвоени поголеми нестабилни блокови од посвежи шкрилци, десна страна на усекот

Од друга страна пак и морфологија на теренот, атмосферските врнежи, кислородот, CO_2 , температурните осцилации, дејство на мразот и стрмниот наклон на косините исто така влијаат за да истите се создадат. Површинското распаѓање на карпите е изразено по целата должина на отворената косина, а како најизразено е на контактните делови помеѓу шкрилците и раседните структури. Приметено е површинско распаѓање и по фолијацијата помеѓу покомпактните и поцврсти партии на шкрилци. Ова дополнително го усложнува овој процес и главно во комбинација со раседните структури допринесува до

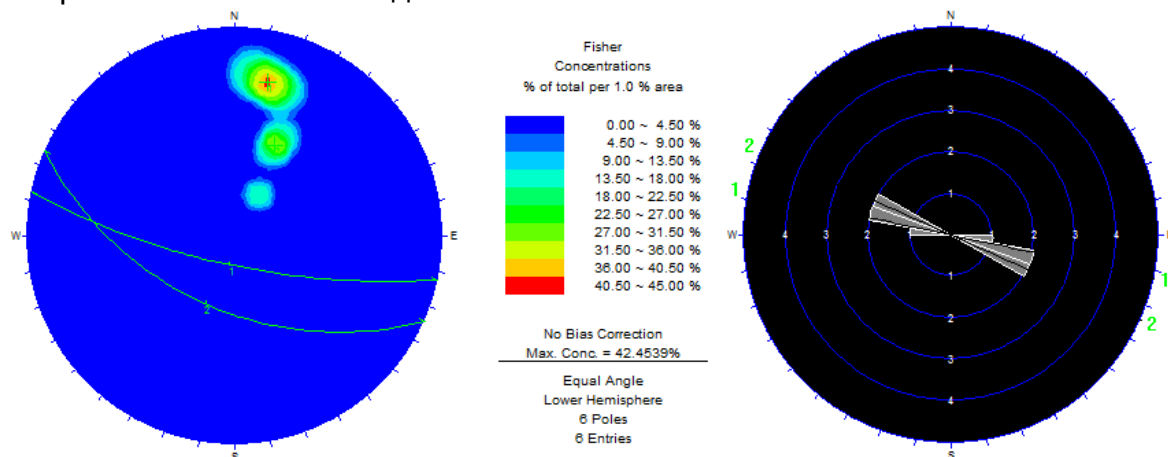
одвојување на големи нестабилни блокови од карпи (ова современа појава јасно се гледа на слика 5).

Со изведениот пострмен (56°) наклон на косините се создале услови за неповолен и стрмен пад кон осовината на експресниот пат со што гравитациски од повисоките делови на теренот отпаѓаат покрупни парчиња на карпи и поголеми количини на карпест материјал. Неповолниот пад на насока на фолијација во однос на усекот, тектонската испуканост, пресекот на раседните структури со фолијацијата и нормалните пукнатини на фолијацијата, како и атмосферската вода се значајни фактори за да настане ваквата состојба. Исто така потенцијална опасност претставуваат и вибрациите од минирањата со кои што може да дојде до одронување на некои покрупни блокови и маси (самци). Заштитата од одроните е доста тешка и сложена работа, како и самото ИГ изучување и прогнозирање на истите.

5. СТЕРЕОГРАФСКА ПРОЕКЦИЈА НА ПУКНАТИНСКИ И РАСЕДНИ СТРУКТУРИ

Согласно расположивата база на податоци за предметната локација и податоците од структурно-геолошките опсервации на терен, во понатамошниот дел од ова поглавје се прикажани стереографски проекции на структурни комбинации на пукнатински и раседни системи/дисконтинуитети во насока на анализирање на стабилноста на косините и нивна безбедна изведба и стабилност при експлоатација на патот.

Стереографските проекции и анализи се изработени со програмскиот пакет DIPS 6.012, а излезните параметри се прикажани како комбинација на влезните податоци од структурно-геолошките мерења на терен и стереографската проекција преку контурниот дијаграм и розета на елементите на пад. Во предвид се земено само мерењата на десната страна на усекот која е понестабилна и попроблематична за изведба.

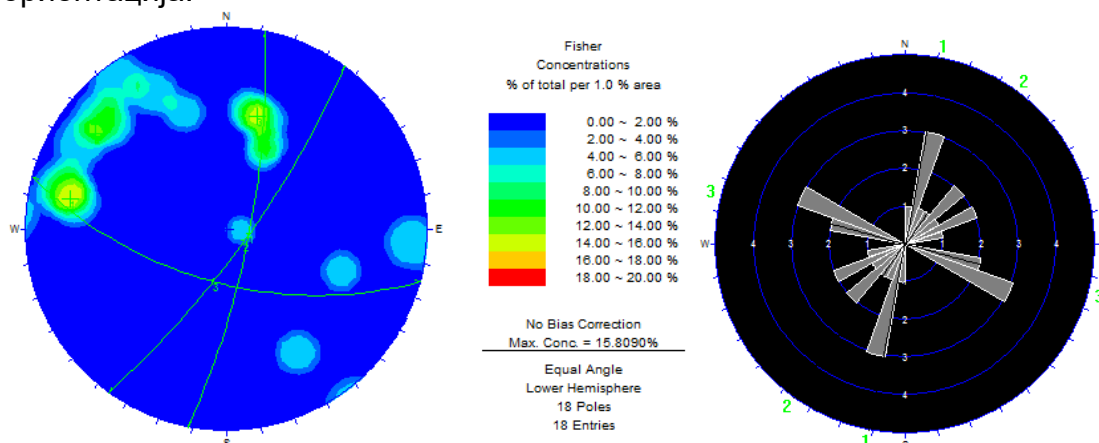


Слика 6. Контурен дијаграм и розета на елементи на пад (азимут и паден агол) на фолијација на десна страна на усек 1

На слика 6 која се однесува на фолијацијата на десната страна на усек 1 се гледа дека постојат два максимуми со мали отстапки кои може да се сведат и на еден. Овие максимуми на елементите на пад, азимут и паден агол на фолијацијата се со вредност $192/74^\circ$ и $204/51^\circ$, додека пак на розетата се гледат главните правци

на протегање приближно И-З, односно со мал наклон кон ИЈИ-ЗСЗ (102-282° и 114-294°). Оваа ориентација приближно се поклопува со трасата на патот која на усек 1 прави благ лак на почетокот со правец 80-260°, а кон крајот на усекот 100-280° (генерален правец исток-запад). Освен ова како главен проблем на десната страна на усекот е неповолниот паден агол на фолијацијата кој изнесува околу 50-75° и е во ист правец како и косините на десната страна (генерално кон југ со мал наклон кон ЈЈЗ). Овие фолијациски пукнатини и нивниот неповолен паден агол се и главната причина за откинување и свлекување на поголеми количини на карпест материјал и поголеми блокови кон пониските делови на косините.

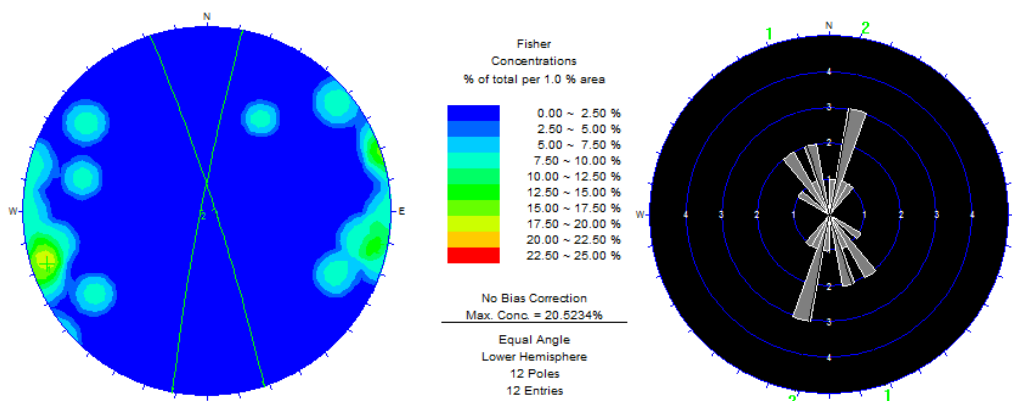
На слика 7 на контурниот дијаграм од трасите на максимумите и од розетата се гледа дека преовладуваат системи на пукнатини на десната страна со доста стрмен до субвертикален паден агол (77-78°) и правец на падна насока кон ИЈИ (101-126°), а нешто помалку се застапени и пукнатинските системи кои се со неповолен паден агол и ориентација во однос на десната косина (клизни површини) со ЕП на максимумот 195/60°. Од розетата се гледат три главни правци на протегање ССИ-ЈЈЗ, СИ-ЈЗ и ИЈИ-ЗСЗ. Кон испуканоста на карпестите маси на двете страни на усекот ако се додадат и фолијативните пукнатини може да се даде еден општ заклучок дека на овој усек главно се јавуваат најмалку три системи на пукнатини и одредени поединечни пукнатини со различна ориентација.



Слика 7. Контурен дијаграм и розета на елементи на пад (азимут и паден агол) на системи на пукнатини на десна страна на усек 1

Не треба да се занемарат и регистрираните раседи кои во комбинација со неповолната ориентација на фолијацијата и пукнатинските системи дополнително ја усложнува ситуацијата на десната страна на усекот. На слика 8 се прикажани ориентациите на раседите кои се констатирани и на двете страни на усекот.

Овде се гледа дека на усекот главно се простираат субвертикални раседи со паден агол на максимумите околу 85° и правец на протегање север-југ со мали отстапки. Правецот на протегање на раседите е приближно нормален на фолијацијата. Поретко се јавуваат и раседи во други правци (СЗ-ЈИ и СИ-ЈЗ).

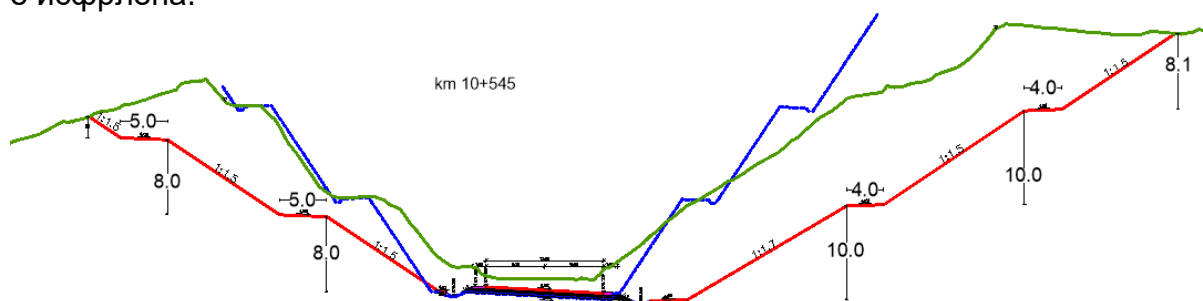


Слика 8. Контурен дијаграм и розета на елементи на насока на пад на раседи на усек 1

6. РЕШЕНИЕ ЗА САНАЦИЈА НА КОСИНИ НА УСЕК 1

Од претходно изнесеното јасно се гледа дека овој усек се изведува во доста сложени геолошки и структурно-тектонски услови со честа појава на современи ИГ процеси и појави.

При донесување на предлог за санација на состојбата на усек 1 се разгледувани решенија со анкерисување на косините во комбинација со трослојна мрежа (3Д полимерна мрежа, поцинкувана мрежа и челични сајли), како и решение со ублажување на наклонот на косините. Поради невозможното „чистење“ на одредени партии кои се свлечени на десната косина на усекот, без систематско чистење на цела паралела почнувајќи од горниот дел на усекот, како и големата димензионираност на анкерите која ја зголемува цената на чинење, оваа опција е исфрлена.



Слика 9. Изглед на новото решение, косините се со црвена боја, со сина боја се старите косини, со зелена боја е теренската линија.

Прифатениот предлог за санација на косините се разликува за лева и десна косина, меѓу другото и поради постоење на приватен имот во непосредна близина. Влегувањето во дополнителна експропријација и самата процедура сериозно би влијаела врз започнувањето на работите и самата динамика на целиот проект, и затоа е земена во предвид. За лева страна решението вклучува изведба на косини со наклон од 1:1,5 (34°) и берми со ширина од 5 метри. Апсолутната висина на косина е 8 метри. За десна косина предлогот вклучува косини со наклон од 1:1,5 и 1:1,7, берма со ширина од 4 метри и апсолутна висина на косините од 10 метри (сл. 9). Дополнително е предвидена заштита на прва косина на лева и десна страна со композитна мрежа составена од 3Д полипропиленски влакна и жичана поцинкувана мрежа.

Исто така предвидена е изведба на одводни канали од двете страни на коловозната конструкција кои ќе служат за зафаќање на водите кои се слеваат во ножицата на усекот и за одводнување на самата коловозна конструкција. Освен одалечување на косината од коловозната конструкција, овие канали во голем дел би го зафаќале материјалот кој ќе се јавува како резултат на процесите на одронување на карпестата маса, особено при атмосферските влијанија.

Овој предлог дава можност при изведбата успешно да се формираат косините и при симнување надолу со ископот да се избегнат можни одронувања врз работниот простор, работниците и механизацијата.

Ослободување на карпестиот материјал се одвиваше со контролирано минирање, употреба на пикамери и машинско отстранување на материјалот. Во периодот на изработка на овој труд, овие активности се во завршна фаза (сл. 10).



Слика 10. Состојба на усек 1, август 2023 година

7. ЗАКЛУЧОК

На предметната делница најголем предизвик за изведба претставуваше усек 1. Тој е усек со доста сложена геолошка и структурно-тектонска градба а со тоа и со доста различни инженерскогеолошки карактеристики на застапените материјали.

За да се изнајдат оптимални решенија за безбедна изведба и стабилност на изведба на овој усек на експресниот пат, коридор VIII, Крива Паланка – Страцин неопходно беше да се согледат целокупните претходни истражувања за истиот. Исто така, со оглед на тоа дека во меѓувреме со ископ усекот е отворен, се овозможи подетален увид во структурата и изгледот на застапената литолошката единица, како и полесно воочување на раседи и други битни карактеристики кои влијаат на стабилноста на косините. Со оглед на тоа дека истражна дупнатина претставува точката истражна работа, додека картирање на отворен профил на усек дава комплетен увид во состојбата на истражуваниот дел, може да се каже дека со дополнителните истраги се добиени солидни

податоци кои со направените анализи, даваат разумна основа да се даде одржливо решение за добивање на стабилни косини и обезбедување на безбедност при експлоатација на експресниот пат.

На крајот може да се заклучи дека занемарувањето или недоволното разбирање на индикациите добиени со геолошки и инженерско-геолошки истраги може сериозно да влијае врз динамиката при изведба на било која инженерска конструкција. При брза изработка на проектна документација или обиди за заштеда со проектирање на постројни косини, се добива на време и средства, но при изведба на тие решенија постои опасност од ситуации каде неколкукратно се зголемува чинењето на проектот, како и времето на негова изведба.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боев, Б., Стојанов Р.: ПЕТРОГРАФИЈА Рударско-Геолошки Факултет, Штип 1994г;
- [2] Думурџанов, Н., СТРУКТУРНА ГЕОЛОГИЈА Рударско-Геолошки Факултет, Штип 1999г;
- [3] Јовановски, М., Гапковски, Н., Пешевски, И., Аболмасов И.: ИНЖЕНЕРСКА ГЕОЛОГИЈА, Градежен Факултет Скопје, 2012г;
- [4] Јовановски, М., Пешовски, И., Гапковски, Н.: МЕХАНИКА НА КАРПИ, Скопје 2020г;
- [5] Неделковска, Н., Петковски, О. и др. ФАКТИЧКИ ИЗВЕШТАЈ ОД ИЗВЕДЕНИ ГЕОТЕХНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА НА УСЕК-1 [km10+345-10+764.09], ЕКСПРЕСЕН ПАТ А2, ДЕЛНИЦА ДЛАБОЧИЦА-ЧАТАЛ, Геохидроконсалтинг, Скопје 2022г;
- [6] Христов, С., Карајовановиќ, М., јанчевски, Ј., Иванова, В.: Толкувач за лист Кратово и Кустендил, К34-69 и К34-70, со печатена ОГК 1:100 000, Геолошки завод - Скопје (1976год.)
- [7] Неделковска, Н., Петковски, О. и др. Дополна кон основен проект Експресен пат А2, делница Длабочица-Чатал за усек 1 [km 10+345 – 10+765] Скопје, 2022г.
- [8] Георгиевски С. И др., ОСНОВЕН ПРОЕКТ - ЕЛАБОРАТ ЗА ГЕОТЕХНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА 2015, Изработка, дополнување и прилагодување на проектна документација за изградба на државен пат А2, делница Ранковци-Крива Паланка на ниво на експресен пат на стационажа 0+000 ДО 25+800