



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.

НОВИ СОЗНАНИЈА ЗА СОСТОЈБАТА НА ПОДЗЕМНИТЕ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ ПОД ТРАСАТА НА ЕКСПРЕСНИОТ ПАТ А2 – КОРИДОР VIII, КАЈ С. ГИНОВЦЕ, КРИВА ПАЛАНКА

Ласте Ивановски¹, Игор Ивановски²

¹Геохидроконсалтинг, Скопје, Северна Македонија

²Страбаг АГ Скопје, Северна Македонија

Апстракт: За потребите на безбедно одвивање на градежните активности во периодот јануари-март, 2023г, извршени се соодветен обем на геолошки, геофизички, инженерскогеолошки и геотехнички истражувања и испитувања, со цел утврдување на положбата и состојбата на подземни рударски простории од поранешен рудник за експлоатација на бентонитски глини, кај усек 9 [km 14+270 – 14+895] на Експресен пат А2, делница Длабочица - Чатал.

Основна цел на предметните истражувања и испитувања, изведени од јануари до март 2023, е да се одреди влијанието на старите рударски работи кои се одвивале до деведесетите години од минатиот век, за експлоатација на бентонитски глини од страна на рудникот „Бентомак“ - Крива Паланка врз изградбата на патната инфраструктура на усекот. Теренските истражувања направени за овој усек се според националните стандарди и регулативи, односно препораките од Правилникот за технички нормативи во градежништво на Р.Македонија и Еврокод 7. Сите податоци добиени од теренските истражувања и лабораториските испитувања се искористени за дефинирање на положбата на подземните простории и состојбата на материјалите. Тие понатаму ќе послужат за подготвување документација за оценка на влијанието на подземните простории на експресниот пат и техничко решение за санација на усек 9.

Клучни зборови: геолошки услови, отворени етажи, геолошки склоп, рудни резерви.

GEOLOGICAL AND ENGINEERING GEOLOGICAL RESEARCH FOR THE PERFORMANCE OF THE CUT'S

Laste Ivanovski¹, Igor Ivanovski²

¹Geohidrokonsalting, Skopje, North Macedonia

²Strabag AG, Skopje, North Macedonia

Abstract: For the needs of safe operation of the construction activities in the period of January-March, 2023, performed appropriate scope of geological, geophysical, engineering-geological, and geotechnical investigations and tests based in order to determine the position and condition of underground mine levels from a former mine for the exploitation of bentonite clays, at cut 9 [km 14+270 – 14+895] at Expressway A2, section Dlabochica - Chatal.

The main purpose of the subject investigations and tests, performed from January to March 2023, is to determine the impact of the old mining operations which occurred until the '90s of the last century, for the exploitation of bentonite clays by the mine "Bentomak" - Kriva Palanka, on the construction of the road infrastructure of the cut. The field works for this cut are according to the national standards and

regulations, the Regulations for technical norms in civil engineering in R. Macedonia, and Eurocode 7. All data obtained from field investigation and laboratory tests were used to define the position of the underground levels and the condition of the materials. They will further serve to prepare documentation for the assessment of the impact of the underground levels on the expressway and a technical solution for the rehabilitation of cut 9.

Keywords: *technical building stone, geological investigations, geological setting, ore reserve.*

1. БОВЕД

Во подоцнежна фаза на изработка на регионалниот пат Длабочица-Чатал, се добиени сознанија за евентуално постоење на подземни рударски работи чие влијание би имало негативни последици за време на изградбата на патот, како и за време на негова експлоатација.

Станува збор дека во 80-те и 90-те години на минатиот век, компанијата „Бентомак“ вршела подземен ископ на минерална суровина – бентонитска глина во делот на атарот на село Гиновци, во непосредна близина и по протегање на самата траса на новиот пат.

Поради недоволно достапната документација за овие подземни рударски простории чие постоење е неспорно, требаше да се докаже нивното постоење како и дополнително да се утврди нивната положба, висина и протегање.

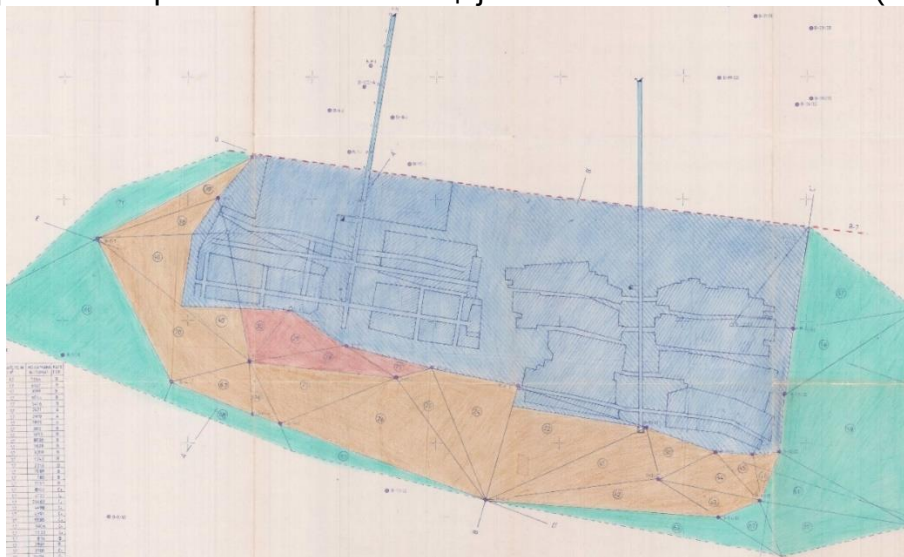
За реализација на предметните истражни работи најпрво добро е проучена “Програмата за геотехнички истражувања и испитувања за усек 9”, изготвена од страна на катедрата за Геотехника при Градежниот факултет, Скопје. Земени се во предвид и сите досегашни сознанија и искуства за поранешните геолошки истражувања и рударските активности кои се одвивале на просторот на овој усек. Пред почетокот на работите изготвена е нова геодетска снимка за моменталната состојба на ископ на усек 9 во мерка М 1:1000. Таа е користена при изведба на теренско инженерскогеолошко картирање, геофизички испитувања и истражни дупнатини со јадровање. За утврдување на физичко-механичките својства на застапените литолошки членови, од јадрото на истражните дупнатини земени се и репрезентативни примероци кои се доставени до геотехничката лабораторија на Градежен Факултет - Скопје.

При изведба на истражувањата и испитувањата на отворениот усек, користена е база на знаења од геолошките и геотехничките науки, користени се стандардизирани методи на истражување и испитување, а применети се и современи методи за добивање податоци и нивна интерпретација. Од друга страна, користени се и сопствени искуства од претходно изведени истражувања од ваков тип.

2. КРАТОК ОСВРТ НА РУДНИКОТ „БЕНТОМАК“ КРИВА ПАЛАНКА

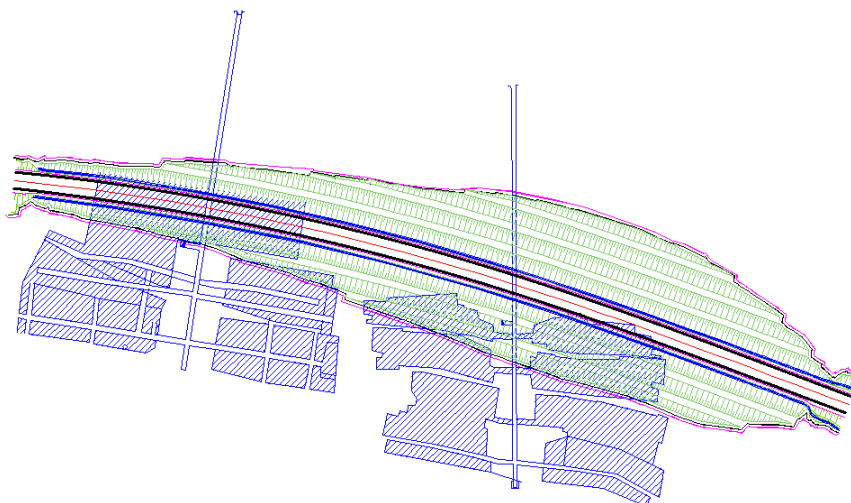
Според досегашните сознанија, на просторот Славишко Поле - Крива Паланка, во 1950г. почнале геолошки истражувања за минерална суровина бентонитска глина, а експлоатацијата започнала во 1954г. Всушност оваа минерална суровина била интересна за површинска и подземна експлоатација во повеќе населени места: Ранковци, Гиновци, Љубинци и Петралица. Преработката на бентонитските глини започнала во 1968г. во с. Гиновци, а капацитетот бил зголемен со втора постројка во 1978г. Во периодот на 70-тите, па сè до 90-тите години на минатиот век се одвивала интензивна рударска активност од страна на претпријатието „Бентомак“ - Крива Паланка.

Подземните простории од кои се експлоатирала глината го следеле падниот агол на бентонитскиот слој. На овој дел, поради положбата и распространетоста на рудното тело кое има слоевата форма со дебелина од 2-5m, субхоризонтален пад кон југ, и се наоѓа на 20-30m под површината на теренот, бентонитските глини се експлоатирале со методот на подземна експлоатација, со изведени два нископи за влез, северно од десната косина на усекот. Всушност Нископ 2 кој според проектното решение треба да има пад од $9-11^\circ$, има влез од отворен коп каде се вршела површинска експлоатација на бентонитската глина (сл. 1).



Слика 1. План на геолошки блокови за рудно поле VI Петралица

На делот од трасата покрај двата нископи (приближно напречни на трасата) подземните простории на почетокот на усекот на левата страна се позиционирани под дел од патот и косините, додека на крајот од усекот постои рударската просторија која е целосно под трасата на патот и повеќе простории под левата косина. Овие простории прецизно се пренесени на постоечката ситуација на теренот. На неа исто така се нанесени и истражните дупнатини изведени во минатото (1978г.), каде со црвена боја е дадена котата на терен, котата на појава на бентонитска глина и кота на крајот на бентонитска глина (сл. 2).



Слика 2. Поставеност на подземните рударски работи во однос на протегање на трасата (геореференцирана карта од 1998 год.)

На крајните делови на рударските простории (на најниските коти) имало водособирници од каде рудничката вода се собирала од рударските простории и потоа преку потисен цевковод се испумпувала низ извозните нископи на површина на теренот и се испуштала во потоците. На Слика 3 е прикажан влезот на сеуште незарушен извозен нископ (без подграда), насочен од површина на теренот кон рудното слоевито бентонитско тело, со паден агол околу 10-15°.



Слика 3. Влез во извозен нископ 2, изведен во збиени заглинети чакали

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

На истражуваниот потег на дел од трасата помеѓу стационожа km 14+270 и km 14+895, теренот во пониските делови е изграден од плиоценски седименти, а делувијалните творби се распространети во најгорните крајни делови на косините. За делувијалните творби се карактеристични мешавини на поситните фракции од песок и глина, но наместа и зголемено присуство на грубокластичен материјал. Во крајниот дел на усекот исто така има присуство на грубокластичен материјал со хетероген состав и наместа зголемено присуство на бентониски глини во ситнозрна основа, со овие истражувања издвоени како насипан материјал, резултат на рударската активност.

На предметниот усек како најраспространета формација претставува плиоценската седиментна формација. По целата должина на усекот, по осовината плиоценските седименти имаат жолто зелена до кафеава боја, добро се збиени, а наместа во одредени интервали се и дијагенизирани. Кај овие плиоценски (езерски) седименти добро е изразена стратификацијата на литолошките единици, а скоро сите слоеви се субхоризонтални. Во нивниот состав доминираат ситните фракции од прашина и песок со мал процент на глина, а во вид на прослојувања во нив има и крупнозрнести песокливи чакали. Од левата страна на косините по целата должина на усекот се распространети песокливи глини и прашинести глини со кафеава до црвена боја. Овие мешавини на ситни фракции се присутни и во најгорниот дел на косините од десната страна, каде после стационожа km 14+670 се простираат по целата косина. Прашинестите глини се констатирани на крајот од усекот, и во одредени интервали со истражните дупнатини. Тие во најголем дел од истражните

дупнатини имаат и доминантно учество во длабина како кај дупнатините D5n-i и D4n-i, а нивниот изглед може да се види на слика 4.



Слика 4. Изглед на јадро од песокливи глини кај истражни дупнатини

Прашинестите глини постепено во длабина преминуваат во бентонитски глини. Бентонитските глини имаат карактеристична зеленикава и светлосивкаста боја и тврда конзистентна состојба. Наместа кај овие слоеви од бентонитски глини се утврдени одредени несвојствени појави за нив и тоа: зголемена количина на песок и прашина, дробина од полукаменит песочник, органогена материја, дрвенеста материја и сл. со што се одредени позициите и условите на рударските простории од минатото.

При картирање на усекот и на двете страни се забележани одредени пореметувања на слоевитоста во близина на контактот со современите творби, како резултат на неотектонска активност. Констатирани се одредени приближно паралелни дисконтинуитети со $EP=165-175^\circ/55-60^\circ$ на десната косина, а кај теренска точка Т-2 и дисконтинуитет со $EP=355^\circ/80^\circ$ (km 14+660). Во централниот дел на трасата кај теренската точка Т-5 е констатиран расед со $EP=10^\circ/72^\circ$ кој е приближно паралелен на претпоставениот расед на левата косина (преземаан од претходните истражувања).

Застапените плиоценски и делувиијални седименти на предметниот усек се класифицирани и од инженерскогеолошки аспект. Основната инженерскогеолошка поделба на карпите на повеќе класи поаѓа од цврстината на врските кои постојат меѓу зрната на минералите од која зависи 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). Според оваа класификација застапените карпи на предметниот усек можат да се сврстат во групата на: несврзани карпи ((прашинесто песоклив чакал (PRPC), прашинесто чакалест песок (PRCP), заглинет чакалест песок (GCP), чакалест песок (CP), прашинест песок (PRP) и глиновито прашинест песок (GPRP)) и слабо сврзани карпи ((глини (G), песокливи глини (PG), чакалесто песокливи глини (CPG) прашинести глини (PRG), прашинесто песокливи глини (PRPG), песокливо чакалести глини (PCG))). Имајќи ги во предвид геолошките карактеристики на истражуваниот терен, застапените карпести маси се класифицирани и од аспект на нивните хидрогеолошки карактеристики и ХГ функција.

ХГ карактеристики се анализирани со цел да се согледаат можните практични решенија при одредени влијанија на подземните води врз изградбата на предметниот усек, и влијание на подземните води на решението за санација и стабилизација на деловите на усекот каде постојат подземни јамски простории (нископи, вентилациони окна, подземни експлоатациони простории и сл.).

Во зоната на овој усек се застапени плиоценски и квартерни (делувијални) седименти кои врз основа на хидрогеолошките карактеристики претставуваат водопропусни несврзани и слабосврзани кластични седименти.

Тоа е хидрогеолошки комплекс во чија градба според ХГ функција учествуваат ХГ колектори, како водопропусни средини со интергрануларна порозност (прашинесто песокливи чакали и глиновито прашиности песоци) и ХГ изолатори, водонепропусни до условно безводни (песокливи глини и чакалесто песокливи глини). Во водопропусните седименти постои можност за формирање на збиен тип на издан во средините со интергрануларна порозност, со слободно или субартеско ниво на подземни води. Од извршениот моментален ископ на усек 9 може да се констатира дека не е наидено на појава на подземна вода иако постојат поволни средини за формирање на водоносник. Тоа е веројатно поради причина што нивото на подземната вода е подлабоко од моментално изведениот ископ кој е во надизданската зона, односно седиментите во овој случај имаат функција на ХГ спроводник.

Треба да се земе во предвид и податокот добиен при изведба на истражната дупнатина ВН-2 (изведена во 2022 година) во која има регистрирано НПВ=4.2m. Со изведба на истражните дупнатини поради дефинирање на состојбата на подземните јамски простории во сите 12 истражни дупнатини е констатирано НПВ. Поради следење на НПВ изведена е и една пиезометарска конструкција, на првата берма на левата косина на усекот. За одредување на филтрационите карактеристики на ХГ средини од јадрата од истражните дупнатини земани се и анализирани поголем број проби. Констатирано е дека коефициентите на филтрација имаат претежно ниски вредности што се должи на тоа што најголем број од пробите се земени од заглинета средина (песокливи глини, глиновито прашиност песок и прашинесто глиновит песок). Има и одредени проби со високи вредности на коефициент на филтрација, а тоа се пробите земени од чакалестите слоеви (чакалест песок, прашиност чакалест песок и слабо заглинет чакалест песок). Генерално во длабина каде има формирано водоносник со интергрануларна порозност, со слободно или субартеско НПВ доминираат седиментите со слаби филтрациони карактеристики (ХГ изолатори) во однос на седиментите со добри филтрациони карактеристики (ХГ колектори). Глините меѓу кои и бентонитските глини по својата функција претставуваат ХГ изолатори. Меѓутоа, кај јамските простории поради зарушување тие се растресити и во одредени делови и кај нив може да има циркулација и акумулација на подземните води. Тоа е забележано и при режимот на дупчење каде при поминување преку јамските простории и навлегување во подината на бентонитските глини се појавуваше често зарушување на сидовите на дупнатината и создавање талог на дното на дупнатината и до неколку метри. Во подина на бентонитските глини се јавуваат доста збиени глиновити песоци и песокливи глини со чести прослојки и слоеви од чакалест материјал (ХГ колектори).

4. СОВРЕМЕНИ ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ ПРОЦЕСИ И ПОЈАВИ

Во поглед на застапеноста на современите инженерскогеолошки процеси и појави на теренот кои може да имаат важна улога на стабилноста исто така е посветено соодветно внимание. Геолошкиот состав на средината и инженерските активности во голема мерка, во комбинација со постоењето на старите подземни простории (рудник Бентомак) во близина на трасата и под самата траса, придонесуваат да се развијат некои од овие несакани појави. Во оваа фаза на истражување и ублажување на наклоните на косините не се забележани одрони и јаружења од поголеми размери на самите косини, но се дава посоодветна интерпретација на некои поголеми појави регистрирани со истражувањата од 2022г., како и на некои помали појави евидентирани за време на тековните активности.

Како позначајни современи ИГ појави може да се наведат појава на одрон на лева косина на усекот (резултат на зарушено вентилационо окно и депониран материјал), Пропаѓање на траса над нископ 1 (слика 5, резултат на подземна јамска просторија), пропаѓање после влезот на Нископ-1 (резултат на подземна јамска просторија без подграда блиску до површина на теренот), пропаѓање на траса кај Нископ 2 (резултат на слегнување и зарушување над јамската просторија), појава на отворени пукнатини (резултат на слегнување и локално свлекување на насипен материјал при рударската активност).



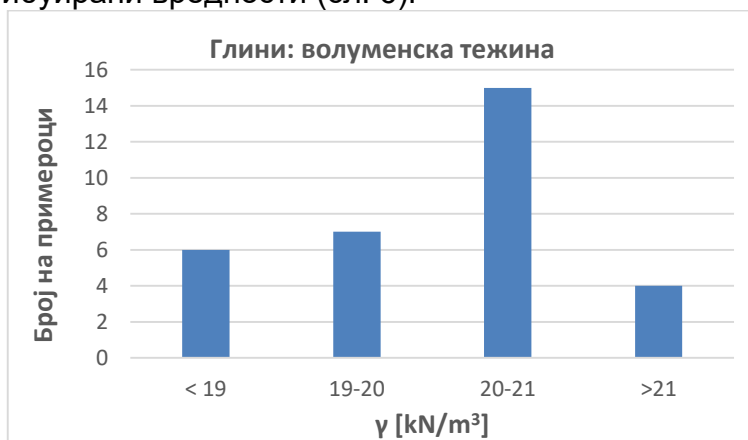
Слика 5. Пропаѓање на траса на патот на km 14+750 регистрирано во 2022г

Сите овие современи инженерскогеолошки појави се поврзани со антропогените процеси т.е со рударската активност која на овој дел се одвивала во минатото со изработка на подземни рударски простории: извозни нископи, јамски простории при повеќедецениска експлоатација на бентонитските глини вентилациони шахти, водособирници, насипи при рударските активности и сл. Кон ова треба да се додадат и сегашните антропогени процеси т.е пробивање на трасата на патот и формирање на косини и берми на двете страни на овој усек.

5. ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ ПАРАМЕТРИ НА ЗАСТАПЕНИТЕ МАТЕРИЈАЛИ

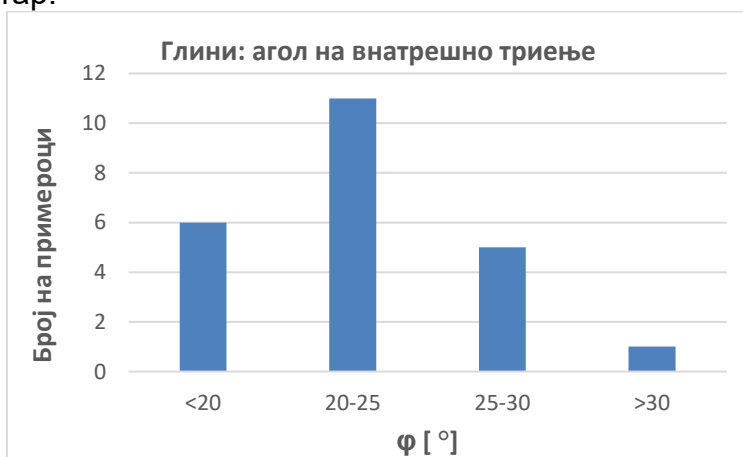
Физичко-механичките параметри на испитуваните материјали се дефинирани врз основа на направените лабораториски опити од репрезентативни проби од јадрото на истражните дупнатини. Во продолжение е направена обработка на параметрите по тип на материјал, и дадена е препорака за усвојување на вредности кои ќе се користат во понатамошните анализи.

Анализата на вредностите за волуменската тежина укажува дека генерално, високо пластичните глини се карактеризираат со пониска вредност за волуменската тежина ($\gamma=15.5-18.2 \text{ kN/m}^3$), во однос на ниско пластичните глини ($\gamma=18.9-22.6 \text{ kN/m}^3$). Средната вредност за волуменската тежина на високо пластичните пескливи глини (CH) изнесува 17.1 kN/m^3 , додека за ниско пластичните пескливи глини (CL) изнесува 20.3 kN/m^3 , што е во дијапазонот на најчесто дистрибуирани вредности (сл. 6).



Слика 6. Приказ на вредности за волуменска тежина на глиновити материјали

Анализата на вредностите за аголот на внатрешно триење на глините, укажува дека скоро 50% од примероците имаат вредности за агол на внатрешно триење во дијапазон од $20-25^\circ$. Хистограмот на слика 7, дава преглед на сите вредности за овој параметар.

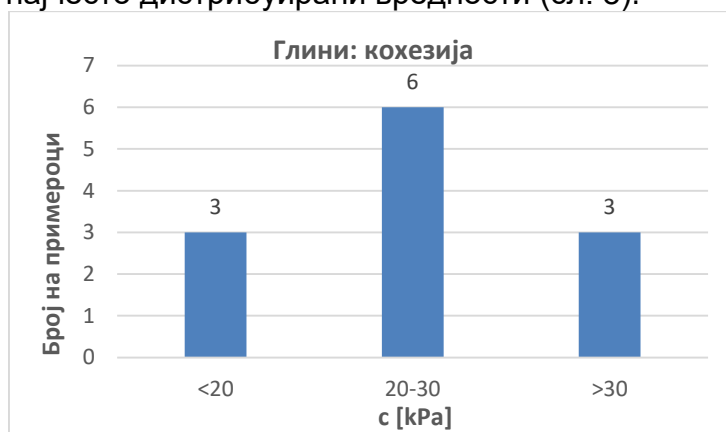


Слика 7. Приказ на вредности за агол на внатрешно триење на глиновити материјали

Ако се разгледуваат вредностите без оние добиени за резидуална јакост, аголот на внатрешно триење се движи од $17.2 - 30.5^\circ$, додека резидуалниот агол на внатрешно триење се движи во граници од $21.0-27.6^\circ$. Средната вредност за

аголот на внатрешно триење изнесува 23.4° , а средната вредност за резидуалниот агол на внатрешно триење 24° . Ваквиот случај е нелогичен, па затоа при усвојување на вредност за аголот на внатрешно триење не се земени во предвид некои прилично ниски вредности, и добиена е вредност од 25° .

Не земајќи ги во предвид екстремно високите и ниските вредности за кохезијата добиени од опит на директно смолкнување и триаксијален опит (сметајќи ги за нерепрезентативни), но и вредностите за резидуалната јакост, статистиката покажува дека половина од анализираните вредности се движат во дијапазон од 20-30 kPa. Средната вредност за овој параметар изнесува 25.6 kPa, што е во дијапазонот на најчесто дистрибуирани вредности (сл. 8).

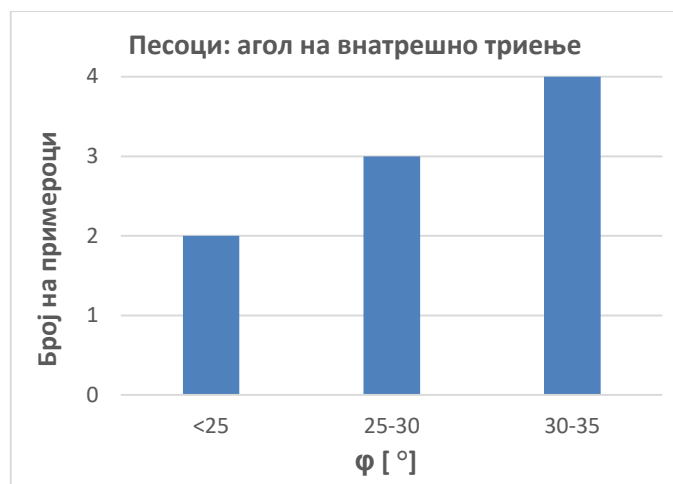


Слика 8. Приказ на вредности за кохезија на глиновити материјали

Модулот на стисливост за глиновитите материјали варира во релативно широк дијапазон, веројатно заради различното присуство на бентонит. Може да се забележи дека повисоките притисоци на бабрење се поврзуваат со чистите бентонитски глини.

Анализата на вредностите за волуменската тежина на песоковите материјали укажува дека вредностите варираат во поширок дијапазон. Доколку се анализираат посебно двата типа на издвоени песоковите материјали, односно, заглинети прашинести песоци (SC-SM) и добро гранулирани прашинести песоци (SW-SM), се забележува дека вторите се одликуваат со повисока средна вредност за волуменската тежина (SW-SM: $\gamma=21.8 \text{ kN/m}^3$) во однос на првите (SC-SM: $\gamma=20.1 \text{ kN/m}^3$).

Анализата на вредностите за аголот на внатрешно триење на песоковите материјали укажува дека и овие вредности варираат во поширок дијапазон (сл.9). Слично како кај волуменската тежина, се забележува разлика во дијапазонот на варијација на двата типа издвоени песоковите материјали. Заглинетите прашинести песоци (SC-SM) се одликуваат со вредности за аголот на внатрешно триење од $16.4 - 34.9^\circ$ (средна вредност: $\phi=26.2^\circ$), а добро гранулираните прашинести песоци (SW-SM), се одликуваат со вредности за аголот на внатрешно триење од $31.3 - 34.9^\circ$ (средна вредност: $\phi=33.1^\circ$).



Слика 9. Приказ на вредности за агол на внатрешно триење на песокливи материјали

За кохезијата не може да се заклучи некој потесен дијапазон во кој се движат вредностите, генерално за песокливите материјали, но и за издвоените типови песокливи материјали.

За модулот на стисливост за песокливите материјали направен е еден опит и добиени се следните резултати: $Mv_{200}=9.6$ MPa и $Mv_{400}=13.2$ MPa.

Врз основа на добиените резултати, се заклучува дека испитаните примероци високо пластична прашина се одликуваат со висока влажност и ниски вредности за јакостните параметри. За понатамошни анализи, се препорачува да се усвојат следните вредности за физичко-механичките параметри на прашинестите материјали: волуменска тежина $\gamma=16$ kN/m³, агол на внатрешно триење $\phi=19^\circ$ $\phi_{rez}=9^\circ$, кохезија $c=20$ kPa $c_{rez}=0$ kPa, модул на стисливост

$Mv_{200}=7 - 8$ MPa $Mv_{400}=10 - 11$ MPa.

6. ОПИС НА ПОДЗЕМНИТЕ ПРОСТОРИИ

Подземните јамски простории се евидентирани со изведените теренски истражувања, односно истражните дупнатини и геофизичките испитувања, преку некои карактеристични индикации во резултатите.

Карактеристични индикации за подземните рударски работи може да се забележат во две дупнатини лоцирани на потегот над Нископ-1. Првично во погорните делови на дупнатините се констатира брзо пропаѓање на приборот и нема јадро во интервалот од 9 - 11 m кај D7n-i и во интервалот од 8 - 12 m кај D8n-i. Потоа кај двете дупнатини во интервалите од 15.3 - 17.5m, односно 16.3 - 18.1m е набушена дрвенеста материја (дрвена подграда) и глиновит материјал, бентонитски, наместа полукаменит и хетероген.

Ако се направи паралела помеѓу сличните материјали и од останатите дупнатини, тогаш со сигурност може да се констатира дека на останатиот простор подземната рударска просторија е зарушена и заполнета со сличен глиновит и хетероген материјал присутен во повлатата и подината на подземната просторија.

Кај јадрото од истражните дупнатини лоцирани на повеќе локации над подземните простории каде е вршена повеќедецениска експлоатација на бентонитски глини е констатирано дека во одредени интервали материјалот не е во својата природна состојба, односно бентонитските глини имаат похетероген

состав и често присуство на глиновито песоклив, поретко и чакалест и органоген материјал. Ова може да се окарактеризира како подземна рударска просторија исполнета со зарушен или набабрен материјал од подината и повлатата на јамската просторија. Во јадрото од тие дупнатини не се пронајдени остатоци од евентуална рударска подграда.

Кај главните извозни нископи кои се на приближни стационачи km 14+753 (Нископ 1) и km 14+524 (Нископ 2) ситуацијата е многу поинаква и посложена. Во кровината на нископите се појавуваат зони исполнети со нестабилен кашест материјал заситен со вода и нестабилни делови со појава на слегнувања, пореметувања на литолошките единици. Ова е резултат на поминат долг период од завршување на рудната експлоатација и уништена и нефункционална подграда на рударските простории. Од сите добиени резултати од истражувањето може да се заклучи дека е неопходно да се проектираат соодветни решенија за санација и стабилизација на овие делови, со што ќе се спречат деформации на објектот, како во фаза на изведба, така и во фаза на експлоатација на експресниот пат.

7. ЗАКЛУЧОК

За да се потврдат геолошките, ИГ, ХГ и геотехничките услови пред изградба на предметниот усек, истражувачот во 2022г. изврши дополнителни геолошки, ИГ, ХГ и геотехнички истражувања. Притоа, утврдена е литолошката градба на теренот, инженерскогеолошките, хидрогеолошките и геомеханичките услови до истражуваната длабина. Со тоа се опфатени површините на моментално постоечките отворени косини и истражувани длабини со изведените истражни работи (дупнатини и раскопи), близу нивелетата на осовината на Експресниот пат. Подоцна се наметна потребата за утврдување на геолошко-геотехничките услови на поголема длабина испод нивелетата на осовината, поради сознанието за постоење на подземни рударски објекти под усекот.

Основна определба на предметните истражувања и испитувања, изведени од јануари до март 2023, е да се дефинира влијанието на постоечките стари рударски работи од експлоатација на бентонитски глини од страна на рудникот „Бентомак“ - Крива Паланка врз изградбата на патната инфраструктура на усекот.

За реализирање на поставената цел се изведени обемни геофизички испитувања (геоелектрично сондирање, геоелектрично картирање и рефракциони сеизмички испитувања), изведени се 12 истражни дупнатини, картирање фотографирање и опробување на јадрото од дупнатините, лабораториски испитувања поради утврдување на физичко-механичките својства на застапените материјали и сл.

За потенцирање е дека и покрај тоа што со истражните дупнатини освен кај нископите, во подземните рударски простории не се најде на колапси, празни простори, поголеми девијации и сл. сепак поради тоа што се работи за голема површина на подземни рударски простории со долг временски период на експлоатација на бентонит (повеќедецениска), веројатно во одредени делови можно е да има и вакви појави, што не треба да се занемари. Затоа на овој простор особено во делот на конструкција на патот треба да се изврши стабилизација - подобрување на својствата на материјалот преку соодветни решенија.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боев, Б., Стојанов Р.: ПЕТРОГРАФИЈА Рударско-Геолошки Факултет, Штип 1994г;
- [2] Despodov, Z., Mirakovski, D., Panov, Z., Adjiski, V.: THE IMPAKT OF THE OLD MINING WORKS IN BENTOMAK MINE – KRIVA PALANKA ON THE ROAD INFRASTRUCTURE, 7th International Symposium MANING AND ENVIRONMENTAL PROTECTION, Vrdnik, Serbia 2019;
- [3] Ивановски, Л., Ангелов, В., Петковски, О., Ивановски, Б.: Наоѓалишта на бентонитски глини, експлоатација и нивна примена во истражното дупчење, ПОДЕКС-ПОВЕКС '22, Охрид 2022;
- [4] Јовановски, М., Гапковски, Н., Пешевски, И., Аболмасов И.: ИНЖЕНЕРСКА ГЕОЛОГИЈА, Градежен Факултет Скопје, 2012г;
- [5] Јовановски, М., Пешовски, И., Гапковски, Н.: МЕХАНИКА НА КАРПИ, Скопје 2020г;
- [6] Спасовски, О., ИСТРАЖНО ДУПЧЕЊЕ, Универзитет „Гоце Делчев“ Факултет за природни и технички науки, Штип 2011;
- [7] Трајчевски, Т.: РУДАРСТВО СО ОТКОПНИ МЕТОДИ, Геолошко-рударска и металуршка струка, геолошко-рударски техничар, Министерство за образование и наука, Скопје 2013;
- [8] 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.).