

ЕЛАБОРАТ О РЕСУРСИМА И РЕЗЕРВАМА КРЕЧЊАКА КАО СИРОВИНЕ ЗА ТЕХНИЧКО ГРАЂЕВИНСКИ КАМЕН У ЛЕЖИШТУ "ЦРВЕНЕ СТЕНЕ", СЕЛО БУДИШИЋ КОД МАЛОГ ЗВОРНИКА

Аутори Елабората:

Директор:

Радомир Милићевић, дипл.инж.геол.

Никола Радисављевић, дипл.инж.геол.

Никола Радисављевић, дипл.инж.геол.

БЕОГРАД, 2020. године

ОПШТИ ПОДАЦИ

- 1. Назив Елабората:** Елаборат о ресурсима и резервама кречњака као сировине за техничко грађевински камен у лежишту "Црвене стене", село Будишић код Малог Зворника (стање: 30. 6. 2020. године)
- 2. Инвеститор:** "SIKI EXPORT" д.о.о. из Малог Зворника
- 3. Предмет истраживања:** Детаљна геолошка истраживања кречњака као сировине за техничко грађевински камен у лежишту "Црвене стене", село Будишић код Малог Зворника
- 4. Време истраживања:** 2020. година
- 5. Носилац истраживања:**
"Геосфера" д.о.о. из Београда
 - 5.1. Аутори елабората:**
Радомир Милићевић, дипл. инж. геол.
Никола Радисављевић, дипл. инж. геол.
 - 5.2. Сарадник на изради елабората:**

Недељко Гребовић, дипл. инж. геол. _____

Драган Милошевић, дипл. инж. руд. _____
- 6. Геодетско снимање:**
ПД за геодезију "Геодет ДБ" доо
- 7. Истражно бушење:**
"Зајача инг" д.о.о. из Лознице
- 8. Лабораторијска испитивања:**
Институт за путеве АД, Београд
Рударско геолошки факултет, Катедра за механику стена
Марија Радисављевић ПР Агенција за технички консалтинг у геолошким истраживањима Равена Љиг

СПИСАК ГРАФИЧКИХ ПРИЛОГА ЕЛАБОРАТА

№	НАЗИВ ПРИЛОГА	Пр. бр.
1.	Прегледна топографска карта са нанетом контуром истражног поља; 1:25.000	1
2.	Прегледна геолошка карта ширег подручја лежишта "Црвене стене" са карактеристичним профилем; 1:25.000	2
3.	Геолошки план лежишта "Црвене стене"; 1:1.000	3
4.	Геолошки профил бушотине В-1; 1:200	4
5.	Геолошки профил бушотине В-2; 1:200	5
6.	Геолошки профил бушотине В-3; 1:200	6
7.	План и профил раскопа; 1:100	7
8.	Геолошко профил I-I'; 1:1.000	8
9.	Геолошко профил II – II'; 1:1.000	9
10.	Геолошко профил III – III'; 1:1.000	10
11.	Карта опробовања лежишта "Црвене стене"; 1:1.000	11
12.	План прорачуна резерви основном методом; 1:1.000	12
13.	План прорачуна резерви контролном методом; 1:1.000	13
14.	Идејно решење завршне контуре површинског копа; 1:1.000	14
15.	Карактеристични профили површинског копа 1-1', 2-2', и 3-3'; 1:1.000	15
16.	Прегледна топографска карта са контуром билансних резерви; 1:5.000	16
17.	Ситуациони план лежишта; 1:1.000	17

СПИСАК ПРИЛОГА ДОКУМЕНТАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА ЕЛАБОРАТА

№	НАЗИВ ПРИЛОГА	Прилог бр.
1.	Фотокопија "Извештај о лабораторијским испитивањима камена са локалитета "Будишић" код Малог Зворника, са оценом могућности употребе као техничког грађевинског камена, према СРПС стандардима", Институт за путеве АД Београд, 2020.	1
2.	Фотокопија "Извештај о лабораторијским испитивањима геомеханичких својстава стенског материјала са локалитета Будишићи код Малог Зворника", Рударско – геолошки факултет, Рударски одсек, Катедра за механику стена, 2020.	2
3.	Фотокопија "Извештај петролошка испитивања узорака са локалитета Будишић", Равена, 2020.	3

САДРЖАЈ

1	УВОД	1
2	ОПШТИ ДЕО	3
2.1	ГЕОГРАФСКО ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА	3
2.2	МОРФОЛОШКО ХИДРОГЕОЛОШКЕ И КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	6
2.3	ИСТОРИЈАТ И ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАНИЛИХ ИСТРАЖИВАЊА СА ПРЕГЛЕДОМ ПОСТИГНУТИХ РЕЗУЛТАТА	8
2.4	ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ЛЕЖИШТА	12
3	ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА	17
3.1	ГЕОЛОШКА ГРАЂА ЛЕЖИШТА	18
3.2	ОПИС ЛЕЖИШТА	24
3.3	ГЕНЕЗА ЛЕЖИШТА	27
3.4	ТЕКТЕНИКА ЛЕЖИШТА	28
3.4.1	ЕЛЕМЕНТИ СКЛОПА	28
3.4.2	АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА СКЛОПА	32
3.5	ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА	35
3.6	ИНЖИЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА	38
4	ИСТРАЖНИ РАДОВИ	43
4.1	МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	43
4.2	ОПИС ИСТРАЖНИХ РАДОВА	46
4.2.1	ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ	46
4.2.2	ГЕОЛОШКИ РАДОВИ	47
4.2.3	ИСТРАЖНИ РУДРСКИ РАДОВИ	51
4.2.3.1	ИСТРАЖНИ РАСКОПИ	51
4.2.3.2	ИСТРАЖНЕ БУШОТИНЕ	52
4.2.4	ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА	55
4.2.5	ТЕХНОЛОШКА ИСПИТИВАЊА	58
4.3	АНАЛИЗА ОСТВАРЕНЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИСТРАЖИВАЊА	59
5	УТВРЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ	60
5.1	МЕТОДЕ ОПРОБОВАЊА	61
5.2	РЕЗУЛТАТИ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА	64
5.2.1	МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОЛОШКА ИСПИТИВАЊА	64
5.2.2	ИСПИТИВАЊА ТЕХНИЧКИХ СВИЈСТАВА КРЕЧЊАКА КАО ТЕХНИЧКОГ ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА	65
5.2.3	РЕЗУЛТАТИ ГЕОМЕХАНИЧКИХ ИСПИТИВАЊА	73
5.3	АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ И УСЛОВА ПРИПРЕМЕ И ПРАДЕ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ	74
5.4	ОЦЕНА РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА	76
6	ПРОРАЧУН РЕЗЕРВИ	77
6.1	МЕТОДЕ ПРОРАЧУНА РЕЗЕРВИ	77
6.1.1	МЕТОДА ПОЛИГОНА	78
6.1.2	МЕТОДА ГЕОЛОШКИХ БЛОКОВА	79
6.2	ПРИКАЗ ПОСТУПКА ПРОРАЧУНА РЕЗЕРВИ	81
6.2.1	ПРИКАЗ ПОПРАВНИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА	82
6.2.2	ОДРЕЂИВАЊЕ ЗАПРЕМИНСКЕ МАСЕ И ГУСТИНЕ	84
6.3	ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ РЕЗЕРВИ	84
7	ТЕХНИЧКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА	87
7.1	ФАКТОРИ ТЕХНИЧКО – ЕКОНОМСКЕ ОЦЕНЕ	87
7.1.1	ГЕОЛОШКИ ФАКТОРИ	88
7.1.1.1	Економски тип руде	88
7.1.1.2	Економски тип лежишта	89
7.1.1.3	Морфолошке карактеристике лежишта	89
7.1.1.4	Степен концентрисаности рудних резерви	90

7.1.1.5 Распрострањење лежишта	91
7.1.1.6 Квалитет минералне сировине	92
7.1.2 МИНЕРАГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ	92
7.1.3 ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ФАКТОРИ	94
7.1.3.1 Општи услови експлоатације	94
7.1.3.2 Стратегија развоја копа	96
7.1.3.3 Ограничење површинског копа	97
7.1.3.4 Угао нагиба завршних косина	98
7.1.3.5 Динамика експлоатације	98
7.1.3.6 Технолошки процес експлоатације	98
7.1.4 ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ	109
7.1.5 РЕГИОНАЛНИ ФАКТОРИ	110
7.1.5.1 Рељеф подручја	110
7.1.5.2 Опште географске карактеристике	111
7.1.5.3 Транспортни услови	111
7.1.5.4 Климатски услови	112
7.1.5.5 Радна снага	113
7.1.5.6 Насељеност подручја	113
7.1.5.7 Опште економске карактеристике подручја	114
7.1.6 ТРЖИШНИ ФАКТОРИ	114
7.1.6.1 Перспектива развоја производње	114
7.1.7 ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ФАКТОРИ	115
7.1.7.1 Економски значај за уже подручје	115
7.1.7.2 Значај за шире подручје	115
7.2 НАТУРАЛНИ И ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ	115
7.2.1 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У УЖЕМ СМISЛУ	115
7.2.1.1 Геолошке резерве кречњака	115
7.2.1.2 Средња дебљина кречњака	116
7.2.1.3 Средња дебљина откривке	116
7.2.2 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У ШИРЕМ СМISЛУ	116
7.2.2.1 Билансне резерве кречњака	116
7.2.2.2 Експлоатационе резерве кречњака	117
7.2.2.3 Обрачун количине стенских маса ван контуре билансних резерви	117
7.2.3 ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ	118
7.2.3.1 Потребна улагања и услови финансирања	118
7.2.3.2 Обрачун очекиваних резултата пословања	119
7.2.4 СИНТЕТСКИ ПОКАЗАТЕЉИ	123
7.2.4.1 ЕКОНОМСКА ВРЕДНОСТ ЈЕДИНИЦЕ РЕЗЕРВИ	123
7.2.4.2 ЕКОНОМСКА ВРЕДНОСТ ЛЕЖИШТА БЕЗ УЗИМАЊА У ОБЗИР ВРЕМЕНСКОГ ФАКТОРА	123
7.2.5 РЕНТАБИЛНОСТ	123
7.2.6 ЕКОНОМИЧНОСТ	124
7.3 ЕКОНОМСКО-ВРЕДНОСНА ОЦЕНА ЛЕЖИШТА	124
7.3.1 МЕТОДА НЕТО САДАШЊЕ ВРЕДНОСТИ	125
7.3.2 МЕТОДА УНУТРАШЊЕ СТОПЕ ПОВРАТКА	126
8 ЗАКЉУЧАК	128
ЛИТЕРАТУРА	138



1 УВОД

Привредно друштво "SIKI EXPORT" д.о.о. из Малог Зворника дужи низ година се бави пословима у путоградњи од производње камених агрегата за путоградњу, израду категорисаних и некатегорисаних путева, користећи при том сировину из неколико каменолома који се налазе у западној Србији и Републици Српској.

Привредно друштво тренутно располаже опремом и квалификованом радном снагом са којом може обављати ефикасну експлоатацију на површинским коповима и прерађивати карбонатне стене у одговарајуће фракције каменог агрегата за производњу бетона, бетонских конструкција, путоградњу од тампонских слојева до асфалтних мешавина и за израду горњих носећих слојева путева са малом средњом и високом фреквенцијом саобраћаја.

У циљу обезбеђења сировинске базе за производњу фракционисане камене ситнежи која се може користити за путоградњу и као агрегат за бетон, истражено је лежиште кречњака Црвене стене у близини Малог Зворника у селу Будишић.

На ширем подручју Малог Зворника, које представља једно од економски најинтересантнијих подручја за пласирање фракционисане камене ситнежи за потребе нискоградње и високоградње, налазе се општине Зворник, Бјељина, Братунац и Сребреница у Републици Српској као и Љубовија, Лозница, Шабац и Сремска Митровица у Србији, које су дефицитарне са квалитетном сировином за техничко грађевински камен од карбонатних стена.

Локалитет Црвене стене у селу Будишић се налази јужно од Малог Зворника, непосредно поред дринске магистрале са којом је повезан једним уским макадамским путем. На овом локалитету је издвојена једна серија рекристалисалих кречњака, тријаске старости, чија дебљина варира од 80-150 метара. Ка северу, истоку и југу на ширем подручју локалитета Црвене стене, преко тријаских рекристалисалих кречњака навучени су метаморфити дринског палеозоица. У кречњацима локалитета Црвене стене налази се неколико мањих површинских копова из којих је за локалне потребе обављана повремена

Потенцијалност овог локалитета је очигледна са аспекта издвајања лежишта и касније експлоатације кречњака као квалитетне сировине за техничко грађевински камен за потребе експлоатација кречњака. Кречњак је углавном коришћен за



Сл. 1. Формиран одсек на северу локалитета Црвене стене у рекристалисалим кречњацима

мануфактурну производњу креча, мањим делом за радове у грађевинарству. изградње коловозних конструкција различитих саобраћајних оптерећења, коловозних застора са асфалт бетонским мешавинама и за производњу агрегата за бетон.

Посебна погодност локације Црвене стене за потенцијалну површинску експлоатацију, представља морфологија овог дела терена у коме доминира један одсек формиран у рекристалисалим кречњацима висине од 60 до 80 метара испод кога је формиран сипар (Сл.1). Ова морфолошка предност је битна код експлоатације кречњака а чишћењем сипара створили би се услови за формирање радних етажних платоа на неколико нивоа.

На бази обављених разговора о планираној производњи кречњачких агрегата и могућности издвајања лежишта у локалитету Црвене стене код Малог Зворника, инвеститор је упутио пројектни задатак за израду Пројекта примењених геолошких истраживања лежишта кречњака као сировине за ТКГ на подручју села Будишић код Малог Зворника. На основу Пројекта истраживања и добијених услова од припадајућег Завода за заштиту споменика културе и Завода за заштиту природе Србије уз информацију о локацији и плаћених одговарајућих такси, добијено је



одобрење за истраживање на истражном пољу бр. 2365, по решењу Министарства рударства и енергетике бр. 310-02-01413/2019-02 од 13. 02.2020. године.

Издвојени локалитет на коме су обављена истраживања лежишта, изграђен је од рекристалисалих кречњака, која по старости припадају горњем делу серије нерасчлањеног доњег и средњег тријаса, познатој у литератури као "зворничка серија". Рекристалисали кречњаци у оквиру "зворничке серије" леже конкордантно преко серије метапешчара и пешчара. Рекристалисали кречњаци се претежно јављају као банковити слојеви и банци. Имају релативно мали интензитет карстификације и тектонске оштећености стенске масе, што битно утиче на експлоатабилност продуктивне серије лежишта и квалитет сировине.

Обављена пројектована истраживања лежишта кречњака у локалитету Црвене стене, имала су за циљ издвајање лежишта кречњака као сировине за ТГК, утврђивање билансних резерви и квалитета кречњака као сировине за техничко грађевински камен, широких могућности примене. Истраживано лежиште на основу распрострањења продуктивне серије и утврђених контура резерви, припада првој групи и првој подгрупи лежишта грађевинско техничког камена са резервама до $3.000.000\text{m}^3$, сходно Правилнику о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист бр. 53/79, чланови 189 до 191).

На основу добијених резултата истраживања лежиште кречњака Црвене стене у селу Будишић, профитабилно би се експлоатисало површинским копом брдског типа, где би доњи експлоатациони ниво зависио од завршних кота истражних радова у продуктивној серији рекристалисалих кречњака.

2 ОПШТИ ДЕО

2.1 ГЕОГРАФСКО ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА

Истраживани део терена, односно истраживано лежиште кречњака се налази на западним падинама планине Бобије, југоисточно од Малог Зворника, у селу Будишић на десној обали реке Дрине, у близини Зворничког језера.



Границе истражног простора у коме је издвојено и истражено лежиште кречњака Црвене стене у селу Будишић ограничене су координатама преломних тачака, које су приказане у наредној табели и на топографској основи размере 1:25.000 - лист "Дрињача" (прилог 1):

Табела 1. Координате преломних тачака границе истражног простора

Преломне тачке границе истражног простора	Координате преломних тачака	
	Y	X
T-1	7 352 250	4 911 700
T-2	7 351 725	4 912 630
T-3	7 352 100	4 912 900
T-4	7 353 000	4 912 000
T-5	7 353 150	4 911 700

Истраживани део терена на коме је оконтурено лежиште обухваћен је листом "Мали Зворник", основне геолошке карте СФРЈ, размере 1:100.000. Територијално и административно истражни простор припада општини Мали Зворник.

Истражно лежиште се налази у локалитету Црвене стене источно од дринске магистрале односно магистралног пута Бајина Башта-Љубовија-Мали Зворник-Лозница-Сремска Митровица. Лежиште је се налази јужно од Малог Зворника на удаљености од око 6 km. Лежиште је повезано са дринском магистралом преко макадамског пута у селу Будишић, дужине око 1 km, којим се излази на плато локалитета Црвене стене .

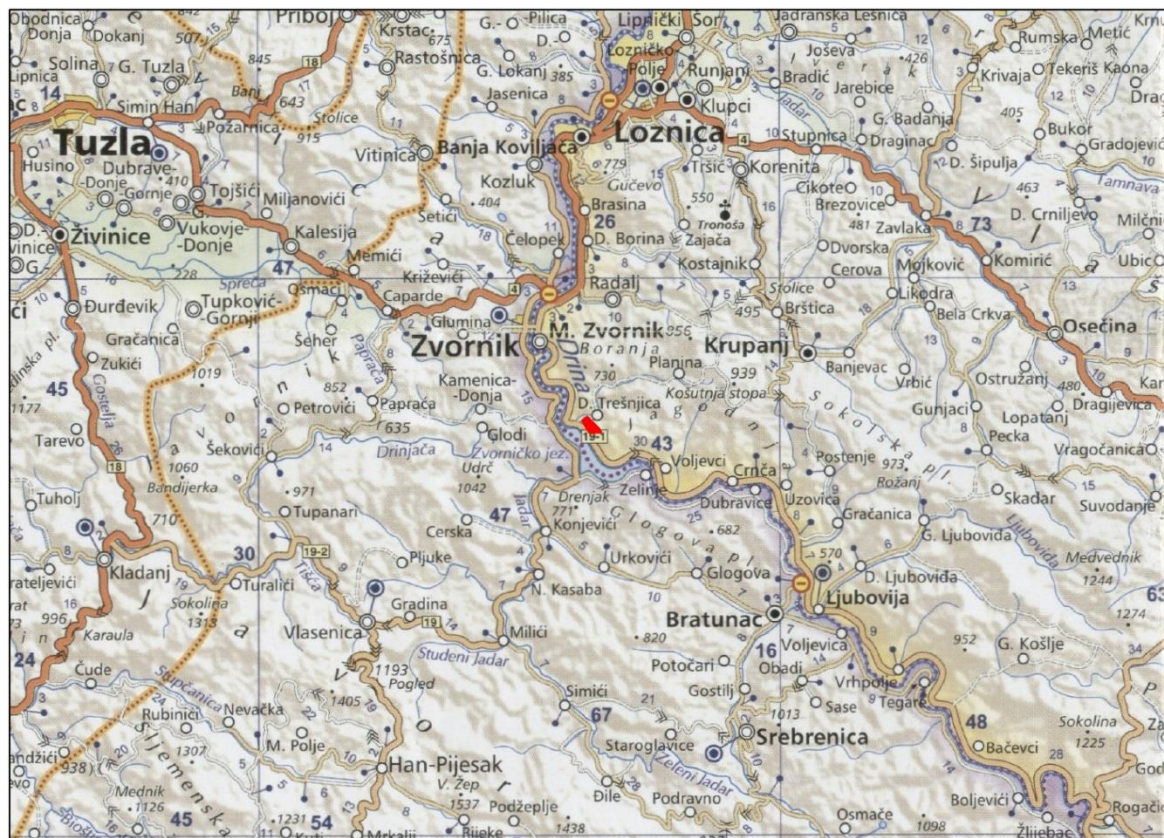
Од дринске магистрале на око 3 km северно од Малог Зворника налази се један од фреквентнијих граничних прелаза према Зворнику у Републици Српској и Тузли у Федерацији БИХ (Сл. 2).

Преко дринске магистрале, односно магистралног Пута Бајина Башта-Сремска Митровица, дужине око 90km, лежиште је повезано са аутопутем Љубљана-Загреб-Београд, који се даље везује са аутопутем Е-75.

Лежиште је повезано преко ранжирне станице у селу Доња Борина на дринској магистрали са железничком пругом Зворник (Република Српска)-Лозница- Шабац-Рума, где постоји укрштање са главном железничком магистралом, Аустријска граница-Љубљана-Загреб-Рума-Београд-Ниш-Софија-Истамбул, односно Ниш-Скопље-Солун. Растојање од села Будишић на дринској магистрали до Доње Борине износи око 14 km (Сл.2).



Насељеност је на овим просторима врло неравномерна, јер се становништво углавном концентрише у већим насељима као што су градови Зворник, Мали Зворник, Лозница и Љубовија. У близини истраживаног лежишта се налази неколико већих сеоских насеља као што су Будишић (219 становника), Трешњица (575), Сакар (452) и Амајић (156).



Сл. 2. карта комуникација и насеља приближне размере 1:600.000

Локално становништво се углавном бави пољопривредном производњом. Мали део радно способног становништва је запослен у грађевинарству, прерађивачкој индустрији шумарству и трговини. Запослени у прерађивачкој индустрији, грађевинарству и трговини углавном су везани за већа насеља и градове као што је Мали Зворник, Зворник и Лозница.

Истраживано лежиште налази се у општини Мали Зворник а катастарски припада општини КО Будишић.



2.2 МОРФОЛОШКО ХИДРОГЕОЛОШКЕ И КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Шире подручје лежишта у геоморфолошком смислу карактерише планински тип рељефа. Терен обухвата западне падине планине Бобије. Релативне висинске разлике варирају од 200 до 570 метра.

У рељефу ширег подручја истражног простора издвајају се планински врхови: Црвене стене (370,47 m), "Лазин шанац" (529) југоисточно од лежишта, "Камени шанац" (591 m) северно од лежишта, "Капела" (598 m) и Лађа (730 m) североисточно од лежишта (Сл.3).

Најнижа кота терена се налази у алувиону реке Дрине и износи 161 m. Највиша кота терена у оквиру истраживаног дела терена и уједно истраживаног лежишта налази се на врху брда Црвене стене и износи 370,47 m. (Прилог бр.1). Релативна висинска разлика у оквиру истраживаног дела терена износи око 209 m.

На ширем подручју лежишта постоји већи број извора. Геолошка грађа и склоп терена условили су настанак углавном пукотинског типа издани. Пукотински тип издани формира се дуж покотинских и раседних зона у кречњацима.

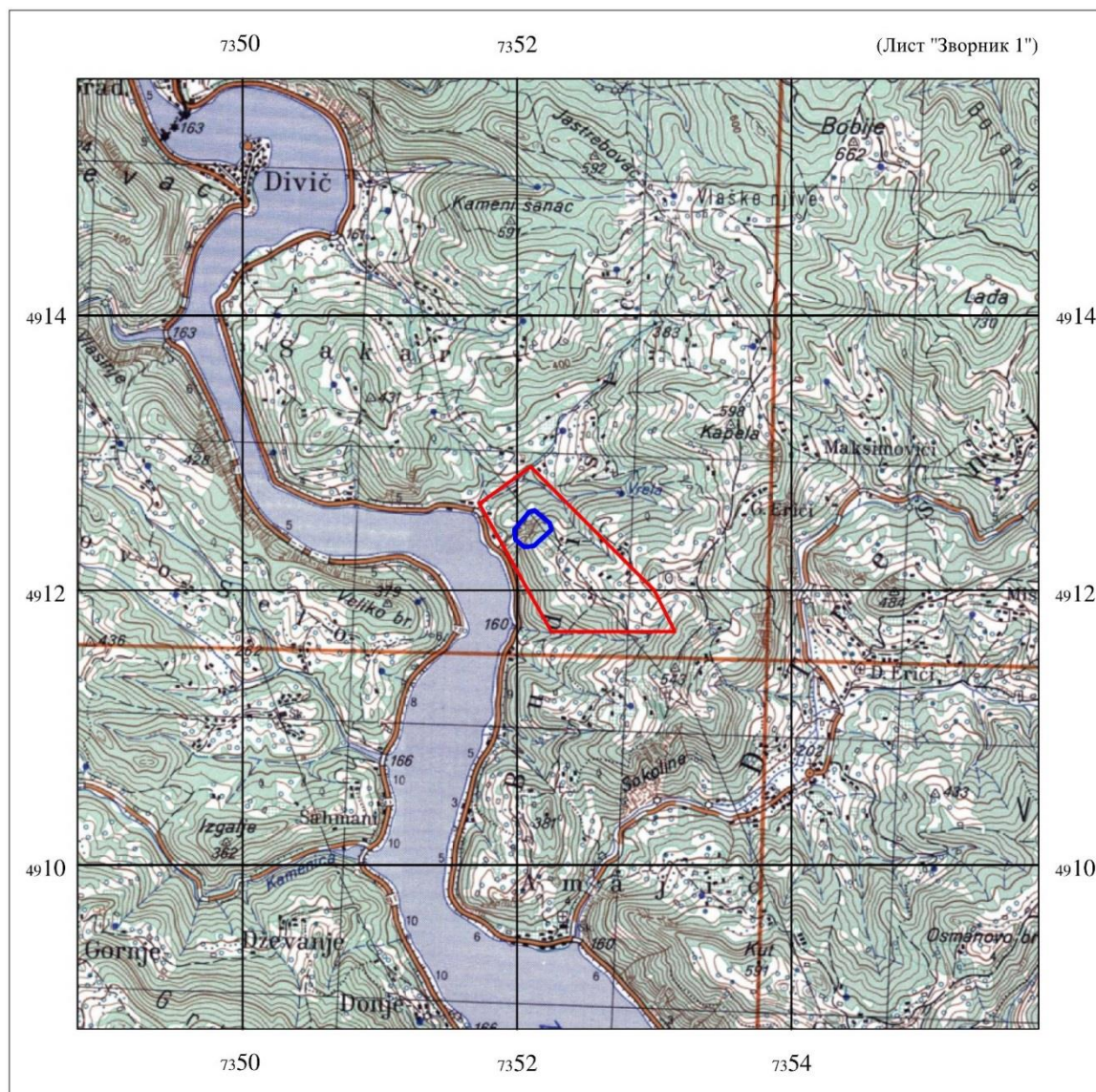
Највећи број извора јавља се на Контакту рекристалисалих кречњака и серије пешчара, глинаца и метапешчара која припада доњем делу теригене серије нерасчлањеног доњег и средњег тријаса. Издашност ових извора варира током године. Већина од њих има стални прилив али неки и пресуше током летњих месеци.

Истраживано лежиште се налази се источно од долине и речног корита реке Дрине, односно акумулационог језера на реци Дрини (Сл. 3). Шире подручје локалитета Црвене стене представља вододелницу између сталних водотокова реке Пљештенице и Борањске реке (Сл.3). Поменути стални водотокови који са својим притокама дренирају шире подручје лежишта формирају дендритични тип дренажне мреже. Сви поменути стални водотокови са својим притокама се уливају у реку Дрину, односно у акумулационо језеро на реци Дрини. Дрина као десна притока реке Саве припада Црноморском сливу.

Шира околина лежишта карактерише се умерено континенталном климом са релативно доста падавина, топлим летима и релативно хладним зимама.

Према десетогодишњем просеку, који је компилиран из публикација "Статистички годишњак Србије од 2010. до 2019. године, просечна годишња количина

падавина на метеоролошкој станици која се налази на Гучеву изнад Лознице, износи 935 mm са доста неравномерном расподелом падавина у току године. Ова референтна метеоролошка станица је најближа истраживаном лежишту.



Сл. 3. Прегледна географска карта ширег подручја лежишта са границама лежишта и истражног простора приближне размере 1:50.000

Максимум падавина је у мају (129,7 mm), октобру (112,5mm) и новембру (110,4mm). Минимум падавина по месецима је у августу (24,9mm), и марту (29,2mm). Број укупних дана са снежним падавинама у десетогодишњем просеку креће се од 17 дана до 62 дана.

Истраживано подручје има правилан ток просечне месечне температуре са максимумом у августу (24,8°), минимумом у јануару (-2,2°) и фебруару (-1,5°). Средња годишња температура у десетогодишњем просеку износи 11,3°.



Апсолутна максимална температура износила је за посматрани период $34,4^{\circ}$ а апсолутна минимална забележена температура износила је $-16,2^{\circ}$. Амплитуда је $50,6^{\circ}$.

Влажност ваздуха је максимална у новембру и мају (80%-90%) а минимална у јулу и августу (55-65%), због мале количине падавина и осетног пораста температуре ваздуха. Просечан број дана са падавинама износи 172. Од тога је 125 кишних дана. Просечан број дана у години када се формира снежни покривач износи 38 дана. Средња вредност воденог талога на годишњем нивоу износи 794,5 mm. Просечан ваздушни притисак има вредност од 991,7 hPa, док је просечна влажност ваздуха током године 72 %.

Од ветрова највећу учесталост има ветар југозападног правца. Јачина ветра југозападног правца најчешће се налази у интервалу од 5m/sec до 10m/sec. Ветрови који дувају са севера су карактеристични за зимске месеце, посебно јануар и фебруар.

Овакви климатски услови не утиче битно на извођење рударских експлоатационих радова током године имајући у виду да се лежиште налази на знатној нижој коти од мерне сатнице на Гучеву. Временски период када се може очекивати да дође до обустављања експлоатације на површинском копу, могућ је током децембра, јануара и фебруара месеца. Процењује се да се за извођење радова на експлоатацији и производњи агрегата кречњака може искористити девет до десет месеци током године.

2.3 ИСТОРИЈАТ И ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАНИЈИХ ИСТРАЖИВАЊА СА ПРЕГЛЕДОМ ПОСТИГНУТИХ РЕЗУЛТАТА

Подаци о геолошким истраживањима на ширем подручју истраживаног лежишта датирају из друге половине деветнаестог века.

Прве податке о развићу палеозојских и мезозојских формација овог дела Западне Србије дао је Ј. Жујовић (1893). Он издваја зоне распрострањења геолошких формација и у оквиру њих врши детаљна рашчлањавања.

Касније С. Урошевић (1903) даје детаљне податке о минералном саставу и врстама стена у околини гранодиоритског масива Борање

В. Симић (1938 и 1957) даје детаљан преглед геолошке грађе и тектонских односа Подриња, почевши од Борање па до северних падина Цера.



Гранити Борање, контактено метаморфне промене седимената у контакту са гранитима и геолошки састав ширег подручја гранитског масива Борање, приказан је у раду С. Карамате (1953). У овом раду се помињу и рекристалисали кречњаци из локалитета Црвене стене .

Најдетаљније податке о геолошкој грађи, структурном склопу и минералним сировинама ширег подручја истражног простора налазимо у тумачу за лист ОГК "Зворник" 1:100 000 (1968).

Просторни положај, геотектонски односи и геолошки састав дринског палеозоица и тријаских творевина на ширем подручју Зворника и овог дела западне Србије, детаљно су описани у једном од најзначајнијих дела српске геолошке литературе "Геологија Србије", Б. Тирић (1996) у којој се помињу и мермерисани кречњаци анизијског ката на подручју Доње Трешњице и Будишића.

Досадашња геолошка истраживања овога подручја обављана су махом у оквиру регионалних и фундаменталних истраживања, које су обухватале проспекцијска геолошка истраживања регионалног карактера, специјалистичка минерагенетска испитивања у оквиру студија, као и истраживања вршена у оквиру израде ОКГ у размери 1:100.000.

Према постојећим подацима детаљна истраживања појединих минералних сировина и грађевинских материјала нису обављана на подручју истражног простора и његове ближе околине.

Геолошка истраживања на ширем подручју истражног лежишта, извођена су махом парцијално у оквиру фундаменталних геолошких истраживања. Малим делом резултати ових истраживања могу да се искористе код примењених геолошких истраживања лежишта кречњака као сировине за ТГК.

Методологија фундаменталних, регионалних истраживања заснивала се на компилацији и анализи архивских података са теренском провером на претходно издвојеним локацијама. Теренска геолошка опажања на локацијама била су праћена одговарајућим опробовањем за различита лабораторијска испитивања. Обим ових истраживања није могуће проценити на основу расположивих података, али је сигурно да је овом регионалним и фундаменталним геолошким истраживањима покривено шире подручје истраживаног лежишта.

Основна геолошка истраживања лежишта металичних минералних сировина углавном су обухватала истраживања треће и четврте етапе. Основна геолошка



истраживања неметала и грађевинских материјала чији се резултати могу користити у детаљнијим истраживањима лежишта кречњака као сировине за техничко грађевински камен, нису обављана на ширем подручју истраживаног лежишта.

Основна геолошка истраживања су углавном била везана за појаве металичних минералних сировина. Обављана су претежно основна истраживања полиметаличних минерализација антимона, олова и цинка у контактної зони борањског гранитског масива. Поред основних геолошких истраживања олова и цинка обављана су и проспекцијска истраживања бакра и гвожђа на Јагодњи и Соколским планинама. Посебно детаљно су вршена проспекцијска истраживања антимона на ширем подручју Завлаке.

У оквиру основних геолошких истраживања рађене су специјалистичке геолошке карте 1:10 000 и геолошки планови у оквиру рудних поља 1:2500 са пратећим истражним радовима и лабораторијским испитивањима. Геолошке проспекције су рађене у размерама 1:50.000. Добијени резултати основних и проспекцијских геолошких истраживања синтетизовани су објављени у стручним извештајима, који се налазе у фондовским материјалима корисника.

Најкомплекснија истраживања регионалног карактера која су обављена на ширем подручју лежишта везана су за израду Основне геолошке карте у размери 1:100.000.

Током израде основне геолошке карте за лист "Зворник" 1:100 000, обухваћен је и део терена на коме је издвојено лежиште кречњака. Израда геолошке карте заснива се на комплексном геолошком картирању у размери 1:25.000, чији се резултати касније интерпретирају по појединим листовима у размери 1:25 000. На основу ових интерпретација израђује се Основна геолошка карта у размери 1:100.000. Током геолошког картирања терена у размери 1:25 000 обављена су литолошка, структуролошка и стратиграфска испитивања одређених литостатиграфских јединица уз инжињерско-геолошка и хидрогеолошка опажања. Минералне сировине су третиране као лежишта и појаве. Одређиване су основне металогенетске, минерагенетске и морфогенетске карактеристике орудњења минералних сировина, метала, неметала и грађевинских материјала.

Резултати који су добијени приликом израде ОГК углавном нису представљали податак који је могуће искористити у детаљнијим истраживањима лежишта кречњака као сировине за техничко грађевински камен.



Детаљнија геолошка истраживања на ширем подручју истраживаног лежишта обављана су на магматским и метаморфним стенама као сировини за техничко-грађевински камен.

Од магматских стена обављана су детаљнија истраживања: гранодиорита, гранита и андезита. Гранодиорити су испитивани на локалитетима: "Ставе", "Окука", "Радаљска бања", "Равнаја", "Раскршће", "Црни Вир". Гранити су истраживани на локалитету "Црни Радаљ", а андезити на локалитету "Голо брдо".

Детаљна геолошка истраживања мермера су извођена у лежишту мермера "Бучевски поток" које се налази југоисточно од Малог Зворника. Лежиште "Бучевски поток" удаљено је од Малог Зворника око 0,8km. Продуктивна серија лежишта је изграђена од слојевитих сивих до светлосивих мермера. Основни параметри квалитета камена и агрегата мермера приказани су у табели бр.2, (С. Цмиљанић 1983):

Табела 2. Компилирани параметри квалитета мермера у лежишту ТГК "Бучевски поток"

ТЕХНИЧКА СВОЈСТВА МЕРМЕРА И АГРЕГАТА КАО Т.Г.К.		
Број	ВРСТА АНАЛИЗА	ПРОСЕК
1.	Запреминска маса (kg/m ³) JUS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порима и шупљинама - апсолутна порозност (%)	2,72 2,68 1,5
2.	Упијање воде (%) JUS. B.B8.010	0,13
3.	Чврстоћа на притисак (МПа) JUS. B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после дејства мраза	124 127 112
4.	Отпорност на хабање стругањем по Бемеу (cm ³ /50 cm ²) JUS. B.B8.015	26,0
5.	Постојаност на мразу JUS. B.B8.001	ПОСТОЈАН
6.	Садржај (%) JUS B.B8.042: - сулфида, S ² - сулфата, обрач. као SO ₄	траг 0,03
ТЕХНИЧКА СВОЈСТВА АГРЕГАТА		
9.	Упијање воде (%) - туцаника	0,75-0,83
10.	Отпорност на динамичке ударе и хабање трењем Лос Анђелес тест (%) JUS B.B8.045 - "Б" градација	27,6
18.	Отпорност на деловање мраза (Na ₂ SO ₄) (%) JUS B.B8.044 - агрегат - туцаник	4,2 3,2
24.	Прионљивост са битуменом (%/%) JUS U.M8.096	100/90

Мермер из лежишта "Бучевски поток" се може употребити за израду механички стабилизаних доњих и горњих носећих слојева коловозне конструкције, цемент бетона, набачаја, насипа, испуна и као камен за зидање и облагање.

Поред мермера у лежишту "Бучевски поток", истраживани су детаљније и мермери у локалитетима "Склоп", "Грабик", "Маљетовац", "Каменита девојка" и "Зорића мајдан". На локалитетима "Орловина" и "Бршљановача" су истраживане мермерне брече.



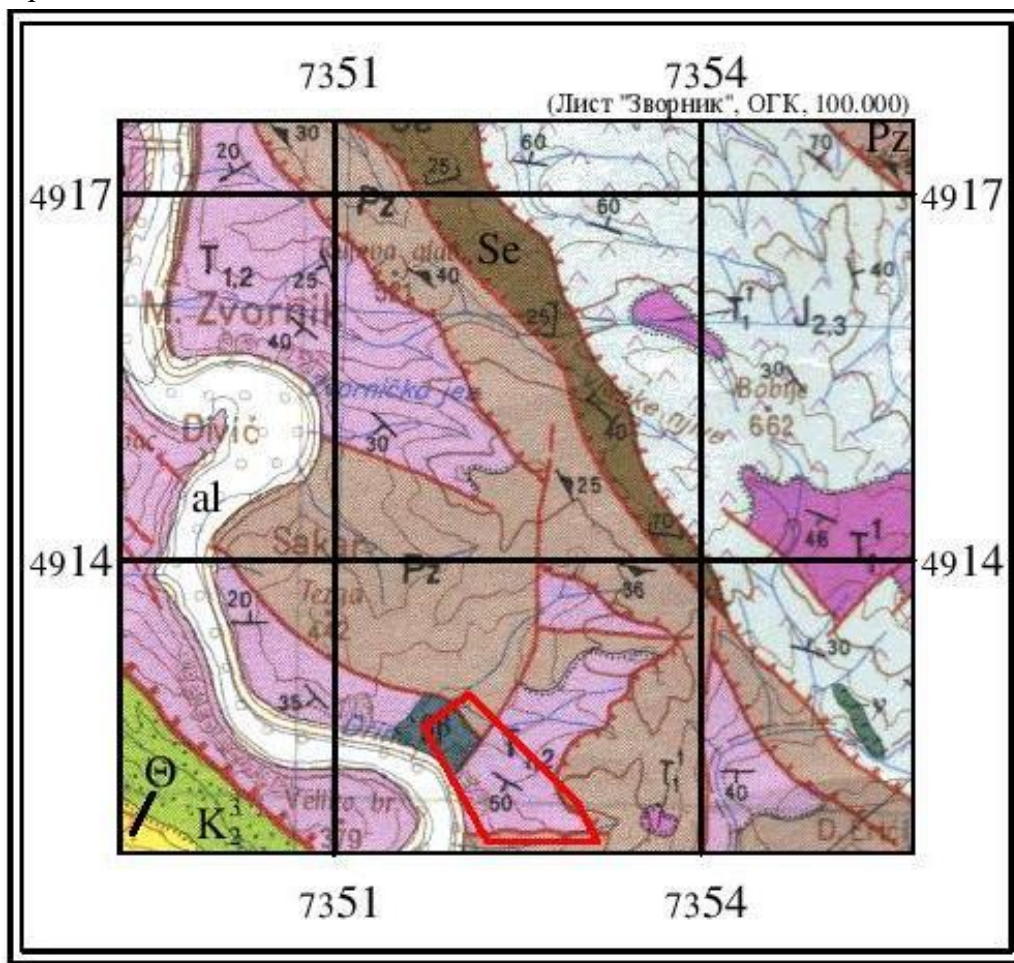
2.4 ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ЛЕЖИШТА

Истраживано лежиште, шире посматрано, налази се у рекристалисалим кречњацима нерасчлањена теригене серије доњег и средњег тријаса, која је издвојена у тумачу ОГК, лист Зворник 1:100 000 као "Зворничка серија".

Најстарије творевине на ширем подручју лежишта су представљене су метаморфитима палеозојске старости, који су издвојене као дрински палеозоик (Pz). Према суперпозиционим односима са кречњацима горњег карбона у западној Србији, метаморфити би могли припадати доњем и делом средњем карбону. На ширем подручју лежишта палеозојски метаморфити су претежно навучени преко тријаских седимената. Метаморфна серија дринског палеозоика изграђена је претежно од филита, који се смењују са алевролитским шкриљцима и метапешчарима. У минералном саставу филита доминира кварц, мусковит и хлорит. Структура филита је хомеобластична са прелазима у хетеробластичну. Текстура је шкриљава. Алевролитски шкриљци по минералном саставу су слични филитима. Кварц је знатно више заступљен код алевролитских шкриљаца у односу на филите. У алевролитским матриксу присутна је угљевито-графитична материја. Структура и текстура им је готово иста као и код филита. Метапешчари у односу на алевролитске шкриљце су знатно мање заступљени. Метапешчари су изграђени од кварца, мусковита, серицита, фелдспата, хлорита и подређено карбоната. Фелдспати су често потпуно трансформисани у серицит и кварц. Као акцесорни састојци констатовани су епидот, турмалин, титаномagnetит и леукоксен. Знатно ређи су рутил и циркон. Структура је бластопсамитска, а текстура масивна до тракаста.

Дискордантно преко палеозојских метаморфита леже теригени седименти доњег тријаса (T_1^1). Теригена серија доњег тријаса изграђена је од пешчара са којима се смењују алевролити карактеристичне црвене боје и подређено кварцни конгломерати. Пешчари одговарају субграувакама, делом прелазе и у кварцне пешчаре. Пешчари су махом ситнозрни. Изграђени су од минерала кварца, мусковита и подређено фелдспата. Везиво је карбонатно. Од акцесорних минерала констатовани су турмалин, циркон, епидот и металични минерали. Алевролити су изграђени од кварца, подређено мусковита и фелдспата. Матрикс је глиновито-силицијски са мало карбоната. Глиновита материја је рекристалисала и већим делом претворена у

кварцно-серицитску масу. Кварцни конгломерати су по минералном саставу слични пешчарима.



Сл. 4. Прегледна геолошка карта ширег подручја лежишта са легендом 1:100 000

Конкордантно преко доњетријаске серије лежи седиментна серија нерасчлањеног доњег и средњег тријаса ($T_{1,2}$). Почиње са глиновитим шкрљцима који сигурно припадају доњем тријасу па се преко кварцита, метапешчара и пешчара завршава рекристалисалим кречњацима, који највероватније по старости припадају средњем тријасу. Ова серија нерасчлањеног доњег и средњег тријаса је издвојена као "Зворничка серија". Серија почиње са кварцитима, преко којих конкордантно леже глинци љубичасте и зелене боје, пешчари и метапешчари смеђе до тамносмеђе боје, у којима се срећу прослојци слојевитих, кристалистих кречњака. Преко овог дела серије леже плочасти кречњаци који прелазе у масивне рекристалисале кречњаке чија дебелина варира од 150-200 метара. У овим рекристалисалим кречњацима налази се истраживано лежиште.

Дискордантно преко рекристалисалих и банковитих кречњака "Зворничке



серије" леже творевине јурске дијабаз-рожначке формације ($J_{2,3}$). У оквиру дијабаз рожначке формације највеће распрострањење имају седиментни чланови. Седиментни део дијабаз рожначке формације изграђен је од пешчара, рожнаца, глинца, подређено кречњака и кварцита. Од магматских чланова дијабаз рожначке формације издвојени су серпентинити, односно серпентинисани перидотити, габрови дијабази и родингити. Уз контакт са гранитима констатовани су амфиболски шкриљци.

Од магматских чланова дијабаз рожначке формације најзаступљенији су серпентинити (Se), односно интезивно серпентинисани перидотити.

Највећи серпентинитски масив издвојен је североисточно од истраживаног лежишта (Сл.4).

Серпентини су најчешће шкриљави и бречастии, ређе масивни. Претежно су интезивно алтерисани, где су процеси карбонатизације и силификације најчешћи. Чести су и остаци коре распадања у серпентинитима који су представљени секундарним карбонатима, силификованим серпентинитима, калцедоном и опалом. Присуство бастита у серпентинитима указује на серпентинизацију харцбургитских варијетета перидотита.

Дијабази ($\beta\beta$) су знатно мање заступљени у дијабаз-рожначкој формацији у односу на серпентинисане перидотите, односно серпентините. Изграђени су од плагиокласа и секундарног амфибола, моноклиничних пироксена, и понегде оливина, затим хлорита и акцесорног леукоксена. Дијабази имају офитску структуру. Са дијабазима се често јављају и родингити, стене светло зеленкасте боје са зрнастом габровском структуром. Садрже крупна нагомилања ситнозрног хидрогранита, а у међупросторима су запуњени епидотом, цојситом и ређе хлоритом, са мало секундарног амфибола.

Мање масе габрова су издвојене у оквиру седиментних чланова дијабаз-рожначке формације (v). Налазе се источно од истраживаног лежишта на јужним падинама Бобије (Сл.4). Изграђени су од потпуно сосиритисаног или пренитисаног плагиокласа (битовнита) са ретким остацима примарног минерала; моноклинични пироксен је у мањем или већем степену уралитисан или трансформисан у хлорит.

Преко јурских творевина дијабаз-рожначке формације, на левој обали реке Дрине, леже дискордантно теригени седименти сенона (K_2^3). Сенонски седименти изграђени су махом од средњезрних пешчара, који се смењују са ситнозрним лискуновитим пешчарима и вапновитим пешчарима. У бази серије пешчара јављају се банковити, ређе слојевити кречњаци који се бочно смењују са песковитим



кречњацима, и лапоровитим пешчарима. Пешчари поред кварца као главног састојка, садрже и нешто већу количину фелдспата, фрагменте метаморфних и магматских стена.

Дискордантно преко сенонских пешчара на западним падинама Великог брда на левој обали Дрине издвојени су пирокластички (Θ). Пирокластички су миоценске старости. Представљени су углавном туфовима, мањим делом вулканским агломератима.

У долини реке Дрине издвојене су алувијални неvezани седименти квартарне старости (al). Алувијални седименти су изграђени од шљункова, делом пескова са прослојцима суглина. Дебљина алувијалних седимената варира од 20-30 m.

Шире подручје истраживаног лежишта се налази у оквиру геотектонске јединице дринског антклинаријума у чијем се језгру налазе метаморфити дринског палеозоика. Шире подручје истраживаног лежишта налази се одређеном делу дринског антиклиноријума, који припада нижој геотектонској јединици, издвојеној као "зворничка зона раседања и краљуштања". У оквиру ове геотектонске јединице палеозојске творевине су навучене преко тријаских у смеру југозапада. Контакт са дијабаз-рожном формацијом са "зворничком серијом" северно и североисточно од лежишта је тектонског карактера.

Ова "Зворничка зона раседања и краљуштања" се на истоку наслања на геотектонску јединицу издвојену као "Зона Борање". Северозападна граница према неогену Хоче је тектонског карактера. Односно представља систем разломних структура пружања СЗ-ЈИ са израженим гравитационим кретањима.

Основно обележје "Зворничке зоне раседања и краљуштања" је знатно већи кристалинитет свих тријаских седимената који изграђују "зворничку серију". Релативно повећан кристалинитет је последица интензивних тектонских покрета. Дислокацијама правца пружања ЗСЗ -ИЈИ, које имају регионални карактер, издвојено је неколико тектонских блокова у оквиру "Зворничке серије". Ове дислокације имају реверсан карактер. Дуж њих је цела "Зворничка серија" навучена преко јурских серпентинита и горњокредних, кластичних стена у смеру југозапада.

Процеси најинтензивнијег набирања у оквиру метаморфног комплекса везани су највероватније за почетак херцинске орогенезе. У каснијим орогеним фазама, највероватније у старијим фазама алпске орогенезе, када се тектонски транспорт обављао дуж формираних разломних зона, тектонски склоп је постао комплекснији.



Истраживања и експлоатација минералних сировина на ширем подручје лежишта углавном се односила на металична лежишта олова и цинка, антимона, гвожђа и бакра. Највећи број лежишта метала налази се у подручју гранодиоритског масива Борање. У овој металогенетској области се запажа јасно изражена зонарност распореда лежишта појединих металичних минералних сировина. Уз контакт гранодиорита са палеозојским шкриљцима и кречњацима створена су скарновска лежишта са магнетитом и халкопиритом. На ту зону се бочно наставља зона минерализације олова и цинка, док су лежишта антимона размештена око зоне са олово-цинковим парагенезама. У контактної зони Борањског гранодиоритског масива, на контакту гранодиорита са кречњацима и шкриљцима образована су и скарновска лежишта гвожђа. Основни минерал је магнетит. Рудна тела су мала, неправилног до сочивастиг облика и локализована су у скарновима или у мермерима.

Лежишта и појаве олово-цинкових руда настале су у постмагматском стадијуму терцијарног магматизма. Минерализација је локализована у средње карбонским кречњацима, кречњацима доњег тријаса и кречњацима и доломитима средњег тријаса. Рудна тела су најчешће везана за руптуре, ретко за шарнире антиформних структура.

Појава и лежишта Pb-Zn руде налазе се у северном, источном и западном делу Борањског масива. Појаве и лежишта антимона су концентрисана у широј околини Зајаче. Рудна тела су типично метасоматска, а економски значајне концентрације антимонске руде се налазе у силификованим средњекрабонским (Зајача и Костајник) или доњетријаским кречњацима (Брасина). Рудна тела су неправилног до сочивастиг облика, ређе се јављају у виду рудних жица, са врло променљивим контурама, величинама и рудним површинама. Лежишта антимона се претежно одликују скоро монометаличном минералном асоцијацијом. Руда је најчешће изграђена од кварца и антимона који је често трансформисан у валентинит, сенармонит, кермезит и друге оксиде. Подређени су калцит, барит, пирит, сулфосоли антимона и сулфиди олова и цинка. Према минералним парагенезама и сукцесивним односима рудних и нерудних минерала лежишта су нискотемпературног хидротермалног порекла.

Као што је у претходном поглављу поменуто на ширем подручју истраживаног лежишта обављана су и детаљнија геолошка истраживања магматских и метаморфних стена као сировине за техничко-грађевински камен.



Од магматских стена обављана су детаљнија истраживања: гранодиорита, гранита и андезита. Гранодиорити су испитивани на локалитетима: "Ставе", "Окука", "Радаљска бања", "Равнаја", "Раскршће" и "Црни Вир". Гранити су истраживани на локалитету "Црни Радаљ", а андезити на локалитету "Голо брдо".

Детаљна геолошка истраживања мермера су извођена у лежишту мермера "Бучевски поток" које се налази југоисточно од Малог Зворника. Продуктивна серија лежишта је изграђена од слојевитих сивих до светлосивих мермера. Мермер се може употребити за израду: механички стабилизованих доњих и горњих носећих слојева коловозне конструкције, цемент бетона, набачаја, насипа, испуна и као камен за зидања и облагања.

Поред мермера у лежишту "Бучевски поток", истраживани су детаљније и мермери у локалитетима "Склоп", "Грабик", "Маљетовац", "Каменита девојка" и "Зорића мајдан". На локалитетима "Орловина" и "Бршљановача" су истраживане мермерне брече.

Са минерагенетског аспекта од грађевинских материјала најпотенцијалнија минерална сировина су кречњаци и рекристалисали кречњаци горњег дела "Зворничке серије", као и кречњаци ладинског ката који се налазе у подручју доње Борине, северно од истраживаног лежишта.

3 ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Геолошке карактеристике лежишта утврђене су током израде геолошког плана лежишта у размери 1:1000, картирања истражних бушотина, картирања отворених профила и истражних раскопа у размери 1:100 са пратећим инжињерско-геолошким и хидрогеолошким испитивањима као и коришћењем резултата различитих лабораторијских испитивања.

Терен на коме је истраживано лежиште изграђено је претежно од банака и банковитих слојева рекристалисалих кречњака и подређено кречњачких бреча продуктивне серије лежишта, који по старости припадају нерасчлањеном делу доњег и средњег тријаса, односно претходно поменутој "Зворничкој серији". У подини продуктивне серије рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча налази се теригена серија пешчара и метапешчара доњег дела "Зворничке серије", која је конкордантна са



рекристалисалим кречњацима продуктивне серије лежишта. Седименти "Зворничке серије" леже дискордантно преко метаморфита дринског палеозоица. На северном делу истраживаног терена у оквиру кога је оконтурено лежиште, метаморфити палеозоица су у навучени преко рекристалисалих кречњака. Изнад серије рекристалисалих кречњака на истраживаном делу терена, северозападно од контура истраживаног лежишта, констатовани су дијабази из јурске дијабаз рожначке формације, који леже дискордантно преко рекристалисалих кречњака "Зворничке серије".

3.1 ГЕОЛОШКА ГРАЂА ЛЕЖИШТА

Детаљним истраживањима лежишта кречњака као сировине за ТГК на локалитету Црвене стене у селу Будишић утврђена је геолошка грађа лежишта, односно грађа продуктивне серије лежишта као и непосредна подина, односно повлата лежишта. Као што је поменуто, геолошка грађа лежишта, односно геолошка грађа продуктивне серије лежишта, истраживана је током израде детаљног плана лежишта, истражног бушења и истражног раскопавања са пратећим лабораторијским испитивањима.

Истраживани део продуктивне серије лежишта, односно део терена, обухваћен геолошким планом лежишта 1:1.000, изграђен је највећим делом од банака и банковитих слојева рекристалисалих кречњака и подређено кречњачких бреча. У подини продуктивне серије лежишта се налази теригена серија пешчара и метапешчара која је у конкордантним односима са продуктивном серијом лежишта. Продуктивна серија лежишта и теригена серија пешчара и метапешчара, тријаске старости лежи дискордантно преко метаморфита дринског палеозоица. Повлату продуктивне серије представљају алтерисани дијабази из дијабаз-рожначке формације, јурске старости. На северним деловима истраживаног терена метаморфити палеозоица су навучени преко рекристалисалих кречњака продуктивне серије и дијабаза из дијабаз-рожначке формације. (прилог бр. 3).

Истраживана продуктивна серија лежишта кречњака припада карбонатном комплексу "Зворничке серије", односно горњем делу серије чија је старост одређена као нерасчлањени доњи и средњи тријас.



Резултати добијени током израде геолошког плана лежишта и током реализације истражних радова, уз пратећа лабораторијска испитивања, омогућили су издвајање различитих литостатиграфских јединица, где продуктивна серија лежишта представља јединствену литостатиграфску јединицу. Издвојене литостатиграфске јединице представљале су картиране јединице, које су коришћене приликом израде и интерпретације геолошког плана лежишта, геолошких профила, планова раскопа, картирања и опробовања истражних бушотина, као и дефинисања литолошких и минерагенетских карактеристика истраживане продуктивне серије лежишта.

Критеријум за издвајање литостратиграфских јединица у оквиру дела терена на коме је урађен геолошки план лежишта на површини терена већој од контура лежишта, прилагођен је минералној сировини која је истраживана, односно просторном положају продуктивне серије кречњака, подини и повлати продуктивне серије и морфогенетским карактеристикама лежишта. Литостратиграфска јединица којом је обухваћена продуктивна серија лежишта издвојена је према литолошком саставу продуктивне серија лежишта и основним минерагенетским критеријумима за седиментна лежишта техничко грађевинског камена. Од минерагентских карактеристика најзначајнији су били начин појављивања кречњака у продуктивној серији, што се пре свега односи на дебљину слојева у продуктивној серији (слојеви, банковити слојеви, банци), текстуре кречњачких седимената, степена рекристализације, структурног склопа, степена тектонске оштећености кречњачких седимената и интензитета подземне и површинске карстификације варијетета кречњака у оквиру истраживаног лежишта.

Према генералном положају који заузимају у литостратиграфском стубу истраживаног дела терена, најстарија литостратиграфска јединица представљена је метаморфитима дринског палеозоица, чија би старост по појединим ауторима одговарала нерасчлањеном визеском и намирском кату доњег и средњег карбона. Дискордантно преко метаморфита налазе се седименти "Зворничке серије", који почињу теригеном серијом пешчара и метапешчара а завршавају се кречњачким бречама и рекристалисалим банковитим кречњацима у којима је издвојено лежиште у локалитету Црвене стене. Старост "Зворничке серије" одређена је као нерасчлањени доњи и средњи тријас. Дискордантно преко седимената "Зворничке серије" леже дијабази из дијабаз-рожначке формације, јурске старости.

Издвојене литостатиграфске јединице представљале су картиране јединице, које су коришћене приликом израде и интерпретације геолошког плана лежишта,



геолошких профила, картирања и опробовања истражних бушотина, као и дефинисања продуктивне серије лежишта, његове подине и повлате.

Делувијалне творевине нису издвајане током израде геолошког плана лежишта 1:1000 и нису интерпретиране на геолошком плану лежишта као посебна картирана јединица. Делувијални седименти представљени су заглињеном, претежно кречњачком дробином која представља дефинитивну јаловину лежишта. Делувијалне творевине нису издвајане на геолошком плану због релативно мале дебљине и приказа распрострањења, карактера граница, минерагенетских и структурних елемената продуктивне серије лежишта.

Распрострањење делувијалних творевина на површини терена у подручју истраживаног лежишта, није континуирано. Делувијални седименти на основу резултата истражног бушења и раскопавања, интерпретирани су на геолошким профилима лежишта, ради сагледавања дебљине површинске јаловине (прилози бр.8, 9 и 10). Дебљина заглињене кречњачке дробине варира од 0,6m у раскопима до 3,8m у бушотини В-2. Просечна дебљина површинске јаловине, добијена на основу истражних радова износи око 1,5 метар.

Најстарија литостратиграфска јединица на истраживаном делу терена, где је оконтурено лежиште кречњака, налази се у подини продуктивне серије. Изграђена је од метаморфита дринског палеозоица.

Метаморфна серија у подручју лежишта је изграђена је доминантно од филита и малим делом од аргилофилита. Издвојена литостратиграфска јединица, изграђена од метаморфита, представља посебну картирану јединицу (**Pz**).

-Филити имају највеће распрострањење у метаморфној серији. Филити су претежно светлосмеђе боје са прелазима у светлосиву. Текстура филита је изразито шкриљава. Филити су изграђени од серицита, кварца, хлорита, подређено албита и сагениа. Од акцесорних минерала констатовани су турмалин, циркон и рутил. Структура филита је лепидобластична са прелазом у гранобластичну.

Према доступним резултатима петролошких испитивања филити су настали метаморфозом глиновито алевролитских седимената. Филити би по степено метаморфизма припадали фацији зелених шкриљаца.

-У метаморфитима истраживаног дела терена филити се смењују са тамносивим аргилофилитима, који су знатно мање заступљени у метаморфитима истраживаног терена. Аргилофилити су сиве до тамносиве боје, што највећим делом зависи од садржаја графитичне материје у аргилофилитима. Текстура је изразито шкриљава.



По минералном саставу и структури филити и аргилофилити су врло слични. Аргилофилити су изграђени од серицита, хлорита и кварца, који су измешани, ређе ситних зрна кластичног кварца, искрзаних лиски обезбојеног биотита и акцесорног циркона, апатита, сагенита, рутила и непровидних металичних минерала. Количина графитичне материје, која је увек присутна, варира од акцесорног састојка до основног минерала. Структуре су лепидобластичне, углавном планпаралелне, ретко микро плисиране.

Аргилофилити су настали вероватно метаморфозом пелитских и алевролитских седимената. Филити би постепено метаморфизма припадали фацији зелених шкриљаца.

Дискордантно преко метаморфита леже седименти "Зворничке серије". На истраживаном делу терена у доњем делу "Зворничке серије" издвојени су теригени седименти, где се смењују пешчари и метапешчари. Теригена серија пешчара и подређено метапешчара издвојена је као посебна литостратиграфска јединица (¹T_{1,2}).

-У оквиру теригене серије доминантни су пешчари. Пешчари су претежно крупнозрни и светло смеђе су боје. Једри су и компактни. Обично се јављају у банковитим слојевима

Изграђени су од валутака кварца, кварцита, нискокристастих шкриљаца и ретко рожнаца, фелдспата и лискуна. Матрикс пешчара је изграђен од непромењене илитске материје, кварца, серицита и хлорита. Структура је псамитска а текстура масивна.

-Метапешчари се јављају као слојевите стене. Боје су претежно сиве. Једри су и компактни. Слабо реагује са хладном 10% HCl.

Изграђени су од кварца мусковита, серицита, фелдспата, хлорита. Фелдспати су често трансформисани у серицит и кварц. Величина зрна у просеку износи се око 0,1 mm. У матриксу стене присутан је лимонитисани карбонат. Акцесорни састојци су епидот, турмалин, титаномагнетит, леуоксен, рутил и циркон. Структура метапешчара је бластопсамитска. Текстура је масивна са прелазима у окцасту.

Дебљина ове теригене серије пешчара и подређено метапешчара у подручју лежишта варира од 40-60 метара.

Конкордантно преко теригене серије пешчара и метапешчара леже рекристалисали кречњаци продуктивне серије (²T_{1,2}). Најчешће се јављају као банци и банковити слојеви. Дебљина банака варира од 2-7 метара а банковитих слојева од 1-2 метра. Боја рекристалисалих кречњака варира од светлосиве, светло смеђе до сиве

(Сл.5). Кречњаци су ситно кристаласти. Бурно реагују са хладном 10% HCl. Прслине и пукотине у рекристалисалим кречњацима запуњене су секундарним калцитом, који је делом лимонитисан.



У минералном саставу рекристалисалих кречњака доминира калцит. Доломит се јавља у рекристалисалим кречњацима као споредан минерал. Методом комплексометријске анализе одређено је да садржај доломита у испитиваним узорцима на којима су урађена микроскопска петролошка испитивања, варира од 1,80% до 4,63%. У просеку садржај доломитске компоненте рекристалисалим кречњацима износи 2,70%, што указује на услове седиментације приликом настанка кречњака пре процеса рекристализације. Процес рекристализације је нарушио примарну структуру кречњачких седимената. На интензитет рекристализације указује секторско и таласасто помрачење калцита што је последица дејства притиска. Кристали калцита показују претежно оријентацију кристала у једној равни, која је вероватно управна на дејство притиска. Везиво у рекристалисалим кречњацима изграђено је од ситно кристалистих зрна калцита који су зупчасто срасли и ређе ситних зрна доломита. Поред калцита и доломита ретко су констатована и зрна кварца.

Структура стене је претежно кристаласта са прелазима у микрокристаласту. Текстура је масивна.

Према резултатима микроскопских петролошких испитивања и урађене комплексометрије, протолити рекристалисалих кречњака су вероватно били биомикритски кречњаци.

Кречњачке брече у оквиру продуктивне серије лежишта су знатно мање заступљене у односу на рекристалисале кречњаке. Брече су претежно светло сиве боје. Бурно реагују са хладном 10% HCl, што указује да су фрагменти и везиво изграђени претежно од калцита. Кречњачке брече су једре и компактне. У кречњачким бречама су запажени и стилолити, који прате слојевитост.

Кречњачке брече су изграђене од фрагмената кречњака, који су делом рекристалисали. Констатовани су и појединачни фрагменти кварца. Димензије ових

фрагмената варирају од неколико милиметара до највише пар центиметара. Фрагменти су несортирани, угласти и слабо заобљени. Матрикс кречњачких бреча је изграђен од ситнокристаластог калцита и мањим делом од ситнокристаластог доломита. Прслине и пукотине, милиметарских дебљина, запуњене су секундарним крупнозрним калцитом, а неке од њих су настале дуж примарних стилолитских шавова.



Сл. 6. Картни канал са локалним проширењем, метарских димензија

Структура кречњачких бреча са доломитским везивом је у основи микрокристаласта. Текстура је изразито бречаста.

Продуктивна серија лежишта, која је представљена издвојеном литостратиграфском јединицом изграђеном од рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча у појединим деловима лежишта је

интензивније карстификована. Карстификација је површинска и подземна. Карстификација је предиспонирана литогеним факторима и интензитетом тектонског транспорта. Интензитет тектонског транспорта се односи на формирање руптурног склопа у одређеним фазама тектонског обликовања терена, који је у највећем броју случајева представљао основну предиспозицију за каснији интензитет процеса карстификације. Карстификација у рекристалисалим кречњацима је релативно мањег интензитета у односу на кречњачке брече.

Облици површинске карстификација су шкрапе и вртаче. Шкрапе су површински крашки облици дециметарских до метарских величина. Констатовано је и неколико мањих вртача декаметарских размера.

Подземни крашки облици представљени су најчешће кавернама дециметарских димензија и каналима са локалним проширењима метарских димензија (Сл. 6). Каверне а посебно канали су обично запуњени црвеном глином са уклопцима кречњака.

Издвојена литостратиграфска јединица која се налази у горњем делу "Зворничке серије" у суштини представља продуктивну серију лежишта. Дебљина ове литостатиграфске јединице изграђене од рекристалисалих кречњака и подређено кречњачких бреча варира у подручју лежишта од 150-200 метара.



Дискордантно преко седимената доњег и средњег тријаса, обухватајући и продуктивну серију лежишта, издвојене су творевине дијабаз-рожначке формације. На истраживаном делу терена оне су представљене интензивно алтерисаним дијабазима (**ββ J_{2,3}**).

Дијабази су издвојени на крајњем северозападном делу истраживаног терена. Удаљени су од контура истраживаног лежишта око 100 метара ка северозападу. Дијабази су зеленкасто сиве боје. Интензивно су алтерисани. Слабо реагују са хладном 10% HCl.

У минералном саставу дијабаза доминира интермедијарни плагиоклас, аугит и ређе епидот и оливин. Од секундарних минерала најчешће се јавља хлорит. У прслинама и пукотинама се претежно јавља пренит. Консатовани су металични минерали од којих су најзаступљенији титанови минерали, илменит и титаномагнетит. Алтерација је везана за процес хлоритизације и карбонитизације. Структура дијабаза је офитска а текстура масивна.

Преко свих издвојених литостатиграфских јединица дискордантно леже квартарни седименти, који углавном припадају **делувијуму**. Њихово распрострањење на површини терена није континуирано. Делувијалним седиментима је покривено око 2/3 истраживаног терена. Дебљина ових квартарних творевина варира од неколико дециметара до максимално 3,8m. Просечна дебљина делувијалних творевина износи око 1,5 метар. Делувијални седименти су изграђени од заглињене, невезане стенске дробине. У зони лежишта су изграђене од заглињене невезане кречњачке дробине. Представљају површинску јаловину лежишта. Квартарне творевине су издвајане током картирања истражних радова. Приказане су на геолошким и обрачунским профилима као и на плановима и профилима раскопа.

3.2 ОПИС ЛЕЖИШТА

Истраживано лежиште се налази у једној комплексној пликативној синформној структури, која је накнадно тектонски измењена и просторно редукована раседима, краљуштима и навлакама што је утицало на издвајање тектонске јединице означене као "зворничка зона раседања и краљуштања" на ширем подручју лежишта. Лежиште је издвојено у горњем пакету "Зворничке серије", која је у целости изграђена од карбонатних седиментних стена.



Продуктивна серија лежишта је изграђена од банковитих слојева, банака и ретко слојева рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча. Продуктивна серија лежишта представља горњи део карбонатне серије која по старости припада нерасчлањеном доњем и средњем тријасу. Подину кречњачке серије у којој је оконтурено лежиште представља конкордантна серија пешчара и метапешчара, која лежи дискордантно преко метаморфита дринског палеозоика и по старости припада нерасчлањеном доњем и средњем тријасу као и продуктивна серија лежишта. Истраживано лежиште се налази у северном делу кречњачке серије у подручју локалитета Црвене стене на западним падинама Бобије (прилог бр.1).

Распрострањене у континуитету потенцијалне кречњачке серије на ширем простору лежишта, између реке Дрине и метаморфита палеозоика износи око $1,1 \text{ km}^2$, што знатно превазилази контуре истраживаног лежишта. Просечна дебљина кречњачке серије у горњем делу "Зворничке серије" где је издвојено лежиште, према литературним подацима варира од 150m до 200m.

Процењене потенцијалне резерве кречњака као квалитетне сировине за ТГК, добијене геолошким методама, које се налазе испод оконтурених билансних резерви и на ширем подручју лежишта са распрострањењем на процењеној површини од $1,1 \text{ km}^2$ са просечном дебљином кречњачке серије од око 25m, износиле би укупно око $30.000.000 \text{ m}^3$ потенцијалних резерви (Ц₂ и Д₁ потенцијална категорија резерви).

Контуре лежишта по правцу СЗ-ЈИ износе приближно 190 m а по правцу ЈЗ-СИ износе приближно 250 m. Северозападна и југоисточна граница лежишта базирана је на урађеним истражним радовима. Контуре лежишта ка североистоку и југозападу дефинисане су границом екстраполованих резерви (прилог бр. 3 и12).

Оконтурено лежиште захвата површину од око 4,6 хектара са средњом дебљином корисне супстанце од око 35 метара.

Продуктивна серија обухвата све банковите слојеве, банке и ретко слојеве рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча који се налазе испод релативно танког делувилног наноса на површини терена од просечних 2 m и завршних кота истражних раскопа и истражних бушотина чије вредности варирају између 240m и 284m.

Лежиште припада групи егзогених лежишта. Према генетској класификацији лежиште припада седиментном типу.

Облик рудног тела према контурама, које су дефинисане истражним радовима и границама екстраполованих резерви, генерално је паралелопипедно. Дужина



оконтуреног рудног тела у оквиру кога су утврђене билансне геолошке резерве, већа је по правцу ЈЗ-СИ за око 60 m од дужине по правцу СЗ-ЈИ а за приближно 8 пута је већа од просечне дебљине истражене продуктивне серије лежишта (прилог бр.12 и 13).

Површинска јаловина коју представља делувилални нанос изграђен углавном од заглињене кречњачке дробине, покрива у континуитету око $\frac{2}{3}$. укупне површине лежишта, односно контура билансних резерви. Просечна дебљина делувилалне јаловине износи око 1,5 m. Детаљним истражним радовима лежиште је дефинисано до степена истражености Б и Ц₁ категорије.

Према Правилнику о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ бр. 53/79), истраживано лежиште кречњака, као сировина за техничко-грађевински камен, са наведеним карактеристикама у погледу генетског типа лежишта, величине лежишта, дебљине продуктивне серије и квалитета сировине, сврстано је у прву групу и прву подгрупу лежишта техничко-грађевинског камена са резервама до 3.000.000m³.

Према изнетим параметрима (величина лежишта, средња дебљина корисне минералне сировине и укупне резерве минералне сировине), лежиште кречњака као сировина за техничко грађевински камен у локалитету Црвене стене код Малог Зворника, спада у групу лежишта ТГК средње величине, која ће се експлоатисати површинским копом брдског типа.

Имајући у виду морфологију терена, насељеност шире околине лежишта, врсте и прираст шумске вегетације, планирани најнижи ниво експлоатације, карактеристике стенске масе и њен минерални састав, експлоатација лежишта треба да буде врло профитабилна и са еколошког аспекта безбедна по животну средину.

Треба имати у виду и врло значајни економски аспект локације лежишта, који омогућава врло повољан и јефтин транспорт камених агрегата дринском магистралом Бајина башта-Зворник-Лозница-Сремска Митровица до бројних потрошача у северозападном делу Србије и североисточном делу Републике Српске на подручју Подриња, Посавине, Семберије, Мачве, Срема и Бачке.



3.3 ГЕНЕЗА ЛЕЖИШТА

Генеza лежишта које је највећим делом изграђено од рекристалисалих кречњачких седимената, дефинисана је у највећој мери постдијагенетским променама насталим највероватније у тектомагматском циклусу младокимријске или аустријске фазе алпске орогенезе

Према резултатима петролошких испитивања и резултатима комплексометријских анализа, констатовано је да су кречњаци пре рекристализације припадали највероватније биомикритским кречњацима и кречњачким бречама у чијем матриксу је констатован повећан садржај доломита.

На бази изнетих констатација биомикритски кречњаци су највероватније формирани на шелфу карбонатне платформе, као и највећи део доњетријаских и све средњетријаске карбонатне формације у овом делу Србије.

Део карбонатне платформе на коме је формирана микрофација са биомикритским кречњацима, вероватно је имао широк и релативно раван шелф. Депозициони услови базирани на биомикритским кречњацима указују на релативно велико распрострањење и дугачак период екзистениције плитководне лагуне на овом делу шелфа карбонатне платформе.

Таложeње карбонатног муља се обављало у плитком субтајдалу заштићене лагуне са генерално ниском енергијом. Могућа колебања енергије у оквиру депозиционе средине, нису била везана за батиметријску диференцијацију. Биомикритски банковити кречњаци настали су највероватније у почетним фазама дијагенезе нелитификованог или семилитификованог карбонатног муља у субтајдалним просторима, током фаза мирне седиментације, који у оваквим типовима депозиционе средине најдуже трају.

За касно дијагенетски стадијум је везано формирање кречњачких бреча са калцитско доломитским везивом. Највероватније процес настанка је везан за контракције литификованих карбонатних седимената у периодима израњања, које су условиле фрагментисање стена и стварања кречњачких бреча (инситу) у доломитизираном микритском муљу.

Током каснијих геодинамичких процеса већи део продуктивне кречњачке серије лежишта био је изложен каснодијагенетским променама високог интензитета. Каснодијагенетске промене су углавном биле везане за процесе рекристализације



кречњака. Интензитет рекристализације био је генерално изузетно висок. У процесу интензивне рекрисатализације формирани су рекистралисали кречњаци и рекристалисале кречњачке брече, које сада представљају продуктивну серију лежишта.

3.4 ТЕКТНИКА ЛЕЖИШТА

Подаци о тектоници лежишта прикупљени су током теренских и кабинетских истраживања. Теренска истраживања обављена су током израде детаљног геолошког плана 1:1000 и картирања отворених профила и истражних раскопа у размери 1:100 (прилози бр. 3 и 7).

Шире подручје истраживаног лежишта кречњака припада структурној јединици "зворничка зона раседања и краљуштања", која је део геотектонске јединице дринског антклиноријума (Тумач О.Г.К., лист "Зворник" 1:100.000).

Током теренских истраживања прикупљени су подаци о планарним и линеарним елементима склопа, који су омогућили сагледавање морфологије, распрострањења, генезе, као и просторних и временских односа класификованих елемената склопа у истраживаном лежишту.

3.4.1 ЕЛЕМЕНТИ СКЛОПА

Током примењених геолошких истраживања лежишта опажани су претежно планарни и подређено линерани елементи склопа. Планарни елементи склопа класификовани према генези, начину појављивања, времену настанка и величини. Планарни елементи склопа везани су за примарне планаре и секундарне планаре.

Од примарних планарних елемената склопа опажана је слојевитост у кречњацима продуктивне серије лежишта и подинској серији пешчара доњег тријаса. Фолијација као примарни елеменат склопа везана је за метаморфите који чине подину "зворничке серије" у оквиру које је издвојено и истражено предметно лежиште кречњака.

Секундарни планарни елементи склопа углавном су везани за руптуре (h0l) подручја, који се налазе у различитим величинским подручјима од метарског (пукотине) до километарског (раседи). Поред руптура (h0l) подручја, од секундарних

планара склопа, ретко су опажане и генетски детерминисане тензионе пукотине, претежно у кречњацима продуктивне серије лежишта.

Линеарни елементи склопа везани су за генетски одређене системе руптура и релативно су ретко опажани. Представљени су искључиво клизним линеацијама на руптурама (h0l) подручја.

Фолијација као најстарији примарни планарни елеменат склопа констатована је у метаморфитима дринског палеозоица, који је на истраживаном делу терена навучен преко продуктивне серије лежишта и дијабаза јурске старости (прилог бр.3). Фолијација је посебно добро изражена у филитима, који су доминантан литолошки члан палеозојске метаморфне серије на истраживаном терену.

Фолијација представља пенетративни склоп у метарском подручју, односно у подручју изданка. У метаморфитима истраживаног терена најчешће се манифестује као планпаралелни распоред серицита, који марkira равни фолијације. По равнима фолијације у претежно милиметарском до дециметарском подручју посматрања, формирају се механички дисконтинуитети, углавном без запуне. Фолијација је највероватније формирана по слојевитости протолита током метаморфног процеса којим су били захваћени седименти протолита. Фолијација представљала активне планаре склопа по којима се обављао тектонски транспорт током каснијег, вишефазног тектонског обликовања терена.



Сл. 7. Слојевитост у рекристалисалим кречњацима

појављивања примарних планара везаних за банковите слојеве и банке у кречњацима продуктивне серије лежишта.

Слојевитост као примарни планарни склоп у кречњацима био је активан у тектонском транспорту, обављаном током вишефазног тектонског обликовања истраживаног терена од краја херцинске до најмлађих фаза алпске орогенезе. Током тектонског транспорта кречњаци су се понашали као релативно круте и компактне

стенске масе, ниске дуктилности у односу на подинске метаморфите. Тектонски транспорт у кречњацима обављан је претежно по постојећим примарним планарама склопа, односно по слојевитости.

По равнима слојевитости у кречњацима, формирају се по правилу механички дисконтинуитети. Механички дисконтинуитети формирани по слојевитости имају релативно неравне, благо заталасане површине. Углавном су незапуњени.

Међусобна растојања механичких дисконтинуитета, формираних по површима слојевитости су слична за одређени тип појављивања кречњака у продуктивној серији лежишта. На истраживаном терену то су доминантно банковити слојеви и банци.

Кречњаци, који се јављају претежно као банковити слојеви имају механичке дисконтинуитете по слојевитости, на међусобним растојањима од 1m до 2,0m (Сл.7). Банци имају механичке дисконтинуитете по слојевитости, на растојањима од 2m до око 7m (констатовано приликом истражног бушења и на кречњачким остењацима у северозападном делу лежишта).

Секундарни, планарни елементи склопа констатовани су у свим издвојеним литостатиграфским јединицама на истраживаном делу терена. Од секундарних, планарних елемената склопа током истраживања лежишта, издвајани су раседи, пукотине смицања и ретко тензионе пукотине. Према генетској класификацији пукотина, раседи и пукотине смицања припадају истом систему пукотина, дефинисаних елипсоидом деформација као деформације (h0l) подручје. Разлике између раседа и пукотина смицања су само у величинском подручју посматрања.



Сл. 8. Систем пукотина смицања у рекристалисалим кречњацима

Пукотине смицања се најчешће јављају у декаметарском величинском подручју и то претежно као системи пукотина смицања. Највећи број издвојених пукотина смицања везан је за кречњаке продуктивне серије лежишта.

По пукотинама смицања се формирају механички дисконтинуитети. Њихове површи формираних механичких дисконтинуитета су равне и глатке са честим појавама клизних линеација (Сл.8). Код система пукотина смицања механички дисконтинуитети се најчешће формирају на међусобним растојањима од 0,3m до 2m. У појединим деловима лежишта системи пукотина смицања могу представљати пенетративни планарни склоп у декаметарском

подручју посматрања, као и слојевитост. Ширина пукотинских зона варира од неколико сантиметара до неколико дециметара. Пукотинске зоне су најчешће запуњене слабо везаним кречњачким детритусом. По пукотинама смицања се често формирају подземни крашки облици најчешће дециметарских до метарских величина (Сл.6).

Раседи се јављају као појединачне планаре склопа. Раседи се претежно јављају у хектометрском и километрском подручју посматрања. Раседне зоне су углавном представљене ушкриљеним рекристалисалим кречњацима или слабо везаним кречњачким бречама (Сл.9). Везиво је обично заглињени кречњачки детритус. Код појединих раседних зона јавља се лимонитисани спарикалцит као везиво.

Ширина раседних зона варира од 1m до максимално 5m. Највећа ширина раседне зоне запажена је на раседу пружања ЗЈЗ-ИЈИ са падом ка ССЗ, у централном делу истраживаног терена (Сл. 9). Овај расед представља и границу продуктивне серије кречњака са подинским дијабазима (прилог 3). Расед има изражено реверсно кретање са релативно спуштеним јужним блоком.

Уз поједине раседне зоне на северозападном делу лежишта формирају се карстни канли са локалним проширењима, метарских димензија. Механички дисконтинуитети се формирају најчешће по повлати и подини раседне зоне.



Сл. 9. Ушкриљени рекристалисали кречњаци у раседној зони дебљине 5m

Током геолошког картирања терена у размери 1:1000 и 1:100 ретко су опажане и генетски детерминисане тензионе пукотине. Тензионе пукотине се јављају махом у кречњацима као појединачне планаре карактеристичне морфологије, које прате крупније дислокације, посебно дислокације пружања ССИ-ЈЈЗ. Тензионе пукотине настале су махом услед дејства локалних

сила напрезања активираних приликом кретања блокова дуж разломних зона и представљају "перасте" пукотине, које се јављају дуж трасе раседа. Већи део тензионих пукотина у кречњацима запуњен је секундарним калцитом, често лимонитаисаним спарикалцитом. Обично се по тензионим пукотинама не формирају механички дисконтинуитети због литолошких карактеристика запуне.



3.4.2 АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА СКЛОПА

Анализа елемената склопа имала је за циљ сагледавање просторних и временских односа елемената склопа и сагледавања утицаја опажаних планарних елемената склопа на уређене склопа у оквиру продуктивне серије истраживаног лежишта кречњака. Такође и у конкордантној серији пешчара доњег тријаса као и дискордантној подини тријаских творевина "зворничке серије", изгређене од метаморфиута дринског палеозоика. Анализом елемената склопа статистички су испитиване и генерално сагледане просторне оријентације оних елемената склопа за који је прикупљен довољан број података за статистичку обраду. За статистички хомоген скуп, према просторним оријентацијама појединих елемената склопа, било је довољно и десетак података, имајући у виду површину истраживаног терена на коме је оконтурено лежиште, карактеристике опажаних елемената склопа и начин појављивања. Статистички нехомоген скуп појединих елемената склопа, захтевао би знатно већи број података за статистичку анализу од хомогеног склопа по анализираним елементима.

Статистичка анализа, према поменутиим критеријумима, рађена је само за слојевитост, као примарне елеменате склопа у кречњацима продуктивне серије лежишта. Број мерених елемената пада фолијације у метаморфитима је био релативно мали за статистичку анализу. Статистичка анализа планарних елемената склопа рађена је за секундарне планаре (h0l) подручја, којима су обухватаћене пукотине смицања и раседи. Тензионе пукотине, које такође припадају секундарном планарном склопу, нису статистички обрађивани због релативно малог броја података. Статистичка анализа поменутих елемената секундарног склопа обављена је за целокупни истраживани део терена у коме је оконтурено лежиште.

Резултати статистичке анализе слојевитости у кречњацима, омогућили су сагледавање уређења примарног склопа на ужем подручју лежишта, односно у оквиру продуктивне серије лежишта.

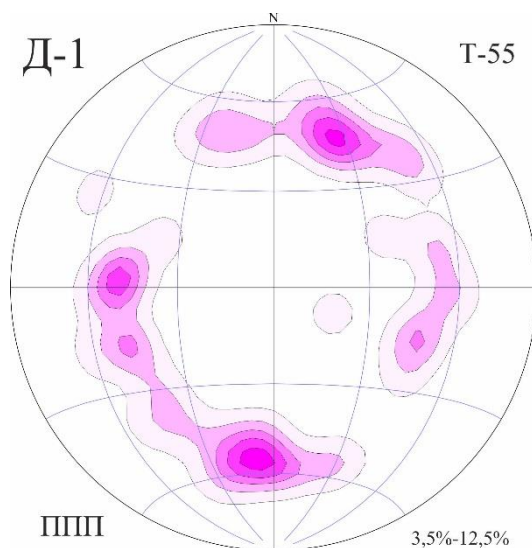
Анализом секундарног склопа утврђени су просторни и временски односи руптурног склопа у оквиру лежишта и шире за све анализиране руптура h0l подручја.

Статистичка испитивања примарних планара слојевитости обављена су за целокупно истраживано подручје, које је било обухваћено геолошким планом 1:1.000,

укључујући некарбонатни део тријаске серије и кречњаке продуктивне серије лежишта.

Мерени елементи пада планара слојевитости интерпретирани су на контурни дијаграм Д-1. Подаци су нанети полом падне праве.

На контурном дијаграму Д-1 издвојена су два изразита максимума са елементима пада 185/35 и 23/38, као и један субмаксимум са елементима пада 273/40, који се налази у истом пољу концентрације података као и максимум у југозападном квадранту контурних дијаграма.



Статистички посматрано на контурном дијаграму се издвајају две просторно различите концентрације података које вероватно представљају крила статистички добијених пликативних структура. Односно концентрације података са издвојеним максимумима указују на два крила статистички добијене пликативне структуре. На основу статистички добијених максимума утврђени су статистички

елементи пада пликативних структура коју махом формирају кречњаци продуктивне серије лежишта. Према теренским опажањима пликативне структуре у кречњацима су декаметарских до хектометарских димензија са планарно цилиндричном формом набора (Turner, Weiss) и релативно ниским индексом набирања.

Реконструисана статистичка оса набора пликативних структура има елементе пада 118/6. Односно статистички добијена оса набора тоне ка исток-југоистоку под средњим сатистичким углом од 6 степени.

Статистичко испитивање елемената пада фолијације у подинској метаморфној серији дринског палеозоица, преко које дискордантно леже теворевине доњег и средњег тријаса у којима је оконтурерно лежиште, није рађено због релативно малог броја података. Мерени појединачни елементи пада фолијације генерално падају ка североистоку под угловима од око 35-40 степени и југ-југоистоку под угловима од 50-60 степени, формирајући планарно цилиндричне наборе са релативно високим индексом набирања. Мерене осе малих набора на терену тону ка исток-југоистоку под угловима од око 20 степени.



Упоређујући статистички добијене оријентације тоњења оса пликативних структура у тријаским творевинама, где су издвојени и кречњаци продуктивне серије лежишта са осама малих набора мерених у подинским метаморфитима истраживаног терена, може се констатовати да су оријентације тоњења оса пликативних структура сличне а углови различити. Изнети резултати упоредне анализе указују на сличне оријентације локалних сила напрезања које су деловале са различитим интензитетом у више фаза тектонског обликовања терена.

Примарни планарни склоп у подручју лежишта сагледан преко статистички реконструисаних пликативних структура у творевинама доњег и средњег тријаса са кречњацима продуктивне серије лежишта и оријентационог сагледавања пликативног склопа у подинским метаморфитима је релативно хомоген. Хомогеност примарног склопа посебно је уверљива имајући у виду дужину временског периода интензивне тектонске активности и фазе тектонског обликовања терена у две битно различите литостатиграфске целине. Ову хомогеност примарног склопа нису могли да битније наруше сви каснији геодинамички процеси који су се дешавали на ширем подручју лежишта.

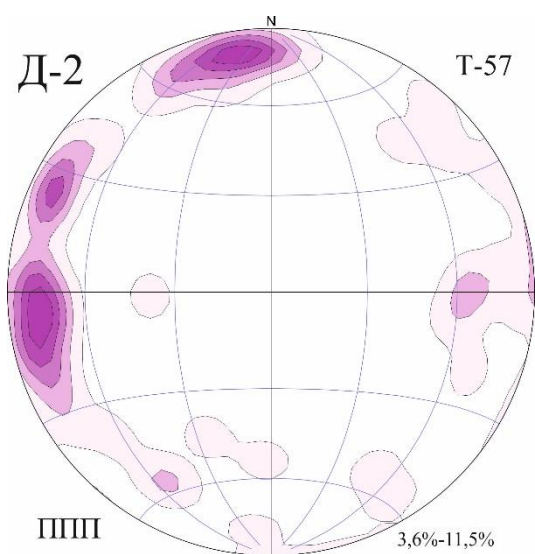
Статистичком анализом планара секундарног склопа статистички су анализиране планаре (h0l) подручја, које обухватају пукотине смицања и раседе. Пукотине смицања и раседи припадају генетски истом типу руптура, различитих по величини, морфологији и начину појављивања. Пукотине смицања, и раседи класификовани су и статистички испитивани као посебна група секундарних планарних елемената склопа за целокупно подручје које је обухваћено геолошким планом лежишта. Пукотине смицања се најчешће јављају у метарском и декаметарском подручју. Раседи се налазе углавном у хектометарском и километарском величинском подручју.

Пукотине смицања и раседи су статистички обрађени на контурном дијаграму (Д-2). Подаци су нанети полом нормале на раван.

На контурном дијаграму Д-2 се издвајају два изразита максимума и један субмаксимум. Један максимум има елементе пада 171/81 а други има елементе пада 86/78. Елементи пада субмаксимума су 115/81. Субмаксимум лежи у истом пољу концентрације података као и субмаксимум.

Просторна оријентација статистички издвојених концентрација података са два просторно различита максимума, и једним субмаксимумом, указују да је формирање

руптура (h0l) подручја везано за најмање две кинематске фазе у којима су оријентације локалних сила напрезања биле различите.



Након обављене структуролошке анализе може се констатовати да је примарни склоп у продуктивној серији лежишта изразито хомоген. Ову хомогеност примарног склопа нису могли да битније наруше сви каснији геодинамички процеси који су се дешавали на ширем подручју лежишта.

Структуролошком анализом секундарног склопа који се пре свега односи на руптуре (h0l) подручја утврђена су најмање два просторно и временски различита кинематска акта у којима су формиране руптура (h0l) подручја. Релативна нехомогеност секундарног склопа је поледица настанка ових руптура у више кинематској фаза тектонског обликовања у којима су оријентације локалних сила напрезања биле битно различите.

3.5 ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Хидрогеолошка истраживања лежишта и ближе околине лежишта обављена су током израде геолошког плана лежишта и истражног бушења. Такође су компилирани сви доступни хидрогеолошки подаци који су евидентирани током ранијих геолошких истраживања са ширег подручја лежишта.

Лежиште се налази у серији рекристалисалих кречњака средњег тријаса који конкордантно леже преко теригене серије пешчара и метапешчара највероватније доњег тријаса. Хидрогеолошке карактеристике кречњака и подинских пешчара су доста сличне. Обе ове хидрогеолошке средине имају високу водопропусност. Битна разлика у хидрогеолошким карактеристикама средине постоји између метаморфита дринског палеозоика преко којих дискордантно лежи серија некарбонатних и карбонатних седимената доњег и средњег тријаса у којима је издвојено и истраживано лежиште. Наиме, метаморфити дринског палеозоика у којима доминирају филити представљају практично водонепропусну средину.



Примарни планарни и секундарни склоп у рекристалисалим кречњацима продуктивне серије лежишта, као и примарни планарни склоп у подинским метаморфитима, битно је утицао на карактеристике хидрогеолошких својстава терена.

Већина примарних и секундарних, планарних елемената склопа јавља се у стенској маси рекристалисалих кречњака у виду механичких дисконтинуитета, који дефинишу степен порозности стенског масива у продуктивној серији лежишта. Порозност стена одређена је емпиријским методама у корелацији са резултатима испитивања пукотинске порозности и коефицијента филтрације на подручјима где су обављена хидрогеолошка испитивања у сличним стенама, које изграђују продуктивну серију лежишта кречњака. Такође је емпиријским методама у корелацији са резултатима испитивања порозности и коефицијента филтрације у шкриљцима нижег степена метаморфизма, утврђена порозност и коефицијент филтрације у подинским метаморфитима дринског палеозоика.

Рекристалисали кречњаци продуктивне серије представљају изразито водопрпусну средину са пукотинском порозношћу од $n = 5\%$ до $n = 6\%$. Метаморфити представљају са хидрогеолошког аспекта непрпусну средину, где пукотинска порозност варира од $n = 1\%$ до $n = 2\%$.

Такође су битне разлике у вредности коефицијента филтрације за ове, хидрогеолошки битно различите средине. Коефицијент филтрације за рекристалисале кречњаке као изразито водопрпусну средину варира од $K_f = 5 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ до $K_f = 5 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$. Коефицијент филтрације за метаморфите као водонепрпусну средину варира од $K_f = 5 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ до $K_f = 5 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$.

Рекристалисали кречњаци продуктивне серије лежишта у којој се смењују, банковити слојеви и банци рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча, престављају водопрпусну средину са гравитационим кретањем подземних вода (сува зона). Релативно уједначена испуцалост стенске масе по поменутиим механичким дисконтинуитетима, који су претежно формирани по пукотинским зонама а ређе по бречизираним раседним зонама и слојевитости, представљају релативно хомогену средину са аспекта водоносних својстава. Гравитационо дренажање површинских вода кроз продуктивну серију лежишта и непосредну подину изграђену претежно од крупнозрних пешчара, обавља се континуирано и у истом хидрогеолошком режиму до локалног ерозионог базиса.

Локални ерозиони базис за истраживано лежиште је везан за границу подинских метаморфита са некарбонатним и карбонатним седиментима доњег и средњег тријаса



у чијем је горњем карбонатном делу издвојено истраживано лежиште. Локални ерозиони базис се налази од 50-60 метара испод кречњачких седимената продуктивне серије. Од завршних кота истражних бушотина и истражних раскопа ерозиони базис се налази котама које су просеку мање за око 100 метара.

Ерозиони базис на овом делу терена простире се испод корита реке Дрине, односно дна Зворничког језера, које се налази око 300 метара западно од истраживаног лежишта. Највише коте водостаја у језеру су ниже од завршних кота истражних радова у лежишту за око 150-170 метара.

Речни ток Дрине нема битнијег утицаја на хидрогеолошке карактеристике лежишта. На истраживаном делу терена где је оконтурено лежиште не постоје стални водотокови ни извори. Најближи извор се налази источно од лежишта на удаљености од око 1,2km у локалитету Врела (Сл.3). У локалитету Врела налази се један каптирани извор у кречњачким бречама. Овај извор представља типичну пукотинску издан са вероватно променљивом издашношћу у зависности од годишњег доба. Издашност је у тренутку мерења у мају месецу 2020 године износила 0,74 l/sec.

Ниво подземне воде на подручју лежишта у директној је зависности од режима атмосферских вода. Атмосферске воде се дренају гравитационо кроз кречњаке продуктивне серије и подинску серију пешчара до границе са локалним ерозионим базисом, односно до границе серије пешчара и метапешчара са метаморфитима дринског палеозоица.

У режиму и билансу подземних вода доминира инфилтрација од падавина. У билансу подземних вода инфилтрација од падавина учествује са преко 75%. Преостале количине у билансу подземних вода одлазе на евалорацију и евалотранспирацију.

Код дефинисања локалних хидрогеолошких својстава продуктивне серије лежишта са рекристалисалим кречњацима и кречњачким бречама, издвојена је само једна хидрогеолошка средина са већ поменути карактеристикама. Варијетети кречњака продуктивне серије лежишта, који ће бити експлоатисани површинским копом до границе дефинисане завршним котама истражних радова, представљају са хидрогеолошког аспекта изразиту водопрпусну средину са гравитационим кретањем подземних вода. Површинске воде, настале од атмосферских падавина, које се махом инфилтрирају у кречњаке продуктивне серије лежишта, гравитационо се дренају до локалног ерозионог базиса, који се налази неколико десетина метара у подини продуктивне серије лежишта, односно од 80-120 метара од завршних кота истражних



радова. У кречњацима продуктивне серије лежишта атмосферске воде се не задржавају.

Периоди хидролошког максимума који подижу ниво издани подземних вода не могу имати битног утицаја на будући површински коп. Гравитационо дренажање површинских вода изнад локалног ерозионог базиса, дефинише хидрогеолошке прилике у истраживаном лежишту Црвене стене у селу Будишић код Малог Зворника, као изузетно повољне за несметану површинску експлоатацију у површинском копу брдског типа све до завршних кота истражних радова.

3.6 ИНЖИЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Инжењерско-геолошке карактеристике лежишта утврђене су током испитивања геолошке грађе лежишта и структуролошких испитивања обављених током израде геолошког плана. Такође су урађена и комплетна лабораторијска геомеханичка испитивања на узорку узетом из истражног раскопа.

Стабилност стенских маса који представљају продуктивну серију у лежишту, највећим делом зависи од механичких дисконтинуитета, њиховог броја и просторне оријентације, као и начина експлоатације. Механички дисконтинуитети су детаљније описани у поглављу о тектоници лежишта.

Највећи број механичких дисконтинуитета у продуктивној стенској маси лежишта формиран је дуж руптура (h0l) подручја и слојевитости у рекристалисалим кречњацима, подређено кречњачким бречама продуктивне серије лежишта. Међусобна растојања механичких дисконтинуитета формианих по слојевитости варирају у зависности од начина појављивања кречњака у продуктивној серији лежишта. Најзаступљенији су банковити слојеви а затим банци. Слојеви се јављају у појединим пакетима рекристалисалих кречњака, чија дебљина варира од неколико метара до максималних 10 метара. Механички дисконтинуитети формиани по слојевитости, прате генерално пликативне структуре у продуктивној серији лежишта. Статистички добијени елементи пада за слојевитост у оквиру продуктивне серије лежишта у потпуности одговарају генералној просторној оријентацији механичких дисконтинуитета који су формиани по слојевитости. Генерално, механички дисконтинуитети који су формиани по слојевитости падају ка југу под средњим



статистички углом од 35 степени и ка североистоку под средњим сататистичким углом од 38 степена. Знатно мање механички дисконтинуитети по слојевитости падају ка западу под средњим статистички добијеним углом од 40 степени.

У издвојеним пакетима претежно слојевитих кречњака, механички дисконтинуитети се јављају на међусобним растојањима од 20 cm до 1m. У серијама претежно банковитих слојева формирани су механички дисконтинуитети на међусобним растојањима од 1m до 2m. Банци имају механичке дисконтинуитете по слојевитости на растојањима од 2m до максималних 7m. Ширина механичких дисконтинуитета формираних по слојевитости варира од неколико милиметара до првих сантиметара. Површи дисконтинуитета су глатке и благо заталасане. Дисконтинуитети су најчешће незапуњени или су запуњени заглињеним карбонатним детритусом.

Механички дисконтинуитети формирани по појединачним пукотинама смицања, декаметарских димензија и по раседима утичу локално на стабилност стенских маса у појединим деловима лежишта. Дисконтинуитети који се формирају по раседним зонама могу локално представљати озбиљан проблем за стабилност стенских маса у уском подручју раседне зоне, зависно од просторне оријентације раседа у односу на пружање експлоатационе етаже, ширине раседне зоне, запуне раседне зоне и падног угла. Раседне зоне се често састоје из ушкриљених, слабовезаних рекристалисалих кречњака или су запуњене слабо везаним раседним бречама где је матрикс глина а уклопци кречњачке стене. Уклопци могу имати различите величине од неколико сантиметара до неколико дециметара зависно од величине и ширине раседне зоне. Ширина пукотинске зоне код појединачних пукотина смицања варира од 0,1m до 0,3m. Ширина раседних зона варира од 1m до 5m. Површи раседних зона махом су неравне, делом храпаве са оштрим засецима, које формирају стрије. Површи појединачних (већих) пукотина смицања су за разлику од раседних зона су равне, делом храпаве са оштрим засецима које формирају стрије.

Запажено је да се по поменутих пукотинским и раседним зонама формирају подземни крашки облици, претежно метарских величина. Карстификација уз раседе утиче на смањену стабилност стенских маса у оквиру раседне зоне. Међутим она може имати и нешто већи утицај на ближу околину раседне зоне због кинетичке агресивности тока подземних вода на околне стене. Абразивни утицај подземног тока на слабо везане кречњачке брече и друге пратеће литолошке чланове који се формирају у раседним зонама, може утицати на смањену стабилност кречњачких маса



у релативно ширем подручју раседних зона, која варира од 5-10 метара, изван раседне зоне.

Раседне зоне ако имају управно пружање у односу на експлоатациону етажу и падни угао већи од 50 степени, без обзира на величину, односно ширину зоне не представљају велику опасност по стабилност стенских маса приликом експлоатације. Сасвим је друга ситуација ако је траса раседне зоне субпаралелна пружању етаже или под благим углом пресеца етажу, тада је неопходно ублажити завршне косине етаже, откопати на том етажном нивоу растресити садржај раседне зоне и откопани материјал пласирати ван откопног поља.

Код пенетративних система пукотина ($h0l$) подручја које представљају системи пукотине смицања ($m-dm$ подручје), механички дисконтинуитети се јављају претежно на раздаљини од 0,3m до 3m. Статистички је утврђено да највећи број механичких дисконтинуитета који су формиран по пукотинама смицања пада ка југу под средњим статистичким углом од 81 степена и ка истоку под средњим статистичким углом од 78 степени. Остали механички дисконтинуитети генерално падају ка југоистоку по средњим статистички добијеним углом од 81 степена. Ширина дисконтинуитета варира од неколико милиметара до неколико сантиметара. Дисконтинуитети су најчешће запуњени механичким детритусом од кречњака или са лимонитисаним спарикалцитом. Површи дисконтинуитета су равне и у деловима површи храпаве са оштрим засецима.

Механички дисконтинуитети, који се формирају по осталим планарама секундарног склопа, релативно су ретко опажане и припадају углавном метарском величинском подручју. Највећи број ових механичких дисконтинуитета је запуњен секундарним калцитом тако да представљају компактну стенску масу. Ово се посебно односи на тензионе пукотине које исклињавају по паду и пружању после неколико метара, ретко неколико десетина метара, чије су зоне најчешће запуњене спарикалцитом. Дуж ових пукотина углавном није обављано кретање.

Као битан параметар стабилности стенских маса, који се може утврдити на основу, просторног положаја, ширине и могућег простирања по паду и пружању механичких дисконтинуитета, представља геолошки индекс чврстоће (GSI). Према резултатима претходно обављене структуролошке анализе констатовано је да механички дисконтинуитети који су формиран по слојевитости имају изразито хомоген склоп у оквиру лежишта са три битно различите просторне оријентације механичких дисконтинуитета. (185/35,23/38 и 273/40). Механички дисконтинуитети



по пукотинама смицања имају генерално такође три различите просторне оријентације (178/81,86/78 и 115/81). Не улазећи у карактеристике поменутих механичких дисконтинуитета, који се битно разликују по величини, начину појављивања, карактеру површина дисконтинуитета и запуни, можемо утврдити интервал који ограничава геолошки индекс чврстоће ((GSI) за цело лежиште, при чему се подразумева релативна литолошка хомогеност продуктивне серије лежишта. Геолошки индекс чврстоће (GSI) варира у интервалу од 45 до 50. Током теренских инжињерско геолошких испитивања на неколико десетина отворених профила у различитим деловима лежишта добијене су вредности (GSI) од 35 до 55. Генерално оне се уклапају статистички у просечни презентирани интервал геолошког индекса чврстоће за цело лежиште (GSI 45-50).

Добијени резултати током теренских испитивања варирају у интервалу од 45-50. Према резултатима лабораторијских геомеханичких испитивања на једном узорку добијен је геолошки индекс чврстоће (GSI) у интервалу од 35 до 45.

Рекристалисали кречњаци и кречњачке брече, који углавном изграђују продуктивну серију лежишта, према ГН-200 класификацији припадају V и VI категорији стена.

Имајући у виду инжињерско-геолошке карактеристике продуктивне серије, просечну вредност геолошког индекса чврстоћа (GSI) за целокупну продуктивну серију лежишта, морфологију терена, просторни положај, место и начин формирања најзаступљенијих механичких дисконтинуитета у лежишту, добијен је најоптималнији правац експлоатације и правац израде експлоатационих етажа, који ће омогућити највећу стабилност стенских маса приликом експлоатације у будућем површинском копу.

Према изнетим критеријумима најоптималнији правац експлоатације треба да буде од северозапада ка југоистоку. Овакав правац експлоатације омогућава формирање експлоатационих етажа пружања приближно СИ-ЈЗ. Експлоатационе етаже са поменутих пружањем и напредовањем експлоатације ка југоистоку, омогућавају према резултатима инжињерско-геолошких испитивања лежишта, релативно највећу стабилност стенских маса приликом експлоатације.

Генерална процена стабилности за целокупно лежиште детерминише целокупну стенску масу овог лежишта као релативно постојану при егзогеним процесима.

Лабораторијска геомеханичка испитивања рађена су на једном узорку, који је узет из истражног раскопа. Узорак је биран тако да има што већи број макроскопски видљивих механичких дисконтинуитета са различитим просторним оријентацијама.

Лабораторијска геомеханичка испитивања дефинишу статични модел стабилности стенских маса у истраживаном лежишту. Вредносни показатељи лабораторијских геомеханичких испитивања кречњака у истраживаном лежишту приказани су табеларно (табела бр. 3).

Табела 3. Геомеханичке карактеристике рекристалисалог кречњака

Узорак	Запреминска тежина γ kN/m ³	Једноосна чврстоћа на притисак σ_c MN/m ²	Чврстоћа на истезање σ_t MN/m ²	кохезија c MN/m ²	угао унутрашњег трења $\varphi(^{\circ})$	Садржај воде W	Динамички модул еластичности E_{dyn} MN/m ²	Динамички Поиссон-ов коефицијент μ_{dyn}	Одређивање геолошког индекса чврстоће(GSI) на узорку
U-1	26,23	18,17	3,01	4,11	40° 47'	4,61	33175,2	0,316	35-45

Геомеханички параметри, добијени након лабораторијских испитивања, указују на релативно добру стабилност стенске масе у смислу могућности пројектовања експлоатационих етажа и површинског копа у целисти.

За висине етажа од 10 метара са нагибом од 65 степени, утврђен је фактор сигурности (F_s) од толерантних 1,353. За етаже висине 15 метара за угао нагиба од 60 степена утврђен је фактор сигурности (F_s) од толерантних 1,288 што је прихватљиво са аспекта стабилности стенских маса у карбонатним стенама.

Анализе стабилности завршних косина рађене су за дужине од 50, 75, 100, 125 и 150 метара. Имајући у виду највише и најниже коте истражних радова, одређујућа висина завршне косине износила би у једном делу лежишта око 60 метара а у другом око 80 метара. За висину завршне косину од 50 метара, што је приближно мањој планираној висини у западном делу лежишта, добија се угао завршне косине од 40 степени са минимални фактор сигурности од $F_{min} = 1,30$. Ако је висина завршне косине 75 метара, што одговара висини завршне косине у источном делу лежишта, добија се угао завршне косине од 35 степени при минималном фактору сигурности од $F_{min} = 1,30$.

Испитани геомеханички параметри у лабораторијским условима и посебно карактеристике продуктивне карбонатне серије, утврђене приликом инжењерско-геолошких испитивања лежишта, указују на релативну стабилност стенске масе у смислу могућности пројектовања завршних косина копа до планираних висина од 60 и 80 метара са углом нагиба завршне косине од 40 и 35 степени. Најоптималнија



висина етаже током експлоатације износила би 15 метара за коју је утврђен угао нагиба од 60 степени уз релативно толерантан фактор сигурности од 1,288.

4 ИСТРАЖНИ РАДОВИ

Истражни радови који су реализовани током истраживања лежишта кречњака Црвене стене као сировине за техничко грађевински камен, обухватили су геолошке истражне радове, истражно бушење, истражно раскопавање, лабораторијска испитивања и технолошка испитивања техничких својстава камена и каменог агрегата. Сви истражни радови, изузев лабораторијских и технолошких испитивања, праћени су геодетским снимањима од израде топографских планова до снимања истражних бушотина, раскопа и изданака током израде геолошког плана лежишта.

4.1 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Реализована истраживања базирала су се на пројектованој концепцији истраживања кречњака у циљу оконтуривања лежишта, утврђивања ресурса, резерви и квалитета кречњака као сировине за грађевинско-технички камен са очекиваним билансним резервама у лежишту до 3.000.000 m³.

Распоред истражних радова на лежишту кречњака, прилагођен је растојањима за "Б" категорију резерви, која су предвиђена за прву групу и прву подгрупу лежишта техничко грађевинског камена у складу са Правилником о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ бр. 52/79 чланови 188-191). Резерве Ц₁ категорије су екстраполоване резерве на резерве Б категорије. Квалитет кречњака, обим и врсте лабораторијских и технолошких испитивања, дефинисани су величином лежишта, типом сировине и очекиваним резервама, сходно поменутом Правилнику. Истраживано лежиште према величини спада у групу лежишта карбоната као сировине за техничко грађевински камен са резервама до 3.000.000 m³.

Истраживања су започета израдом топографске основе и геолошким кабинетским радовима, који су обухватили компилацију геолошких, рударских, лабораторијских и технолошких података за шире подручје истраживаног лежишта.



Након обављених припремних кабинетских радова, који су завршени са анализом и интерпретацијом компилираних података, започета је теренска фаза истраживања.

На подручју кречњачког масива у локалитету Црвене стене, који припада "Зворничкој серији" нерасчлањеног доњег и средњег тријаса и његове најближе околине, обављена је израда инструменталног геолошког плана лежишта, размере 1:1000 на површини од око 16,7 ha уз пратећа лабораторијска испитивања и геодетска снимања.

Након обављених детаљних истраживања везаних за израду геолошког плана, оконтурено је лежиште и започета је реализација истражног бушења и раскопавања са пратећим геолошким радовима, лабораторијским испитивањима и геодетским снимањем, којима је оконтурено лежиште на плану и по профилима од делувилалне површинске јаловине до завршних кота истражних радова. У овој фази реализације истраживања, лабораторијска испитивања и геодетска снимања су везана за реализацију истражних радова. Лабораторијска испитивања и геодетско снимање обављано је сукцесивно, након завршетка сваког појединачног истражног рада.

Бушотине и раскопи су лоцирани по профилима на међусобним растојањима од 40m до максимално 117 m. Међусобна растојања између профила са истражним радовима су износила око 170 m. Лоцирање истражних радова на поменутих растојањима омогућило је утврђивање резерви Б категорије у оквиру прве групе, прве подгрупе седиментних лежишта техничког грађевинског камена. Урађене су 3 (три) бушотине и 6 (шест) раскопа, на два профила до завршних кота истражних радова које варирају од приближно 240m до приближно 284m. На оконтурене резерве Б категорије ка североистоку и југозападу извршена је екстраполација резерви. Ка североистоку резерве су екстраполоване од границе са резервама Б категорије за $\frac{1}{4}$ максимално дозвољених растојања за резерве Ц₁ категорије (75m), припадајуће групе и подгрупе лежишта ТКК. Граница екстраполованих резерви је удаљена од границе резерви Б категорије ка југозападу за око 50m, што је максимално могуће због морфологије терена и близине магистралног пута. Екстраполоване резерве су сврстане у Ц₁ категорију.

Током картирања истражних бушотина узимани су узорци језгра за делимична физичко механичка испитивања као и петролошка испитивања варијетета кречњака из продуктивне серије лежишта. Након опробовања преостало језгро кречњака из истражних бушотина је ушло у састав полазног узорка за технолошка испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи.



Поред истражног бушења у оквиру истражних радова рађени су истражни раскопи. Истражним раскопима су оконтурене резерве кречњака "Б" категорије ка северозападу и југоистоку. Раскопи су рађени и на границама екстраполованих резерви ка југозападу и североистоку. У раскопима су формирани узорци за делимична физичко механичка испитивања, комплетна физичко-механичка испитивања, петролошка испитивања састава и структуре кречњака и геомеханичка лабораторијска испитивања. Из раскопа је већим делом формиран и узорак за технолошка испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи. (прилог бр. 3, 7 и 11).

Лабораторијска испитивања обављена су сукцесивно уз израду геолошког плана, током реализације истражног бушења и израде истражних раскопа. У оквиру лабораторијских испитивања, рађена су петролошка испитивања кречњака ради сагледавања минералног састава, структуре и детерминисања варијетета кречњака.

Физичко-механичка испитивања и технолошка испитивања камена и камене ситнежи, односно испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи, урађене су на узорцима формираним из бушотина и раскопа. Рађене су комплетне и делимичне физичко-механичке анализе на узорцима из раскопа и узорцима из језгра бушотина. Такође је урађена и једна технолошка анализа камена и камене ситнежи. Анализе су рађене у обиму који је предвиђен за количину очекиваних резерви, тип и величину лежишта, као и категорију резерви везану за одређену групу, односно подгрупу лежишта, која је планирана пројектованим истраживањима.

Након реализације свих пројектованих и урађених припремних, теренских и дела завршних радова, који се односе на лабораторијска и технолошка испитивања, урађен је завршни извештај о резултатима геолошких истраживања а затим и Елаборат о ресурсима и резервама кречњака као сировине за техничко грађевински камен, сходно Правилнику о садржини завршног извештаја и годишњег извештаја о резултатима геолошких истраживања (Сл. гласник РС 88/2019), Закона о рударству и геолошким истраживањима (Сл. гласник Р. Србије, бр. 101/2015) и Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ бр. 52/79 чланови 188-191).



4.2 ОПИС ИСТРАЖНИХ РАДОВА

Примењена и детаљна геолошка истраживања лежишта кречњака Црвене стене, као техничког грађевинског камена у истражном пољу бр. 2365, по решењу Министарства рударства и енергетике бр. 310-02-01413/2019-02 од 13. 02.2020. године, обављена су према пројектованој методологији и концепцији, која је прилагођена врсти и намени минералне сировине. Геолошка истраживања лежишта су реализована у континуитету, пратећи сукцесију резултата претходне фазе истраживања.

4.2.1 ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ

Геодетски радови су обухватили геодетско снимање и ажурирање топографске основе лежишта Црвене стене, размере 1:1.000, као и детаљног геодетског снимања истражних радова на површини од 16,7 ha. Интерпретација података и интерполација топографске основе урађена је након тахиметријског снимања терена у почетку реализације, одмах након реализације кабинетских геолошких радова припремне фазе. Геодетски радови су се сукцесивно одвијали са изградом истражних раскопа, лоцирања истражних бушотина и снимања локација истражних бушотина након завршетка сваке појединачне бушотине. Ажурирање топографске основе урађено је након завршетка истражног бушења.

Приликом интерпретације података добијених током геодетског снимања терена урађена је топографска основа са изохипсама чија је еквидистанца износила 1m а свака пета изохипса је била подебљана са уписаном апсолутном висином. Сви објекти на топографској основи су интерпретирани у реалном котираном приказу.

Током геолошког картирања у размери 1:1 000 обележаване су поједине тачке осматрања везане за отворене профиле и веће изданке рекристалисалог кречњака, које су касније снимљене геодетски као посебне тахиметријске тачке. Ове тахиметријске тачке су интерпретиране на радну верзију топографске основе. Укупно је снимљено 36 тахиметријских тачака за ове намене.

Истражни раскопи су снимани са 2 до 4 тахиметријске тачке у зависности од величине и облика истражних раскопа. Тахиметријска снимања раскопа обављена су са постојећих полигоних тачака. Снимљено је 5 раскопа са укупно 18 тахиметријских тачака.



Локације истражних бушотина снимане су у два наврата и то приликом лоцирања и након завршетка бушотина. Укупно су снимљене три локације бушотина. Коте и координате истражних бушотина снимане су на начин и са тачношћу снимања државног тригонометријског премера трећег реда.

Сви подаци геодетских снимања од израде топографске основе 1:1.000, преко интерпретације снимања истражних бушотина и истражних раскопа до ажурирања топографске основе 1:1.000, обављени су за укупно 5 кабинетских инжињер дана.

4.2.2 ГЕОЛОШКИ РАДОВИ

Геолошки радови су били прилагођени истраживањима седиментне серије у оквиру лежишта, која је изграђена од кречњака и кречњачких бреча, који се међусобно смењују и представљају у целости квалитетну сировину за техничко грађевински камен. Циљ и намена геолошких истраживања у основи представља издвајање лежишта и утврђивања ресурса, резерви и квалитета кречњака као сировине за техничко грађевински камен.

У оквиру припремних кабинетских радова обављена је компилација података са анализом за шире подручје истраживаног лежишта, укључујући и целокупан истражни простор. Након интерпретације података издвојено је подручје у локалитету Црвене стене на коме ће се обавити детаљна истраживања лежишта кречњака као сировине за техничко грађевински камен.

На издвојеном делу истражног простора у локалитету Црвене стене на почетку теренске фазе истраживања обављено је инструментално геолошко картирање терена у размери 1:1.000 на површини од око 16,7 хектара са детаљним геолошким картирањем отворених профила и већих изданака у размери 1:100, где је то због морфологије терена било могуће.

Картирање терена у размери 1:1.000 обављено је преко тачака осматрања. На тачкама осматрања прикупљани су сви релевантни подаци о литологији и склопу терена. Приоритет у структуролошким испитивања дат је испитивању примарног планарног склопа у кречњацима, коју представља слојевитост. Такође су детаљно испитивани и генетски класификовани елементи секундарног планарног склопа. Током картирања је обављена литолошка детерминација кречњака и издвојени су



различити варијетети кречњака по поетолошком саставу, који су везани за различите микрофације. На тачкама осматрања у оквиру кречњачке серије утврђиване су основне минерагенетске карактеристике за овај тип лежишта ТГК, као што су начин појављивања кречњака, степен карстификације, испуцалост стенске масе и слично. Такође су дефинисане границе између издвојених литостатиграфских јединица, односно картираних јединица. Једна од издвојених литостатиграфских јединица је продуктивна серија лежишта, изграђена од рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча. Друге издвојене литостатиграфске јединице се налазе у подини и повлати продуктивне серије лежишта.

Приликом картирања је утврђено да продуктивну серију лежишта изграђују највећим делом банци и банковити слојеви рекристалисалих кречњака и подређено кречњачких бреча. У подини продуктивне серије лежишта се налази теригена серија пешчара и метапешчара која је у конкордантним односима са кречњацима продуктивне серије лежишта. Продуктивна серија лежишта и теригена серија пешчара и метапешчара, тријаске старости у подручју лежишта лежи дискордантно преко метаморфита дринског палеозоица. Повлату продуктивне серије представљају алтерисани дијабази из дијабаз-рожначке формације, јурске старости. На северним деловима истраживаног терена метаморфити палеозоица су навучени преко рекристалисалих кречњака продуктивне серије и дијабаза из дијабаз-рожначке формације.

Током геолошког картирања терена у циљу израде геолошког плана лежишта детаљно су картирани отворени профили и већи, декаметарски изданци кречњака у размери 1:100. Све методе картирања коришћене приликом израде геолошког плана лежишта 1:1000, примењене су и код детаљног картирања отворених профила у размери 1:100. Методологија картирања која се користи током детаљног картирања у размери 1:100 не заснива се на осматраним тачкама, него на детаљном картирању косих и вертикалних површина. Приликом картирања отворених профила и већих, декаметарских изданака кречњака, рађена су уз детаљна испитивања склопа и инжињерско геолошка испитивања, посебно испитивања карактеристика механичких дисконтинуитета, њихове повезаности са појединим елементима склопа и утврђивања геолошког индекса чврстоће на отвореним профилима и изданима. Укупно је на овај начин искартирано око 3.800 m² отворених профила и већих изданака кречњака.

Посебно детаљно су картирани истражни радови. Картирање раскопа обављено је у размери 1:100. Картирање раскопа обављано је методом развијеног плана.



Приликом картирања раскопа вршено је и опробовање за делимична физичко-механичка испитивања, комплетна физичко-механичка испитивања и петролошка испитивања.

Опробовање је вршено тачкастом методом стим што је узорак за делимична физичко механичка испитивања из раскопа R-2 обухватао 2 форматирана томболона просечних димензија 25cmX25cmX25cm. За комплетна физичко механичка испитивања форматирана су 4 (четири) тоболона из раскопа R-3, приближних димензија 30cmX30cmX30cm и 25cmX25cmX25cm. Поред тоболона узето је и око 40kg ломљеног камена у фракцији 100mm-200mm. Такође из раскопа R-2, формиран је један тоболон приближних димензија 30cmX30cmX30cm, приликом формирања узорака за геомеханичка лабораторијска испитивања. Из свих раскопа је формиран део узорака за технолошка испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи. Узорак је формиран од ломљеног кречњака у фракцији од 100mm-200mm. Из раскопа је формиран 1 (један) узорак за комплетна физичко механичка испитивања, 1 (један) узорак за делимична физичко-механичка испитивања, 1 (један) узорак за геомеханичка лабораторијска испитивања, 1 (један) узорак за петролошка испитивања као и већи део узорака за технолошка испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи

Језгро бушотина је детаљно картирано уз петролошка рашчлањавања и пратећа инжињерско геолошка испитивања. Током картирања је редовно коришћен хладан 10% раствор хлороводоничне киселине и повремено ализарид, ради коректног детерминисања варијетета кречњака. Приликом картирања језгра бушотина, где год је то било могуће, вршено је издвајање слојевитих кречњака, кречњака са банковитим слојевима и банковитих кречњака. Језгра бушотина пре картирања и опробовања су снимана у целости и континуитету за сваку појединачну бушотину (документационом материјал).

Опробовање језгра бушотина вршено је за петролошка испитивања и за делимична физичко механичка испитивања. Опробовање језгра бушотина за петролошка испитивања вршено је тачкастом методом. Опробовање језгра бушотина за делимична физичко механичка испитивања вршено је по издвојеним интервалима опробовања. На већини бушотина интервали бушотина су се поклапали са пресеком продуктивне серије кречњака од границе са делувилним седиментима до завршне коте бушотине. Приликом формирања узорака за делимична физичко механичка испитивања језгра по интервалима опробовања узимани су кернови дужине од 0,2m



до 0,6m на приближно једнаким растојањима у оквиру интервала опробовања. Укупна дужина језгра у узорцима за делимична физичко механичка испитивања, која су састављена из узетих кернова, варирали су од 2,1m до 2,5m. Из језгра бушотина формирано је 4 (четири) узорка за делимична физичко механичка испитивања и 4 (четири) узорка за петролошка испитивања кречњака.

Из истражних радова посебно је формиран један узорак кречњака за технолошка испитивања техничких својстава камена и камене ситнежи. Узорак је формиран из свих раскопа и остатака језгра бушотина. На овај начин је добијен изузетно репрезентативан узорак за технолошка испитивања кречњака из истраживаног лежишта.

Тежина овако комбинованог узорка, који се састојао из кернова бушотина и ломљеног камена из раскопа, имао је тежину око 2,8 тоне.

Из раскопа је допремљен део узорка који се састојао од ломљеног камена у фракцији 100-200 mm а из бушотина је допремљен део узорка који се састојао из кернова од сантиметарских до метарских дужина.

Геолошки теренски радови обухватали су лоцирање и геолошко праћење реализације истражних радова. Лоциране су три бушотине и шест раскопа. Током геолошких истраживања лежишта вршено је праћење реализације истражних радова и обављан је стални геолошки надзор током израде истражних радова.

Након завршетка теренске фазе геолошких истраживања лежишта, током завршних кабинетских радова обављена је финална интерпретација свих резултата истраживања од припремних геолошких радова, преко теренских геолошких радова, резултата лабораторијских испитивања до резултата технолошких испитивања.

На основу интерпретације резултата истраживања урађена је финална графичка и текстуална документација у оквиру завршне кабинетске фазе истраживања.

Завршна фаза истраживања обухватала је израду Завршног извештаја о резултатима геолошких истраживања а затим и израда Елабората о ресурсима и резервама кречњака као сировине за техничко грађевински камен у лежишту Црвене стене, село Будишић код Малог Зворника уз пратећи документациони материјал и графичке прилоге.



4.2.3 ИСТРАЖНИ РУДРСКИ РАДОВИ

Рударски истражни радови обухватали су израду истражних раскопа и истражних бушотина.

4.2.3.1 ИСТРАЖНИ РАСКОПИ

Истражно раскопавање је изведено у циљу оконтуривања билансних резерви ка северозападу и југоистоку, утврђивања квалитета минералне сировине у оквиру лежишта, испитивања геомеханичких својстава кречњака у лабораторијским условима на узорку формираном из раскопа као и утврђивање техничко технолошких својстава камена и камене ситнежи као сировине за техничко грађевински камен.

Истражно раскопавање је такође рађено у циљу испитивања састава и дебљине делувијалних седимената који представљају површинску јаловину лежишта

Урађено је шест раскопа на северозападном и југоисточном делу лежишта (прилог бр. 7). Раскопи су геодетски лоцирани по профилима на којима су рађене и истражне бушотине и на планираној спољној граници екстраполованих резерви "Ц₁" категорије (прилог бр. 3, 8, 9, 10 и 12). Након израде раскопа и обављеног картирања са опробовањем сваки раскоп је геодетски снимљен. Дужина раскопа је варирала од 3,0m до 6,5 m. Просечна висина (дубина) раскопа је варирала од 0,6 m до 1,1 m. Просечна ширина раскопа варирала је од 1,8 m до 2,4 m (табела бр. 4).

Табела 4. Основни параметри урађених раскопа

Ознака раскопа	Дужина (m)	Просечна ширина (m)	Просечна висина (m)	Азимут раскопа $\alpha(^{\circ})$	Дебљина површинске јаловине (m)	Величина раскопа (m ³)
R-1	3,0	2,0	1,1	220	0,40	6,6
R-2	6,0	2,1	0,9	173	-	11,3
R-3	6,0	1,9	0,7	159	0,30	8,0
R-4	6,0	1,8	0,7	251	0,50	7,6
R-5	4,5	1,7	0,7	217	0,20	5,3
R-6	6,5	2,4	0,6	170	0,30	9,3
УКУПНО:						48,1

Укупно је урађено шест раскопа на шест локација са укупно 48,1m³ раскопа. Сви раскопи су лоцирани и рађени у рекристалисалим кречњацима (прилог бр. 7). Из раскопа R-3 је формиран узорак за комплетна физичко-механичка испитивања кречњака.

Узорак за делимичну физичко механичку анализу и узорак за комплетну лабораторијску геомеханичку анализу је формиран из раскопа R-2 (прилог бр. 7).



Узорак за петролошку анализу састава и структуре кречњака опробован је из раскопа R-5.

4.2.3.2 ИСТРАЖНЕ БУШОТИНЕ

Истражне бушотине у комбинацији са истражним раскопима су лоциране по профилима на међусобним растојањима која не прелазе прописана максимално дозвољена растојања за Б категорију за прву групу и прву подгрупу лежишта кречњака који се користе као сировина за техничко грађевински камен, сходно одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, за прву групу, односно прву подгрупу лежишта техничко грађевинског камена (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79; чланови 188-191).

Растојања између профила са истражним радовима такође не прелазе максимално дозвољена растојања за Б категорију.

Лоциране бушотине по профилима и одређен број лоцираних и урађених раскопа на истим профилима, ограничавају резерве Б категорије и једним делом екстраполоване резерве Ц₁ категорије. (прилог бр. 12).

Завршне коте истражних бушотина варирају у интервалу од 249,18 m до 284,51 m. Ово варирање завршних кота истражних бушотина настала су због морфологије терена, парцела које се могу несметано захватити експлоатацијом, разлика које су настале због разmere топографске основе у процесу пројектовања (увећана топографска основа 1:5.000 са топографске карте 1:25.000) и геодетски снимљеног топографског плана 1:1.000.

Треба напоменути да су разлике у котама лоцираних и снимљених бушотина, настале и након лоцирања бушотина кад су усецани приступни путеви и израда платоа за бушење после геодетског снимања локација истражних бушотина и одређивана дубина истражних бушотина.

Све истражне бушотине су биле вертикалне. Бушене су Вајрлајн (Wireline) системом са прибором PQ, чији је пречник 81 mm. Гарнитура за бушење је била Voart Nenzi. Просек извађеног језгра кретао се у интервалу од 96% до 97%. Основни подаци о бушотинама дати су и табеларно (табела бр. 5).



Табела 5. Основни подаци о истражном бушењу

Ознака бушотине	почетна кота бушотине	завршна кота бушотине	Проценат извађеног језгра	дужина бушотине (m)
B-1	294,18m	249,18m	96 %	45,00
B-2	326,34m	255,84 m	96%	70,50
B-3	344,51m	284,51 m	97%	60,00
УКУПНО:				175,50

Током истраживања лежишта пројектоване су и урађене три бушотине са укупно 175,50 метара бушења.

Бушотина B-1 налази се на североисточном делу лежишта на профилу који ограничава резерве Б категорије ка североистоку. Лоцирана је на профилу I-I' (прилог бр. 3, 4 и 8). На овом профилу урађени су раскопи R-3 и R-5 као и истражна бушотина B-2.

Бушотина је започета у делувијалним седиментима а завршена у слојевитим рекристалисалим кречњацима (табела бр.6).

Табела 6. Опис стуба бушотине B-1

Дубина		Језгро. m	Језгро %	ОПИС
од	до			
0,00	1,10	1,10	100	Хумус
1,10	2,40	1,30	100	Заглињена кречњака дробина
2,40	7,20	4,70	98	Сиви рекристалисали кречњак
7,20	8,90	1,70	100	Сиви, рекристалисали кречњак, бречоидне текстуре
8,90	19,50	10,20	96	Сиви до светло црвенкасти, рекристалисали кречњак, делом механички дезинтегрисан по микропрслинама
19,50	20,30	0,10	12	Подземна карстификација, незапуњени карстни канал
20,30	25,00	4,60	98	Сиви рекристалисали кречњак
25,00	26,80	1,80	100	Сиви до светло црвени рекристалисали кречњак, бречоидне текстуре
26,80	45,00	17,80	98	Сиви рекристалисали кречњак, слојевит. По слојевитости се делимично формира запауна од заглињеног кречњачког детритуса.

Из језгра бушотине узете су две пробе за микроскопска петролошка испитивања на 5,2m и 35,7m. Формиран је и један узорака делимична физичко-механичка испитивања из интервала 2,4m-45m.

На истом профилу са бушотином B-1 и раскопима R-3 и R-5 урађена је и бушотина B-2. Бушотина B-2 налази се југоисточно од бушотине B-1 на растојању од око 117m. (прилог бр. 3, 5 и 8). Бушотином су испод делувијалних седимената набушени различити литолошки чланови продуктивне серије лежишта. Бушотина је започета у делувијалним седиментима а завршена у кречњачким бречама чије је везиво лимонитисани спарикалцит, што се види из стуба бушотине. (табела бр.7).

Табела 7.Опис стуба бушотине В-2

Дубина		Језгро. m	Језгро %	ОПИС
од	до			
0,00	3,80	3,80	100	Заглињена кречњачка дробина
3,80	16,00	11,60	95	Кречњачке брече, делом механички дезинтегрисане. Везиво лимонитисани спарикалцит
16,00	20,00	4,00	100	Сиви рекристалисали кречњак
20,00	23,00	2,70	90	Кречњачка бреча. Везиво лимонитисани спарикалцит
23,00	28,00	5,00	100	Сиви рекристалисали кречњак
28,00	37,30	9,00	97	Кречњачке брече са спарикалцитским везивом, делом механички дезинтегрисане
37,30	38,90	1,40	87	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво заглињени кречњачки детритус (пукотинска зона бушена по паду)
38,90	40,00	1,00	91	Сиви рекристалисали кречњак бречоидне текстуре
40,00	40,20	0,20	100	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво црвена глина (пукотинска зона)
40,20	41,80	1,50	93	Механички дезинтегрисан сиви рекристалисали кречњак
41,80	48,70	6,60	96	Сива до сиво смеђа рекристалисала кречњачка бреча. Везиво лимонитисани спарикалцит
48,70	51,70	2,80	93	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво лимонитисани спарикалцит и црвена глина (раседна зона)
51,70	57,40	5,40	95	Кречњачка бреча. Везиво лимонитисани спарикалцит, делом механички дезинтегрисана
57,40	57,70	0,20	66	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво глина (пукотинска зона)
57,70	61,90	4,10	98	Сиви рекристалисали кречњак
61,90	62,00	0,10	100	Заглињени кречњачки детритус (пукотинска зона)
62,00	64,70	2,70	100	Сиви рекристалисали кречњак
64,70	64,90	0,20	100	Заглињени кречњачки детритус (пукотинска зона)
64,90	69,50	4,50	98	Сиви рекристалисали кречњак
69,50	69,90	0,30	75	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво заглињени кречњачки детритус (пукотинска зона)
69,90	70,50	0,50	80	Кречњачка бреча. Везиво лимонитисани спарикалцит, механички дезинтегрисана

Из језгра бушотине В-2 узете су две пробе за микроскопска петролошка испитивања. Пробе су зета на 19,5m и на 52,5m. Формирана су и два узорка за делимична физичко механичка испитивања. Први узорак је формиран из интервала од 3,8m до 36,0m а други из интервала који почиње од 36,0m а на 70,5m, односно на крају истражне бушотине.

Бушотина В-3 лоцирана је на профилу II-II' који се налази југозападно од профила I-I'. Профилом I-I' су ка југозападу ограничене резерве Б категорије. Поред бушотине В-3 на профилу су урађена и два раскопа R-2 и R-6 (прилог бр. 3,6 и 9). Бушотина В-3 је започета из делувилалног наноса, релативно мале дебљине. Након тога је бушена у рекристалисалим кречњацима. Завршена је у сивим рекристалисалим кречњацима. Стуб бушотине приказује по интервалима различите литолошке чланове продуктивне серије лежишта који су набушени истражном бушотином В-3 (табела бр. 8).

Табела 8.Опис стуба бушотине В-3

Дубина		Језгро. m	Језгро %	ОПИС
од	до			
0,00	1,40	1,40	100	Заглињена кречњачка дробина
1,40	2,30	0,90	100	Сиви рекристалисали кречњак
2,30	2,60	0,20	66	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво глина (пукотинска зона)
2,60	4,00	1,30	93	Сиви рекристалисали кречњак
4,00	5,60	1,40	87	Црвена глина са ретким уклопцима кречњака (подземна карстификација)
5,60	7,30	1,60	94	Сиви рекристалисали кречњак
7,30	8,20	0,80	88	Карстни канал запуњен црвеницом (бушено по паду)
8,20	10,50	2,10	91	Сиви рекристалисали кречњак
10,50	10,90	0,40	100	Црвена глина са ретким комадима кречњака (карстни канал)
10,90	11,50	0,60	100	Сиви рекристалисали кречњак
11,50	11,80	0,30	100	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво црвена глина (пукотинска зона)
11,80	37,00	24,70	98	Сиви рекристалисали кречњак
37,00	38,90	1,90	100	Рекристалисала кречњачка бреча. Везиво спарикалцит
38,90	41,40	2,50	100	Сиви рекристалисали кречњак
41,40	44,00	2,60	100	Сиви рекристалисали кречњак бречоидне текстуре
44,00	48,00	3,90	97	Сиви рекристалисали кречњак
48,00	50,20	2,00	91	Рекристалисала кречњачка бреча. Везиво спарикалцит
50,20	50,40	0,20	100	Слабо везана кречњачка бреча. Везиво црвена глина (пукотинска зона)
50,40	54,10	3,70	100	Сиви рекристалисали кречњак
54,10	54,50	0,30	75	Карстни канал запуњен глином (бушен по паду)
54,50	60,00	5,30	96	Сиви рекристалисали кречњак

Из језгра бушотине В-3 формиран је један узорак за делимична физичко механичка испитивања. Интервал из кога је формиран узорак почиње од 1,4m а завршава се на 60,0m, што је и крајња дубина бушотине.

Након завршетка сваке бушотине, обављена је провера дужине бушотине и након тога је локација урађене бушотине поново геодетски снимљена, без обзира што су у претходном поступку лоцирања бушотина, пројектоване локације бушотина геодетски дефинисане на терену.

4.2.4 ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА

Лабораторијска испитивања обухватају петролошка испитивања, физичко-механичка испитивања и геомеханичка испитивања кречњака у лежишту. Лабораторијска испитивања рађена су на узорцима који су формирани из истражних радова; бушотина и раскопа.



Петролошка испитивања обухватају микроскопска испитивања састава и структуре стена. Петролошка испитивања рађена су на узорцима са површине терена и из бушотина. На површини терена узорци су узимани из истражних раскопа. Опробовање истражних бушотина за петролошка испитивања обављана су на језгру бушотина, при чему је целокупно језгро било претходно третирано са хладном 10% раствором HCl. За петролошке анализе из језгра бушотина узете су пробе из оних интервала језгра, где није могао макроскопски да се довољно поуздано детерминише варијетет кречњака. Опробовање кречњака за петролошка испитивања код свих истражних радова, вршено је тачкастом методом.

Урађени су препарати и обављена је микроскопска анализа састава и структуре стена на укупно 6 узорака (документациони материјал).

Испитивања техничких својстава кречњака, односно кречњака из продуктивне серије лежишта као сировине за техничко грађевински камен, обављена су највећим делом током комплетних и делимичних Физичко-механичких испитивања кречњака.

Делимичним физичко-механичким, лабораторијским анализама као кречњака као сировине за техничко-грађевински камен, одређивани су параметри:

- чврстоћа на притисак у сувом и водозасићеном стању (МПа)
- отпорност према хабању стругањем Böhme ($\text{cm}^3/50\text{cm}^2$)
- порозност (%)
- упијање воде(%)
- постојаност на дејство мраза
- запреминска маса са и без пора и шупљина (kg/m^3)
- запреминска маса са порама и шупљинама (kg/m^3)
- Коефицијент запреминске масе

Делимичне физичко-механичке анализе рађене су на узорцима из језгра бушотина и форматираним тоболонима из раскопа R-2 (документациони материјал). Укупно је урађено 5 (пет) делимичне анализе, што је оптимално према количини утврђених билансних резерви, групи и подгрупи истраживаног лежишта ТК а у складу са Правилником о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, за прву групу, односно прву подгрупу лежишта техничко грађевинског камена (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79; чланови 188-191).



Комплетна физичко-механичка испитивања техничких својстава кречњака рађена су на једном узорку. Узорак за комплетну физичко механичку анализу формиран је из раскопа R-3. Комплетна физичко-механичка анализа обухватала је следећа испитивања:

- Минералошко-петрографска одредба стене
- Запреминска маса са порама и шупљинама (kg/m^3)
- Запреминска маса без пора и шупљина (kg/m^3)
- Коефицијент запреминске масе
- Порозност (%)
- Упијање воде (%)
- Постојаност на повишеним температурама
- Постојаност на дејство мраза
- Чврстоћа на притисак у сувом и водозасићеном стању (МПа)
- Чврстоћа на притисак после смрзавања (МПа)
- Отпорност агрегата на хабање стругањем Böhme ($\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$)
- Отпорност на динамичке ударе и хабање трењем ("Los angeles" Б и Ц градација)
- Садржај хлорида (%)
- Садржај сулфида (%)
- Садржај сулфата (%).

Приликом формирања узорка форматирано је за комплетну физичко-механичку анализу четири тоболона приближних димензија 20cmX20cmX20cm и 30cmX30cmX30cm и узето је за узорак око 40kg ломљеног камена у фракцији 100mm-200mm. На овако припремљеном узорку урађена је једна комплетна физичко-механичка анализе, за истраживано лежиште кречњака као сировине за техничко грађевински камен, што је оптимално за прву групу, прву подгрупу лежишта кречњака са билансним резервама до 3.000.000m³, сходно прописима Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. л. СФРЈ бр. 53/79, чланови 188 до 191).

Геомеханичка испитивања рађена су на узорку формираном из раскопа R-2. Узорак се састојао из једног тоболона приближних димензија 30cmX30cmX30cm. На узорку су рађена испитивања чврстоће на истезање σ_t (MN/cm²), кохезије c (MN/cm²), једнооксијални чврстоће на притисак σ_c (MN/cm²). Брзине трансверзалних и лонгитудиналних таласа (m/s). Садржина воде w (%). и запреминска тежина γ (kN/m³).



На бази резултата поменутих испитивања утврђен је угао унутрашњег трења (φ °), динамички модул еластичности E_{din} (MN/m²) и Поасонов коефицијент μ_{din} .

4.2.5 ТЕХНОЛОШКА ИСПИТИВАЊА

Технолошка испитивања камена и каменог агрегата рађена на узорку који је комплетиран од целокупног преосталог језгра бушотина и ломљеног камена из свих урађених раскопа. Узорак је формиран на платоу испред дробиличног постројења. У дробиличном постројењу припремљени (улазни) стенски материјал у количини од око 2.800kg је издробљен у дробиличном постројењу до фракције 0-63 mm. Након тога је узорак скраћиван вишекратним четвртањем на потребну (од лабораторије захтевану) количину фракционисаног стенског материјала, тежине од око 800kg. Фракционисани кречњачки материјал формираног узорка у фракције 0-63 mm. спакован је у вреће и транспортован до лабораторије.

На допремљеном узорку обављена су технолошка испитивања техничких својстава камена и каменог агрегата, различитих фракција на следеће параметре:

- Насута запреминска маса
- Стварна запреминска маса
- Упијање воде
- Садржај хлорида (%)
- Садржај сулфида (%)
- Садржај сулфата (%)
- Отпорност на динамичке ударе и хабање трењем ("Лос Анђелос" Б и Ц градација)
- Отпорност на дробљење
- Отпорност на динамичке ударе по Третону
- Отпорност на деловање мраза
- Отпорност на притисак и удар (ФЕПЛ)
- Облик зрна
- Гранулометријски састав
- Садржај грудви глине
- Садржај слабих зрна
- Садржај лаких честица



- Садржај органске материје
- Еквивалент песка
- Прионљивост са битуменом

На основу ових испитивања урађен је извештај који се налази као посебан прилог у документационом материјалу.

4.3 АНАЛИЗА ОСТВАРЕНЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИСТРАЖИВАЊА

Укупни ефекти реализованих истраживања могу се поред осталог сагледати и на основу степена истражености лежишта, односно на основу извршене категоризације билансних категорија резерви у лежишту.

Прорачуном резерви у лежишту кречњака Црвене стене као сировине за ТКГ, утврђене су геолошке билансне резерве Б категорије и Ц₁ категорије. Резерве Ц₁ категорије припадају екстраполованим резервама. У детаљно истраженом лежишту Црвене стене Око 62% геолошких билансних резерви припада Б категорије а остатак од око 38% припада резервама Ц₁ категорије.

Овај однос показује да је лежиште истражено адекватном густином истражних радова којима је обезбеђен врло повољан однос категорија билансних резерви.

Проширење сировинске базе изван утврђених контура билансних категорија резерви је могуће највећим делом испод завршних кота истражних радова и ка југозападу до границе продуктивне серије кречњака са серијом пешчара, метапешчара и кварцних конгломерата доњег тријаса или са метаморфитима дринског палеозоика.

Истраживања су показала да у контурама истраживаног лежишта Црвене стене целокупан продуктивна серија кречњака представља квалитетну сировину за техничко грађевински камен, широких могућности употребе.

Специфична инвестициона улагања у истраживања (I_c) утврђена су према формули:

$$I_c = T_{ук} / P$$

где је:

I_c - специфична улагања, односно трошкови истраживања јединице резерви

$T_{ук}$ - укупна улагања (трошкови) за истраживање



Р - истражене резерве. Према резултатима истраживања, локацијама урађених истражних радова билансне геолошке резерве у лежишту требало би да износе око $1.600.000 \text{ m}^3$.

$$И_c = 5.500.000 \text{ дин} / 1.600.000 \text{ m}^3 = 3,43 \text{ дин/m}^3$$

Прираштај истражених резерви по јединици новчаних улагања, срачунат је по следећој формули:

$$P_{\text{пр}} = P / T_{\text{ук}}$$

где је:

$P_{\text{пр}}$ - прираштај истражених резерви минералне сировине у односу на уложену новчану јединицу ($\text{m}^3/\text{дин.}$)

$T_{\text{ук}}$ - укупна улагања (трошкови) за истраживање

Р - истражене резерве кречњака у лежишту

$$P_{\text{пр}} = 1.600.000 \text{ m}^3 / 5.500.000 \text{ дин} = 0,29 \text{ m}^3/\text{дин} \text{ (заокружено)}$$

На основу изнетог може се закључити да су улагања у геолошка истраживања лежишта минимално оптеретила добијене резерве по обрачунској јединици, која је изражена у m^3 . Трошкови геолошких истраживања представљају релативно малу ставку у цени обрачунске јединице производа. Према томе, ефективност истраживања је велика, а обрачунате резерве омогућавају експлоатацију за дужи временски период производа који има употребљив квалитет сировине за ТК, са широким могућностима примене и сигуран пласман на претходно обрађеном тржишту.

5 УТВРЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ

Квалитет кречњака, као сировине за техничко грађевински камен на истраживаном лежишту утврђен је током реализације геолошких радова, везаних за површину терена и истражне радове, пројектованих лабораторијских испитивања и технолошких испитивања. Лабораторијска испитивања су обухватала петролошка испитивања и испитивања техничких својстава камена. Технолошка испитивања ТК



су обухватала испитивања техничких својстава камена и каменог агрегата у више фракција, превасходно као сировине, за грађевинарство и путоградњу.

Испитивања техничких својстава камена обухватала су комплетна и делимична физичко-механичка испитивања. Број урађених комплетних и делимичних анализа техничких својстава кречњака у лежишту, као и урађена технолошка испитивања техничких својстава камена и агрегата камена као сировине за техничко-грађевински камен, обављена су у складу са прописима Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79, чланови 189 до 190), која се односе на прву групу и прву подгрупу лежишта техничко-грађевинског камена са резервама до 3.000.000 m³.

Уз испитивања техничких својстава кречњака продуктивне серије лежишта као сировине за техничко грађевински камен, вршена су и петролошка испитивања у циљу литолошке детерминације варијетета кречњака.

5.1 МЕТОДЕ ОПРОБОВАЊА

Петролошка испитивања рађена су на узорцима који су узимани током картирања истражних раскопа и картирања истражних бушотина. Испитивања су рађена на петролошки различитим микрофацијама кречњака. Узорци из раскопа и из језгра бушотина узимани су тачкастом методом.

Узорци за делимична физичко-механичка испитивања из раскопа формиран су након картирања већ урађених раскопа. Из раскопа је формиран само један узорак за делимична физичко-механичка испитивања. Приликом формирања узорка из пода раскопа вађени су тоболони различитих форми. Сваки извађени тоболон је накнадно форматиран у што правилнији паралелопипедни облик. Од форматираних тоболона узимани су само они чије димензије варирају између 20cm x 20cm x 20cm и 30cm x 30cm x 30cm. Узорак за делимична физичко механичка испитивања из раскопа формиран су од 2 форматираних тоболона.

Из бушотина је опробовано комплетно језгро кречњачке продуктивне серије испод делувијалног наноса, па до завршних кота истражних бушотина.

Опробовање за делимична физичко механичка испитивања је обављано по претходно одређеним интервалима опробовања, зависно од дубине бушотине, односно од дужине језгра у набушеној продуктивној серији лежишта. Узорци за



делимичне физичко-механичке анализе из језгра бушотина формирани су по бушотинама, односно интервалима опробовања у оквиру кречњака продуктивне серије лежишта, након завршетка картирања истражне бушотине.

Из бушотина где је узорак за делимичне физичко механичке анализе формирана из целокупног набушеног језгра кречњака продуктивне серије, интервали опробовања су варирали од 42,6m у бушотини В-1 до 58,6m у бушотини В-3. Само у бушотини В-2 обављено је опробовање за делимична физичко-механичка испитивања по два интервала опробовања. Интервали опробовања језгра из бушотине В-2, били су скоро једнаке дужине. Износили су 32,2 m и 34,5 m. Просечна дужина интервала опробовања у свим бушотинама за делимичне физичко механичке анализе, износила је око 42 метра.

Из појединачног интервала опробовања језгра бушотине формиран је узорак од више кернова чија је дужина варирала од минималних 0,2 m до максималних 0,6 m. Кернови у оквиру опробованог интервала узимани су на релативно подједнаким растојањима.

Растојања између кернова приликом опробовања језгра бушотина зависила су од величине интервала и могућности узимања керна на одговарајућем делу језгра. Уколико на одговарајућем растојању није извађено језгро из кога је било могуће узети керн, керн је узиман из најближег дела језгра где је то било могуће. Кернови нису узимани из раседних зона, пукотинских зона и запауна подземне карстификације. Дужина појединачних кернова је прилагођена намени истраживања кречњака као сировине за техничко грађевински камен. Формирани узорци из интервала опробовања за делимичну физичко-механичку анализу имали су укупну дужину кернова од преко 2 метра. Обично је укупна дужина кернова по узорку за делимична физичко механичка испитивања варирала од 2,1 m до 2,5 m.

Ознаке и лабораторијски бројеви делимичних физичко механичких анализа и интервали опробовања по бушотинама из којих су формиране делимичне физичко-механичке анализе дати су табеларно:

Табела 9.Табела узорака и урађених делимичних физичко-механичких анализа из бушотина

БУШОТИНА	ОЗНАКА УЗОРКА	ЛБОРАТОРИЈСКИ БРОЈ	ИНТЕРВАЛ ОПРОБОВАЊА
В-1	ДФМ-1	307	2,4m-45,0m
В-2	ДФМ-2	308	3,8m-36,0m
В-2	ДФМ-3	309	36,0m-70,5m
В-3	ДФМ-4	310	1,4m-60,0m



Узорак за комплетна физичко-механичка испитивања формиран је из пода истражног раскопа R-3 на северозападном делу лежишта (прилог бр. 3 и 7). Тоболони су узети из банковитих слојева рекристалисалих кречњака, најзаступљенијих варијетета кречњака у продуктивној серији лежишта.

Узорак за комплетна физичко-механичка испитивања формиран је након картирања истражног раскопа R-3 у размери 1:100. Просечна величина извађених блокова кречњака из којих су форматирани томболони износила је око $0,2 \text{ m}^3$. Сваки извађени блок кречњака је накнадно формиран у што правилнији паралелопипедни облик. Из формираних тоболона узимани су они чије су димензије приближне дужинама у интервалу од 20cm x 20cm x 20cm до 30cm x 30cm x 30cm.

Укупно је приликом формирања узорка за комплетна физичко механичка испитивања узето четири форматирана томболона. Поред тоболона за комплетну физичко механичку анализу узето је и око 40kg ломљеног камена у фракцији 100mm-200mm.

Из раскопа R-2 формиран је узорак за геомеханичка лабораторијска испитивања. Из пода раскопа извађен а су три блока различитих величина од $0,2 \text{ m}^3$ до $0,25 \text{ m}^3$. Након тога су блокови форматизовани на приближне димензије паралелопипедног тоболона од 30cmX30cmX30cm. За формирање узорка (U-1), изабран је један томболон рекристалисалог кречњака са више система механичких дисконтинуитета различите просторне оријентације.

Формирање узорка за технолошка испитивања техничких својстава камена и агрегата камена у истраживаном лежишту, вршено је из свих раскопа и остатка језгра свих истражних бушотина, које су набушиле продуктивну серију лежишта. Приликом формирања узорка из раскопа је узиман ломљени камен из кречњака пропорционално величини раскопа. Такође је узето сво преостало језгро кречњака из продуктивне серије, које је остало после формирања узорака за делимична физичко-механичка испитивања из бушотина В-1, В-2 и В-3. Сав кречњачки материјал састављен од ломљеног камена из раскопа и кернова језгра бушотина, без обзира на облик и величину, транспортован је на посебан плато испред дробиличног постројења. Литолошки у допремљеном материјалом најзаступљенији је био рекристалисали кречњак а знатно мање кречњачке брече.

Полазни узорак тежине 2,8t, који је у свом саставу имао претежно ломљени камен у фракцији 100mm-200 mm и мањим делом кернове језгра бушотина дужине од 5cm до 0,8 m, чији је пречник износио 81mm, издробљен је у конусној дробилици.



Након дробљења и просејавања на једном ситу, добијена је тампонска фракција 0-63mm.

Фракционисани кречњак у поменутој тампонској фракцији 0-63mm скраћен је вишекратним четвртањем на захтевану тежину узорка од око 800kg. Узорак је упакован у 23 цака, обележен и транспортован у лабораторију.

5.2 РЕЗУЛТАТИ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА

У оквиру лабораторијских испитивања узорака кречњака из лежишта Црвене стене код Малог Зворника, вршена су петролошка испитивања састава и структуре стена и физичко-механичка испитивања кречњака на узорцима из раскопа и истражних бушотина као и технолошка испитивања агрегата и геомеханичка испитивања својстава стенског материјала.

5.2.1 МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОЛОШКА ИСПИТИВАЊА

Минералошко-петролошка испитивања обављена су у циљу одређивања минералног састава, структуре, текстуре и детерминације варијетета кречњака. Анализа је обављена на 5 узорака.

Уд укупног броја узорака четири је узето из бушотина, а преостали узорак из истражног раскопа Р-5. Резултати петролошких испитивања су показали да је лежиште Црвене стене изграђено претежно од рекристалисалог кречњака који је местимично бречизираан.

Поменути варијетети кречњака се најчешће јављају у продуктивној серији лежишта као слојеви, који се смењују са банковитим слојевима, ређе банцима. Резултати минералошко-петролошких испитивања, односно детерминације варијетета кречњака из лежишта Црвене стене дате су табеларно (табела бр. 10).

Табела 10. Резултати минералошко петролошких испитивања

Редни број	Ознака узорка	Петролошка детерминација кречњака
1.	Б-1/5,20m	рекрсталисали КРЕЧЊАК
2.	Б-1/35,7 m	рекрсталисали КРЕЧЊАК
3.	Б-2/19,5 m	Кречњачка БРЕЧА
4.	Б-2/52,5 m	рекрсталисали КРЕЧЊАК
5.	Р-5	рекрсталисали КРЕЧЊАК

5.2.2 ИСПИТИВАЊА ТЕХНИЧКИХ СВИЈСТАВА КРЕЧЊАКА КАО ТЕХНИЧКОГ ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА

Резултати испитивања техничких својстава кречњака (као сировине за путоградњу и грађевинарство) су утврђени на основу резултата десет делимичних и једне комплетне физичко механичких анализа и једне технолошке анализе камена и каменог агрегата. Резултати ових испитивања су приказани табеларно и графички.

Добијени резултати физичко-механичких (делимичних и комплетних) испитивања камена су приказани у наредним табелама (табела бр. 11).

Табела 11. Резултати лабораторијских испитивања камена

Ознака узорка		К.АН. 2020-307	К.АН. 2020-308	К.АН. 2020-309	К.АН. 2020-310	К.АН. 2020-311	К.АН. 2020-312	Средња вредност
№	Врста анализе	Делимична	Делимична	Делимична	Делимична	Делимична	Комплетна	
1.	ЧВРСТОЋА НА ПРИТИСАК (МПа) SRPS B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после мраза	111 99 -	126 112 -	120 98 -	122 109 -	121 110 -	125 107 97	121 106 97
2.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS B.B8.010	0,33	0,23	0,36	0,17	0,24	0,22	0,26
3.	ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕЈСТВО МРАЗА SRPS B.B8.002	постојан	постојан	постојан	постојан	постојан	постојан	постојан
4.	ЗАПРЕМИНСКА МАСА (g/cm ³) SRPS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порима и шупљинама - апсолутна порозност (%) - коефицијент запреминске масе	2,69 2,72 1,0 0,990	2,69 2,72 1,0 0,990	2,68 2,72 1,2 0,988	2,70 2,72 0,7 0,993	2,7 2,73 1,0 0,990	2,7 2,72 0,7 0,993	2,69 2,72 0,9 0,991
5.	ОТПОРНОСТ НА ХАБАЊЕ СТРУГАЊЕМ ПО БЕМЕУ (cm ³ /50 cm ²) SRPS B.B8.015	25,0	23,3	25,3	25,9	25,1	26,2	25,1
6.	САДРЖАЈ (%) SRPS B.B8.042 - хлорида, Cl- - сулфида, S2- - сулфата, обрачунато као SO3	0,009 - 0,01	0,008 - 0,01	0,007 - 0,01	0,011 - 0,01	0,009 - 0,01	0,008 - 0,01	0,009 - 0,01
7.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ И ХАБАЊЕ; ЛОС АНЂЕЛЕС (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	24,4 22,6					23,7 21,9	24,1 22,3

Лабораторијска физичко-механичка испитивања вршена су и у оквиру технолошких испитивања. У оквиру технолошких испитивања кречњака из лежишта Црвене стене коришћени су резултати лабораторијска испитивања чврсте стенске масе на томблонима који су формиран приликом узимања узорка за физичко механичка испитивања.

За сваки параметар, ако је било више од два податка, срачуната је средња вредност. Средња аритметичка вредност је једини коришћени статистички показатељ



приликом утврђивања квалитета кречњака. Комплетна статистичка анализа резултата испитивања техничких својстава камена није рађена због статистички неадекватног узорка који се углавном односи на релативно мали број података и изразите некохерентности вредности одређених параметара у статистички посматраном скупу. У овако нехомогеним скупу вредности, статистичка анализа би дала неупотребљиве резултате, који би се ипак морали да сведу само на медијалне (средње) вредности. За утврђивање просечног квалитета камена коришћена је средња аритметичка вредност за сваки параметар где је у статички посматраном скупу било више од две исказане вредности резултата физичко-механичких испитивања.

На крају табеларног приказа параметара који су испитивани у оквиру делимичних и комплетних физичко-механичких анализа дата је средња вредност свих статистички обрађиваних параметара техничких карактеристика камена (табела бр.12).

Табела 12. Средња вредност параметара техничких карактеристика камена

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КАМЕНА		
№	Врста анализе	Средња вредност
		Делимичне и комплетне ФМ анализе
1.	ЧВРСТОЋА НА ПРИТИСАК (МПа) SRPS B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после мраза	121 106 97
2.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS B.B8.010	0,26
3.	ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕЈСТВО МРАЗА SRPS B.B8.002	постојан
4.	ЗАПРЕМИНСКА МАСА (g/cm ³) SRPS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порима и шупљинама - апсолутна порозност (%) - коефицијент запреминске масе	2,69 2,72 0,9 0,991
5.	ОТПОРНОСТ НА ХАБАЊЕ СТРУГАЊЕМ ПО БЕМЕУ (cm ³ /50 cm ²) SRPS B.B8.015	25,1
6.	САДРЖАЈ (%) SRPS B.B8.042 - хлорида, Cl- - сулфида, S2- - сулфата, обрачунато као SO3	0,009 - 0,01
7.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ И ХАБАЊЕ; ЛОС АНЂЕЛЕС (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	24,1 22,3

У склопу приказа добијених просечних вредности параметара обављено је на одговарајућим дијаграмима упоређивање појединачних вредности са средњим вредностима за најбитније параметре квалитета камена.

Упоредивање података за најбитније параметре који дефинишу квалитет техничко-грађевинског камена, урађено је графички на приказаним хистограмима. На графичким приказима (хистограмима), претходно су статистички обрађивани поједини параметри техничких карактеристика камена (средња аритметичка вредност), упоређивани су са графички исказаном појединачним вредностима истих параметара.

Хистограми су рађени тако да су им на апсциси приказане појединачне анализе, а на ординати добијене вредности испитиваног параметра по свакој анализи. Укупно је упоређивано једанаест резултата анализа, односно на хистограмима по апсциси има максимално 6 приказаних анализа. Поред овога је означена је графички и средња вредност по ординати хистограма ради прегледног упоређивања појединачних резултата и средње вредности за анализирани параметар.



Сл. 10. Хистограм чврстоће на притисаку сувом стању трећем по методи "Лос Анђелес".

Анализиране вредности за притисну чврстоћу у сувом стању, показују релативну неравномерност добијених појединачних вредности, што се илуструје и на приказаном хистограму (Сл. 10). Добијене вредности варирају у интервалу од 111 МПа до 126 МПа. Средња вредност износи 121 МПа и приказана је линијом на основу које се могу упоређивати сви појединачни подаци.

Дејство компресије на испитно тело узорка из језгра бушотина често битно утиче на пад вредности чврстоће на притисак.

Иста констатација се добија и код анализираних вредности за отпорност на хабање стругањем. Приликом испитивања на отпорност хабања стругањем, незапуњене микропрслине у језгру бушотина битно утичу на релативни пад вредности отпорности стене на хабање стругањем. Ово је условљено пре свега већим бројем незапуњених микропрслина у испитном телу из језгра бушотина и микропрслинама запуњених калцитским или глиновитим везивом.



Сл. 11. Хистограм отпорности на хабање по Бемеу

на хабање стругањем биће битно умањене у односу на узорке који би били узимани из изданка на површини терена. Анализиране вредности отпорности на хабање стругањем (по Böhme-у) показују релативну равномерност добијених појединачних вредности, што се и очекивало (Сл. 11).

Интервал варирања података износи од 23,3 cm³/50cm² до 26,2 cm³/50cm², при исказаној средњој вредности од 25,1 cm³/50cm², при чему вредности из језгра бушотина имају најмање вредности а из узорака са површине терена највише вредности.



Сл. 12. Хистограм упијања воде

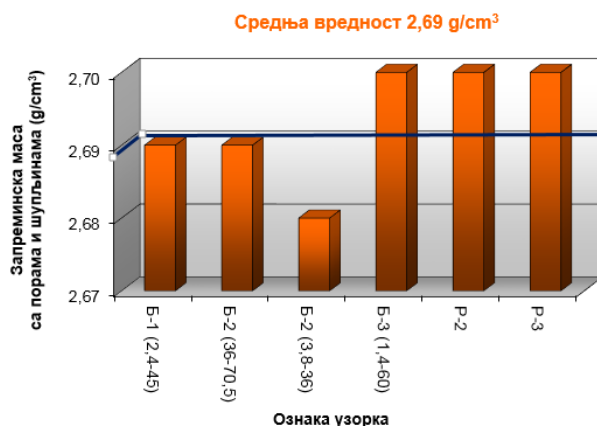
хистограму (Сл. 12). Добијене вредности параметра упијање воде знатно варирају и налазе се у интервалу од 0,17% до 0,36 %. Средња вредност износи 0,26%. Варирање вредности параметара у односу на средњу вредност је релативно уједначено. Међутим, генерално посматрајући добијене вредности током анализе узорака на параметар упијања воде су просечне за кречњаке.

Урађени хистограм за запреминску масу са порама и шупљинама, показује апсолутну уједначеност вредности података (Сл. 13). Средња вредност запреминске масе са порама и шупљинама износи 2,669 g/cm³. Овако уједначене вредности за

Приликом истражног бушења иницијални микросклоп у стенама се "отвара" под утицајем сталних вибрација, које прате процес истражног бушења. У процесу хабања стругањем на испитним телима из језгра бушотина вредности отпорности

Микропрслине у стенској маси (односно у микросклопу стене на узорцима узетим из језгра бушотина), поред горе поменутих параметара, вероватно су делом су утицали на упијање воде. Добијене вредности за упијање воде по појединачним узорцима су такође приказани графички на

запреминску масу са порама и шупљинама, вероватно су последица истих минералошко петролошких карактеристика истраживаних кречњака.



Сл. 13. Хистограм запреминске масе са порама и шупљинама

На бази добијених резултата свих лабораторијских испитивања техничких својстава кречњака из лежишта Црвене стене може се закључити да испитивани камен припада кречњаку који са аспекта техничке петрографије представља повољну сировину за техничко-грађевински камен.

Према запреминској маси са порама и шупљинама, припада

"средње тешком" камену. Вредност апсолутне порозности сврстава испитивани кречњак и агрегат од кречњака у категорију "мало порозних" стена. Упијање воде је мало и задовољава критеријуме прописане стандардима и у складу је са малом порозношћу стена. Постојаност камена је испитана преко отпорности на дејство мраза (кристализацијом раствора Na₂SO₄) и повишених температура (загревањем до 200° C). Резултати ових испитивања, указују на то да је испитивани камен отпоран на дејство мраза и повишених температура.

Хемијска својства утврђена преко садржаја хлорида, сулфида и сулфата, указују да се испитивани камен може употребити за производњу агрегата за различите врсте бетона и малтера.

Механичка својства камена испитана су преко отпорности на дејство статичког оптерећења - једноаксијалног притиска и отпорности камена према хабању стругањем. Резултати ових испитивања испуњавају услове квалитета, прописане SRPS стандардима.

Запреминске масе су у прописаним границама. Механичка својства испитиваног камена, утврђена преко отпорности на једноаксијални притисак у сувом и у водозасићеном стању задовољавају прописане критеријуме. На основу утврђених вредности механичких својстава, констатовани током физичко-механичких анализа, испитивана стена припада категорији камена са високом чврстоћом на притисак.

Поред испитивања кречњака као чврсте стенске масе урађено је и испитивање камене ситнежи, односно агрегата кречњака из лежишта Црвене стене. Испитивања



агрегата су обављена током технолошке анализе два узорка у полуиндустријском обиму. Узорци за технолошку анализу је формирану су из истражних раскопа након њихове израде.

Избор параметара заснован је на уобичајеним показатељима који се добијају у оквиру израде редовних атеста камена који се експлоатише у редовној производњи. На основу технолошких испитивања дробљеног агрегата закључено је да се агрегат састоји од одломака кречњака. Агрегат не садржи слаба зрна и потенцијално штетне састојке, тако да је минералошко-петролошки састав агрегата повољан за израду цемент бетонских и асфалтних мешавина.

Сви резултати испитивања агрегата, који су битни за дефинисање квалитета приказани су у табеларно (табела бр. 13).

Табела 13. Резултати лабораторијских испитивања агрегата

Ред. бр.	ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АГРЕГАТА	КАН. 2012-707
1.	НАСУТА ЗАПРЕМИНСКА МАСА (kg/m^3) SRPS ISO 6782 - у растреситом стању - у збијеном стању	1750 1940
2.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS ISO 6783 - агрегата (4/8 mm) - агрегата (> 4 mm)	0,30 0,27
3.	ОТПОРНОСТ НА ДИНАМИЧКЕ УДАРЕ И ХАБАЊЕ ТРЕЊЕМ Лос Анђелес тест (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	26,1 23,3
4.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ (40 t) (%) SRPS B.B8.033 фракција 4/8 фракција 8/16 фракција 16/31,5	18,8 24,2 29,9
5.	ОБЛИК ЗРНА ВЕЋИХ ОД 3:1 (%) SRPS B.B8.048 - дробљени агрегат - тупаник	6,2
6.	ОБЛИК ЗРНА – запремински коефицијент SRPS B.B8.049	0,289
7.	САДРЖАЈ СЛАБИХ ЗРНА (%) SRPS B.B8.037	0,0
8.	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ (%) SRPS B.B8.029 и SRPS B.B8.036 - садржај честица мањих од 0,09 mm - садржај честица мањих од 0,063 mm	5,6 5,0
9.	ОТПОРНОСТ НА МРАЗ ($\gamma \text{ Na}_2\text{SO}_4$) код зрна већих од 2 mm – на целу масу (%); SRPS B.B8.044 - агрегат	0,67
10.	САДРЖАЈ ЛАКИХ ЧЕСТИЦА (%) SRPS B.B8.037	0,0
11.	САДРЖАЈ ГРУДВИ ГЛИНЕ (%) SRPS B.B8.038	0,0
12.	САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ SRPS U.B1.024	0,07
13.	ЕКВИВАЛЕНТ ПЕСКА (%) SRPS U.B1.040	66
14.	ПРИОНЉИВОСТ СА БИТУМЕНОМ (%/%) SRPS U.M8.096	100/90

Физичка својства агрегата испитивана су преко запреминске масе у растреситом и збијеном стању. Утврђене вредности задовољавају прописане услове квалитета.



Постојаност агрегата према дејству мраза испитана је потапањем узорка агрегата у засићен раствор Na_2SO_4 у трајању од пет циклуса. Резултати испитивања показали су да је испитивани агрегата постојан на дејство мраза.

Механичка својства агрегата испитана су преко отпорности на динамичке ударе и хабање трењем по методи Лос Анђелес чија је средња вредност 26,1 % (градација "Б"), односно 23,3 % (градација "Ц").

Облик зрна агрегата изражен је преко облика зрна 3:1 (кљунасто мерило) и запреминског коефицијента. Облик зрна агрегата је коцкаст, дугуљаст и плоснат. Трошних (слабих) зрна у агрегату нема, а садржај зрна неповољног облика је у оквиру дозвољених граница. Обзиром да су облик зрна и гранулација, у директној вези са технологијом производње то се добијени параметри не узимају у обзир при оцени употребљивости агрегата.

Штетни састојци - органске материје су присутне у границама дозвољених вредности, док грудве глине нису утврђене у испитиваном агрегату.

Прионљивост агрегата са битуменом је добра - 100/90 %/% и у складу са техничким условима из SRPS-а U.E9.028/80, SRPS-а U.E9.021/86 и SRPS-а U.E4.014/90.

Резултати добијени након испитивања агрегата указују на квалитетну сировину за ТКК.

На основу свих досада табеларно приказаних просечних параметара квалитета кречњака (чврсте стенске масе и агрегата), урађена је синтетичка табела квалитета кречњака као сировине за техничко-грађевински камен (табела бр. 14).

У оквиру синтетичке табеле квалитета дате су просечне вредности за све битне параметре чврсте стенске масе и вредности параметара агрегата приказаних у претходним табелама.



Табела 14. Синтетичка табела квалитета

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КАМЕНА		
	Врста	Средња вредност
1.	САДРЖАЈ (%) SRPS B.B8.042 - хлорида, Cl ⁻ - сулфида, S ²⁻ - сулфата, обрач. као SO ₃	0,009 - 0,01
2.	ЗАПРЕМИНСКА МАСА (g/cm ³) SRPS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порама и шупљинама - апсолутна порозност (%) - коефицијент запреминске масе	2,69 2,72 0,9 0,991
3.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS B.B8.010	0,26
4.	ЧВРСТОЋА НА ПРИТИСАК (МПа) SRPS B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после мрза	121 106 97
5.	ОТПОРНОСТ НА ХАБАЊЕ СТРУГАЊЕМ ПО БЕМЕУ (cm ³ /50 cm ²) SRPS B.B8.015	25,1
6.	ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕЈСТВО МРАЗА SRPS B.B8.002	постојан
ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АГРЕГАТА		
7.	НАСУТА ЗАПРЕМИНСКА МАСА (kg/m ³) SRPS ISO 6782 - у растреситом стању - у збијеном стању	1750 1940
8.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS ISO 6783 - агрегата (4/8 mm) - агрегата (> 4 mm)	0,3 0,27
9.	ОТПОРНОСТ НА ДИНАМИЧКЕ УДАРЕ И ХАБАЊЕ ТРЕЊЕМ Лос Анђелес тест (%) SRPS B.B8.045 - градација "А" - градација "Б" - градација "Ц"	- 26,1 23,3
10.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ (40 t) (%) SRPS B.B8.033 фракција 4/8 фракција 8/16 фракција 16/31,5	18,8 24,2 29,9
11.	ОБЛИК ЗРНА ВЕЋИХ ОД 3:1 (%) SRPS B.B8.048 - дробљени агрегат - туцаник	6,2
12.	ОБЛИК ЗРНА – запремински коефицијент SRPS B.B8.049	0,289
13.	САДРЖАЈ СЛАБИХ ЗРНА (%) SRPS B.B8.037	0,0
14.	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ (%) SRPS B.B8.029 и SRPS B.B8.036 - садржај честица мањих од 0,09 mm - садржај честица мањих од 0,063 mm	5,6 5,0
15.	ОТПОРНОСТ НА МРАЗ (у Na ₂ SO ₄) код зрна већих од 2 mm – на целу масу (%); SRPS B.B8.044 - агрегат	0,67
16.	САДРЖАЈ ЛАКИХ ЧЕСТИЦА (%) SRPS B.B8.037	0,0
17.	САДРЖАЈ ГРУДВИ ГЛИНЕ (%) SRPS B.B8.038	0,0
18.	САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ SRPS U.B1.024	0,07
19.	ЕКВИВАЛЕНТ ПЕСКА (%) SRPS U.B1.040	66
20.	ПРИОНЉИВОСТ СА БИТУМЕНОМ (%/%) SRPS U.M8.096	100/90

На основу приказаних резултата лабораторијских и технолошких испитивања и у сагласности са техничким условима из важећих стандарда, може се констатовати да



се кречњаци из лежишта Црвене стене код Малог Зворника, могу употребити као техничко-грађевински камен (у виду фракционисане и нефракционисане камене ситнежи) за израду:

- доњих носећих механички стабилованих (тампонских) слојева коловозних конструкција (SRPS U.E9.020/66),
- доњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизираних материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.028/80),
- горњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизираних материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.021/86),
- коловозних застора (хабајућих слојева) од асфалт-бетона на путевима са лаким и врло лаким саобраћајним оптерећењем (SRPS U.E4.014/90),
- доњих слојева цемент-бетонских коловозних плоча (SRPS U.E3.020/87),
- цемент-бетона (масивног, армираног и преднапрегнутог) који не могу бити изложени хабању и ерозији (SRPS B.B2.009/86),
- носећих слојева коловозних конструкција стабилованих цементом (SRPS U.E9.024/80),
- заштитног - тампонског слоја тупа железничких пруга (ОПШТИ И ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ из Лицитационе документације Пројекта обнове железнице, ТЕНДЕР ЕИБ бр. 6, Београд, јун 2002. год.),
- ломљеног камена (необрађеног, полуобрађеног и обрађеног) за сва зидања у нискоградњи (подзиде, портали, косине) и високоградњи (зградарству),
- хидротехничког грађевинског камена (ломљеног, полуобрађеног и обрађеног) за израду обалоутврда, свих врста хидротехничких објеката, габиона, фашина и др.

5.2.3 РЕЗУЛТАТИ ГЕОМЕХАНИЧКИХ ИСПИТИВАЊА

Лабораторијска геомеханичка испитивања рађена су на једном узорку, који је узет из истражног раскопа. Узорак је биран тако да има што већи број макроскопски видљивих механичких дисконтинуитета са различитим просторним оријентацијама.

Лабораторијска геомеханичка испитивања дефинишу статични модел стабилности стенских маса у истраживаном лежишту. Вредносни показатељи лабораторијских геомеханичких испитивања кречњака у истраживаном лежишту приказани су табеларно (табела бр. 15).

Табела 15. Геомеханичке карактеристике кречњака из лежишта Црвене стене

Узорак	Запреминска тежина γ kN/m ³	Једноосна чврстоћа на притисак σ_c MN/m ²	Чврстоћа на истезање σ_t MN/m ²	кохезија c MN/m ²	угао унутрашњег трења $\varphi(^{\circ})$	Садржај воде W	Динамички модул еластичности E_{dyn} MN/m ²	Динамички Поиссон-ов коефицијент μ_{dyn}	Одређивање геолошког индекса чврстоће(GSI) на узорку
U-1	26,23	18,17	3,01	4,11	40° 47'	4,61	33175,2	0,316	35-45

Геомеханички параметри, добијени након лабораторијских испитивања, указују на релативно добру стабилност стенске масе у смислу могућности пројектовања експлоатационих етажа и површинског копа у целисти.

За висине етажа од 10 метара са нагибом од 70 степени, утврђен је фактор сигурности (F_s) од толерантних 1,185, док етаже висине 15 метара, које ће се можда радити у јужном делу лежишта, угао нагиба косине од 65 степени има фактор сигурности (F_s) од 1,134 што је прихватљиво са аспекта стабилности стенских маса у кречњацима.

Анализе стабилности завршне косине рађена је за 50, 75, 100, 125 и 150 метара. За висину завршне косину од 50 метара добија се угао завршне косине од 41° са минимални фактор сигурности од $F_{min} = 1,30$.

Испитани геомеханички параметри у лабораторијским условима и посебно карактеристике продуктивне серије кречњака у лежишту, утврђене приликом теренских инжењерско-геолошких испитивања, указују на релативну стабилност стенске масе у смислу могућности пројектовања завршних косина копа до висине од 50 метара са углом нагиба завршне косине од 41° са најоптималнијом висинама етажа од 10 и 15 метара, које би имале угао нагиба од 70° и 65° уз релативно толерантан фактор сигурности за кречњачке стене већи $F_{min} = 1,05$.

Оригинални извештај о извршеним испитивањима кречњака, као радне средине, је саставни део Елабората о резервама (документациони материјал, прилог бр. 2).

5.3 АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ И УСЛОВА ПРИПРЕМЕ И ПРЕРАДЕ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ

Анализа могућности и услова припреме и прераде кречњака као техничког грађевинског камена, полази од начина и места појављивања и физичко-механичких карактеристика продуктивне стенске масе.

Кречњаци који изграђују испитивано лежиште јављају се најчешће као слојеви и банковити слојеви, ретко као банковити кречњаци који од површине терена, односно



од границе са танким делувилним наносом метарских дебљина, формирају лежиште. Сходно томе експлоатација кречњака обављаће се површинским копом.

Морфологија терена омогућава формирање површинског копа "брдског типа", у коме ће се експлоатација обављати до дубине завршних кота истражних радова.

Масовним минирањем по планираним експлоатационим етажама обарала би се отуцана несортирана стенска маса на етажни плато. Евентуално појављивање мањих блокова разбијало би се током припреме минералне сировине хидрауличним трном.

Оборени материјал би се на етажама примарно уситњавао са мобилном ударном дробилицом. Припремљени производ примарног дробљена пласирао би се до секундарног постројења покретним тракама или унутрашњим камионским транспортом, односно до платоа на коме ће се обављати грубо уситњавање блокова до просечне величине ломљеног камена за секундарно дробилично постројење.

Припрема минералне сировине обухвата, поред припреме обореног материјала, и припрему простора где ће се обавити грубо уситњавање блокова. Овај простор је планиран на поменутом платоу кога је планирано формирати на подручју које се у целости налази у власништву инвеститора.

Последња фаза припреме обореног кречњака при експлоатацији обухвата секундарно дробљене агрегата кречњака у ротационом дробиличном постројењу, које би требало да буде постављено на кречњачкој подлози, због избегавања контаминације минералне сировине са глиновитим материјалом. Овај услов је у потпуности испоштован на планираном платоу за грубо уситњавање блокова.

Након тога би се из припремљеног издробљеног материјала системом сита на истом платоу, производили агрегати различитих фракција као крајњи тржишни производ експлоатације.

Могућности и услови припреме кречњака као сировине за ТКГ камен, подразумевају формирање привременог радног платоа на експлоатационој етажи на коме би несметано функционисало мобилно постројења за примарно дробљене већ отуцане масе кречњака са експлоатационе етаже. Такође се подразумева изградња сталног платоа на коме би несметано могло да функционише мобилно постројење за секундарно дробљене и фракционисање камене ситнежи. У оквиру овог постројења подразумева се и простор за одлагање произведених фракција и путеви унутрашњег и спољног транспорат за допрему припремљеног материјала са етажа и отпрему готових производа.



Примарно и секундарно дробљење кречњака обављало би се у мобилним постројењима која би се лоцирале на поменутим платоима. Према резултатима физичко-механичких испитивања могуће је добити оптимална искоришћења кречњачке масе у производњи агрегата за туцаник свих фракција. Високо искоришћење (веће од 80% стенске масе) очекује се и код добијања агрегата за асфалтне и бетонске мешавине.

Потребна инфраструктура на лежишту и у близини лежишта у потпуности омогућава коректну припрему и прераду ових кречњака као сировине за техничко-грађевински камен, као и оптимални транспорт готових производа имајући у виду близину саобраћајница, као и повољне транспортне услове.

5.4 ОЦЕНА РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА

Резултати испитивања квалитета кречњака из лежишта Црвене стене код Малог Зворника представљају оптималан избор лабораторијских испитивања, примерен геолошким карактеристикама истраживаног лежишта, величини, литолошкој хомогености истраживаног дела кречњачке серије и планираној употреби сировине. За потребе испитивања квалитета кречњака извршен је оптималан избор лабораторијских метода примерен геолошким карактеристикама истраживаног лежишта, величини, литолошкој хомогености кречњака и планираној употреби сировине.

Обављеним лабораторијским и технолошким испитивањима на истраживаном лежишту доказан је квалитет продуктивне серије кречњака као сировине за техничко-грађевински камен, сходно стандардима и одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79, чланови 189 до 190) и важећих стандарда републике Србије о квалитету камена који се може користити као сировина за техничко грађевински камен.

Обављена испитивања са циљем детерминације квалитета кречњака у лежишту Црвене стене код Малог Зворника као сировине за грађевинско-технички камен, који се користи путоградњи и грађевинарству, нискоградњи и високоградњи, показала су да истраживани кречњак представља изузетно квалитетну сировину за поменуте намене. Обављеним лабораторијским и технолошким испитивањима на



истраживаном лежишту, доказан је квалитет кречњака као сировине за техничко-грађевински камен.

Могућности употребе истраживаних кречњака саме по себи подижу вредност ове минералне сировине без обзира на друге геолошке карактеристике лежишта, величину лежишта, локацију, транспортне услове и могућности експлоатације.

6 ПРОРАЧУН РЕЗЕРВИ

Прорачун резерви у лежишту Црвене стене, село Будишић код Малог Зворника, прилагођен је распрострањену и начину појављивања кречњака, врсти и распореду обављених истражних радова, морфологији терена и начину будуће експлоатације.

Код прорачуна резерви коришћени су сви расположиви подаци, добијени током картирања терена и израде геолошког плана лежишта 1:1.000, истражног бушења и израде истражних раскопа.

Такође су коришћени резултати испитивања квалитета кречњака као сировине за техничко – грађевински камен, односно резултати лабораторијских и технолошких испитивања у циљу дефинисања билансности квалитета кречњака као сировине широке примене у путоградњи и грађевинарству.

6.1 МЕТОДЕ ПРОРАЧУНА РЕЗЕРВИ

Методе прорачуна резерви лежишта Црвене стене базиране су на облику рудног тела, односно распореду истражних радова. Избор методе прорачуна резерви се заснива на обиму и распореду реализованих истражних радова, на литолошкој хомогености и структурној нехомогености карбонатних стена, изазваним тектоником и карстификацијом.

Методе прорачуна су базиране на распореду урађених истражних радова, који су коришћени у прорачуну, завршним котама истражних бушотина и најнижим котама других истражних радова на површини терена. Методе прорачуна су базиране на количини и распореду реализованих истражних радова који су пројектовани за величину лежишта које је сврстано у прву групу, прву подгрупу лежишта техничког грађевинског камена.



Прорачун резерви на лежишту Црвене стене извршен је са две методе. Основна метода прорачуна била је метода полигона а контролна метода, метода геолошких блокова. Резерве добијене по основној и контролној методи су потом упоређиване. Билансне геолошке резерве представљају резерве добијене по основној методи.

Реализација пројектованих истражних радова у потпуности су била усаглашена са одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79, чланови 189 до 191), као и одредбама Закона о утврђивању и разврставању резерви минералних сировина и приказивању података геолошких истраживања (Службени лист СРЈ бр 12/98).

Унутрашња и спољна контура лежишта дефинисана је истражним радовима, односно завршним kotaма истражних бушотина, најнижим kotaма истражних радова на површини терена и границом кречњака према делувијалним седиментима на површини терена (Прилози бр. 4 до 12). Унутрашња контура је постављена тако да спаја све формиране истражне радове, док спољашња контура захвата екстраполоване резерве Ц₁ категорије које су добијене екстраполацијом резерви Б категорије у североисточном и југозападном делу лежишта.

Оконтурено и истражено лежиште кречњака Црвене стене захвата површину од око 4,6 хектара са средњом дебљином корисне супстанце од око 35 метара.

6.1.1 МЕТОДА ПОЛИГОНА

Основна метода прорачуна резерви обављена је методом полигона (метода најближег реона или Boldireva метода; Прилог бр. 12). Према овој методи рудно тело се дели у низ призми, чији број одговара броју рударских радова (бушотина и раскопа), којима је рудно тело захваћено по дебљини у сваком истражном раду. Основа призме је полигон који захвата део рудне површине која се налази у подручју, домену истражног рада. Дебљина рудног тела у истражном ради је висина полигона.

Геометризација полигоних блокова је вршена према устаљеној методологији; прво су између истражних радова извлачене помоћне линије (средишње дужи), из чијих су средина извлачене нормале. Тако је око сваког истражног рада добијен полигон (прорачунски блок) оконтурен нормалама средишњих дужи, у којему је било



која тачка била ближа датом него суседном истражном раду. Тако добијени полигони су основ за прорачунавање резерви.

У контурама резерви Б категорије има седам прорачунских блокова (прорачунских полигона). У контурама резерви Ц₁ категорије је формирано девет прорачунских блокова.

Површине блокова су добијене коришћењем програма ZWCad, обзиром да су сви прилози израђени у ZWCad-у.

Прорачун резерви методом полигона (најближег рејона) извршен је по следећим обрасцима:

$$V = P \times d \times K_{os}$$

$$Q = V \times \gamma$$

где су:

P - површина прорачунског блока у m²

V - запремина кречњака у обрачунском блоку

d –дебљина минералне сировине у обрачунском блоку

K_{os} – коефицијент оштећености стенске масе

γ- запреминска маса са порама и шупљинама t/m³

Q- количине (резерве) кречњака у тонама

Дебљина рудног тела (d), или продуктивна серија лежишта, је мерена од границе са заглињеном карбонатном дробинком до доњих кота истражних радова. Дебљина блока се заокружује на првој децимали.

Запреминска маса са порама и шупљинама (γ) је узета из добијених резултата лабораторијских испитивања.

6.1.2 МЕТОДА ГЕОЛОШКИХ БЛОКОВА

Метода геолошких блокова је изабрана као контролна метода прорачуна резерви (прилог бр. 13). Метода геолошких блокова је коришћена због своје једноставности, тачности обрачуна и применљивости на истраживано лежиште. Примена ове методе је подразумевала да је рудно тело подељено на блокове који су ограничени истражним радовима (истражним бушотинама и истражним раскопима). Укупно је оконтурено пет обрачунских блокова, три у Б категорији резерви и два у Ц₁ категорији резерви.



Спољне границе површина Б резерви и екстраполованих Ц₁ резерви су остале исте као и у основној методи прорачуна. Такође су исте и границе које су дефинисане завршним котама истражних радова који су обухваћени контурама лежишта.

У Б категорији резерви обрачунски блок Б-1 је оконтурен између истражних раскопа Р-2 и Р-3 и истражних бушотина Б-1 и Б-3. Обрачунски блок Б-2 је ограничен истражним бушотинама Б-1, Б-2 и Б-3. у источном делу лежишта је оконтурен обрачунски блок Б-3 који је ограничен истражним бушотинама Б-2 и Б-3 и истражним раскопима Р-5 и Р-6.

Резерве Ц₁ категорије ју прорачунате у оквиру два обрачунска блока. Обрачунски блок Ц-1 представља резерве које су екстраполоване према југозападу од раскопа Р-2, бушотине Б-1 и раскопа Р-6 на растојању од 50 метара. Обрачунски блок Ц-2 представља резерве које су екстраполоване према североистоку од раскопа Р-2, бушотина Б-1 и Б-2 и раскопа Р-5 на растојању од 75 метара.

Површине блокова су добијене коришћењем програма ZWCad, обзиром да су сви прилози дигитализовани у ZWCad-у укључујући и топографску основу плана лежишта.

Прорачун резерви методом геолошких блокова извршен је по следећим формулама:

$$V = P \times d \times K_{os}$$

$$Q = V \times \gamma$$

где су:

P - површина прорачунског блока у m²

V - запремина кречњака у обрачунском блоку

d_{sr} –дебљина минералне сировине у обрачунском блоку

K_{os} – коефицијент оштећености стенске масе

γ- запреминска маса са порама и шупљинама t/m³

Q- количине (резерве) кречњака у тонама

Средња вредност дебљине блока (d_{sr}) добијена је као средња аритметичка вредност дебљине минералне сировине у истражним радовима.

Дебљина рудног тела или продуктивна серија лежишта је мерена од границе са површинском жаловином до завршне коте истражних радова.



Запреминска маса са порама и шупљинама (γ) је иста као и код главне методе прорачуна резерви.

6.2 ПРИКАЗ ПОСТУПКА ПРОРАЧУНА РЕЗЕРВИ

На картама резерви лежишта (Прилози бр. 12 и 13), размере 1:1.000, приказан је распоред истражних радова и оконтурена површина за прорачун резерви по основној и контролној методи. Резерве су срачунате у Б и Ц₁ категорији.

Дозвољена максимална растојања за срачунате категорије резерви на лежишту кречњака Црвене стене, према врсти истраживане минералне сировине, односно истраживаној сировини и припадајућој групи, односно подгрупи лежишта приказана су у наредној табели (табела бр. 16).

Табела 16. Максимална дозвољена растојања између истражних радова

ВРСТА СИРОВИНЕ	група	подгрупа	Максимална растојања истражних радова по категоријама резерви	
			Б категорија	Ц ₁ категорија
ТГК	I	I	до 200 m	до 300 m

Резерве Б категорије обухватају истраживани део серије кречњака која се налази између истражних бушотина и истражних раскопа као и контактом кречњака и делувилалног покривача на међусобним растојањима од минималних 41 m (раскоп Р-5 и бушотина В-2) до максималних од 192 m (бушотине В-1 и В-3).

Контуру резерви Б категорије ка североистоку представљају две истражне бушотине В-1 и В-2 и истражни раскопи Р-3 и Р-5. На југозападу границу резерви Б категорије представљају истражни раскопи Р-6 и Р-2. Прорачун резерви за ову категорију рађен је до завршних кота истражних бушотина и истражних раскопа. Северозападну границу резерви Б категорије представљају раскопи Р-2 и Р-3, а југоисточну границу раскопи Р-5 и Р-6.

Прорачуном резерви није обухваћена заглињена кречњачка дробина, која представља делувилалне седименте на површини терена.

Релативно танак делувилални нанос представља површинску јаловину, која се приликом експлоатације одстрањује као раскривка. Дебљина делувилалних седимената, према резултатима картирања бушотина, истражних раскопа и истражне етаже, варира од 0,3 m до 3,8 m. Распрострањење делувилалног наноса нема континуитет.



Делувијални нанос, односно површинска јаловина је приказана на стубовима бушотина, плановима раскопа, као и на геолошким профилима (Прилог бр. 4 до 13).

Резерве кречњака Ц₁ категорије су екстраполоване резерве оконтурене у југозападном и североисточном делу лежишта. Резерве Ц₁ категорије наслањају се у југозападном делу лежишта на истражну бушотину Б-3 и истражни раскопи Р-2 и Р-6. У североисточном делу лежишта резерве Ц₁ категорије наслањају се у југозападном делу лежишта на истражне бушотине Б-1 и Б-2 и истражни раскопи Р-3 и Р-5.

Прорачун резерви за Ц₁ категорију рађен је на исти начин по методама прорачуна као и за резерве Б категорије. Код прорачуна није обухваћен делувијални нанос.

На картама резерви и обрачунским профилима резерве Б категорије означене су плавом бојом а резерве Ц₁ категорије зеленом бојом (прилози бр. 12 и 13).

6.2.1 ПРИКАЗ ПОПРАВНИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Приликом израде геолошког плана лежишта 1:1.000, картирања бушотина и раскопа, запажени су различити облици оштећења стенске масе која представља продуктивну серију лежишта кречњака.

Констатовани су бројни механички дисконтинуитети дециметарских и метарских дебљина, који махом припадају руптурама (h0l) подручја. Поменути механички дисконтинуитети су запуњени слабо везаним карбонатним бречама и ређе бречама са спарикалцитским везивом, претежно лимонитисаним. Слабо везене кречњачке брече изграђене су од уклопака кречњака, доломитичног кречњака и доломита (mm-dm) величина, који се налазе у матриксу изграђеном од заглињеног стенског детритуса.

Поред ових облика тектонске оштећености стенске масе, констатовани су и појединачни облици подземне карстификације. Најчешће су то канали ретко каверне дециметарских и метарских димензија. Подземни крашки облици су углавном запуњени карактеристичном црвенкастом глином са комадима карбонатних стена (cm-dm) величина или заглињеном кречњачком дробином. Подземна карстификација је се најчешће јавља уз раседне и пукотинске зоне. Знатно је ређа карстификација која се јавља по слојевитости у карбонатима продуктивне серије лежишта.



Поправни коефицијент који је коришћен код прорачуна резерви на бази оштећености стенске масе, обухвата на истраживаном лежишту све облике тектонске оштећености стенске масе као и подземне крашке облике.

Поменути механички дисконтинуитети који се јављају по пукотинама и раседима, као и облици подземне карстификације, запуњени су стенским материјалом који за лежиште кречњака представља апсолутну јаловину.

У процесу прорачуна резерви коришћен је укупни поправни коефицијент оштећености стенске масе (K_{os}). Укупан поправни коефицијент добијен је на бази резултата истражног бушења, који представља најрепрезентативнији податак о целокупној оштећености стенске масе у лежишту.

Поправни коефицијент оштећености стенске масе (K_{os}) срачунат је из односа збира линијских интервала набушених пукотинских зона, раседних зона и подземних крашких облика у свим бушотинама и збира укупних набушених интервала карбонатних стена у продуктивној серији лежишта, испод повлатне јаловине до завршних кота истражних радова. Поправни коефицијент добијен је коришћењем следеће формуле:

$$K_{os}=1-\frac{\sum il}{\sum b}=1-\frac{10,7}{167,9}=0,9362715902322=0,94 \text{ (заокружено на другој децимали)}$$

K_{os} - коефицијент укупне оштећености стенске масе

$\sum il$ - збир линијских интервала оштећења стенске масе (зоне руптура и подземни крашки облици)

$\sum b$ - збир линијских интервала кречњака као корисне минералне сировине

Срачуната вредност коефицијента укупне оштећености стенске масе из истражних бушотина примењена је код прорачуна резерви Б и Ц₁ категорије у лежишту Црвене стене. Коефицијент укупне оштећености стенске масе у оквиру продуктивне серије на истраженом лежишту, износи $K_{os} = 0,94$ заокружено на другој децимали.



6.2.2 ОДРЕЂИВАЊЕ ЗАПРЕМИНСКЕ МАСЕ И ГУСТИНЕ

Одређивање запреминске масе и густине кречњака у оквиру продуктивне серије кречњака обављено је на бази физичко-механичких испитивања на узорцима из истражних радова.

Запреминска маса је детерминисана као запреминска маса са порама и шупљинама а густина као запреминска маса без пора и шупљина.

Средња вредност добијена за густину, односно запреминску масу без пора и шупљина добијена је током делимичних и комплетних физичко-механичких испитивања кречњака и износи $2,72 \text{ g/cm}^3$, односно $2,72 \text{ t/m}^3$. Запреминска масу са порама и шупљинама, добијена је током делимичних и комплетних физичко-механичких испитивања техничких својстава карбонатних стена као сировине за ТКГ износи $2,69 \text{ g/cm}^3$, односно $2,69 \text{ t/m}^3$. За прорачун резерви користи се просечна вредност запреминске масе са порама и шупљинама, која износи $2,69 \text{ t/m}^3$.

6.3 ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ РЕЗЕРВИ

Табеле геолошких резерви приказане су по методама прорачуна главне методе, методе геолошких блокова и контролне методе, методе полигона. Табеле резерви по обе методе прорачуна формиране су по категоријама геолошких резерви. Прорачун је рађен у програмском пакету MS Office. Због малог броја обрачунских блокова табеле резерви за сваки прорачунати део лежишта или цело лежиште и рекапитулација резерви по категоријама, класама и квалитету је дата у овом поглављу, а не у документационом материјалу елабората (како је прописано Правилником).

У прорачуну геолошких резерви примењен је поправни коефицијент укупне оштећености стенске масе, који износи $K_{os} = 0,94$ и средња вредност запреминске масе са порама и шупљинама ($\gamma = 2,69 \text{ t/m}^3$).

Добијене вредности површина резерви заокружују се на цео број. Дебљина минералне сировине у обрачунском блоку заокруживана је на прву децимале. Геолошке резерве су у табелама заокруживане су на метар (m^3) и на тону (t). Приказано је у посебној табели по основној методи прорачуна, процентуално учешће геолошких резерви по категоријама.

Урађена је упоредна табела геолошких резерви по основној и контролној методи и исказане су разлике по категоријама резерви и разлике укупних билансних резерви.

Табела 17. Табела прорачуна резерви Б категорије методом полигона

Блок	Истражни рад	Дебљина обрачуноског блока d (m)	Површина обрачуноског блока P (m ²)	Коефицијент укупне оштећености стенске масе Kos	Запрем. блока, кат. Б V (m ³)	Запрем. маса руде (t/m ³)	Резерве руде категорије БQ (t)
Б-1	Б-1	42,6	6.938	0,94	277.825	2,69	747.349
Б-2	Б-2	66,7	6.679	0,94	418.760	2,69	1.126.464
Б-3	Б-3	58,6	5.616	0,94	309.352	2,69	832.157
Б-4	Р-2	0,6	4.608	0,94	2.599	2,69	6.991
Б-5	Р-3	0,5	823	0,94	387	2,69	1.041
Б-6	Р-5	0,9	1.393	0,94	1.178	2,69	3.169
Б-7	Р-6	0,6	2.616	0,94	1.475	2,69	3.968
Укупно:					1.011.576	2,69	2.721.139

Табела 18. Табела прорачуна резерви Ц₁ категорије методом полигона

Блок	Истражни рад	Дебљина обрачуноског блока d (m)	Површина обрачуноског блока P (m ²)	Коефицијент укупне оштећености стенске масе Kos	Запрем. блока, V (m ³)	Запрем. маса руде (t/m ³)	Резерве руде Q (t)
Ц-1	Б-1	42,6	3.196	0,94	127.981	2,69	344.269
Ц-2	Б-2	66,7	5.233	0,94	328.099	2,69	882.586
Ц-3	Б-3	58,6	2.754	0,94	151.701	2,69	408.076
Ц-4	Р-1	1	1.071	0,94	1.007	2,69	2.709
Ц-5	Р-2	0,6	1.125	0,94	635	2,69	1.708
Ц-6	Р-3	0,5	498	0,94	234	2,69	629
Ц-7	Р-4	0,6	3.049	0,94	1.720	2,69	4.627
Ц-8	Р-5	0,9	406	0,94	343	2,69	923
Ц-9	Р-6	0,6	318	0,94	179	2,69	482
Укупно:					611.899	2,69	1.646.009

Табела 19. Процентуално учешће резерви по категоријама добијених главном методом прорачуна

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА У ЛЕЖИШТУ (m ³)	РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА У ЛЕЖИШТУ (t)	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ
Б	1.011.576	2.721.139	62,3
Ц ₁	611.899	1.646.009	37,7
Б + Ц ₁	1.623.475	4.367.148	100

Табела 20. Табеларни приказ прорачуна резерви Б категорије методом геолошких блокова

Блок	Истражни рад	Дебљина у истражном раду d (m)	Средња дебљина обрачуноског блока d (m)	Површина обрачуноског блока P (m ²)	Коефицијент укупне оштећености стенске маса K _{os}	Запрем. блока, V (m ³)	Запрем. маса руде (t/m ³)	Резерве руде Q (t)
Б-1	Б-1	42,6	25,6	10.703	0,94	257.557	2,69	697.979
	Б-3	58,6						
	Р-2	0,6						
	Р-3	0,5						
Б-2	Б-1	42,6	56,0	9.960	0,94	524.294	2,69	1.420.837
	Б-2	66,7						
	Б-3	58,6						
Б-3	Б-2	66,7	31,7	8.030	0,94	239.278	2,69	648.443
	Б-3	58,6						
	Р-5	0,9						
	Р-6	0,6						
Укупно:						1.021.129	2,69	2.767.259

Табела 21. Табеларни приказ прорачуна резерви Ц₁ категорије методом геолошких блокова

Блок	Истражни рад	Дебљина у истражном раду d (m)	Средња дебљина обрачуноског блока d (m)	Површина обрачуноског блока P (m ²)	Коефицијент укупне оштећености стенске масе K _{os}	Запрем. блока, V (m ³)	Запрем. маса руде (t/m ³)	Резерве руде Q (t)
Ц-1	Б-1	42,6	35,5	12382	0,94	413.187	2,69	1.111.473
	Б-2	66,7						
	Б-2`	66,7						
	Р-3	0,5						
	Р-5	0,9						
Ц-2	Б-3	58,6	23,9	5268	0,94	118.351	2,69	318.364
	Б-3`	58,6						
	Р-1	1						
	Р-2	0,6						
	Р-6	0,6						
Укупно:						531.538	2,69	1.429.837



Табела 22. Упоредни приказ резерви са односом разлике прорачуна

ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ					
Категорија резерви	Метода полигона		Метода геолошких блокова		Разлика
	m ³	t	m ³	t	
А	Б	В	Г	Д	Ђ
Б	1.011.576	2.721.139	1.021.129	2.746.837	-0,94
Ц ₁	611.899	1.646.009	531.538	1.429.837	15,12
Укупно	1.623.475	4.367.148	1.552.667	4.176.674	4,56

Према номенклатури која је регулисана Законом о рударству и геолошким истраживањима (Службени гласник РС 88/2011), а на основу Информације комисије за утврђивање и оверу резерви број 310-02-0135/2013-03 од 12. 2. 2013. године укупне прорачунате геолошке резерве минералних сировина које се билансирају (геолошке резерве Б и Ц₁ категорије) представљају прорачунате минералне ресурсе у лежишту кречњака Црвене стене . На основу извршеног прорачуна геолошких резерви по основној (главној) методи, у лежишту кречњака Црвене стене утврђене су геолошке резерве Б и Ц₁ категорије, односно прорачунати су минерални ресурси од 4.367.148 t.

7 ТЕХНИЧКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА

7.1 ФАКТОРИ ТЕХНИЧКО – ЕКОНОМСКЕ ОЦЕНЕ

Израда техно-економске оцене (ТЕО) лежишта кречњака је мултидисциплинарна и представља комплексан методолошки поступак који обухвата анализу и оцену релевантних геолошких, техничко-експлоатационих (рударских), економских и других фактора и из њих изведених природних, вредносних и синтетских показатеља.

Основни циљ ТЕО је да се утврди економски значај минералне сировине у лежишту на крају појединих стадијума и етапа истраживања, а такође и у процесу саме експлоатације, као и за доношење најзначајније одлуке о могућности капиталних улагања инвестиционих средстава за изградњу и отварање рудника на истраженом лежишту минералне сировине. То значи да се донесе коначна оцена о билансним и експлоатационим резервама које се на садашњем нивоу технике, технологије и економике могу рентабилно експлоатисати.



Задатак оцене лежишта је да се утврде могућности експлоатације и пласмана на тржиште производа добијених технолошком прерадом и економски ефекти који се при томе постижу.

Оцена је урађена тако што је извршена детаљна анализа свих фаза истраживања лежишта, кроз утврђивање геолошких односа у лежишту, извођење истражних радова, утврђивање квалитета, прорачуна резерви, са утврђивањем могућности реализације производње (експлоатације), трошкова пословања и оствареног профита.

У складу са одговарајућим правилницима о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, у техно-економској оцени анализирани су сви фактори и оцењен је њихов утицај на билансност рудних резерви преко натуралних, вредносних и синтетских показатеља.

Кроз комплетну анализу и оцену обрађено је више фактора техно-економске оцене лежишта Црвене стене и то:

- геолошки,
- генетски (минерагенетски),
- техничко-експлоатациони,
- технолошки,
- регионални,
- тржишни,
- друштвено-економски.

Поједини фактори су детаљно обрађени кроз више података, посебно фактори из области рударско-геолошке проблематике.

7.1.1 ГЕОЛОШКИ ФАКТОРИ

7.1.1.1 ЕКОНОМСКИ ТИП РУДЕ

Економски тип руде подразумева све оне руде одређене минералне сировине које, у датим условима, имају највећи економски значај. Кречњаци представљају сировину за добијање техничког грађевинског камена где се одговарајућим технолошким поступцима добијају одговарајући производи који се користе у грађевинској и путној индустрији.

Продуктивна серија лежишта је изграђена од банковитих слојева, банака и ретко слојева рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча. Продуктивна серија лежишта преставља горњи део карбонатне серије која по старости припада нерасчлаћеном



доњем и средњем тријасу. Сви варијетети кречњака представљају квалитетну сировину за техничко-грађевински камен.

Економски тип руде је представљен кречњацима за добијање ТГК. Тип руде, као и технологија експлоатације и прераде у циљу добијања кречњака као ТГК су познати и утврђени како код нас, тако и у свету.

7.1.1.2 ЕКОНОМСКИ ТИП ЛЕЖИШТА

На територији Републике Србије, основни економски типови лежишта ТГ камена, генетски су везани за седиментна лежишта.

Према Правилнику о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист бр. 53/79), истраживано лежиште кречњака Црвене стене, као сировина за техничко-грађевински камен, са наведеним карактеристикама у погледу генетског типа лежишта, величине лежишта, дебљине продуктивне серије и квалитета сировине, сврстано је у прву групу и прву подгрупу лежишта техничко-грађевинског камена са резервама до 3.000.000 m³.

Република Србија располаже са значајним минерално-сировинским потенцијалом ТГ камена овог типа лежишта. Лежиште Црвене стене са својих 1,6 милиона m³ геолошких резерви кречњака је од секундарног значаја за привреду Републике Србије.

Треба имати у виду и врло значајан економски аспект локације лежишта, који омогућава врло повољан и јефтин транспорт камених агрегата дринском магистралом Бајина башта – Зворник – Лозница – Сремска Митровица до бројних потрошача у северозападном делу Србије и североисточном делу Републике Српске.

7.1.1.3 МОРФОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Шире подручје лежишта у геоморфолошком смислу карактерише планински тип рељефа. Терен обухвата западне падине планине Бобије. Релативне висинске разлике варирају од 200 до 570 метра.

У рељефу ширег подручја истражног простора издвајају се планински врхови: Црвене стене (370,47 m), Лазин шанац (529) југоисточно од лежишта, Камени шанац (591 m) северно од лежишта, Капела (598 m) и Лађа (730 m) североисточно од лежишта.



Најнижа кота терена се налази у алувиону реке Дрине и износи 161 m. Највиша кота терена у оквиру истраживаног дела терена и уједно истраживаног лежишта налази се на врху брда Црвене стене и износи 370,47 m. Релативна висинска разлика у оквиру истраживаног дела терена износи око 209 m.

На ширем подручју лежишта постоји већи број извора. Геолошка грађа и склоп терена условили су настанак углавном пукотинског типа издани. Пукотински тип издани формира се дуж покотинских и раседних зона у кречњацима.

Истраживано лежиште се налази се источно од долине и речног корита реке Дрине, односно акумулационог језера на реци Дрини. Шире подручје локалитета Црвене стене представља вододелницу између сталних водотокова реке Пљештенице и Борањске реке.

7.1.1.4 СТЕПЕН КОНЦЕНТРИСАНОСТИ РУДНИХ РЕЗЕРВИ

Концентрација минералних сировина мери се резервама по јединици површине, коефицијенту откривке, као и средњем коефицијенту откривке ($K_o \text{ m}^3/\text{m}^3$). Наведени показатељи имају следеће вредности:

Степен површинске концентрације резерви рачунат је по обрасцу:

$$St = \frac{\text{Резеве } m^3}{\text{Површина } m^2} = \frac{1.623.475}{46.342} = 35,03 \frac{m^3}{m^2}$$

где је:

St - површински коефицијент концентрације резерви (m^3/m^2).

Површински коефицијент концентрације резерви износи $35,03 \text{ m}^3/m^2$.

Коефицијент откривке рачунат је по обрасцу:

$$K_o = \frac{\text{Запремина опкривке } m^3}{\text{Запремина кречњака } m^3} = \frac{886.098}{1.623.475} = 0,546 \frac{m^3}{m^3}$$

где је:

K_o - коефицијент откривке (m^3 јаловине / m^3 кречњака).

Запремина откривке је добијена као збир средње дебљине површинске откривке на површини завршне контуре копа и материјала недоказаног квалитета који се налази у косинама копа, а који је неопходно откопати како би се експлоатисале целокупне резерве лежишта.

Коефицијент откривке има вредност за експлоатационе резерве од $0,546 \text{ m}^3/m^3$.



7.1.1.5 РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ЛЕЖИШТА

Истраживано лежиште се налази у једној комплексној пликативној синформној структури, која је накнадно тектонски измењена и просторно редукована раседима, краљуштима и навлакама што је утицало на издвајање тектонске јединице означене као "зворничка зона раседања и краљуштања" на ширем подручју лежишта. Лежиште је издвојено у горњем пакету "Зворничке серије", која је у целости изграђена од карбонатних седиментних стена.

Распрострањене у континуитету потенцијалне кречњачке серије на ширем простору лежишта, између реке Дрине и метаморфита палеозоица износи око $1,1 \text{ km}^2$, што знатно превазилази контуре истраживаног лежишта. Просечна дебљина кречњачке серије у горњем делу "Зворничке серије" где је издвојено лежиште, према литературним подацима варира од 150 m до 200 m.

Процењене потенцијалне резерве кречњака као квалитетне сировине за ТКГ, добијене геолошким методама, које се налазе испод оконтурених билансних резерви и на ширем подручју лежишта са распрострањењем на процењеној површини од $1,1 \text{ km}^2$ са просечном дебљином кречњачке серије од око 25 m, износиле би укупно око $30.000.000 \text{ m}^3$ потенцијалних резерви (Ц_2 и Д_1 потенцијална категорија резерви).

Оконтурено лежиште захвата површину од око 4,6 хектара са средњом дебљином корисне супстанце од око 35 метара.

Продуктивна серија обухвата све банковите слојеве, банке и ретко слојеве рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча који се налазе испод релативно танког делувилалног наноса на површини терена од просечних 1,5 m и завршних кота истражних раскопа и истражних бушотина чије вредности варирају између 240 m и 284 m.

Лежиште припада групи егзогених лежишта. Према генетској класификацији лежиште припада седиментном типу.

Облик рудног тела према контурама, које су дефинисане истражним радовима и границама екстраполованих резерви, генерално је паралелопипедно. Дужина оконтуреног рудног тела у оквиру кога су утврђене билансне геолошке резерве, већа је по правцу ЈЗ-СИ за око 60 m од дужине по правцу СЗ-ЈИ а за приближно 8 пута је већа од просечне дебљине истражене продуктивне серије лежишта.

Лежиште кречњака према резултатима физичко-механичких испитивања представља довољно квалитетну сировину са аспекта техничко грађевинског камена.



Према изнетим параметрима (величина лежишта, средња дебљина корисне супстанце и укупне резерве минералне сировине) лежиште карбонатних стена као сировине за ТКГ, Црвене стене код Малог Зворника, спада у групу лежишта средње величине, која ће се експлоатисати површинским копом брдског типа као сировина за техничко грађевински камен широке примене.

7.1.1.6 КВАЛИТЕТ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ

Квалитет кречњака, као сировине за техничко грађевински камен на истраживаном лежишту утврђен је током реализације геолошких радова, везаних за површину терена и истражне радове, пројектованих лабораторијских испитивања и технолошких испитивања. Лабораторијска испитивања су обухватала петролошка испитивања и испитивања техничких својстава камена. Технолошка испитивања ТКГ су обухватала испитивања техничких својстава камена и каменог агрегата у више фракција, превасходно као сировине, за грађевинарство и путоградњу.

Уз испитивања техничких својстава кречњака продуктивне серије лежишта као сировине за техничко грађевински камен, вршена су и петролошка испитивања у циљу литолошке детерминације варијетета кречњака.

Распоред истражних радова на лежишту кречњака, прилагођен је растојањима за "Б" категорију резерви, која су предвиђена за прву групу и прву подгрупу лежишта техничко грађевинског камена у складу са Правилником о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ бр. 52/79 чланови 188-191). Резерве Ц₁ категорије су екстраполоване резерве на резерве Б категорије. Квалитет кречњака, обим и врсте лабораторијских и технолошких испитивања, дефинисани су величином лежишта, типом сировине и очекиваним резервама, сходно поменутом Правилнику. Истраживано лежиште према величини спада у групу средњих лежишта карбоната као сировине за техничко грађевински камен са резервама до 3.000.000 m³.

7.1.2 МИНЕРАГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ

Генеза лежишта које је највећим делом изграђено од рекристалисалих кречњачких седимената, дефинисана је у највећој мери постдијагенетским променама насталим највероватније у тектомагматском циклусу младокимријске или аустријске фазе алпске орогенезе.



Према резултатима петролошких испитивања и резултатима комплексометријских анализа, констатовано је да су кречњаци пре рекристализације припадали највероватније биомикритским кречњацима и кречњачким бречама у чијем матриксу је констатован повећан садржај доломита.

На бази изнетих констатација биомикритски кречњаци су највероватније формирани на шелфу карбонатне платформе, као и највећи део доњетријаских и све средњетријаске карбонатне формације у овом делу Србије.

Део карбонатне платформе на коме је формирана микрофација са биомикритским кречњацима, вероватно је имао широк и релативно раван шелф. Депозициони услови базирани на биомикритским кречњацима указују на релативно велико распрострањење и дугачак период екзистениције плитководне лагуне на овом делу шелфа карбонатне платформе.

Биомикритски банковити кречњаци настали су највероватније у почетним фазама дијагенезе нелитификованог или семилитификованог карбонатног муља у субтајдалним просторима, током фаза мирне седиментације, који у оваквим типовима депозиционе средине најдуже трају.

За касно дијагенетски стадијум је везано формирање кречњачких бреча са калцитско доломитским везивом. Највероватније процес настанка је везан за контракције литификованих карбонатних седимената у периодима израњања, које су условиле фрагментисање стена и стварања кречњачких бреча (инситу) у доломитизираном микритском муљу.

Током каснијих геодинамичких процеса већи део продуктивне кречњачке серије лежишта био је изложен каснодијагенетским променама високог интензитета. Каснодијагенетске промене су углавном биле везане за процесе рекристализације кречњака. Интензитет рекристализације био је генерално изузетно висок. У процесу интензивне рекристализације формирани су рекристалисали кречњаци и рекристалисале кречњачке брече, које сада представљају продуктивну серију лежишта.

Са минерагенетског аспекта од грађевинских материјала најпотенцијалнија минерална сировина су кречњаци и рекристалисали кречњаци горњег дела "Зворничке серије", као и кречњаци ладинског ката који се налазе у подручју доње Борине, северно од истраживаног лежишта.



7.1.3 ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ФАКТОРИ

Техничко - експлоатациони фактори анализирани су ради сагледавања општих услова будуће експлоатације, хидрогеолошких и инжењерско - геолошких услова, односно физичко - механичке карактеристике радне средине.

Ова анализа је извршена у циљу добијања одговора на питање у којој је мери и обиму технички могуће и економски оправдано експлоатисати оцењивано лежиште.

7.1.3.1 ОПШТИ УСЛОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Циљ ТЕО и техничко-експлоатационих фактора у оквиру ње је да пружи идејно решење експлоатације кречњака, транспорта минералне сировине и јаловине, начин прераде минералне сировине и њен даљи пласман са годишњом производњом агрегата од 350.000 t при пуном капацитету производње.

Сам начин експлоатације кречњака садржаће све стандардне радње за ову врсту минералне сировине и то: обарање стенске масе методом масовног минирања, утовар материјала, транспорт, дробљење и класирање.

Експлоатација кречњака, као сировине за техничко-грађевински камен, на површинском копу Црвене стене, вршиће се дисконтинуалном технологијом, са високом концентрацијом сировине по квадратном метру површине.

Конструкција идејног решења завршног изгледа површинског копа извршена је тако да у потпуности захвати резерве минералне сировине.

Параметри конструкције копа условљени су већим бројем фактора као што су: физичко-механичке карактеристике стенског материјала, квалитет минералне сировине, врста механизације која ће се користити за извођење радова, интензитет развоја рударских радова у плану и по дубини, као и остали параметри примењене технологије откопавања.

Експлоатација минералне сировине (кречњака) обухватиће следеће фазе рада:

- израда прилазног пута,
- бушење и минирање,
- утовар у мобилно дробилично постројење,
- дробљење и сепарисање.

За израду ове оцене коришћене су конструктивне карактеристике и капацитети опреме коју планира Инвеститор.



За технолошки процес експлоатације кречњака на површинском копу, тачније по технолошким фазама рада, претпостављено је да би се за исти користила механизација следећих конструктивних карактеристика:

- бушење бушилицом типа ATLAS COPCO ROC F6, капацитета (брзине) бушења од 25 m³/h, снаге 170 kW.

- утовар одминираних материјала багерима CAT 320B запремине кашике 1,2 m³ и CAT 345C запремине кашике 2 m³ у мобилну дробилицу.

- дробљење помоћу мобилне дробилице NORDBERG LT1213S , инсталисане снаге 310 kW.

- сепарисање материјала вршиће се мобилним постројењем за сепарисање NORDBERG ST356, снаге 110 kW.

- сепарисани кречњак утовараће се утоваривачем CAT 980G запремине кашике 3,5 m³, инсталисане снаге 170 kW.

- транспорт јаловине ће се вршити камионима (8 m³) снаге мотора 230 kW.

На основу урађеног елабората, физичко-механичких својстава кречњака и добијених резултата на основу геомеханичких испитивања (који су дати и у оквиру овог елабората) као и на бази практичних искустава утврђених на површинским коповима сличних физичко-механичких карактеристика радне средине, за прорачун у оквиру идејног решења завршног изгледа површинског копа Црвене стене, усвојени су следећи конструктивни параметри:

- висина радне етаже $H = 10 \text{ m}$,
- нагиб радне етаже $\alpha_r = 65^\circ$,
- нагиб завршне косине површинског копа $\alpha_z = 36^\circ$.

За усвојене конструктивне параметре, ширина завршне берме може се прорачунати на следећи начин:

$$\check{S}_{rb} = H_k \times (\text{ctg } \alpha_z - \text{ctg } \alpha_r) / (n - 1),$$

где је:

H_k - висина површинског копа, $H_k = 120 \text{ m}$,

α_z - предвиђена завршна косина површинског копа, $\alpha_z = 36^\circ$,

n - број етажа, $n = 12$.

На основу прорачунатих и усвојених параметара, минимална ширина завршне берме на површинском копу кречњака Црвене стене износи:

$$\check{S}_{rb} = 120 \times (\text{ctg } 36^\circ - \text{ctg } 65^\circ) / (12 - 1) = 9,93 \text{ m, усвојено } 10 \text{ m}$$



Завршна контура површинског копа Црвене стене дефинисана је следећим конструктивним параметрима:

- висина радне етаже 10 m,
- нагиб радне етаже 65°,
- нагиб завршне косине површинског копа 36°,
- ширина завршне берме 10 m,
- ширина пројекције косине етаже 4,66 m.

У неким деловима површинског копа су пројектоване берме са већом ширином, сходно одређеном углу под којим залежу резерве корисне минералне сировине. Оваквим решењем се постиже максимално смањење количина материјала у косинама површинског копа.

7.1.3.2 СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА КОПА

Стратегија развоја и рада површинског копа ће се састојати из уклањања површинског јаловинског слоја, који је присутан у мањим количинама, и експлоатације корисне минералне сировине етажама тако да се најбоље искористе све квалитативне карактеристике кречњака, а самим тим оствари и највећа добит од продаје агрегата.

Површински коп лежишта Црвене стене је коп брдског типа.

Укупне геолошке резерве у граници истражног простора износе 1.623.475 m³.

Количине површинске јаловине (откривке) у контури површинског копа, прорачунате на основу средње дебљине откривке од 1,5 m, на површини завршне контуре од 87.715 m² износе 131.572 m³ чврсте масе.

Планирана годишња производња кречњака при пуном капацитету износи 129.151 m³ чврсте масе готовог производа.

Количине минералне сировине обухваћене контуром површинског копа износе 1.623.475 m³.

Са задатом годишњом производњом век експлоатације износи:

$$N = \frac{1.623.475}{129.151} = 12,57 \text{ година}$$

Из овога се види да век експлоатације копа износи нешто више од 12 година.

Констатовани су бројни механички дисконтинуитети дециметарских и метарских дебљина. Поменути механички дисконтинуитети су запуњени слабо



везаним карбонатним бречама и ређе бречама са спарикалцитским везивом, претежно лимонитисаним. Слабо везене кречњачке брече изграђене су од уклопака кречњака, доломитичног кречњака и доломита (mm-dm) величина, који се налазе у матриксу изграђеном од заглињеног стенског детритуса.

Поред ових облика тектонске оштећености стенске масе, констатовани су и појединачни облици подземне карстификације. Најчешће су то канали ретко каверне дециметарских и метарских димензија. Подземни крашки облици су углавном запуњени карактеристичном црвенкастом глином са комадима карбонатних стена (cm-dm) величина или заглињеном кречњачком дробином. Подземна карстификација је се најчешће јавља уз раседне и пукотинске зоне. Знатно је ређа карстификација која се јавља по слојевитости у карбонатима продуктивне серије лежишта.

Поправни коефицијент који је коришћен код прорачуна резерви на бази оштећености стенске масе, обухвата на истраживаном лежишту све облике тектонске оштећености стенске масе као и подземне крашке облике.

Поменути механички дисконтинуитети који се јављају по пукотинама и раседима, као и облици подземне карстификације, запуњени су стенским материјалом који за лежиште кречњака представља јаловину.

Овакав материјал, који изграђује раседне зоне, пукотинске зоне и подземне крашке облике без обзира што је мањим или већим делом изграђен од карбоната, представља дефинитивну јаловину лежишта.

Локација и поступак формирања одлагалишта, које ће бити привременог типа, детаљно ће се обрадити у Главном рударском пројекту.

7.1.3.3 ОГРАНИЧЕЊЕ ПОВРШИНСКОГ КОПА

При ограничењу површинског копа водило се рачуна о границама истражног простора и резерви у циљу што мањих губитака сировине.

Ограничење идејне контуре површинског копа извршено је према границама резерви дефинисаним на основу извршених истражних радова на лежишту. Доња експлоатациона граница узета је до максималне дубине истражних радова и прати залегање резерви у лежишту. Приликом одређивања конструктивних параметара површинског копа, најзначајнији су били резултати геомеханичке анализе и стабилности радне средине. Идејним решењем је предвиђено максимално искоришћење резерви које ће бити захваћене завршном контуром површинског копа.



7.1.3.4 УГАО НАГИБА ЗАВРШНИХ КОСИНА

Површински коп Црвене стене представља коп брдског типа. Висине завршних косина су различите у одређеним деловима копа сходно нагибу терена и пружању резерви корисне минералне сировине. Угао завршних косина у делу копа где се налази највећи број етажа, од коте 245 m до коте 365 m износи 36°. У неким деловима површинског копа су пројектоване берме веће ширине, сходно одређеном углу под којим залежу резерве кречњака, што иде у прилог и геомеханичкој стабилности етажа.

7.1.3.5 ДИНАМИКА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Предвиђено је да годишња производња износи 129.151 m³ чврсте масе кречњака од друге године производње, односно укупно 350.000 t и неће се мењати током каснијих година. У првој години експлоатације планирани годишњи капацитет износиће 200.000 t првенствено због уходавања производње и отварања лежишта.

7.1.3.6 ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

У оквиру технолошког процеса експлоатације прорачунати су сви релевантни фактори, како би се добиле вредности норматива материјала.

За дати прорачун коришћена је документација сврсисходна намени техно-економске оцене, затим параметри опреме коју планира Инвеститор, односно њихове техничке карактеристике, као и досадашња искуства у технолошком процесу експлоатације са површинских копова кречњака сличних карактеристика.

7.1.3.6.1 Насловни списак опреме

У наредној табели приказана је врста опреме, потребна за пројектовани капацитет производње кречњака на површинском копу Црвене стене, са набавном вредношћу.

Табела 23. Насловни списак опреме

№	Механизација	Улагања хиљ.дин.
1.	Мобилно постројење за дробљење NORDBERG LT1213S	24.000
2.	Мобилно постројење за сепарисање NORDBERG ST356	17.000
3.	Багер CAT 320B	7.000
4.	Багер CAT 345C	9.000
5.	Хидраулични чекић	2.500

6.	Камион (2 комада)	16.000
7.	Утоваривач CAT 980G	10.000
8.	Бушилица Atlas Copco ROC F6	16.000
9.	Булдозер CAT	8.000
	УКУПНО	109.500

7.1.3.6.2 Отварање копа и помоћне операције

За отварање копа и уклањање површинског слоја јаловине (откривке) ће се користити булдозер, као и за помоћне операције. Под помоћним операцијама на површинском копу кречњака Црвене стене подразумевао би се рад булдозера на припреми одминираниог материјала за утовар, за одржавање етажних путева и слично.

Технички капацитет булдозера:

$$Q_{th} = Q_t \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7$$

Теоретски капацитет булдозера на дужини од 45 m је $Q_t = 350 \text{ } \check{m}^3/\text{h}$.

Усвојени коефицијенти за ефективни капацитет су следећи:

$$K_1 = 0,75 \text{ обученост радника}$$

$$K_2 = 0,8 \text{ за минирани материјал}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ рад у усеку}$$

$$K_4 = 1,0 \text{ за рад булдозера у тандему}$$

$$K_5 = 1,0 \text{ видљивост трасе}$$

$$K_6 = 0,75 \text{ време ефективног рада}$$

$$K_7 = 1,0 \text{ нагиб трасе - хоризонтална}$$

$$Q_{th} = 350 \times 0,75 \times 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,75 \times 1,0 = 157,5 \text{ } \check{m}^3/\text{h}$$

Након минирања 50% материјала ће бити одбачено на основни плато за утовар, а осталих 50% биће припремљено булдозерски.

Капацитет булдозера на припреми за утовар може се одредити са дијаграма односа дужине транспорта стенског материјала и техничког капацитета.

Технички капацитет булдозера при транспорту материјала до 50 m је

$$Q_t = 350 \text{ } \check{m}^3/\text{h}.$$

Ефективни капацитет при коефицијенту растреситости од 1,4 и коефицијенту ефективности радног времена од 0,75 ће бити:

$$Q_{ef} = 350 \times 0,75/1,4 = 187,5 \text{ } \check{m}^3/\text{h}:$$

Укупно треба припремити 50% материјала од годишњег капацитета, па ће бити потребно утрошити укупно:



$$0,5 \times 129.151 / 187,5 = 344,4 \text{ h}$$

Поред припреме утовара (344,4 h) булдозер ће се користити за уклањање откривке, одлагање јаловине и одржавање етажних путева па се усваја укупно ангажовање булдозера од око 550 ефективних часова.

7.1.3.6.3 Бушење минских бушотина

За бушење минских бушотина на површинском копу Црвене стене, обзиром на физичко-механичке и техничке карактеристике радне средине и предвиђену технологију рада, најповољнији начин бушења је ударно-ротационо бушење.

Бушење би се изводило бушилицом Atlas Copco ROC F6 брзине бушења од 25 m'/h, инсталисане снаге 170 kW.

Пречник минске бушотине је параметар који је од битног утицаја на степен уситњавања стенске масе од чега зависи и ефикасност утоварно-транспортне механизације. Усвојени пречник бушења од 86 mm је у оквиру параметара расположиве опреме за бушење.

Параметри неопходни за прорачун бушења усвојени су на основу литерарних и емпиријских података са површинских копова сличних физичко-механичких карактеристика. На површинском копу ће се бушити бушотине до максимално 12,5 m дубине, у геометрији $3,2 \times 3,1 \text{ m}$, тако да је продуктивност једног метра бушотине:

$$q' = 3,2 \times 3,1 \times 10 / 12,5 = 7,94 \text{ m}^3 \text{ чврсте масе}$$

За укупну производњу при пуном капацитету од 129.151 m³ чврсте масе минералне сировине, годишње је потребно избушити:

$$L_b = 129.151 / 7,94 = 16.266 \text{ m}$$

При просечној брзини бушења од 20 m/h, укупно је потребно бушити:

$$T_b = 813 \text{ ефективних часова годишње}$$

Потребан број бушилица за годишњу производњу од 129.151 m³ чврсте масе, обзиром на брзину бушења бушилице од 20 m/h, фонд ефективног рада у једној смени који износи 10 h и на бази 250 радних дана у години износи:

$$N = \frac{Q_{god}}{\frac{V}{L} \cdot v \cdot T} = \frac{129.151}{\frac{149}{12} \cdot 20 \cdot 2500} = 0,21 \text{ ком.}$$

где је:

Q_{god} - годишњи капацитет површинског копа (m³)

V - запремина одминераног материјала по једној бушотини (m³)



L - дужина бушотине (m)

v - просечна брзина бушења (m/h)

T - годишњи фонд времена (h)

7.1.3.6.4 Минирање

Избор врсте експлозива

Искоришћење енергије експлозије код минирања је у великој зависности од избора најповољније врсте експлозива.

У овом случају коришћена је комбинација експлозива ANFEX-P и AMONEX-1 у односу 75 % : 25 %.

Табела 24. Карактеристике коришћених експлозива

Врста експлозива	ANFEX-P	AMONEX-1
Густина	0,90 ÷ 0,95 g/cm ³	1,05 ÷ 1,10 g/cm ³
Брзина детонације	2.000 ÷ 2.500 m/s	4.100 ÷ 4.300 m/s
Пречник патроне	70 mm	70 mm
Дужина патроне	370 mm	370 mm
Тежина патроне	1,35 kg	1,50 kg

Прорачун специфичне потрошње експлозива

Прорачун специфичне потрошње експлозива се врши на основу карактеристика радне средине и карактеристика предвиђеног експлозива и то на следећи начин:

$$q = \frac{70}{A} \cdot \sqrt[3]{f} = \frac{70}{385} \cdot \sqrt[3]{7,2} = 0,35 \text{ kg/m}^3$$

Прорачун количине експлозива по m' бушотине

$$p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho \cdot \Delta \cdot 1.000 = \frac{3,14 \cdot 0,086^2}{4} \cdot 0,662 \cdot 0,9875 \cdot 1.000 = 3,8 \text{ kg/m'}$$

Прорачун дужине бушења и пробушења бушотине

$$l_b = \frac{H}{\sin \alpha} + l_{pr} = \frac{10}{\sin 65^\circ} + 1,0 = 12,03 \text{ m}$$

Прорачун линије најмањег отпора

Прорачун линије најмањег отпора срачунаће се по следећим формулама:

$$W = 53 \cdot k_t \cdot d \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}} = 53 \cdot 1,15 \cdot 0,086 \cdot \sqrt{\frac{0,9875}{2,71}} = 3,16 \text{ m}$$



На основу претходних резултата прорачуна добијена је и усваја се линија најмањег отпора $W = 3,2 \text{ m}$.

Прорачун растојања између бушотина

Растојање између бушотина износи:

$$a = m \cdot W = 0,97 \cdot 3,2 = 3,1 \text{ m}$$

Прорачун растојања између редова бушотина

Растојање између редова бушотина износи:

$$b = a \cdot \sin 65^\circ = 3,1 \cdot 0,906 = 2,8 \text{ m}$$

за бушотине у троугаоном распореду или

$$b = W = 3,2 \text{ m}$$

за бушотине у четвороугаоном распореду.

Прорачун дужине минског чепа

Дужина минског чепа може се израчунати на основу више образаца и прорачунате вредности износе:

$$l_{\text{с}} = (0,9 \div 1,1) W = 1 \cdot W = 1 \cdot 3,2 = 3,2 \text{ m}$$

Усвојена дужина минског чепа износи $l_{\text{с}} = 3,2 \text{ m}$

Прорачун количине експлозива у једној бушотини и запремине одминираниог материјала

За висину етаже $H = 10 \text{ m}$ количина експлозива у једној бушотини износи:

$$V = a \cdot W \cdot H = 3,1 \cdot 3,2 \cdot 10 = 99,2 \text{ m}^3/\text{буш.}$$

$$Q = q \cdot V = q \cdot a \cdot W \cdot H = 0,35 \cdot 99,2 = 34,72 \text{ kg/буш.}$$

Количина експлозива у једној минској бушотини износиће 34,72 kg (19 патрона ANFEX-P по 1,35 kg и 6 патрона AMONEX-1 експлозива по 1,5 kg).

Конструкција минског пуњења

За минирање етаже висине 10 m користи се 19 патрона експлозива ANFEX-P од по 1,35 kg и 6 патрона експлозива AMONEX-1 од по 1,5 kg експлозива. Укупна дужина пуњења износи:

$$L_{\text{пу}} = \frac{Q}{p} = \frac{34,72 \text{ kg}}{3,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 9,14 \text{ m}$$

Минско пуњење се реализује из једног дела.

Избор милисекундног интервала успорења

Имајући у виду све добијене резултате прорачуна милисекундног успорења и шему минирања са два реда бушотина усвојени су интервали успорења од 42 ms, обзиром да је то стандардно успорење произвођача NONEL детонатора, тако да је обезбеђено истовремено активирање само по једне бушотине.

Средства за иницирање

За иницирање експлозивних пуњења на овом површинском копу предвиђа се примена неелектричних система за иницирање.

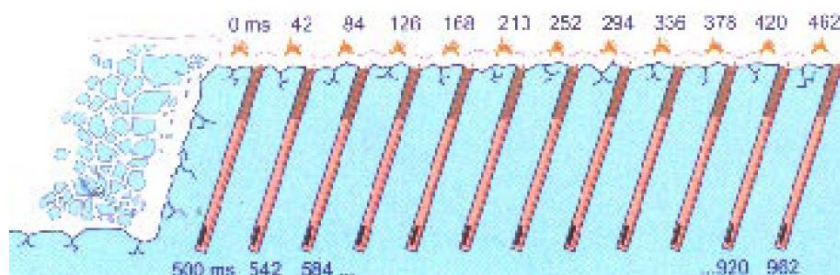
Као систем за иницирање код примарног минирања примењиваће се систем са пластичним цевчицама и неелектричним милисекундним детонаторима – NONEL систем иницирања, типа DUAL DELAY 42/500.

Код ових детонаторских система карактеристично је то да је успорење на површини између бушотина 42 ms, али и у свакој бушотини постоји успоривач од 500 ms који обезбеђује активирање минског поља тако да не долази до прекида мреже за иницирање.

Применом овог система постижу се нижи трошкови и повољнији ефекти минирања.

Шеме минирања

Од шема минирања треба користити фронталну шему минирања и то са два реда минских бушотина, у квадратном распореду, са тачком иницирања са краја.



Сл. 14. Принцип иницирања NONEL DUAL 42/500 системом

Иницирање и повезивање минских бушотина вршиће се:

- спорогорећим штапином;
- детонаторском капислом бр. 8;
- NONEL детонаторима 42/500.



7.1.3.6.5 Утовар одминираниог материјала у дробилицу

За утовар одминираниог материјала у дробилицу користиће се багер CAT 345C запремине кашике 2 m^3 . Планира се и употреба багера CAT 320 на који ће бити постављен хидраулични чекић за секундарно уситњавање материјала, али се може користити и за утовар уколико се укаже потреба.

Капацитет утоварних средстава са једним радним елементом одређује се према следећој формули:

$$Q_{th} = \frac{3.600 \cdot V \cdot k_p}{t_c \cdot k_r} k_i = \frac{3.600 \cdot 2 \cdot 0,8}{30 \cdot 1,45} 0,8 = 106 \text{ m}^3/\text{h}$$

V - запремина кашике утоварног средства (2 m^3),

k_p - коефицијент пуњења кашике (0,9),

k_i - коефицијент ефективности (0,8),

t_c - циклус багера (30 s),

k_r - коефицијент растреситости (1,45)

За укупну производњу при пуном капацитету од 129.151 m^3 чврсте масе, годишње је на утовару потребно остварити укупно:

$$T_u = 1218 \text{ ефективних часова годишње}$$

7.1.3.6.6 Дробљење и класирање

Поступак млевења и сепарисања по фракцијама камених агрегата планира се помоћу спрегнутог мобилног система за млевење и сепарисање, које чини постројење за млевење NORDBERG LT1213S и постројења за сепарисање NORDBERG ST356.

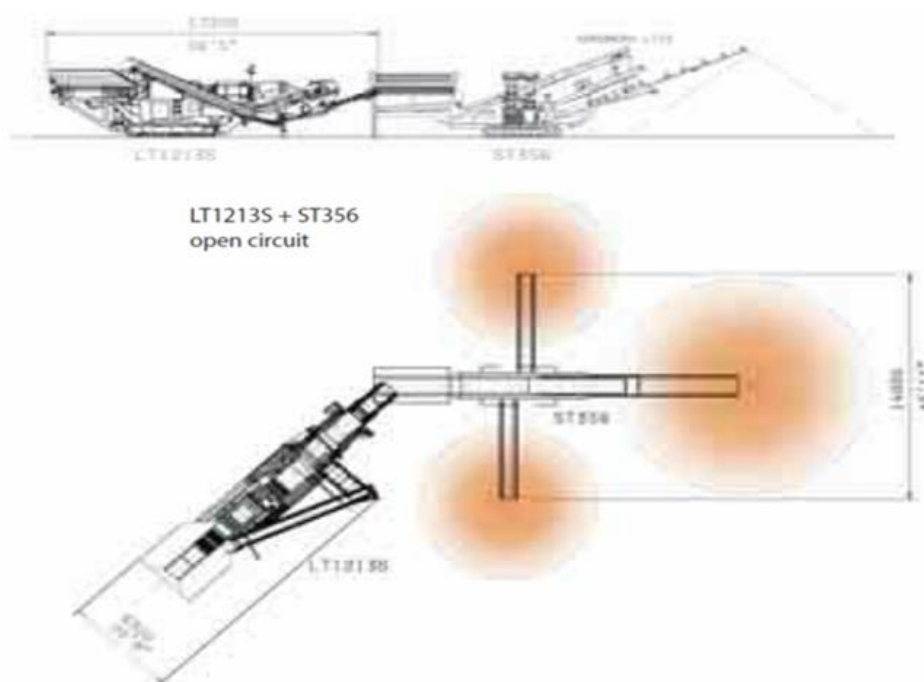
Мобилна опрема за млевење и сепарисање није само добра замена за стационарне системе исте намене, већ такође и елиминише употребу транспортних средстава у процесу припреме минералних сировина, а такође утиче и на смањење броја оператера.

За потребе производње једне класе крупноће кречњака у употреби је мобилно дробилично постројење NORDBERG LT1213S. Дробилица произвођача METSO Minerals NORDBERG LT1213S је мобилно дробилично постројење које омогућава заокружен циклус млевења и сепарисања у циљу добијања једног примарног и секундарног производа. Уз помоћ додатка за просејавање и повратног транспортера, LT1213S може наћи широку примену у најразличитијим врстама пројеката где је

потребан један прецизно класиран агрегат или где су потребна два завршна производа у класама крупноће од 20-70 mm.

Дробилица произвођача METSO Minerals NORDBERG ST356 састоји се од двоетажног система за сепарисање.

Мобилна постројења METSO Minerals за млевење и сепарисање, могу се комбиновати у отворене или затворене системе са две, три па чак и четири различите фазе млевења и сепарисања фракција.



Слика 15. Отворени систем за млевење и сепарисање LT1213S+ST356

За планирани капацитет експлоатације, на површинском копу Црвене стене од 129.151 m³ чврсте масе кречњака годишње, уз усвојени капацитет дробиличног постројења од 110 m³/h чврсте масе, неопходно време ангажовања износи:

$$nh = Q \text{ год.} / qh = 129.151 / 110 = 1.174 \text{ h годишње.}$$

Усваја се инвентарски број од 1 мобилне дробилице наведеног капацитета са пратећом мобилном сепарацијом које ће радити исти број сати годишње као и мобилна дробилица.

7.1.3.6.7 Утовар готових производа

За утовар сепарисаног кречњака у камионе купаца користиће се утоварач CAT 980G инсталисане снаге 170 kW, запремине кашике 3,5 m³.

Капацитет утоварних средстава са једним радним елементом одређује се према следећој формули:

$$Q_{th} = \frac{3.600 \cdot V \cdot k_p}{t_c \cdot k_r} k_i = \frac{3.600 \cdot 3,5 \cdot 0,8}{45 \cdot 1,45} 0,8 = 124 \text{ m}^3/\text{h}$$

V - запремина кашике утоварног средства ($3,5 \text{ m}^3$),

k_p - коефицијент пуњења кашике (0,9),

k_i - коефицијент ефективности (0,8),

t_c - циклус утоварача (45 s),

k_r - коефицијент растреситости (1,45)

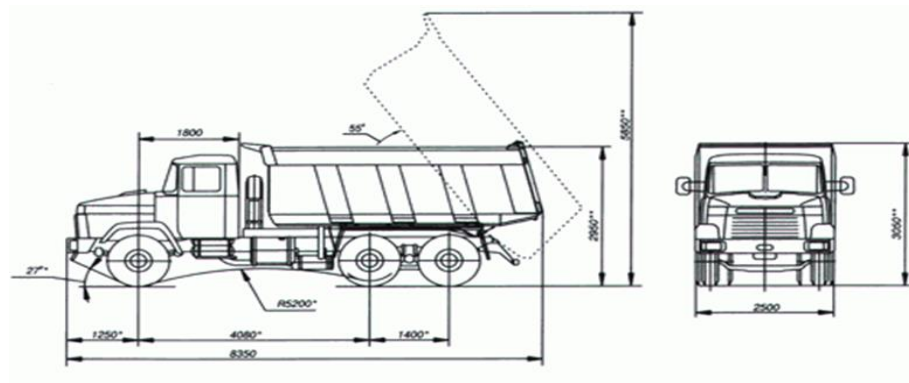
За укупну производњу од 129.151 m^3 чврсте масе, годишње је на утовару потребно остварити укупно:

$$T_u = 1.042 \text{ ефективна часа годишње}$$

7.1.3.6.8 Транспорт

Транспорт одминираниог материјала не постоји у класичном смислу, обзиром да ће се материјал утоварати директно багером и уситњавање ће се вршити мобилним постројењима. Ово практично значи да ће се мобилно постројење за уситњавање и сепарацију материјала поставити непосредно уз одминирани материјал.

Транспорт јаловине вршиће се до привремене депоније, која ће бити формирана на удаљености од 300 m од места откопавања.



Сл. 16. Шематски приказ камиона

Број кашика у сандуку камиона (број циклуса утоварача), може се одредити из обрасца:

$$n_{kaš} = \frac{V_s \cdot k_{rb} \cdot k_{pk}}{V_b \cdot K_{rk} \cdot k_{pb}} = \frac{8 \cdot 1,4 \cdot 0,9}{3,5 \cdot 1,45 \cdot 0,9} = 2,2$$



где је:

V_s - запремина сандука камиона (8 m^3)

k_{gb} - коефицијент растреситости у кашици утоварача (1,4)

k_{rk} - коефицијент пуњења камиона (0,9)

V_b - запремина кашике утоваривача ($3,5 \text{ m}^3$)

K_{rk} - коефицијент растреситости у сандуку камиона (1,45)

K_{rb} - коефицијент пуњења кашике утоварача (0,9)

Користан терет у кашици утоварача:

$$Q_u = 3,5 \times 0,9 \times 2,84/1,45 \approx 6,2 \text{ t}$$

Користан терет у сандуку камиона (сировине или откривке):

$$Q_k = 3 \times 6,2 = 18,6 \text{ t}$$

Циклус камиона се добија сабирањем појединачних времена:

$$T_c = t_u + t_i + t_v + t_m$$

где је:

t_u - време утовара (3 кашике) износи $3 \times 45 = 135 \text{ s}$;

t_i - време истресања 60 s;

t_v - време вожње, које се рачуна према обрасцу:

$$t_v = 60 (S/V_p + S/V_{pr});$$

где је:

S - тежишно растојање транспорта (0,3 km);

V_p - просечна брзина кретања пуног камиона (10 km/h);

V_{pr} - просечна брзина кретања празног камиона (15 km/h);

t_m - време маневрисања 60 s.

односно:

$$t_u + t_i + t_m = 135 + 60 + 60 = 255 \text{ s};$$

$$t_v = 3600 \times (0,3/10 + 0,3/15) = 180 \text{ s};$$

па је:

$$T_c = 255 + 180 = 435 \text{ s} = 7,25 \text{ min}$$

Капацитет камиона:

Капацитет камиона може се одредити из обрасца:

$$q_s = \frac{60 \cdot n_h \cdot n_s \cdot k_v \cdot q}{T_c} = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 18,6}{7,25} = 115,4 \text{ t/h} \approx 42,7 \text{ } \check{m}^3 / \text{h}$$

где је:



q - користан терет у сандуку камиона (t);

k_v - коефицијент ефективности радног времена (0,75)

Потребно укупно време ангажовања камиона на транспорту површинске откритке:

$$T_o = 131.572 / 42,7 = 3.081 \text{ h}$$

Потребно време ангажовања камиона на транспорту целокупног материјала у косинама копа, који није доказаног квалитета (потенцијалне Ц₂ резерве), у току целог века експлоатације износи:

$$T_u = 754.526 \text{ m}^3 / 42,7 = 17.670 \text{ h}$$

Из наведеног се закључује да ће за транспорт свих материјала бити довољно 2 камиона истих карактеристика.

7.1.3.6.9 Спецификација радне снаге

У наредној табели приказана је спецификација потребне радне снаге за рад на површинском копу Црвене стене.

Табела 25. Спецификација радне снаге

Редни број	Организациони део	Потребан број радника
1.	Технички руководиоца	1
2.	Стручни надзор	1
3.	Режија рудника	1
4.	Производња	6
5.	Помоћни радници	2
6.	Дробилично постројење	2
7.	Лице за БЗР	1
УКУПНО		14

7.1.3.6.10 Нормативи материјала и енергије

Нормативи материјала и енергије сведени на производњу од 129.151 m³ минералне сировине приказани су у наредној табели:

Табела 26. Нормативи материјала и енергије

НОРМАТИВИ МАТЕРИЈАЛА И ЕНЕРГИЈЕ						
t						350.000
Ред. бр.	Назив материјала	Јед. мере	Норматив	Укупна потрошња	Цена Дин/јед.	Укупно Хиљ.дин.
1	Електрична енергија	kWh	0	0,0	7	0
2	Дизел гориво	l	1,61	563.500,0	140	78.890
3	Уља и мазиво	kg.	0,072	25.200,0	400	10.080
4	Бушење и минирање		1	350.000,0	60	21.000
5	Гуме утоваривача	kom	0,0000064	2,2	350000	784
6	Гуме камиона	kom	0,000009	3,2	40000	126
7	Челик (облоге)	kg.	0,012	4.200,0	200	840

8	Гумена трака	m	0,00007	24,5	10000	245
9	Остали потрошни материјал	%	5%			5.598
	У К У П Н О					117.563

7.1.3.6.11 Заштита површинског копа од површинских и подземних вода

Површински коп Црвене стене је коп брдског типа, сва вода која директно падне на коп или се слије са подручја које гравитира ка њему, обзиром на карстификацију и испуцалост стенске масе, понираће у дубље нивое.

Повремено ће се израђивати плитки канали који ће по потреби вршити оцеђивање и одвођење воде са етажа, о чему ће детаљније бити речи у Главном рударском пројекту.

7.1.3.6.12 Снабдевање површинског копа електричном енергијом

Електричну енергију на површински коп је потребно довести за осветљење. У спецификацији инвестиција, која је део економске анализе су предвиђена средства за напајање електричном енергијом и израду далековада. Механизација која ради на утовару и припреми минералне сировине не користи електричну енергију.

7.1.3.6.13 Могућност снабдевања водом и енергентима

Техничка вода на површинском копу се неће користити у знатним количинама осим за поливање приступних и транспортних путева. Потребни енергенти за рад машина биће допремљени цистернама и бурићима запремине 200 литара.

7.1.3.6.14 Грађевински део

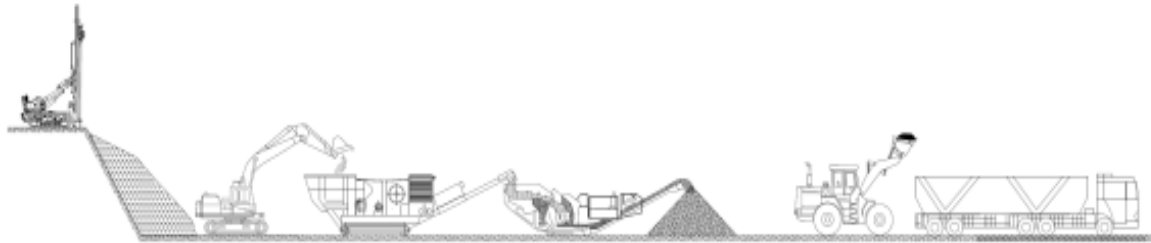
За смештај радника, резервних делова и репроматеријала потребно је поставити три контејнера, који ће имати прикључак струје за грејање и осветљење, када се за то створе услови.

Такође је потребно извршити реконструкцију или измештање приступног пута, решити питање развода питке воде, изградити далековод и сл.

7.1.4 ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ

У овом елаборату је приказана могућност и оправданост експлоатације кречњака из лежишта Црвене стене за потребе производње ТГК.

Примарно дробљење и калсирање кречњака обављало би се у мобилним постројењима која би се лоцирала на површинском копу.



Сл. 17. Технолошки пресек система експлоатације

Према резултатима физичко-механичких испитивања могуће је добити оптимална искоришћења рудне масе у производњи агрегата за туцаник, свих фракција.

Високо искоришћење (веће од 80 % стенске масе) се очекује и код добијања агрегата за асфалт бетонске мешавине (2/4, 4/8 и 8/16).

Нешто мање искоришћење треба очекивати код добијања фракција за израду тампонског слоја трупa железничких пруга.

Потребна инфраструктура на лежишту и у близини лежишта у потпуности омогућава коректну припрему и прераду ових кречњака као сировине за техничко грађевински камен.

7.1.5 РЕГИОНАЛНИ ФАКТОРИ

У оквиру ових фактора обухваћени су: рељеф подручја, транспортни услови и саобраћајне везе, климатски услови, могућност снабдевања водом и енергентима, радна снага, постојећа изграђеност инфраструктурних објеката, насељеност подручја, експропријација земљишта и опште економске карактеристике подручја.

7.1.5.1 РЕЉЕФ ПОДРУЧЈА

Шире подручје лежишта у геоморфолошком смислу карактерише планински тип рељефа. Терен обухвата западне падине планине Бобије. Релативне висинске разлике варирају од 200 до 570 метра.



Истраживано лежиште, шире посматрано, налази се у рекристалисалим кречњацима нерасчлањене теригене серије доњег и средњег тријаса, која је издвојена у тумачу ОГК, лист Зворник 1:100 000 као "Зворничка серија".

Најстарије творевине на ширем подручју лежишта су представљене су метаморфитима палеозојске старости, који су издвојене као дрински палеозоик (Pz). Према суперпозиционим односима са кречњацима горњег карбона у западној Србији, метаморфити би могли припадати доњем и делом средњем карбону. На ширем подручју лежишта палеозојски метаморфити су претежно навучени преко тријаских седимената. Метаморфна серија дринског палеозоика изграђена је претежно од филита, који се смењују са алевролитским шкриљцима и метапешчарима. У минералном саставу филита доминира кварц, мусковит и хлорит.

7.1.5.2 ОПШТЕ ГЕОГРАФСKE КАРАКТЕРИСТИКЕ

Истраживани део терена, односно истраживано лежиште кречњака се налази на западним падинама планине Бобије, југоисточно од Малог Зворника, у селу Будишић на десној обали реке Дрине, у близини Зворничког језера.

Границе истражног простора у коме је издвојено и истражено лежиште кречњака Црвене стене у селу Будишић ограничене су координатама преломних тачака, које су приказане у наредној табели и на топографској основи размере 1:25.000 - лист "Дрињача".

Истраживани део терена на коме је оконтурено лежиште обухваћен је листом "Мали Зворник", основне геолошке карте СФРЈ, размере 1:100.000. Територијално и административно истражни простор припада општини Мали Зворник.

7.1.5.3 ТРАНСПОРТНИ УСЛОВИ

Истражно лежиште се налази у локалитету Црвене стене источно од дринске магистрале односно магистралног пута Бајина Башта-Љубовија-Мали Зворник-Лозница-Сремска Митровица. Лежиште је се налази јужно од Малог Зворника на удаљености од око 6 km. Лежиште је повезано са дринском магистралом преко макадамског пута у селу Будишић, дужине око 1 km, којим се излази на плато локалитета Црвене стене.



Од дринске магистрале на око 3 km северно од Малог Зворника налази се један од фреквентнијих граничних прелаза према Зворнику у Републици Српској и Тузли у Федерацији БиХ.

Преко дринске магистрале, односно магистралног Пута Бајина Башта-Сремска Митровица, дужине око 90 km, лежиште је повезано са аутопутем Љубљана-Загреб-Београд, који се даље везује са аутопутем Е-75.

Лежиште је повезано преко ранжирне станице у селу Доња Борина на дринској магистрали са железничком пругом Зворник (Република Српска) – Лозница – Шабац – Рума, где постоји укрштање са главном железничком магистралом, Аустријска граница – Љубљана – Загреб – Рума – Београд – Ниш – Софија – Истанбул, односно Ниш – Скопље – Солун. Растојање од села Будишић на дринској магистрали до Доње Борине износи око 14 km.

7.1.5.4 КЛИМАТСКИ УСЛОВИ

Шира околина лежишта карактерише се умерено континенталном климом са релативно доста падавина, топлим летима и релативно хладним зимама.

Према десетогодишњем просеку, који је компилиран из публикација "Статистички годишњак Србије од 2010. до 2019. године, просечна годишња количина падавина на метеоролошкој станици која се налази на Гучеву изнад Лознице, износи 935 mm са доста неравномерном расподелом падавина у току године. Ова референтна метеоролошка станица је најближа истраживаном лежишту.

Максимум падавина је у мају (129,7 mm), октобру (112,5 mm) и новембру (110,4 mm). Минимум падавина по месецима је у августу (24,9 mm), и марту (29,2 mm). Број укупних дана са снежним падавинама у десетогодишњем просеку креће се од 17 дана до 62 дана.

Истраживано подручје има правилан ток просечне месечне температуре са максимумом у августу (24,8°), минимумом у јануару (-2,2°) и фебруару (-1,5°). Средња годишња температура у десетогодишњем просеку износи 11,3°.

Влажност ваздуха је максимална у новембру и мају (80%-90%) а минимална у јулу и августу (55-65%), због мале количине падавина и осетног пораста температуре ваздуха. Просечан број дана са падавинама износи 172. Од тога је 125 кишних дана. Просечан број дана у години када се формира снежни покривач износи 38 дана. Средња вредност воденог талога на годишњем нивоу износи 794,5 mm. Просечан



ваздушни притисак има вредност од 991,7 hPa, док је просечна влажност ваздуха током године 72 %.

Овакви климатски услови не утичу битно на извођење рударских експлоатационих радова током године имајући у виду да се лежиште налази на знатној нижој коти од мерне станице на Гучеву. Временски период када се може очекивати да дође до обустављања експлоатације на површинском копу, могућ је током децембра, јануара и фебруара месеца.

7.1.5.5 РАДНА СНАГА

Досадашња пракса је показала да се радна снага на површинским коповима углавном обезбеђује из околних села и градова недалеко од самог локалитета, осим високо образованих кадрова рударске струке, који се по правилу теже обезбеђују и нема их довољно.

7.1.5.6 НАСЕЉЕНОСТ ПОДРУЧЈА

Насељеност је на овим просторима врло неравномерна, јер се становништво углавном концентрише у већим насељима као што су градови Зворник, Мали Зворник, Лозница и Љубовија. У близини истраживаног лежишта се налази неколико већих сеоских насеља као што су Будишић (219 становника), Трешњица (575), Сакар (452) и Амајић (156).

Локално становништво се углавном бави пољопривредном производњом. Мали део радно способног становништва је запослен у грађевинарству, прерађивачкој индустрији шумарству и трговини. Запослени у прерађивачкој индустрији, грађевинарству и трговини углавном су везани за већа насеља и градове као што је Мали Зворник, Зворник и Лозница.

Истраживано лежиште налази се у општини Мали Зворник а катастарски припада општини КО Будишић.

Имајући у виду морфологију терена, насељеност шире околине лежишта, врсте и прираст шумске вегетације, планирани најнижи ниво експлоатације, карактеристике стенске масе и њен минерални састав, експлоатација лежишта треба да буде врло профитабилна и са еколошког аспекта безбедна по животну средину.



7.1.5.7 ОПШТЕ ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА

На ширем подручју Малог Зворника, које представља једно од економски најинтересантнијих подручја за пласирање фракционисане камене ситнежи за потребе нискоградње и високоградње, налазе се општине Зворник, Бјељина, Братунац и Сребреница у Републици Српској као и Љубовија, Лозница, Шабац и Сремска Митровица у Србији, које су дефицитарне са квалитетном сировином за техничко грађевински камен од карбонатних стена.

Отварањем површинског копа (каменолома) капацитета 350.000 тона годишње и запошљавањем радника у обиму од 14 радних места повећава се економски стандард општине и то пре свега гледано са једног локалног аспекта, обзиром на величину и обим годишње производње површинског копа (каменолома).

7.1.6 ТРЖИШНИ ФАКТОРИ

Пласман производа ломљеног камена, полупроизвода – дробљеног ТГК, као и финалног производа – сепарисаног ТГК, обезбеђен је пре свега квалитетом производа, транспортом производа до потрошача и др.

У претходном тексту је већ речено да је величина и капацитет лежишта пре свега локалног карактера, тако да ће главни потрошачи бити суседне општине.

7.1.6.1 ПЕРСПЕКТИВА РАЗВОЈА ПРОИЗВОДЊЕ

Инвеститор тренутно располаже опремом и квалификованом радном снагом са којом може обављати ефикасну експлоатацију на површинским коповима и прерађивати карбонатне стене у одговарајуће фракције каменог агрегата за производњу бетона, бетонских конструкција, путоградњу од тампонских слојева до асфалтних мешавина и за израду горњих носећих слојева путева са малом средњом и високом фреквенцијом саобраћаја.

У циљу обезбеђења сировинске базе за производњу фракционисане камене ситнежи која се може користити за путоградњу и као агрегат за бетон, планирана је куповина или истраживање лежишта квалитетних карбоната у близини Малог Зворника у коме се налази управа и руководство предузећа као и један део производних погона.



Потенцијалност овог локалитета је очигледна са аспекта издвајања лежишта и касније експлоатације кречњака као квалитетне сировине за техничко грађевински камен за потребе изградње коловозних конструкција различитих саобраћајних оптерећења, коловозних застора са асфалт бетонским мешавинама и за производњу агрегата за бетон.

7.1.7 ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ФАКТОРИ

7.1.7.1 ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ЗА УЖЕ ПОДРУЧЈЕ

Социјално-економски значај експлоатације кречњака за уже подручје се огледа у следећем:

- Обезбеђење сировинске базе за радове у нискоградњи, високоградњи и хидроградњи на територији поменутих општина;
- Могућност пласмана финалног производа на грађевинском тржишту Србије;
- Остваривање већег бруто производа на нивоу општине Мали Зворник, што ће имати значаја за буџет поменуте општине;
- Повећање броја запослених чија ће лична примања утицати на развој осталих пратећих делатности.

7.1.7.2 ЗНАЧАЈ ЗА ШИРЕ ПОДРУЧЈЕ

Обзиром да је у ранијим поглављима констатовано да лежиште припада групи лежишта од локалног значаја, сматрамо да је значај лежишта за ширу друштвену заједницу незнатан.

7.2 НАТУРАЛНИ И ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ

7.2.1 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У УЖЕМ СМИСЛУ

7.2.1.1 ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА

Методе прорачуна резерви лежишта Црвене стене, базиране су на облику рудног тела, односно распореду истражних радова. Избор методе прорачуна резерви се заснива на обиму и распореду реализованих истражних радова, на литолошкој хомогености и структурној нехомогености карбонатних стена, изазваним тектоником и карстификацијом.



Методе прорачуна су базиране на распореду урађених истражних радова, који су коришћени у прорачуну, завршним котама истражних бушотина и најнижим котама других истражних радова на површини терена. Методе прорачуна су базиране на количини и распореду реализованих истражних радова који су пројектовани за величину лежишта које је сврстано у прву групу, прву подгрупу лежишта техничког грађевинског камена.

Прорачун резерви на лежишту Црвене стене, извршен је са две методе. Основна метода прорачуна била је метода полигона а контролна метода, метода геолошких блокова. Укупне геолошке резерве представљају резерве добијене по основној методи.

Табела 27. Укупне геолошке резерве кречњака

ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ ПО КАТЕГОРИЈАМА				УКУПНЕ РЕЗЕРВЕ Б и Ц ₁	
Б категорија		Ц ₁ категорија		м ³	t
1.011.576 м ³	2.721.139 t	611.899 м ³	1.646.009 t	1.623.475	4.367.148

7.2.1.2 СРЕДЊА ДЕБЉИНА КРЕЧЊАКА

Средња дебљина кречњака у лежишту, захваћена истражним радовима, која представља продуктивну масу лежишта износи 35 m.

7.2.1.3 СРЕДЊА ДЕБЉИНА ОТКРИВКЕ

Дебљина јаловинског покривача у лежишту (делувијума) се разликује и креће се од 0,3 до 3,8 метара. Средња дебљина откривке износи 1,5 m.

7.2.2 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У ШИРЕМ СМИСЛУ

7.2.2.1 БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА

Оценом билансности доноси се коначна оцена о једном лежишту и његовим резервама на постигнутом стадијуму истражености. Сходно начелу да се на садашњем нивоу технике, технологије и економике могу рентабилно експлоатисати резерве лежишта Црвене стене у категорији истражености Б и Ц₁ резерви и у количини од 1.623.475 м³, односно све геолошке резерве у категоријама Б и Ц₁ сврставају се у класу билансних резерви јер су по идејном решењу површинског копа захваћене у целисти.



Билансне резерве су приказане у следећој табели:

Табела 28. Билансне резерве кречњака

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА (m ³)	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА (t)	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ
Б	1.011.576	2.721.139	62,3 %
Ц₁	611.899	1.646.009	37,7 %
Б + Ц₁	1.623.475	4.367.148	100 %

Више аспеката превагнуло је да се донесе оваква оцена. Као прво на лежишту се не налазе никакви грађевински нити инфраструктурни објекти, па се будућом експропријацијом треба обухватити само пољопривредно и шумско земљиште. Такође, релативно мали коефицијент откривке је ишао у прилог овој оцени.

7.2.2.2 ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ РЕЗЕРВЕ КРЕЧЊАКА

Експлоатационе резерве добијене су када су од билансних резерви одузети експлоатациони губици, у износу од 5 %. Експлоатациони губици обухватају све губитке који настану приликом експлоатације корисне минералне сировине.

У наредној табели приказане су експлоатационе резерве.

Табела 29. Експлоатационе резерве лежишта кречњака Црвене стене

Категорија	Билансне резерве		Губици (5%)		Експлоатационе резерве	
	m ³	t	m ³	t	m ³	t
Укупно Б+Ц₁	1.623.475	4.367.148	81.174	219.357	1.542.301	4.147.791

7.2.2.3 ОБРАЧУН КОЛИЧИНЕ СТЕНСКИХ МАСА ВАН КОНТУРЕ БИЛАНСНИХ РЕЗЕРВИ

Укупна количина стенских маса ван контуре билансних резерви у контурама површинског копа састоји се од јаловине и кречњака који нису доказаног квалитета, па самим тим чине потенцијалне резерве Ц₂ категорије. Прорачун стенских маса ван контуре билансних резерви у косинама копа урађен је методом паралелних профила. У прорачун стенских маса ван контуре билансних резерви ушле су све оне количине које је неопходно откопати, како би се експлоатисале прорачунате експлоатационе резерве.

Кречњаци у косинама површинског копа нису доказаног квалитета и то је управо разлог зашто су названи потенцијалним резервама Ц₂ категорије. Због тога је овај материјал у косинама копа у прорачуну коефицијента откривке дефинисан као

јаловина лежишта. Оконтуривањем билансних резерви израдом идејног решења завршног изгледа површинског копа, захваћена је површина од 87.715 m².

Укупне количине стенских маса ван контуре билансних резерви које се налазе у косинама копа, у лежишту Црвене стене, прорачунате методом профила приказане су у наредној табели.

Табела 30. Прорачун маса у косинама копа

Рударски профил	Појединачна површина (m ²)	Средња површина профила (m ²)	Растојање између профила (m)	Запремина (m ³ чм)
	0	433	40	17322
3-3'	1299			
1-1'	1770	1535	75	115088
2-2'	2900	2335	170	396950
4-4'	3523	3212	50	160575
	0	1174	55	64592
				754.526

$$Q_{vb} = 754.526 \text{ m}^3$$

7.2.3 ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ

Економско-финансијска анализа као и сви из ње добијени вредносни и процентуални параметри и показатељи односе се на површински коп кречњака Црвене стене.

7.2.3.1 ПОТРЕБНА УЛАГАЊА И УСЛОВИ ФИНАНСИРАЊА

Потребна улагања односе се на земљиште, грађевинске објекте, опрему, оснивачка улагања и обртна средства (табела 31).

Табела 31. Динамика улагања ПК Црвене стене

№	ТЕХНИЧКА СТРУКТУРА ИНВЕСТИЦИЈА	ДИНАМИКА ПО ГОДИНАМА				УКУПНО (хиљ.дин.)
		1. Год.	2. Год.	3. Год.	4. Год.	
I	РУДАРСКИ РАДОВИ	200	0	0	0	200
1	Припремни радови	200	0	0	0	200
II	ГРАЂЕВИНСКИ ОБЈЕКТИ	24350	250	250	250	25100
1	Измештање путева	12000	0	0	0	12000
2	Управна зграда - контејнери	1800	0	0	0	1800
3	Израда платоа за контејнере	300	0	0	0	300

4	Напајање електричном енергијом	10000	0	0	0	10000
5	Остали грађевински објекти	250	250	250	250	1000
III	ОПРЕМА	109500	0	0	0	109500
1	Мобилно постројење за млевење NORDBERG LT1213S	24000	0	0	0	24000
2	Мобилно постројење за сепарисање NORDBERG ST356	17000	0	0	0	17000
3	Багер CAT 320B	7000	0	0	0	7000
4	Багер CAT 345C	9000	0	0	0	9000
5	Хидраулични чекић	2500	0	0	0	2500
6	Камион (2 комада)	16000	0	0	0	16000
7	Утоваривач CAT 980G	10000	0	0	0	10000
8	Бушилица Atlas Copco ROC F6	16000	0	0	0	16000
9	Булдозер	8000	0	0	0	8000
IV	ОСНИВАЧКА УЛАГАЊА	22750	250	4250	4250	31500
1	Истажни радови и елаборат о резервама	5500	0	0	0	5500
2	Пројектовање и дозволе	5000	0	0	0	5000
3	Откуп земљишта у фази припреме	12000	0	0	0	12000
4	Откуп земљишта у фази отварања рудника	0	0	4000	4000	8000
5	Непредвиђени радови	250	250	250	250	1000
A	УКУПНА УЛАГАЊА У ОСНОВНА СРЕДСТВА	156800	500	4500	4500	166300
B	ОБРТНА СРЕДСТВА	4000	3000	3000	0	10000
B	СВЕ УКУПНО	160800	3500	7500	4500	176300

Висина улагања у експропријацију земљишта које ће бити захваћено рударским радовима, обрачунати су на основу цена по једном квадратном метру за пашњаке и шуме, које се у просеку плаћају на име одговарајуће накнаде за експропријатисано земљиште.

Улагања у постојећа основна средства (грађевински објекти и опрема), обрачуната су у висини њихове књиговодствене вредности у тренутку активирања.

Вредност набавке опреме обрачуната је на основу њихове тржишне вредности. Укупна улагања износе 176.300.000 динара.

7.2.3.2 ОБРАЧУН ОЧЕКИВАНИХ РЕЗУЛТАТА ПОСЛОВАЊА

Обрачун очекиваних резултата пословања односи се на обрачун укупног прихода и обрачун трошкова производње.

7.2.3.2.1 Обрачун укупног прихода

Обрачун укупног прихода урађен је на основу планиране годишње производње кречњака, цене коштања и његове тржишне цене по тони. Планирана годишња производња за прву годину била би 200.000 t због отварања копа и уходавања. У другој



години ће се постићи пун капацитет од 350.000 t и неће се мењати до краја радног века експлоатације.

Цена агрегата је просечно 650 динара по тони.

Укупан приход који се остварује при пуном капацитету експлоатације површинског копа Црвене стене износи 227.500.000 динара годишње.



Табела 32. Укупан приход и његова расподела

УКУПАН ПРИХОД, ЊЕГОВА РАСПОДЕЛА И ЦЕНА ПРОИЗВОДЊЕ												
Површински коп кречњака Црвене стене												Хил.,Дин.
Ред. бр.	Е Л Е М Е Н Т И	УКУПНО 2021-30	ДИНАМИКА РЕПРОДУКЦИЈЕ									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	УКУПАН ПРИХОД	2177500	130000	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500
1	Приход од продаје кречњака	2177500	130000	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500
2	Остали приходи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	ПОСЛОВНИ РАСХОДИ	1643094	110568	169881	169881	169881	169881	169881	169881	171081	171081	171081
1	Трошкови норм.материјала	1119956	61887	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563
2	Трошкови електричне енергије	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Инвестиционо одржавање	29885	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989
4	Текуће одржавање	2989	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299
5	Производне услуге	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Остале услуге	20790	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079
7	Нематеријални трошкови - маркетинг	6237	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
8	Бруто зараде радника	207900	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790
9	Амортизација	146187	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619
10	Остале таксе	10395	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
11	Накнада за коришћење мин. сировина	81204	4848	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484
13	Камате на кредите	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Остали расходи финансирања	2500	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
15	Премија осигурања	11452	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145
16	Унапређење и очување жив. средине	3600	0	0	0	0	0	0	0	1200	1200	1200
III	ПОСЛОВНА ДОБИТ	534406	19432	57619	57619	57619	57619	57619	57619	56419	56419	56419
IV	БРУТО ДОБИТ	534406	19432	57619	57619	57619	57619	57619	57619	56419	56419	56419
	Порез на добит	53441	1943	5762	5762	5762	5762	5762	5762	5642	5642	5642
V	НЕТО ДОБИТ	480965	17488	51857	51857	51857	51857	51857	51857	50777	50777	50777
	Цена производње (din/t)	493	552.8	485.4	485.4	485.4	485.4	485.4	485.4	488.8	488.8	488.8
	Продајна цена (din/ t)	650										
	Производња кречњака (hilj.t)		200	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	Такса за експлоатацију мин. сировина	24.24 Din.										
	Просек нето зарада din/mes./rad.		75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000
	Број радника		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	Специф. инв. (din/t)	176										



7.2.3.2.2 Обрачун материјалних трошкова

Нормирани материјални трошкови обрачунати су на основу норматива материјала и цене истих.

Накнаде за коришћење минералних сировина обрачунате су у висини од 24,24 дин. по тони ископане минералне сировине, а на основу Правилника о начину плаћања накнаде за коришћење минералних сировина.

Остали нематеријални трошкови односе се на превоз радника, дневнице, трошкова потрошног материјала, порезе и доприносе послодавца и друге нематеријалне трошкове.

7.2.3.2.3 Обрачун трошкова средстава

Трошкови рада

Обрачун трошкова бруто зарада заснован је на броју радника и њихове квалификационе структуре, као и на основу просечних бруто зарада по квалификацијама на коповима. Број радника износи 14 при постизању пуног капацитета.

Годишњи трошкови рада при пуном капацитету површинског копа износе 20.790.000 динара, односно 75.000 динара нето по раднику.

Трошкови амортизације

Амортизација је обрачуната по стопама за рударске радове од 8,3%, грађевинске објекте од 2%, опрему 10%, а оснивачка улагања од 10%.

Годишњи трошкови амортизације износе 14.618.660 динара.

Трошкови инвестиционог одржавања

Обрачун трошкова инвестиционог одржавања урађен је по стопи од 1% за грађевинске објекте и 2,5% на вредност опреме и приказани су у оквиру нематеријалних трошкова.

Годишњи трошкови инвестиционог одржавања износе 2.988.500 динара.

Трошкови рекултивације

Рекултивација површинског копа је према законским регулативама обавезан процес који се врши на крају експлоатационог века копа. Почетак рекултивационих радова на површинском копу Црвене стене предвиђа се од 2028. године. Планирани годишњи трошкови за рекултивацију су на нивоу од 1.200.000 динара годишње.

Трошкови осигурања

Трошкови осигурања обрачунати су по стопи од 0,2% на вредност грађевинских објеката и 1% на вредност опреме.



Годишњи трошкови осигурања износе 1.145.200 динара.

Трошкови накнаде за коришћење минералних сировина

Ови трошкови при пуном капацитету експлоатације износе 8.484.000 динара годишње.

Пројекција пуне цене коштања

На основу прорачуна свих појединачних трошкова и капацитета производње и прераде, обрачуната је пуна цена коштања. Просечна годишња цена коштања производње ТГ камена износи 493 динара по тони.

7.2.4 СИНТЕТСКИ ПОКАЗАТЕЉИ

7.2.4.1 ЕКОНОМСКА ВРЕДНОСТ ЈЕДИНИЦЕ РЕЗЕРВИ

Вредност једне тоне руде или једне тоне кречњака као сировине за производњу ТГ камена у лежишту Црвене стене одређена је по формули:

$$V_R = C_t - T_p = 157 \text{ din/t}$$

где је:

V_R - вредност јединице резерви у лежишту,

C_t - средња (тржишна) цена 1 t кречњака (650 din/t),

T_p - укупни трошкови или производна цена (493 din/t).

7.2.4.2 ЕКОНОМСКА ВРЕДНОСТ ЛЕЖИШТА БЕЗ УЗИМАЊА У ОБЗИР ВРЕМЕНСКОГ ФАКТОРА

Вредност лежишта без узимања временског фактора у обзир одређена је по формули:

$$V_u = V_R \times Q_{ex}$$

где је:

V_u - вредност лежишта без узимања у обзир временског фактора,

V_R - вредност јединице резерви у лежишту,

Q_{ex} - експлоатационе резерве.

Вредност лежишта без узимања временског фактора у обзир износи 651.203.187 динара.

7.2.5 РЕНТАБИЛНОСТ

Рентабилност се утврђује према обрасцу:



$$R = [(UP-UT)/UT] \times 100 (\%) = 31,8 \%$$

где је:

R – Рентабилност (%);

UP - укупан приход (дин);

UT - укупни трошкови (дин).

7.2.6 ЕКОНОМИЧНОСТ

Економичност је утврђена према следећем обрасцу:

$$E = Q/(T_{sr}+T_{mat}+LD) = 1,32$$

где је:

E = Економичност (коефицијент);

Q - обим производње (укупан приход);

T_{sr} - трошкови средстава (амортизација);

T_{mat} - трошкови материјала и

LD - трошкови живог рада (лични дохоци).

7.3 ЕКОНОМСКО-ВРЕДНОСНА ОЦЕНА ЛЕЖИШТА

Према Правилнику о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, комплетна техничко-економска оцена врши се само за лежишта (рудна тела) која су у оквиру активних рудника, односно у оквиру рудника за које је урађен Рударски пројекат експлоатације.

Вредност лежишта са узимањем временског фактора у обзир урађена је на основу већ наведене економско-финансијске анализе. Циљ утврђивања вредности лежишта са узимањем временског фактора у обзир различите количине и квалитете сведе на вредносне величине, и да свим ставкама додели заједнички именилац вредност, а то треба да омогући њихово сабирање, упоређивање и комплексан увид у свеукупно пословање.

Основна разлика између статичког и динамичког приступа је у томе што се за израчунавање динамичких показатеља користе финансијски приливи и расходи за 5 до 20 година, пословања рудника, а чији се приход вредносно своди на годину оцене (свођење будућих ефеката на дан ТЕ оцене дисконтовањем прихода). За вредносну оцену лежишта и доношења одлуке о инвестирању у експлоатацију користиће се две методе:

1. метода нето садашње вредности
2. метода унутрашње стопе повратка



7.3.1 МЕТОДА НЕТО САДАШЊЕ ВРЕДНОСТИ

За успешну оцену инвестиционих пројеката је неопходно узети у обзир преференце времена, тј. применити дисконтни рачун или рачун актуелизације којим се нивои будућих износа свде на неко одабрано заједничко време. Основу дисконтног рачуна чини дисконтна стопа. Уопштено дисконтна стопа или есконтна стопа је каматна стопа по којој централна банка даје пословним банкама кредите за ликвидност, међутим чешће се везује за сам процес дисконтовања и мерења временске вредности новца.

Данас постоји читав низ динамичких показатеља који су засновани на техници дисконтовања и који се успешно користе за оцену инвестиционих пројеката. Међутим оно што доводи у питање тачност ових показатеља, а самим тим и ваљаност инвестиционе одлуке јесте управо дисконтна стопа (узимање превише велике или превише мале дисконтне стопе доводи до прецењивања или потцењивања вредности показатеља). Избор реалне дисконтне стопе представља значајну тешкоћу с обзиром да ова стопа зависи од многобројних фактора и још увек не постоји утврђен математички поступак за одабирање оптималне стопе, због тога је избор оптерећен субјективизмом човека, који вршећи тај избор, одређује тежину и утицај појединих фактора, сходно личном знању и преференцама. Често се ради упрошћења дисконтног рачуна узима каматна стопа са тржишта капитала, али нешто увећана тј. коригована за премију ризика.

Тешкоће одређивања дисконтне стопе се посебно огледају у случајевима када је период за који се врши дисконтовање јако дуг, те је потребно и дисконтну стопу предвидети за дужи временски период, мада се у пракси најчешће узима у обзир константна дисконтна стопа. Због тога се у конкретним случајевима оцене инвестиција, да би се смањила сложеност и упростио рачун, често користи каматна стопа или нешто увећана.

Уколико се за реализацију пројекта добија зајам, онда се за прорачун узима каматна стопа по којој се добија зајам. Уколико се за реализацију инвестиционог пројекта користе сопствена средства, за прорачун се употребљава каматна стопа ко којој би се могла дати средства на зајам.

У западним земљама се сматра да ове каматне стопе треба увећати за одређен број поена, најчешће се предлаже 2, због тога што се при прорачуну ефикасности инвестиција у предузећу не узимају у обзир улагања која врши заједница у истраживања или инфраструктуру, а која веома утичу на објекат у које је инвестирало предузеће.

За конкретан пример техничко-економске оцене лежишта минералних сировина, примениће се дисконтна стопа која узима у обзир тренутну есконтну стопу Народне банке



Србије а која представља 100% референтне каматне стопе и износи 2,25% на годишњем нивоу плус увећану за 2 процентна поена, односно 4,25%.

Методом нето садашње вредности сви повраћаји новца дисконтују се на садашњу вредност користећи тражену стопу повраћаја, а рачуна се по формули:

$$NSV = \sum_{i=1}^n \frac{ND_i}{(1+r)^i}$$

где је:

NSV – нето садашња вредност;

ND – нето добит (профит) у години;

n – број година експлоатације;

r – профитна стопа.

Применом дисконтне стопе од 4,25%, прорачуната је нето садашња вредност која је коришћена у табелама економске оцене пројекта, и износи:

$$NSV (4,25 \%) = 219.554.000 \text{ динара}$$

7.3.2 МЕТОДА УНУТРАШЊЕ СТОПЕ ПОВРАТКА

Унутрашња стопа повратка представља ону дисконтну стопу која изједначава садашњу вредност негативних нето прилива у економском току са садашњом вредношћу позитивних нето прилива. тј. то је она дисконтна стопа код које је нето садашња вредност једнака нули.

Овом методом се одређује унутрашња стопа повратка у очекиваном периоду сводећи вредности очекиваних профита са вредношћу инвестиције:

$$NSV_i = \frac{P_f}{(1+r_i)} + \frac{P_f}{(1+r_i)^2} + \dots + \frac{P_f}{(1+r_i)^n} = 0$$

где је:

NSV - нето садашња вредност и једнака је нули, $NSV = 0$;

r_i - унутрашња стопа повратка;

P_f - очекивани профит после опорезивања;

n - период у коме се очекује прилив новца.

$$r_i = r_1 + \frac{NSV_1 \times (r_2 - r_1)}{NSV_1 + |NSV_2|}$$

Прорачун унутрашње стопе повратка и нето садашње вредности извршен је за период од 10 година и унутрашња стопа повратка износи 31,21 %. Из извршене анализе се закључује да је добијена вредност унутрашње стопе повратка сасвим задовољавајућа.



Табела 33. Унутрашња стопа повратка

УНУТРАШЊА СТОПА ПОВРАТКА												
Површински коп кречњака Црвене стене												Хиљ.дин.
Ред. бр.	Е Л Е М Е Н Т И	УКУПНО	Д И Н А М И К А									
			2021 1	2022 2	2023 3	2024 4	2025 5	2026 6	2027 7	2028 8	2029 9	2030 10
I	П Р И Х О Д И	2188450	130000	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	238450
1	Приход од продаје кречњака	2177500	130000	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500	227500
2	Остали приходи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Остатак вредности пројекта	10950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10950
II	П Р А С Х О Д И	1872835	273312	179143	183143	180143	175643	175643	175643	176723	176723	176723
1	Инвестиције	176300	160800	3500	7500	4500	0	0	0	0	0	0
2	Трошкови норматива материјала	1119956	61887	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563	117563
3	Трошкови електричне енергије	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Инвестиционо одржавање	29885	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989	2989
5	Текуће одржавање	2989	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299
6	Производне услуге	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Остале услуге	20790	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079	2079
8	Нематеријални трошкови - маркетинг	6237	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
9	Бруто зараде радника	207900	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790	20790
10	Амортизација	146187	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619	14619
11	Остале таксе	10395	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
13	Накнада за коришћење мин. сировина	81204	4848	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484	8484
14	Камате на кредите	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Остали расходи финансирања	2500	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
16	Премија осигурања	11452	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145
17	Унапређење и очување жив. средине	3600	0	0	0	0	0	0	0	1200	1200	1200
18	Порез на добит	53441	1943	5762	5762	5762	5762	5762	5762	5642	5642	5642
III	Ш Н Е Т О П Р И Х О Д	315615	-143312	48357	44357	47357	51857	51857	51857	50777	50777	61727
IV	ДИСКОНТОВАНИ НЕТО ПРИХОД	0	-109226	28090	19638	15980	13336	10164	7747	5781	4406	4083
V	Унутрашња стопа повратка	31,21 %										
	НСВ за стопу 4,25 %	219554										



8 ЗАКЉУЧАК

Привредно друштво "SIKI EXPORT" д.о.о. из Малог Зворника дужи низ година се бави пословима у путоградњи од производње камених агрегата за путоградњу, израду категорисаних и некатегорисаних путева, користећи при том сировину из неколико каменолома који се налазе у западној Србији и Републици Српској.

У циљу обезбеђења сировинске базе за производњу фракционисане камене ситнежи, која се може користити за путоградњу и као агрегат за бетон, истражено је лежиште кречњака као сировине за ТГК Црвене стене" у близини Малог Зворника у атару села Будишић.

Сва истраживања су реализована на основу решења 310-02-01413/2019-02 од 13..2020. године сходно одредбама Закона о рударству и геолошким истраживањима (Сл. гласник Р. Србије, бр. 101/2015) и Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ, бр. 52/79 чланови 188-191).

Истражно лежиште се налази у локалитету Црвене стене источно од дринске магистрале односно магистралног пута Бајина Башта-Љубовија-Мали Зворник-Лозница-Сремска Митровица. Лежиште је се налази јужно од Малог Зворника на удаљености од око 6 km. Лежиште је повезано са дринском магистралом преко макадамског пута у селу Будишић, дужине око 1 km, којим се излази на плато локалитета Црвене стене .

Лежиште је сврстано у I групу - I подгрупу лежишта техничког грађевинског камена (са резервама до 3.000.000 m³) и истражено у Б и Ц₁ категорији.

Истраживано лежиште, шире посматрано, налази се у рекристалисалим кречњацима нерасчлањена теригене серије доњег и средњег тријаса, која је издвојена у тумачу ОГК, лист Зворник 1:100 000 као "Зворничка серија".

Најстарије творевине на ширем подручју лежишта су представљене су метаморфитима палеозојске старости, који су издвојене као дрински палеозоик (Pz) преко кога дискордантно леже седименти мезозоика.



Истраживана продуктивна серија лежишта изграђена је највећим делом од банака и банковитих слојева рекристалисалих кречњака и подређено кречњачких бреча. У подини продуктивне серије лежишта се налази теригена серија пешчара и метапешчара која је у конкордантним односима са продуктивном серијом лежишта. Продуктивна серија лежишта и теригена серија пешчара и метапешчара, тријаске старости лежи дискордантно преко метаморфита дринског палеозоика. Повлату продуктивне серије представљају алтерисани дијабази из дијабаз-рожначке формације, јурске старости. На северним деловима истраживаног терена метаморфити палеозоика су навучени преко рекристалисалих кречњака продуктивне серије и дијабаза из дијабаз-рожначке формације.

Резултати добијени током израде геолошког плана лежишта и током реализације истражних радова, уз пратећа лабораторијска испитивања, омогућили су издвајање пет међусобно различитих литостати-графских јединица: P_z (изграђена је доминантно од филита и малим делом од аргилофилита), затим седименти "Зворничке серије" $^1T_{1,2}$ (пешчари и подређено метапешчари) и $^2T_{1,2}$ (рекристалисали кречњаци продуктивне серије) преко којих дискордантно леже интезивно алтерисани дијабази $\beta\beta$ $J_{2,3}$ и квартарне, делувилалне творевине (нису интерпретиране на геолошком плану лежишта картираног дела терена; на подручју лежишта дебљина делувилалних творевина у просеку износи око 1,5 m).

Продуктивна серија лежишта обухвата све издвојене слојеве, банковите слојеве и банке рекристалисалих кречњака који се налазе испод релативно танког делувилалног наноса на површини терена и границе према доњем пакету седимената "Зворничке серије" и метаморфитима палеозоика. Боја рекристалисалих кречњака варира од светлосиве, светло смеђе до сиве. Кречњаци су ситно кристаласти. Бурно реагују са хладном 10% HCl. Прслине и пукотине у рекристалисалим кречњацима запуњене су секундарним калцитом, који је делом лимонитисан. У минералном саставу рекристалисалих кречњака доминира калцит.

Оконтурено лежиште захвата површину од око 6,4 хектара са средњом дебљином кречњака од око 35 метара. Лежиште припада групи егзогених лежишта. Према генетској класификацији лежиште припада седиментном типу.

Контуре лежишта по правцу СЗ-ЈИ износе приближно 190 m а по правцу ЈЗ-СИ износе приближно 250 m. Северозападна и југоисточна граница лежишта базирана је на урађеним истражним радовима. Контуре лежишта ка североистоку и југозападу дефинисане су границом екстраполованих резерви. Продуктивна серија обухвата све банковите слојеве,



банке и ретко слојеве рекристалисалих кречњака и кречњачких бреча који се налазе испод релативно танког делувијалног наноса на површини терена од просечних 2 m и завршних кота истражних раскопа и истражних бушотина чије вредности варирају између 240m и 284m.

Лежиште се налази у серији рекристалисалих кречњака средњег тријаса који конкордантно леже преко теригене серије пешчара и метапешчара највероватније доњег тријаса. Хидрогеолошке карактеристике кречњака и подинских пешчара су доста сличне. Обе ове хидрогеолошке средине имају високу водопропусност. Ерозиони базис на овом делу терена простире се испод корита реке Дрине, односно дна Зворничког језера, које се налази око 300 метара западно од истраживаног лежишта. Највише коте водостаја у језеру су ниже од завршних кота истражних радова у лежишту за око 150-170 метара.

Испитани геомеханички параметри у лабораторијским условима и посебно карактеристике продуктивне серије кречњака у лежишту, утврђене приликом теренских инжењерско-геолошких испитивања, указују на релативну стабилност стенске масе. Анализе стабилности завршних косина рађене су за дужине од 50, 75, 100, 125 и 150 метара. Имајући у виду највише и најниже коте истражних радова, опредељујућа висина завршне косине износила би у једном делу лежишта око 60 метара а у другом око 80 метара. За висину завршне косину од 50 метара, што је приближно мањој планираној висини у западном делу лежишта, добија се угао завршне косине од 40 степени са минимални фактор сигурности од $F_{min} = 1,30$. Ако је висина завршне косине 75 метара, што одговара висини завршне косине у источном делу лежишта, добија се угао завршне косине од 35 степени при минималном фактору сигурности од $F_{min} = 1,30$.

Истражни радови на лежишту су обухватили: геодетско снимање (плана и истражних радова), геолошка испитивања, истражно бушење (3 бушотине; укупно 175,5 m језгра), истражно раскопавање (6 раскопа; укупна запремина 48,1 m³), лабораторијска (физичко-механичка: делимична (5 анализа), комплетна (1 анализа) и геомеханичка (1 анализа) испитивања) и технолошка испитивања каменог агрегата (1 анализа).

Резултати испитивања квалитета камена су приказани у наредној табели:



ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КАМЕНА		
	Врста	Средња вредност
1.	САДРЖАЈ (%) SRPS B.B8.042 - хлорида, Cl ⁻ - сулфида, S ²⁻ - сулфата, обрач. као SO ₃	0,009 - 0,01
2.	ЗАПРЕМИНСКА МАСА (g/cm ³) SRPS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порама и шупљинама - апсолутна порозност (%) - коефицијент запреминске масе	2,72 2,69 0,9 0,991
3.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS B.B8.010	0,26
4.	ЧВРСТОЋА НА ПРИТИСАК (МПа) SRPS B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после мраза	121 106 97
5.	ОТПОРНОСТ НА ХАБАЊЕ СТРУГАЊЕМ ПО БЕМЕУ (cm ³ /50 cm ²) SRPS B.B8.015	25,1
6.	ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕЈСТВО МРАЗА SRPS B.B8.002	постојан
7.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ И ХАБАЊЕ; ЛОС АНЂЕЛЕС (%) SRPS B.B8.045 - градација "А" - градација "Б" - градација "Ц"	- 24,0 22,3

Резултати испитивања квалитета агрегата су приказани у наредној табели:

Ред. бр.	ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АГРЕГАТА	КАН. 2012-707
1.	НАСУТА ЗАПРЕМИНСКА МАСА (kg/m ³) SRPS ISO 6782 - у растреситом стању - у збијеном стању	1750 1940
2.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS ISO 6783 - агрегата (4/8 mm) - агрегата (> 4 mm)	0,30 0,27
3.	ОТПОРНОСТ НА ДИНАМИЧКЕ УДАРЕ И ХАБАЊЕ ТРЕЊЕМ Лос Анђелес тест (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	26,1 23,3
4.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ (40 t) (%) SRPS B.B8.033 фракција 4/8 фракција 8/16 фракција 16/31,5	18,8 24,2 29,9
5.	ОБЛИК ЗРНА ВЕЋИХ ОД 3:1 (%) SRPS B.B8.048 - дробљени агрегат - тупаник	6,2
6.	ОБЛИК ЗРНА – запремински коефицијент SRPS B.B8.049	0,289
7.	САДРЖАЈ СЛАБИХ ЗРНА (%) SRPS B.B8.037	0,0
8.	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ (%) SRPS B.B8.029 и SRPS B.B8.036 - садржај честица мањих од 0,09 mm - садржај честица мањих од 0,063 mm	5,6 5,0
9.	ОТПОРНОСТ НА МРАЗ (у Na ₂ SO ₄) код зрна већих од 2 mm – на целу масу (%); SRPS B.B8.044 - агрегат	0,67
10.	САДРЖАЈ ЛАКИХ ЧЕСТИЦА (%) SRPS B.B8.037	0,0
11.	САДРЖАЈ ГРУДВИ ГЛИНЕ (%) SRPS B.B8.038	0,0
12.	САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ SRPS U.B1.024	0,07
13.	ЕКВИВАЛЕНТ ПЕСКА (%) SRPS U.B1.040	66
14.	ПРИОНЉИВОСТ СА БИТУМЕНОМ (%/%) SRPS U.M8.096	100/90



На основу приказаних резултата лабораторијских и технолошких испитивања и у сагласности са техничким условима из важећих стандарда, може се констатовати да се кречњаци из лежишта Црвене стене код Малог Зворника, могу употребити као техничко-грађевински камен (у виду фракционисане и нефракционисане камене ситнежи) за израду:

- доњих носећих механички стабилованих (тампонских) слојева коловозних конструкција (SRPS U.E9.020/66),
- доњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизованог материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.028/80),
- горњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизованог материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.021/86),
- коловозних застора (хабајућих слојева) од асфалт-бетона на путевима са лаким и врло лаким саобраћајним оптерећењем (SRPS U.E4.014/90),
- доњих слојева цемент-бетонских коловозних плоча (SRPS U.E3.020/87),
- цемент-бетона (масивног, армираног и преднапрегнутог) који не могу бити изложени хабању и ерозији (SRPS B.B2.009/86),
- носећих слојева коловозних конструкција стабилованих цементом (SRPS U.E9.024/80),
- заштитног - тампонског слоја тупа железничких пруга (ОПШТИ И ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ из Лицитационе документације Пројекта обнове железнице, ТЕНДЕР ЕИБ бр. 6, Београд, јун 2002. год.),
- ломљеног камена (необрађеног, полуобрађеног и обрађеног) за сва зидања у нискоградњи (подзиде, портали, косине) и високоградњи (зградарству),
- хидротехничког грађевинског камена (ломљеног, полуобрађеног и обрађеног) за израду обалоутврда, свих врста хидротехничких објеката, габиона, фашина и др.

Резерве у лежишту су срачунате у Б и Ц1 категорији применом методе полигона (као основне методе прорачуна) и методе геолошких блокова (као контролне методе). Геолошке резерве представљају резерве добијене по основној методи.

Дозвољена максимална растојања за срачунате категорије резерви на лежишту Црвене стене, према врсти истраживане минералне сировине и припадајућој групи, односно подгрупи лежишта приказана су у наредној табели:

ВРСТА СИРОВИНЕ	група	подгрупа	Максимална растојања истражних радова по категоријама резерви	
			Б категорија	Ц ₁ категорија
ТГ камен	I	I	до 200 m	до 300 m

Резерве Б категорије обухватају истраживани део серије кречњака која се налази између истражних бушотина и истражних раскопа као и контактом кречњака и делувијалног покривача на међусобним растојањима од минималних 41 m (раскоп Р-5 и бушотина В-2) до максималних од 192 m (бушотине В-1 и В-3).

Контуру резерви Б категорије ка североистоку представљају две истражне бушотине Б-1 и Б-2 и истражни раскопи Р-3 и Р-5. На југозападу границу резерви Б категорије представљају истражни раскопи Р-6 и Р-2. Прорачун резерви за ову категорију рађен је до завршних кота истражних бушотина и истражних раскопа. Северозападну границу резерви Б категорије представљају раскопи Р-2 и Р-3, а југоисточну границу раскопи Р-5 и Р-6. Резерве кречњака Ц₁ категорије су екстраполоване резерве оконтурене у југозападном и североисточном делу лежишта. Резерве Ц₁ категорије наслањају се у југозападном делу лежишта на истражну бушотину Б-3 и истражни раскопи Р-2 и Р-6. У североисточном делу лежишта резерве Ц₁ категорије наслањају се у југозападном делу лежишта на истражне бушотине Б-1 и Б-2 и истражни раскопи Р-3 и Р-5.

На картама резерви и обрачунским профилима резерве Б категорије означене су плавом бојом а резерве Ц₁ категорије зеленом бојом.

Прорачуном резерви није обухваћена заглињена кречњачка дробина која представљају делувијалне седименте на површини терена. Дебљина делувијалних седимената, према резултатима картирања бушотина, истражних раскопа и површинског копа, варира од 0,3 m до 3,8 m. Распрострањење делувијалног наноса нема континуитет.

Основна метода прорачуна резерви је метода полигона, а контролна метода прорачуна метода геолошких блокова. Утврђене геолошке резерве, које уједно представљају и билансне резерве, као и упоредни приказ резерви је приказан у следећој табели:

ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ					
Категорија резерви	Метода полигона		Метода геолошких блокова		Разлика
	m ³	t	m ³	t	
Б	1.011.576	2.721.139	1.021.129	2.746.837	-0,94
Ц ₁	611.899	1.646.009	531.538	1.429.837	15,12
Укупно	1.623.475	4.367.148	1.552.667	4.176.674	4,56



Експлоатационе резерве, при губицима минералне сировине током експлоатације од 5 %, су дате у наредној табели:

Категорија	Билансне резерве		Губици (5%)		Експлоатационе резерве	
	m ³	t	m ³	t	m ³	t
Укупно Б+Ц ₁	1.623.475	4.367.148	81.174	219.357	1.542.301	4.147.791

Кроз техничко-економску оцену утврђено је следеће:

- површински коефицијент концентрације износи 35,03 m³/m², док коефицијент откривке има вредност за експлоатационе резерве од 0,103 m³/m³;

- средња дебљина кречњака у лежишту, захваћена контуром билансних резерви, која представља продуктивну масу лежишта, износи око 35 m; а средња дебљина повлатне јаловине у лежишту (откривке) износи 1,5 m;

- укупне количине јаловине и потенцијалних Ц₂ резерви (кречњака у оквиру пројектоване контуре површинског копа ван истражених резерви) на површинском копу Црвене стене износе 671.172 m³;

- планирана годишња производња у пуном капацитету, износи 350.000 t кречњака; са задатом годишњом производњом век експлоатације износи приближно 13 године;

- укупна улагања износе 176.300.000 динара;

- цена агрегата је просечно 650 дин/t а производна цена 493 дин/t;

- укупан приход при пуном капацитету експлоатације површинског копа Црвене стене износи 227.500.000 динара годишње;

- вредност лежишта без узимања временског фактора у обзир износи 651.203.187,00 динара;

- рентабилност има вредност од 31,8 %, а економичност 1,32;

- вредност лежишта са узимањем у обзир временског фактора је одређена кроз две методе: метода нето садашње вредности и метода унутрашње стопе повратка);

- нето садашња вредност износи 219.554.000 дин (уз примену дисконтне стопе од 4,25 %), док унутрашња стопа повратка износи 31,21 % .

Анализа показатеља ефикасности и успешности извршена је преко прорачуна рентабилности, економичности, нето садашње вредности и унутрашње стопе повратка. Анализа је показала да је после инвестирања у овај пројекат, вредност горе поменутих



показатеља позитивна, те је улагање у експлоатацију кречњака лежишта Црвене стене оправдано.

На основу свега претходно изложеног, предлажемо радној групи за утврђивање и оверу резерви чврстих минералних сировина и нафте и гаса Републике Србије да прихвати и овери следеће количине геолошких – билансних резерви кречњака у лежишту Црвене стене са стањем на дан 30.06.2020. год.:

- Резерве Б категорије од 1.011.576 m³ (2.721.139 t)
 - Резерве Ц₁ категорије од 611.899 m³ (1.646.009 t)
 - Резерве Б + Ц₁ категорије од 1.623.475 m³ (4.367.148 t),
- следећег квалитета:

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КАМЕНА		
1.	САДРЖАЈ (%) SRPS B.B8.042 - хлорида, Cl ⁻ - сулфида, S ²⁻ - сулфата, обрач. као SO ₃	0,009 - 0,01
2.	ЗАПРЕМИНСКА МАСА (g/cm ³) SRPS B.B8.032 - без пора и шупљина - са порима и шупљинама - апсолутна порозност (%) - коефицијент запреминске масе	2,72 2,69 0,9 0,991
3.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS B.B8.010	0,26
4.	ЧВРСТОЋА НА ПРИТИСАК (МПа) SRPS B.B8.012 - у сувом стању - у водозасићеном стању - после мраза	121 106 97
5.	ОТПОРНОСТ НА ХАБАЊЕ СТРУГАЊЕМ ПО БЕМЕУ (cm ³ /50 cm ²) SRPS B.B8.015	25,1
6.	ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕЈСТВО МРАЗА SRPS B.B8.002	постојан
7.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ И ХАБАЊЕ; ЛОС АНЂЕЛЕС (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	24,0 22,3
8.	НАСУТА ЗАПРЕМИНСКА МАСА (kg/m ³) SRPS ISO 6782 - у растреситом стању - у збијеном стању	1750 1940
9.	УПИЈАЊЕ ВОДЕ (%) SRPS ISO 6783 - агрегата (4/8 mm) - агрегата (> 4 mm)	0,30 0,27
10.	ОТПОРНОСТ НА ДИНАМИЧКЕ УДАРЕ И ХАБАЊЕ ТРЕЊЕМ Лос Анђелес тест (%) SRPS B.B8.045 - градација "Б" - градација "Ц"	26,1 23,3
11.	ОТПОРНОСТ НА ДРОБЉЕЊЕ (40 t) (%) SRPS B.B8.033 фракција 4/8 фракција 8/16 фракција 16/31,5	18,8 24,2 29,9
12.	ОБЛИК ЗРНА ВЕЋИХ ОД 3:1 (%) SRPS B.B8.048 - дробљени агрегат - туцаник	6,2



13.	ОБЛИК ЗРНА – запремински коефицијент SRPS B.B8.049	0,289
14.	САДРЖАЈ СЛАБИХ ЗРНА (%) SRPS B.B8.037	0,0
15.	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ (%) SRPS B.B8.029 и SRPS B.B8.036 - садржај честица мањих од 0,09 mm - садржај честица мањих од 0,063 mm	5,6 5,0
16.	ОТПОРНОСТ НА МРАЗ (у Na ₂ SO ₄) код зрна већих од 2 mm – на целу масу (%); SRPS B.B8.044 - агрегат	0,67
17.	САДРЖАЈ ЛАКИХ ЧЕСТИЦА (%) SRPS B.B8.037	0,0
18.	САДРЖАЈ ГРУДВИ ГЛИНЕ (%) SRPS B.B8.038	0,0
19.	САДРЖАЈ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ SRPS U.B1.024	0,07
20.	ЕКВИВАЛЕНТ ПЕСКА (%) SRPS U.B1.040	66
21.	ПРИОНЉИВОСТ СА БИТУМЕНОМ (%/%) SRPS U.M8.096	100/90

На основу приказаних резултата лабораторијских и технолошких испитивања и у сагласности са техничким условима из важећих стандарда, може се констатовати да се кречњаци из лежишта Црвене стене, село Будишић код Малог Зворника, могу употребити као техничко-грађевински камен (у виду фракционисане и нефракционисане камене ситнежи) за израду:

- доњих носећих механички стабилизованих (тампонских) слојева коловозних конструкција (SRPS U.E9.020/66),
- доњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизованог материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.028/80),
- горњих носећих слојева коловозних конструкција од битуминизованог материјала по врућем поступку (SRPS U.E9.021/86),
- коловозних застора (хабајућих слојева) од асфалт-бетона на путевима са лаким и врло лаким саобраћајним оптерећењем (SRPS U.E4.014/90),
- доњих слојева цемент-бетонских коловозних плоча (SRPS U.E3.020/87),
- цемент-бетона (масивног, армираног и преднапрегнутог) који не могу бити изложени хабању и ерозији (SRPS B.B2.009/86),
- носећих слојева коловозних конструкција стабилизованих цементом (SRPS U.E9.024/80),
- заштитног - тампонског слоја тупа железничких пруга (ОПШТИ И ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ из Лицитационе документације Пројекта обнове железнице, ТЕНДЕР ЕИБ бр. 6, Београд, јун 2002. год.),

- ломљеног камена (необрађеног, полуобрађеног и обрађеног) за сва зидања у нискоградњи (подзиде, портали, косине) и високоградњи (зградарству),

- хидротехничког грађевинског камена (ломљеног, полуобрађеног и обрађеног) за израду обалоутврда, свих врста хидротехничких објеката, габиона, фашина и др.

и чије су билансне резерве утврђене на површини од 4,6 ха, а налазе се у контури чије преломне тачке имају следеће координате:

№	Y	X
T-1	7352054	4912315
T-2	7352125	4912321
T-3	7352251	4912439
T-4	7352266	4912524
T-5	7352173	4912602
T-6	7352089	4912574
T-7	7352026	4912403
T-8	7351989	4912370

ЛИТЕРАТУРА

Ђурић Б. (1996): ГЕОЛОГИЈА СРБИЈЕ. Београд

Карамата С. (1953): МАГМАТСКЕ И МЕТАМОРФНЕ СТЕНЕ ОКОЛИНЕ
ЗВОРНИКА У СРБИЈИ. Весник Завода за геол. и геоф. истраживања
Х, Београд.

*Мојсиловић С., Филиповић И., Аврамовић В., Родин В, Навала М., Баклајић Б. и Ђоковић
И* (1968) ТУМАЧ ЗА ОСНОВНУ ГЕОЛОШКУ КАРТУ СФРЈ, ЛИСТ
ЗВОРНИК. Фонд струч. докум. Зав. за геол. и геоф. истраж. Београд.

Симић В. (1938): О ФАЦИЈАМА МЛАЂЕГ ПАЛЕОЗОИКА У ЗАПАДНОЈ СРБИЈИ.
Весник геол. инст. краљевине Југославије V, Београд

Симић В. (1957): ПРИЛОГ ГЕОЛОШКОМ ПОЗНАВАЊУ ДОЊЕГ ПОДРИЊА.
Весник Завода за геол. и геоф. истраживања НРС, XIII Београд

Смиљанић С. (1983) СТУДИЈА О ВРСТАМА; КВАЛИТЕТУ И РЕЗЕРВАМА
ТЕХНИЧКОГ ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА У СР СРБИЈИ (ВАН
САП) У ПОСТОЈЕЋИМ КАМЕНОЛОМИМА; ШЉУНКАРАМА И
ПОТЕНЦИЈАЛНИМ НАЛЗИШТИМА., Фонд стручне документације
прив. друштва "Геосфера" д.о.о. , Београд

Урошевић С. (1903): БОРАЊА СТУДИЈОЈА КОНТАКТНО МЕТАМОРФНИХ
ПОЈАВА ГРАНИТА LXV. Глас српске краљевске академије, Београд.

Жујовић Ј. (1893): ГЕОЛОГИЈА СРБИЈЕ I део. Посебно издање Српске Краљевске
Академије, књ. 4, 5, Београд.