

ЕЛАБОРАТ

О РЕСУРСИМА И РЕЗЕРВАМА ВАТРОСТАЛНИХ И КЕРАМИЧКИХ ГЛИНА У ЛЕЖИШТУ "ЦРНЕ РОВИНЕ", СЕЛО БРЕБЕВНИЦА КОД ДИМИТРОВГРАДА

Аутори:

Директор:

Недељко Гребовић, дипл. инж. геол.

Никола Радисављевић, дипл. инж. геол.

Радомир Милићевић, дипл. инж. геол.

БЕОГРАД
2020.

ОПШТИ ПОДАЦИ

- 1. Назив Елабората:** Елаборат о ресурсима и резервама ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине", село Бребевница код Димитровграда
- 2. Инвеститор (носилац истраживања):** "Mine Ivest" д.о.о. из Аранђеловца
- 3. Повод:** Решење Министарства рударства и енергетике о одобреном истражном пољу бр. 2328, заведено под бројем 310-02-01654/2018-02 од 03.07.2019.
- 4. Предмет истраживања:** Примењена геолошка истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне ровине" код Димитровграда
- 5. Време истраживања:** 2019. – 2020. год.
- 6. Извођач истраживања:**
"Геосфера" д.о.о. из Београда
 - 6.1. Аутори Елабората:**
Недељко Гребовић, дипл. инж. геол.
Радомир Милићевић, дипл. инж. геол.
 - 6.2. Сарадници на изради Елабората:**
Драган Милошевић, дипл. инж. руд.
 - 6.3. Израда графичке документације:**
Недељко Гребовић, дипл. инж. геол.
Драган Милошевић, дипл. инж. руд.
- 7. Геодетско снимање:**
Геодетска Агенција "БГА ГЕОМЕТАР" из Београда
- 8. Истражно бушење:**
"ДИБ Равно Бучје", Књажевац
- 9. Лабораторијска и технолошка испитивања:**
Институт ИМС а.д. – Београд
- 10. Геомеханичка испитивања:**
РГФ – Катедра за механику стена, Лабораторија за механику стена
- 10. Надзорни орган:**
"Geo Consulting Studio" д.о.о. Београд
Драган Тробозић, дипл. инж. геол.

СПИСАК ПРИЛОГА ГРАФИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ ЕЛАБОРАТА

№	Назив прилога	Прилог бр.
1.	Прегледна топографска карта са нанетим границама истражног простора; 1:25.000	1
2.	Геолошка карта ширег подручја лежишта са карактеристичним профилем; 1:10.000	2
3.	Геолошки план лежишта "Црне ровине"; 1:1.000	3
4.	Геолошки стубови бушотина	
	Геолошки стуб бушотине В-1; 1:200	4
	Геолошки стуб бушотине В-2; 1:200	5
	Геолошки стуб бушотине В-3; 1:200	6
	Геолошки стуб бушотине В-4; 1:200	7
	Геолошки стуб бушотине В-5; 1:200	8
	Геолошки стуб бушотине В-6; 1:200	9
	Геолошки стуб бушотине В-7; 1:200	10
	Геолошки стуб бушотине В-8; 1:200	11
	Геолошки стуб бушотине В-9; 1:200	12
5.	План и профили истражних раскопа; 1:200	13
6.	Геолошки профили лежишта	
	Геолошки профил лежишта 1-1`; 1:1.000	14
	Геолошки профил лежишта 2-2`; 1:1.000	15
	Геолошки профил лежишта 3-3`; 1:1.000	16
	Геолошки профил лежишта 4-4`; 1:1.000	17
7.	План опробовања лежишта; 1:1.000	18
8.	Карта прорачуна резерви методом паралелних вертикалних профила; 1:1.000	19
9.	Обрачунски профили	
	Обрачунски профил 1-1`; 1:1.000	20
	Обрачунски профил 2-2`; 1:1.000	21
	Обрачунски профил 3-3`; 1:1.000	22
10.	Карта резерви - контролна метода 1:1.000	23
11.	Идејно решење завршне контуре површинског копа; 1:1.000	24
12.	Вертикални рударски профили; 1:1.000	25
13.	Прегледна карта са нанетом контуром билансних резерви 1:5.000	26
14.	Ситуациони план 1:1.000	27

**СПИСАК ПРИЛОГА
ДОКУМЕНТАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА ЕЛАБОРАТА**

№	Назив прилога	Прилог бр.
1.	Фотокопија решења о одобрењу за извођење геолошких истраживања	1
2.	Извештај о резултатима делимичних испитивања појединачних узорака	2
3.	Извештај о резултатима комплетних испитивања композитних узорака	3
4.	Извештај о технолошким испитивањима	4
5.	Извештај о геомеханичким испитивањима из лежишта "Црне ровине"	5
6.	Фотографије језгра истражних бушотина и истражних раскопа	6
7.	Писани профили бушотина	7

САДРЖАЈ

1	УВОД.....	1
2	ОПШТИ ДЕО.....	3
2.1	ГЕОГРАФСКО ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА	3
2.2	МОРФОЛОШКО ХИДРОГЕОЛОШКЕ И КЛИМАТСКЕ ПРИЛИКЕ	5
2.3	ИСТОРИЈАТ И ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАНИЈИХ ИСТРАЖИВАЊА СА ПРЕГЛЕДОМ ПОСТИГНУТИХ РЕЗУЛТАТА.....	7
2.4	ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ЛЕЖИШТА.....	9
3	ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА	13
3.1	ГЕОЛОШКА ГРАЂА ЛЕЖИШТА.....	13
3.2	ОПИС ЛЕЖИШТА.....	14
3.3	ГЕНЕЗА ЛЕЖИШТА.....	15
3.4	ТЕКТЕНИКА ЛЕЖИШТА.....	16
3.5	ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА	16
3.6	ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА.....	18
4	ИСТРАЖНИ РАДОВИ	20
4.1	МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	20
4.2	ОПИС ИСТРАЖНИХ РАДОВА	22
4.2.1	ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ	22
4.2.2	ГЕОЛОШКИ РАДОВИ.....	23
4.2.3	ИСТРАЖНИ РУДАРСКИ РАДОВИ	25
4.2.3.1	ИСТРАЖНЕ БУШОТИНЕ	25
4.2.3.2	ИСТРАЖНИ РАСКОПИ	28
4.2.4	ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА	29
4.2.5	ТЕХНОЛОШКА ИСПИТИВАЊА.....	30
4.3	АНАЛИЗА ОСТВАРЕНЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИСТРАЖИВАЊА	31
5	ОДРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ.....	33
5.1	МЕТОДЕ ОПРОБАВАЊА	33
5.2	РЕЗУЛТАТИ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА	40
5.2.1	РЕЗУЛТАТИ ДЕЛИМИЧНИХ ИСПИТИВАЊА ПОЈЕДИНАЧНИХ УЗОРАКА	40
5.2.2	РЕЗУЛТАТИ КОМПЛЕТНИХ ИСПИТИВАЊА КОМПОЗИТНИХ ПРОБА	44
5.2.3	РЕЗУЛТАТИ ТЕХНОЛОШКИХ ИСПИТИВАЊА.....	51
5.3	АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ И УСЛОВА ПРИПРЕМЕ И ПРЕРАДЕ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ	54
6	ПРОРАЧУН РЕЗЕРВИ.....	56
6.1	МЕТОДЕ ПРОРАЧУНАВАЊА РЕЗЕРВИ	56
6.2	ПРИКАЗ ПОСТУПКА ПРОРАЧУНАВАЊА РЕЗЕРВИ	57
6.2.1	МЕТОДА ПАРАЛЕЛНИХ ВЕРТИКАЛНИХ ПРОФИЛА	57
6.2.2	МЕТОДА ПОЛИГОНА – МЕТОДА НАЈБЛИЖЕГ РЕЈОНА	59
6.3	ПРИКАЗ ПОПРАВНИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА	60
6.4	ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ РЕЗЕРВИ.....	60
7	ТЕХНИЧКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА	64
7.1	ФАКТОРИ ТЕХНИЧКО – ЕКОНОМСКЕ ОЦЕНЕ	64
7.1.1	ГЕОЛОШКИ ФАКТОРИ.....	65
7.1.1.1	Економски тип руде.....	65
7.1.1.2	Економски тип лежишта	65
7.1.1.3	Морфолошке карактеристике лежишта.....	66
7.1.1.4	Степен концентрисаности рудних резерви	66
7.1.1.5	Распрострањење лежишта.....	67

7.1.1.6	Квалитет минералне сировине.....	68
7.1.2	МИНЕРАГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ	68
7.1.3	ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ФАКТОРИ.....	69
7.1.3.1	Општи услови експлоатације.....	69
7.1.3.2	Стратегија развоја копа	71
7.1.3.3	Ограничење површинског копа	72
7.1.3.4	Динамика експлоатације	72
7.1.3.5	Технолошки процес експлоатације	73
7.1.3.6	Насељеност подручја, експропријација земљишта и имовине.....	81
7.1.4	ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ	81
7.1.5	РЕГИОНАЛНИ ФАКТОРИ.....	82
7.1.5.1	Рељеф подручја	82
7.1.5.2	Опште географске карактеристике.....	83
7.1.5.3	Транспортни услови	83
7.1.5.4	Климатски услови	84
7.1.5.5	Радна снага	84
7.1.5.6	Опште економске карактеристике подручја	84
7.1.6	ТРЖИШНИ ФАКТОРИ.....	84
7.1.7	ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ФАКТОРИ.....	85
7.1.7.1	Економски значај за уже подручје	85
7.1.7.2	Значај за ширу друштвену заједницу.....	85
7.2	НАТУРАЛНИ И ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ.....	85
7.2.1	НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У УЖЕМ СМISЛУ	85
7.2.1.1	Геолошке резерве ватросталних и керамичких глина.....	85
7.2.1.2	Средња дебљина откривке	86
7.2.2	НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У ШИРЕМ СМISЛУ	86
7.2.2.1	Билансне резерве ватросталних и керамичких глина.....	86
7.2.2.2	Експлоатационе резерве керамичких глина	87
7.2.2.3	Обрачун количине материјала ван контуре билансних резерви	88
7.2.3	ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ	89
7.2.3.1	Потребна улагања и услови финансирања	89
7.2.3.2	Обрачун очекиваних резултата пословања	90
7.3	СИНТЕТСКИ ПОКАЗАТЕЉИ	93
7.3.1.1	ЕКОНОМСКЕ ВРЕДНОСТ ЈЕДИНИЦЕ РЕЗЕРВИ.....	93
7.3.1.2	ЕКОНОМСКЕ ВРЕДНОСТ ЛЕЖИШТА БЕЗ УЗИМАЊА У ОБЗИР ВРЕМЕНСКОГ ФАКТОРА	94
7.3.2	РЕНТАБИЛНОСТ	94
7.3.3	ЕКОНОМИЧНОСТ	94
7.4	ЕКОНОМСКО-ВРЕДНОСНА ОЦЕНА ЛЕЖИШТА.....	95
7.4.1	МЕТОДА НЕТО САДАШЊЕ ВРЕДНОСТИ	95
7.4.2	МЕТОДА УНУТРАШЊЕ СТОПЕ ПОВРАТКА.....	97
8	ЗАКЉУЧАК.....	99
	ЛИТЕРАТУРА.....	111



1 УВОД

Пратећи захтеве тржишта и повећане потребе за квалитетним ватросталним и керамичким глинама, предузеће "MINE INVEST" д.о.о. из Аранђеловца је, у складу са својом пословном политиком, донело одлуку о истраживању и будућој експлоатацији ватростално керамичких глина на подручју Бребевнице код Димитровграда. Отварање и експлоатација лежишта "Црне равине" било би изузетно значајно за општину Димитровград због запошљавања радно активног становништва и заустављана миграције према већим индустријским центрима.

Предузеће "MINE INVEST" д.о.о. из Аранђеловца се бави експлоатацијом камена и располаже квалификованом радном снагом и опремом која се може користити за површинску експлоатацију разних врста неметаличних сировина. У свом власништву има каменолом из ког се површински експлоатише габро и користи као техничко грађевински камен за производњу разних врста камених агрегата за путоградњу.

Решењем број 310-02-1654/2018-02, Министарство рударства и енергетике одобрило је привредном друштву "MINE INVEST" д.о.о. из Аранђеловца, извођење геолошких истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне равине" код Димитровграда у истражном простору бр. 2328 који се налази на територији општине Димитровград. Геолошка истраживања су рађена на основу Пројекта примењених геолошких истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне равине" код Димитровграда, бр. 54/19 од 29.05.2019. године које је урадило привредно друштво "Геосфера" д.о.о. из Београда.

Почетак истраживања започео је одмах након добијања одобрења за истраживање и пријаве почетка радова у новембру месецу 2019. године. Истраживања су настављена у 2020. години и завршена лабораторијским испитивања на композитним узорцима и испитивањима технолошке пробе. Одмах након завршетка лабораторијских испитивања и добијања резултата приступило се изради елабората о ресурсима и резервама.

У току пројектовања и извођења геолошких истраживања нарочито се водило рачуна да се у потпуности испоштују услови добијени од Завода за заштиту споменика културе и Завода за заштиту природе Србије. Предметни истражни простор се не налази унутар заштићеног подручја нити се у њему налазе регистрована археолошка налазишта и



споменици културе. У току истраживања нису пронађени никакви предмети, објекти или друга обележја који би могли бити од културног и историјског значаја.

Сви радови који су предвиђени пројектом, завршени су уз незнатна одступања у количинама реализованих и пројектованих радова. Сва истраживања, укључујући лабораторијска и технолошка испитивања ватросталних и керамичких глина из истраживаног лежишта су завршена у августу месецу 2020. године. На основу добијених резултата истраживања, оконтурено је лежиште ватросталних и керамичких глина, утврђен је њихов квалитет као сировине за ватросталну и керамичку индустрију и утврђене су билансне резерве глина у лежиту "Црне ровине".



2 ОПШТИ ДЕО

2.1 ГЕОГРАФСКО ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА

Истражни простор се налази у подножју планине Видлич, односно на њеним јужним обронцима, у атару села Бребевница код Димитровграда од кога је подручје истраживања удаљено за око 9 km. Смештен је на десној обали Забрдске реке; преко Бребевнице је повезан са асфалтном саобраћајницом Мазгош – Протопопинци – Радејна – Димитровград; захвата површину од 2 km² (200 ha).

Границе истражног простора су приказане на делу топографске карте, размере 1:25.000, листови "Димитровград" и "Криводол" (прилог бр. 1). Ово подручје припада листу "Пирот", Основне геолошке карте СФРЈ, размере 1:100.000.

Истражни простор административно припада општини Димитровград, а катастарски селу Бребевница. Координате преломних тачака истражног поља дате су у табели 1.

табела 1: Координате преломних тачака одобреног истражног простора бр. 2328

Ознака тачке	Координате	
	Y	X
T-1	7 653 000	4 768 500
T-2	7 653 000	4 769 500
T-3	7 655 000	4 769 500
T-4	7 655 000	4 768 500

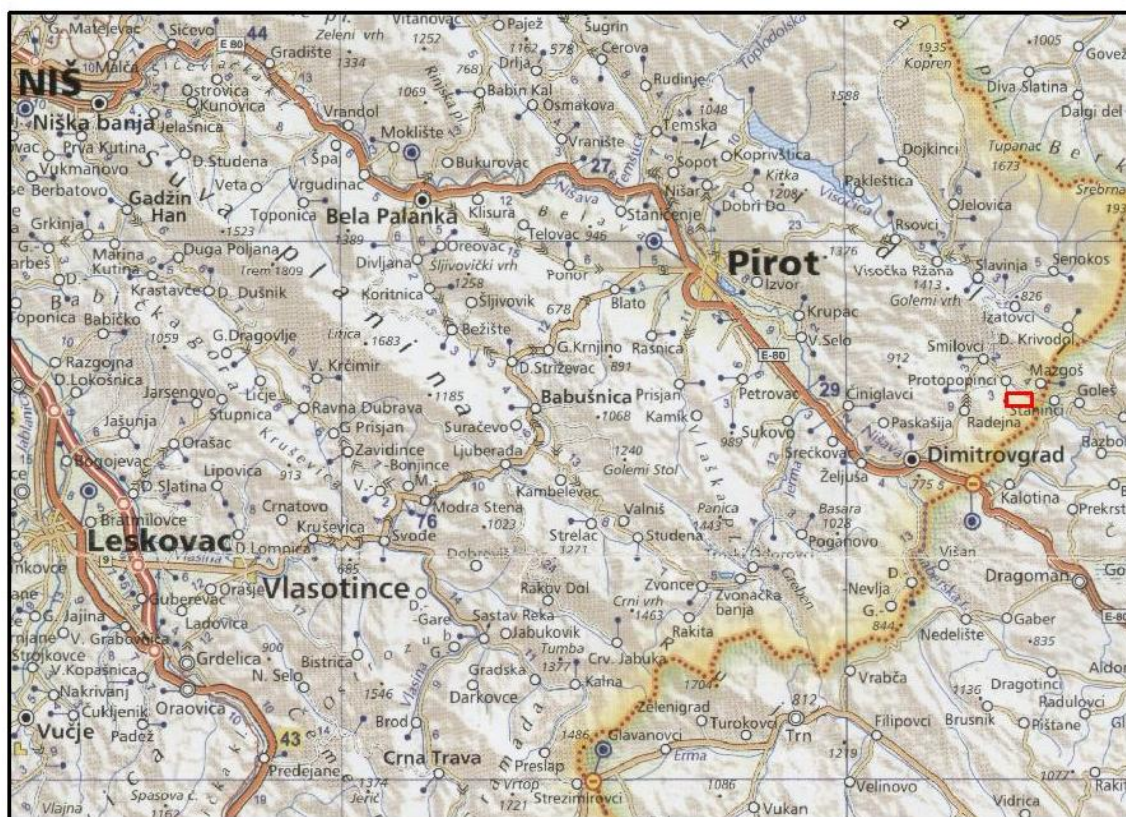
Путем који се налази северно од подручја истраживања, будуће лежиште је преко Бребевнице повезано са асфалтном саобраћајницом Мазгош – Протопопинци – Радејна – Димитровград. Од Димитровграда је могућ излаз на магистрални пут Сливница (Бугарска) Пирот – Бела Паланка – Ниш, а од Ниша на асфалтни пут Лесковац – Алексинац – Јагодина – Смедеревска Паланка – Београд.

Путеви од мањег значаја су: Пирот – Бабушница – Свође – Власотинце – Лесковац, Свође – Састав Река – Црна Трава, Пирот – Темска – Церова, Моклиште – Бабин Кал – Округлица – Сврљиг, Нишка Бања – Гаџин Хан – Равна Дубрава – Горњи Присјан и др.

Минерална сировина се, од будућег лежишта, може железнички транспортовати од Димитровграда правцем Сливница (Бугарска) – Димитровград – Пирот – Бела Паланка – Ниш. Од Ниша, даљи транспорт је могућ правцима: Дољевац – Лесковац – Владичин Хан –



Врање – Бујановац, Дољевац – Прокупље – Куршумлија – Подујево и Алексинац – Сталаћ, а одатле даље према Београду и Краљеву (Сл. 1).



Сл. 1. Прегледна карта комуникација са обележеним истражним простором, 1:600.000

У административном погледу истражни простор припада општини Димитровград. Насељеност је на овим просторима врло неравномерна, јер се становништво углавном концентрише у већим индустријским центрима – Нишу, Пироту и Лесковцу.

Општина Димитровград, према попису становништва из 2011. године, има 10.118 становника, док сам град Димитровград насељава 6.278 становника.

На подручју општине Димитровград је некада постојало више привредних субјеката, од којих су неки и даље у процесу приватизације. Најпознатији су: АД "ГИД" (гумарски производи), "Свобода" ДПК (конфекцијски производи), Фабрика "Циле" (прада дрвета и производња намештаја), "Градња" АД (грађевинско предузеће) и ДП "Кожара" (производња ситне коже и крзна).

Становништво на подручју Димитровграда је запошљено у области: прерађивачке индустрије, државе управне и одбране, здравства, трговине и транспорта (и складиштења).

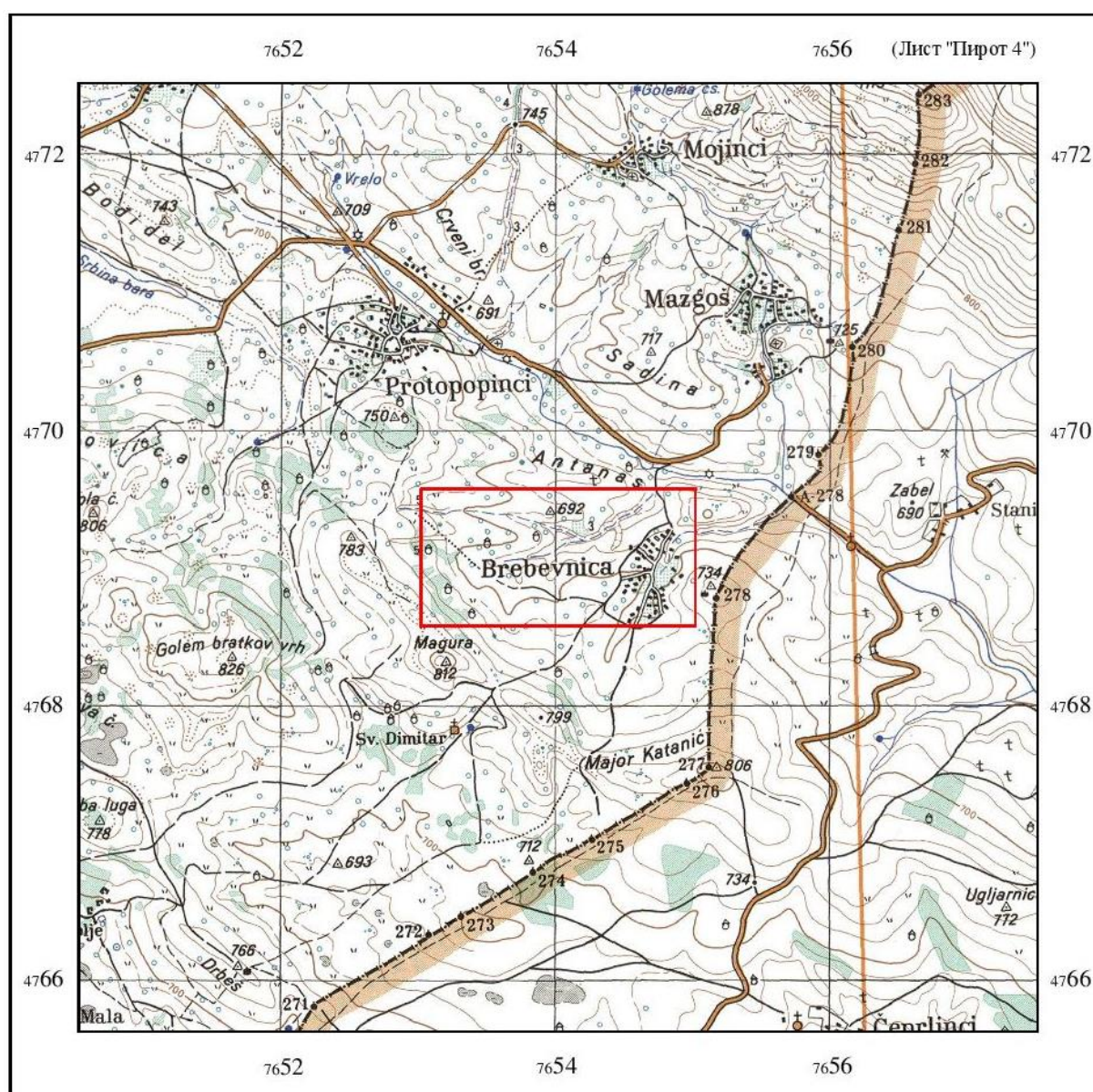
Истражни простор катастарски припада селу Бребевница, које настањује 25 становника; у близини будућег лежишта се налази неколико насеља: Мазгош (30), Протопоинци (45), Мојинци (34 становника према попису из 2002.), Смиловци (104),



Радејна (84) и Бачево (6 становника). Сеоско становништво се бави пољопривредном производњом.

2.2 МОРФОЛОШКО ХИДРОГЕОЛОШКЕ И КЛИМАТСКЕ ПРИЛИКЕ

Истражни простор се налази у подножју планине Видлич, односно на њеним јужним обронцима. Терен је на ширем подручју истражног простора брдско-планински и карактерише се висинском разликом од 167 m (Сл. 2).



Сл. 2. Прегледна географска карта ширег подручја истражног простора, приближно 1 : 50.000



Највиша кота ширег подручја истражног простора се налази на локалитету "Магура" (812 m); а најнижа се налази у долини Забрдске реке (645 m).

Осим поменуте Магуре, други истакнути врхови на ширем подручју истражног простора су: Оланов рид (701 m), Бучимет (734 m), Антанас (692 m), Поље (704 m), Росуље (783 m), Садина (717 m), Бели рид (710 m), Густак (750 m), Црвени брег (691 m), Врх (799 m), Мајор Катанић (806 m) и др.

Најзачајнија река овог подручја је Забрдска река. Забрдска река са левом притоком Магуром тече према Бугарској, где се улива у Нишаву. Нишава је река која протиче и кроз Бугарску и кроз Србију, представља најдужу притоку Јужне Мораве и припада црноморском сливу.

Клима овог подручја је умерено континентална. Одликује се топлим летима и хладним зимама. Средња јануарска температура износи $-0,4^{\circ}\text{C}$, а средња јулска $22,8^{\circ}\text{C}$. Просечан ваздушни притисак има вредност од 990,1 hPa, док је релативна влажност ваздуха 74 %.

На метеоролошкој станици у Лесковцу, која је најближа истражном простору "Црне равине", су утврђени следеће температурне вредности по месецима:

табела 2. Пресечне месечне температуре

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$^{\circ}\text{C}$	- 0,4	8,6	7,7	14,2	15,4	22,0	22,8	20,5	16,6	10,7	5,9	-1,1

Средња годишња температура износи $11,9^{\circ}\text{C}$.

табела 3. Просечне месечне падавине

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Падавине (mm)	84,1	50,4	93,4	24,2	69,6	63,0	113,6	29,6	56,3	82,5	131,4	12,3

Просечне месечне падавине су приказане у табели 3. Средња вредност воденог талога на годишњем нивоу износи 810,4 mm. Број кишних дана је 143, а снежни покривач се задржава током 24 дана. Јак ветар (јачине преко 6 Босфора; Босфорова скала има распон вредности од 0 до 12) се јавља током 46 дана.

Због неповољних зимских климатских прилика, експлоатацију минералне сировине је могуће обављати током девет до десет месеци годишње.

Подаци о климатским карактеристикама ширег подручја истраживаног терена су преузети из Статистичког годишњака Србије (2016).



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

Терени листова "Пирот и Брезник" спадају у слабо проучене области. Најранија обавештења о овим теренима могу се наћи у радовима: Ami Boue (1838), F. Toule (1883), J. Жујовића (1883), Г. Бончева (1903, 1907), П. Јанковића и других аутора.

Резултати испитивања од пре првог светског рата, а нарочито Жујовићева "Грађа за геологију југоисточне Србије", послужили су као основа за даља детаљнија проучавања.

Овом делу југоисточне Србије посвећено је више пажње у годинама после првог светског рата, када су о њему податке публиковали Ј. Цвијић (1924, 1926), Г. Златарски (1927), К. Петковић (1927, 1932, 1938), М. Протић, К. Петковић и С. Милојевић (1932) и др. Ови радови су знатно допринели ближем познавању геологије овог подручја.

М. Протић (1934) је детаљно испитао прилике Старе планине у тектонском и стратиграфском погледу. У одредби старости творевина постоје знатне разлике између овог аутора и ранијих истраживача (посебно С. Бончева), што је довело и до промене схватања тектонике Старе планине. По М. Протићу постоје три краљушти, и то височка, видличка и тепошка.

Резултати испитивања после другог светског рата у овој области имају велику вредност у смислу решавања регионалне грађе, а посебно у погледу проблема геологије карбонских, лијаских и неогених угљева, седиментних лежишта руда гвожђа и сличних питања.

Геолошку карту подручја између бугарске границе и Звоначке Бање, која делом обухвата и Руј планину, приказао је Ст. Зафиров (1950). Он је нарочиту пажњу посветио силурским творевинама околине Звоначке Бање, које је тада по први пут констатовао. К. Петковић и Н. Милојевић (1956) дају геолошку карту размере 1 : 25.000, на којој су доста тачно приказане границе картираних јединица.

М. Анђелковић (1957—1962) даје најкомплетнију слику југозападних падина Старе планине, са детаљним подацима о стратиграфији мезозоика.

Н. Пантић (1960) је на овом терену по први пут констатовао девонску флору (*Cyclostigma*, *Psilophyton*, *Sphenophillum* и др.).



М. Михајловић и М. Веселиновић (1961, 1962, 1965) су се бавили проучавањем граптолитске фауне, дајући значајан прилог биостратиграфији силура ове области. Јурске творевине су на овом терену третирали З. Сучић и Д. Веселиновић (1959).

К. Петковић (1965) је приказао развиће титона Руја. Он негира флишни карактер ових седимената због одсуства ритмичности, дубоководног постанка и наслага амонитске фауне. Овај аутор ипак дозвољава да ови седименти носе назив "флишни", али да би то по њему био специфичан дубоководни "амонитски флиш".

Девонске творевине су обрађивали М. Д. Димитријевић, Б. Крстић, М. Н. Димитријевић и Б. Радошевић (1965), утврдивши да оне представљају типичан флиш.

Радећи на истраживању минералних сировина и могућностима њихове експлоатације, многобројни истраживачи су дали рукописне карте које фрагментарно обухватају делове листова "Пирот и Брезник". Бројни елаборати са мање или више успеха третирају геологију угљева, седиментних руда гвожђа, барита и других сировина овог подручја.

Б. Ћирић и Д. Петровић су се бавили проучавањем лијаских глина на подручју Видличке зоне. Истраживања су започета седамдесетих година двадесетог века а касније настављена и у првој половини осамдесетих година двадесетог века. Геолошка истраживања која су рађена у околини Димитровграда, односно у Видличкој зони, обухватала су атаре села Протопопинци, Мојинци и Бребевница. Степен истражености ширег подручја истражног простора у смислу проналажења ватросталних и керамичких глина је врло различит. Највише је истражен рејон Бребевнице и то локалитети "Црне равине", "Оланов рид" и "Караула". Рађена су геолошка истраживања од проспекцијских до детаљних. Локалитет "Црне равине" је локалитет са највећим степеном истражености.

Лијаске ватросталне и керамичке глине су откривене у мањим геосинклиналама и углавном имају сочиваст и слојевит начин појављивања. Честа су задебљања и смањења дебљине која су настала као последица тектонских покрета који су захватили доњејурску серију. Дебљина продуктивне серије креће од неколико метара до неколико десетина метара.

На основу лабораторијских испитивања дошло се до важних података везано за квалитет и могућност примене лијаских глина. Ове глине имају висок садржај Al_2O_3 , ватросталност иде и преко 30 SK, али је садржај гвожђа неравномеран и на неким местима доста неповољан где достиже и 8%. Разним методама, шлемовањем и сечењем на 40 микрона, затим киселинским прањем, смањен је садржај гвожђа за 80%. Једино се доводи у



питање економска исплативост таквог процеса оплемењивања глина, односно снижавања садржаја гвожђа који би у знатној мери подигао производну цену глина.

2.4 ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ЛЕЖИШТА

Геолошка грађа ширег подручја истражног простора се може сагледати на приказаном делу ОКГ (1:100.000) – лист "Пирот" (слика 3), где се уочавају следеће јединице:

T_2 – Кречњаци, доломитични кречњаци и доломити средњетријаске старости; Седименти средњег тријаса су потпуно развијени само у Старој планини. У видличкој зони и теренима које обухватају Руј, Гребен и Влашка средњи тријас је непотпуно развијен. Средњи тријас је представљен: доломитичним кречњацима (са прослојцима глиновитих кречњака и алевролита у доњем средњетријаском пакету) и доломитима. На локалитетима "Врело", "Сенокос" и "Мојинци" пронађени су црни оолитични кречњаци, биоспарити и доломити. Дебљина творевина средњег тријаса износи око 250 m.

J_1^{2-4} – Пешчари, кречњаци и глинци са угљем доњојурске старости (синемуршки, пленсбашки и тоарски кат); на подручју Видлича јурски седиментациони циклус почиње трансгресивном јединицом вапновитих и гвоздевитих пешчара, глиновитих кречњака и глинаца са угљем. Овакви седименти се јављају и даље према северозападу, на Басари и Малом Врху. Дебљина ових седимената износи од 50 до 300 m.

J_2 – Кварцни конгломерати и пешчари средњејурске старости изнад којих се налазе вапновити пешчари; стене средњејурске старости имају дебљину од 20 до 250 m.

J_3^{1+2} – Кречњаци са кремением квргама горњојурске старости (оксфордски и кимерички кат); представљени су слојевима сивих кречњака који местимично садрже прослојке и кврге рожнаца. Осим кречњака се јављају и доломитични кречњаци и мања сочива доломита. Дебљина ових творевина износи од 50 до 100 m.

J_3^3 – Спрудни и субспрудни, лапоровити кречњаци горњојурске (титонске) старости; у доњем делу су свуда формиран кречњаци; у горњем делу се на подручју Руја депонује флиш, док се у другим областима наставља карбонатна седиментација. У највећем делу листова Пирот и Брезник то су спрудни и субспрудни кречњаци; пелашки кречњаци са кремением квргама таложени су само у височкој зони. Дебљина спрудних кречњака титона износи преко 250 m. Крајем титона долази до рашчлањавања дна - у области Руја се отвара



флишни басен. У флишу се на терену запажају три пакета (који на карти нису могли бити издвојени):

1. доњи пакет, дебљине вероватно преко 500 m, карактерише се неуједначеношћу флишне ритмике, на доњим површинама секвенци карактеристични су трагови течења великих димензија, изграђен је од песковите и лапоровите материје са хаотично распоређеним валуци и фрагменти пречника 2 до 50 cm, местимично и већи; јурски кречњаци садрже рожнаце,

2. средњи пакет, много мање дебљине, има смиренију и уједначенију ритмику, седименти су нешто ситнозрнији,

3. горњи пакет се састоји од лапораца у којима се само местимице запажа ламинација течења.

У литолошки састав титонског флиша улазе конгломерати, микроконгломерати, грауваке и фелдспатске грауваке, калкаренисти, алевролити, глинци и лапорци. Конгломерати и микроконгломерати се налазе само у интервалу градације. Валуци су грађени од метаморфита власинског комплекса, палеозојских седимената, вулканита, кречњака, рожнаца, а веома често и аутокласта. Грауваке и фелдспатске грауваке су најчешћи седименти, а граде доње и средње делове секвенци. Варирају од крупнозрних до финозрних.

Основни састојци ових стена су угласта зрна кварца (најчешће метаморфног порекла), фелдспати (плагиокласи, ређе микроклин), лискунски минерали (биотит, мусковит и хлорит) и одломци стена (најчешће седимената, ређе метаморфита и вулканита). Од тешких минерала најчешћи су гранати, турмалин, циркон, амфибол, пироксен, епидот и металични минерали. Према релативно великом проценту глинених честица у матриксу, слабом сортирању, великом проценту граната и слабој заобљености зрна, ови аренити припадају непотпуно зрелим кластитима, што је карактеристично за флишне седименте. Везивна маса ових стена је разнолика по саставу.

Калкаренисти су ређи. Грађени су од ситних фрагмената биомикрита, микрита, кристаластих кречњака и преталожених оолита. Песковита компонента је састава сличног као код аренита.

Алевролити граде горње делове секвенци. Глинена компонента у њима припада хидролискунима, а од осталих минерала јављају се: кварц, лискуни, фелдспати, калцит и



лимонит. Лапорци и глинци се налазе у највишим деловима секвенци. Основна глиновита маса је од хидролискуна.

На доњим површинама слојева веома су карактеристични отисци трагова течења доста великих димензија, отисци трагова запречавања течења, ерозиони канали и трагови утискивања, док су отисци трагова кретања предмета доста ретки. На горњим површинама слојева запажени су трагови таласања, који се појављују у сетовима слојева. Органске текстуре су честе. Подаци о палеотранспорту су добијени углавном у доњем и средњем пакету.

Бушење у руднику Нова Јерма показује да је дебљина флишних седимената већа од 600 m (на листу Власотинце је преко 1700 m).

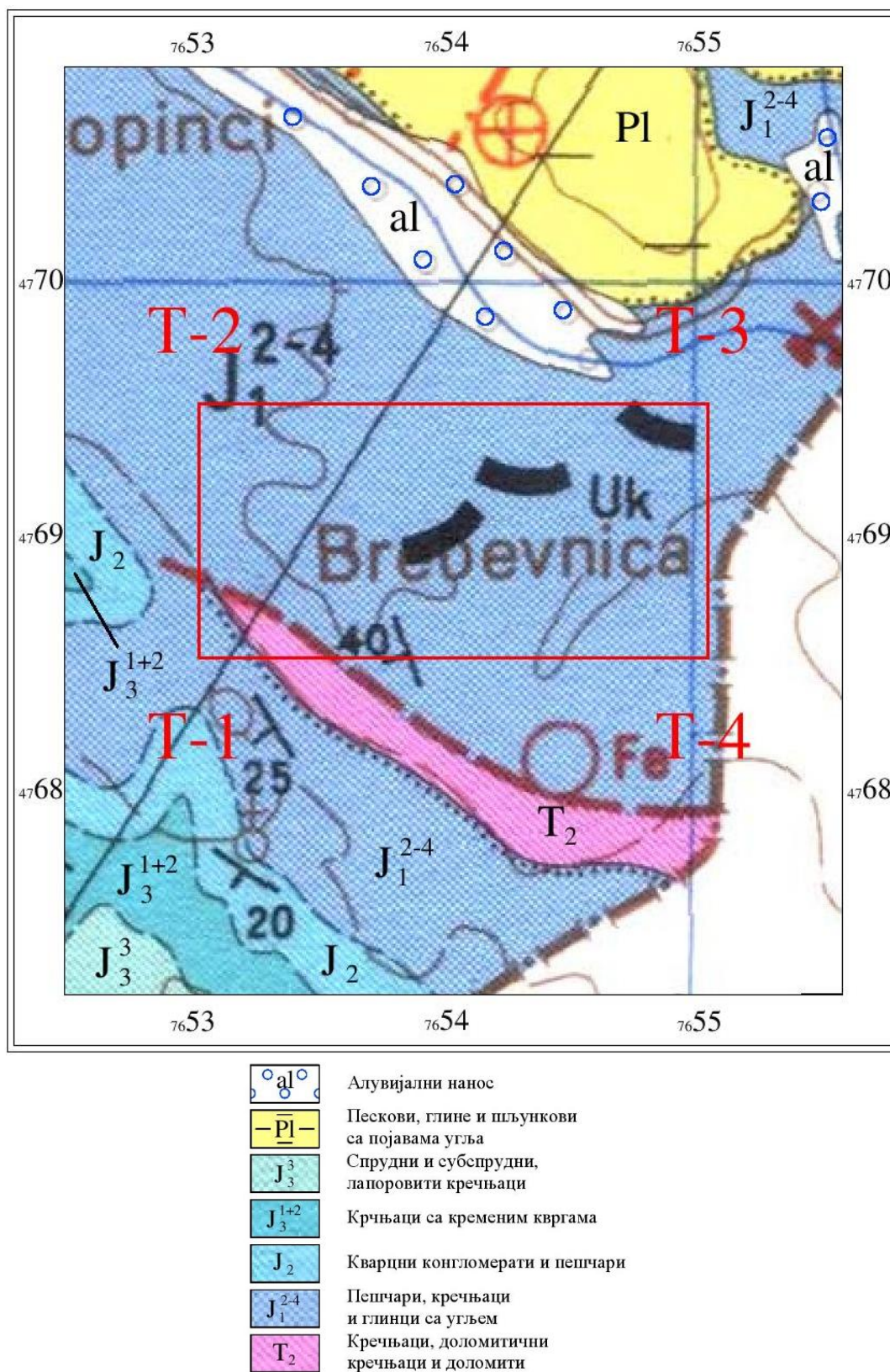
P1 – Пескови, глине и шљункови са појавама угља плиоценске старости; седиментне стене плиоценске старости се јављају у пиротском и мазгошком басену. Састав плиоценских стена околине Пирота испитан је бушотином која је 1968. године начињена јужно од самог места. У овој бушотини су до дубине од 160 m нађене сиве и зелене песковите и лапоровите глине са неколико слојева угља дебљине 0,1 до 1 m. Седименти одговарају језерским и мочварним фацијама. Дуж западног и јужног обода басена јављају се жутомрке до црвенкасте, песковите глине са прослојцима песка, интерпретиране као језерски седименти у смени са бујичним и алувијалним наносима. Мазгошки басен је у Бугарској познат као станински; он тамо садржи два угљена хоризонта од којих је доњи дебео 15 - 20 m (Коен, 1946). Према Б. Миловановићу (1955), у југозападном (продуктивном) делу мазгошког басена угљени слој је дебео 7 - 17 m. Седименти ове јединице су представљени глинама, песковима и шљунком.

a1 – Алувијални нанос; све реке ширег подручја истражног простора имају добро изражену фацију корита са шљунковима и слабо развијену поводањску фацију од суглина и супескова.

Истражни простор припада геотектонској јединици Старопланинско подручје са Височком зоном. Ово подручје припада југозападном крилу велике старопланинске антиклинале, која је по М. Протићу (1934) нагнута мало ка североистоку, а оса јој је правца ССЗ-ЈИ. Језгро антиклинале се поклапа са главним венцем Старе планине. Дуж њеног југозападног крила налази се низ реверсних, лонгитудиналних раседа са кретањима ка североистоку. Најстарије стене језгра антиклинале припадају рифејско-камбријском



комплексу. Општи правац пружања рифејско--камбријских творевина је север-југ, са одступањима у оба смера.



Сл. 3. Прегледна геолошка карта шире околине истражног простора, 1:100.000



3 ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" истражено је у процесу једногодишњих геолошких истраживања. Геолошке карактеристике лежишта утврђене су углавном током израде геолошког плана лежишта у размери 1:1.000 (прилог бр. 3). Затим, током истражног бушења и истражног раскопавања и коначно током лабораторијских, односно технолошких испитивања глина.

Геолошки план истраживаног лежишта обухвата и део терена изван контура издвојеног лежишта. Геолошки план лежишта је урађен на површини од око 7 ha.

3.1 ГЕОЛОШКА ГРАЂА ЛЕЖИШТА

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" налази се у лијаским слатководним седиментима источне Србије. Стратиграфски припада доњој јури, односно лијаској епохи. У литолошком смислу, лијаски седименти лежишта "Црне ровине", састоје се од глина, глинаца и пешчара, ређе угљевитих глина и глинаца, док се врло ретко јављају и прослојци кречњака. Сви горе наведени чланови варијају по минералолошком саставу, боји, дијагенетском ступњу, као и моћности серија и интеркалација.

Главни типови седимената који сачињавају лијаску формацију у лежишту Црне ровине су следећи:

- Пешчари су жуте до жуто-црвене боје, која варира зависно од гвожђевитих примеса у превасходно кварцној маси. Ови седименти су најчешће крупнозрни, са пречником зрна од 2 до 4 мм, и налазе се у горњем хоризонту, изнад сивих и тамносивих глина и глинаца.

- Глинци и глине различите боје; сиво-љубичасте преко сиве и тамно сиве, све до изразито тамне и црне. Ове последње су обојене угљевитом биљном материјом, а ретко се у њима налазе и прави угљени прослојци. Глине и глинци редовно алтернирају са разним пешчарима и песковитим глинама у интервалима од по неколико сантиметара до неколико метара.

- Глиновити пешчари и песковите глине, сиви до тамносиви, у слојевима дебелим од неколико центиметара до неколико метара. Алтернирају у доста правилним интервалима са истобојним глинама и глинцима.



- Тамне угљевите глине и глинци, чине најчешће базални хоризонт лијаске теригене формације.

Лијаска серија седимената лежи трансгресивно и дискордантно преко средњетријаских кречњака, који представљају подину продуктивне серије глина. У току истраживања лежита, подински тријаски кречњаци нису констатовани и потврђени истражним радовима. Све познате појаве лијаских ватросталних и керамичких глина у околини села Бребевница откривене су у мањим геосинклиналама, што је случај и са лежиштем "Црне ровине". Имају углавном сочиваст и слојевит начин појављивања. Дебљина продуктивног слоја глина креће се од неколико метара до неколико десетина метара. На бушотинама Б-3 и Б-9 набушен је продуктивни слој глина дебљине 36 метара.

Ватросталне и керамичке глине из лежишта "Црне ровине" према минеролошком саставу припадају каолинском типу глина. Поред каолинита, минералошки састав глина чине и мусковит/илиит и кварц, док су идентификоване и мале количине минерала гвожђа, зеолита а у неким узорцима и доломит.

3.2 ОПИС ЛЕЖИШТА

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" је релативно једноставне морфологађе грађе. Површина терена је представљена једном куполастом заравни са које терен стрмо пада на три стране, и то у правцу севера, северо-истока и северо-запада а према југу се благо уздиже и шири. Највећа надморска висина од 700m налази се на јужном делу лежишта, а најмања (675 m) на северном делу.

На основу геолошких истраживања утврђен је начин појављивања, затим дебљина, простирање и дубина хоризоната продуктивних ватростално керамичких глина каолинског типа, као и литолошки састав пратећих седимената.

Испод хумусног покривача се налазе пешчари и песковите глине који представљају повлату ватросталним и керамичким глинама. Пешчари су крупнозрни, слабо везани, жуте до жуто-црвене боје, док су глине жуте до тамнокрке.

Испод пешчара и песковитих глина налази се продуктивни слој ватросталних и керамичких глина који је представљен глинама, ређе глинцима различитих боја. Боје варирају од сиве до тамно сиве, затим љубичасто-сиве ретко црне, које су карактеристичне за угљевите глине.



Глиновити пешчари и песковите глине се јављају као интратрудна јаловина у виду слојева различите дебљине од неколико центиметара до неколико метара. Најчешће су сиве до тамносиве боје. Пешчари су слабо везани и врло често глиновити. Поред пешчара и песковитих глина, у јаловим прослојцима ретко се јављају и тамни микритски кречњаци.

Тамне до црне угљевите глине и глинци представљају базални слој продуктивне серије лијаских седимената.

На основу истраживања утврђено је да се продуктивне глине каолинског типа јављају у виду неправилних тела слојевитог и сочивастиг облика. Продуктивни слој глина пада благо према југо-западу под углом од 15° . Истражним радовима је оконтурен продуктивни хоризонт глина на простору од 3 ha.

Истраживано лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" се по величини, просторном положају, облику и дебљини рудног тела може сврстати у мања лежишта слојевитог и сочивастиг начина појављивања са резервама до 1.500.000 тона.

На основу до сада изведених геолошких истраживања као и лабораторијских испитивања, може се закључити да глине из лежишта "Црне ровине" представљају, како по количини тако и према квалитету, економски врло интересантну сировину за производњу ватросталних и керамичких материјала.

3.3 ГЕНЕЗА ЛЕЖИШТА

Појаве ватросталних и керамичких глина у околини Димитровграда интензивно су проучаване крајем седамдесетих и средином осамдесетих година прошлог века. У литолошком погледу лијаске творевине представљају претежно теригени седименти који су стварани у мирној плитководној средини. Највероватније се ради о плитким језерским или барским седиментима, ствараним у мирним депозиционим срединама са малом енергијом.

Генеза ових глина још није до краја разјашњена. Сматра се да су ватросталне и керамичке глине еродирани остаци каолинитске коре распадања (Симић и Јовић 1993). На почетку лијаске трансгресије већи део коре распадања еродиран је и таложен у плитким базенима, формирајући углавном пешчаре и шкриљце. У локалним депресијама са сталним режимом мирне седиментације, накупљао се пелитски материјала од ког су стварани сочива или слојеви ватросталних и керамичких глина.

Појављивање тамних угљевитих слојева глине указује на тихо седиментно окружење, где се угаљ формирао када је ерозија била спора, а глина када је вода била дубља. Овај



модел стварања се поклапа са постојањем врло чистих кварцних пешчара који су пронађени на неким локацијама у непосредној близини. Глине се састоје углавном од каолинита. Поред каолинита, минералогски састав глина чине и мусковит/илиит и кварц, док се ретко јављају минерала гвожђа, зеолита а у неким узорцима и доломит.

Може се претпоставити да су глиновити минерали излужени из изворно глиновитих пешчара, стварајући тако чисте кварцне пешчаре на једној и каолинитске глине, са различитим количинама минерала лискуна на другој страни.

3.4 ТЕКТНИКА ЛЕЖИШТА

У тектоници шире околине истраживаног подручја које је представљено различитим седиментним и метаморфним стенама постоје различите структуре, набори и разломи, који су утицали на данашњи изглед терена, односно појављивање појединих формација.

Основне структуре створене пликативним поремећајима на овом терену заједничке су за тријаске и лијаске серије. То су набори настали после формирања доњејурских седимената, вероватно чак много касније, после горње креде. Иако се претпоставља да је постојала извесна тектонска активност и прекид у седиментацији између лијаске формације и њене подине, односно серије горњетријаских седиментата, то се није одразило на промене у структурном склопу.

Шире подручје истраживаног простора је сложено из низа антиклинала и синклинала које су дијагоналне или чак и управне на уобичајени правац структура, у овом делу Карпато-Балканида, који има оријентацију северозапад-југоисток. Наборне структуре су често, млађим и разноврсним раседима, разломљене и претворене у сложене структурне облике.

Истражени део лежишта "Црне ровине" представља једну антиформу у оквиру синклинале Црне ровине, где продуктивни слојеви ватросталних и керамичких глина и глинаца падају благо под углом до 20°.

3.5 ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

Геолошка грађа и тектонски склоп терена иако битан утицај на формирање хидрогеолошких услова истраживаног подручја. Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" има релативно повољне хидрогеолошке карактеристике. На основу



хидрогеолошког рекогносцирања уже околине и аналогije са осталим лежиштима ватросталних и керамичких глина, познате су хидрогеолошке функције стенских маса.

Према хидрогеолошким карактеристикама литолошких чланова који изграђују овај терен а то су пешчари, глиновити пешчари и песковите глине који представљају јалове хоризонте, било да се налазе у повлати или алтернирају са продуктивним хоризонтима, који су представљени глинама и глинцима, негде и угљевитим глинама и глинцима и према степену пропусности горе наведених седимената, издвојен је хидрогеолошки колектор и хидрогеолошки изолатор.

Хидрогеолошки колектор чине кровински пешчари и песковите глине као и јалови прослојци глиновитих пешчара и песковитих глина унутар продуктивног слоја ватросталних и керамичких глина због своје интергрануларне порозности, па је у њима омогућено формирање збијеног типа издани. Порозност пешчара је различита због присуства глиненних, односно прашинастих честица у појединим деловима слоја.

Релативни хидрогеолошки изолатор представљају ватросталне и керамичке глине представљене сивим до тамносивим глинама и глинцима, као и тамним до црним угљевитим глинама и глинцима. У оквиру ових литолошких чланова појављују се делови слоја са већим процентом прашинастих и песковитих честица. Међутим, у односу на пескове, ова средина представља хидрогеолошки изолатор.

Просторни положај издвојених хидрогеолошких чланова у овом делу омогућио је формирање два типа издани и то: јединствену издан у крупнозрним пешчарима и песковитим глинама и лебдеће издани у мањим прослојцима пешчара и песковитих глина унутар слоја или сочива ватросталних и керамичких глина. Лебдеће издани, које су формиране у слојевима глиновитих пешчара и песковитих глина унутар продуктивног слоја ватросталних и керамичких глина, делимично су изоловане од јединствене издани из кровинских пешчара. Прихрањивање издани врши се двојачко, понирањем површинских вода у терен преко изданака пешчара на површини терена, а делом преко пукотина и прлина у глинама и глинцима.

Топографски услови омогућују гравитационо одводњавање до безименог потока који се налази у северном делу лежишта (кота 675 m) а који се даље улива у Забрдску реку.

Према свему до сада изложеном може се закључити да при будућој експлоатацији лежишта "Црне ровине" неће бити већих проблема од прилива подземних вода, јер се исте могу успешно гравитационо одводњавати.



3.6 ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕЖИШТА

За потребе одређивања инжењерско-геолошких карактеристика лежишта ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" рађена су геомеханичка испитивања на узорцима формираним из језгра истражних бушотина. Испитивања су рађена у лабораторијском обиму на укупно три узорка. Два узорка су узета из продуктивног слоја ватросталних и керамичких глина, док један узорак представља повлатни слој јалових тамномрких песковитих глина. (Документациони материјал, прилог бр. 5)

У оквиру геомеханичких испитивања извршена су испитивања запреминске масе, садржине воде, гранулометријског састава, Аттербергове границе конзистенције (граница течења, граница пластичности, индекс пластичности, индекс конзистенције), угао унутрашњег трења, кохезија и стишљивост. Испитивања су урађена на узорцима приказаним у табели 4, а у табели 5 дате су вредности појединих горе наведених параметара.

Табела 4: Узорци за лабораторијска геомеханичка испитивања

Ознака узорка	Ознака бушотине	Дубина (m)	Опис
U – 1	В - 6	2,0 – 2,5	повлатни слој (јаловина)
U – 2	В - 6	20,0 – 20,5	продуктивни слој
U – 3	В - 6	28,0 – 28,5	продуктивни слој

Табела 5: Преглед резултата испитиваних узорака

Ознака узорка	Запреминска маса γ (kN/m^3)	Садржина воде w (%)	Граница течења W_L %	Граница ваљања W_P %	Индекс пластичности I_p %	Индекс конзистенције I_c
U – 1	18.50	17.62	41.56	20.87	20.69	1.157
U – 2	20.57	19.65	51.69	26.11	25.58	1.253
U – 3	21.99	21.36	52.71	27.53	25.18	1.245

Одређивање рачунских параметара за прорачун стабилности извршено је на основу статистичке анализе резултата испитивања узорака. Статистичка обрада резултата физичко-механичких испитивања стенског материјала спроведена је у циљу израчунавања њихових прорачунских вредности које су неопходне за пројектовање и димензионисање објеката, косина и темеља фундамената. На основу резултата лабораторијских испитивања узорака избор рачунских параметара је извршен за продуктивни слој ватросталних и керамичких глина и за јалови слој.



Собзиром да су за продуктивни слој ватросталних и керамичких глина испитивања рађена на два узорка, било је неопходно статистички обрадити и одредити средње вредности параметара. У табели 6 дате су усвојене вредности рачунских параметара.

Табела 6: Рачунски параметри усвојених статистичким прорачунима

Материјал	Запреминска тежина $\gamma (kN/m^3)$	Угао унутрашњег трења $\varphi (^\circ)$	Кохезија $c (kPa)$
Јалови слој	18.50	21.56	21.47
Продуктивни слој	21.28	19.99	22.64

На бази наведених испитивања утврђена је стабилност радних етажа и стабилност завршних косина у продуктивном слоју ватросталних и керамичких глина, као и у јаловом слоју. Анализа стабилности радних етажа и завршних косина будућег површинског копа у лежишту "Црне ровине", извршена је применом методе "Бишопа".

У наредним табелама дати су добијени резултати стабилности радних етажа и завршних косина у продуктивном и јаловом слоју.

Табела 7: Резултати провере стабилности косина за максималне углове нагиба радних етажа у продуктивном слоју и јаловини

Висина радне етаже $h (m)$	Продуктивни слој		Јаловина	
	Максимални угао нагиба радне етаже $\alpha_r (^\circ)$	Минимална вредност фактора сигурности F_{min}	Максимални угао нагиба радне етаже $\alpha_r (^\circ)$	Минимална вредност фактора сигурности F_{min}
2.5	≤ 85	≥ 1.050	≤ 85	1.050
5.0	76	1.061	84	1.070
7.5	58	1.067	66	1.067
10.0	48	1.056	54	1.066

Табела 8: Резултати провере стабилности косина за максималне углове нагиба завршних косина израђених у продуктивном слоју и јаловини

Висина завршне косине $h (m)$	Продуктивни слој		Јаловина	
	Максимални угао нагиба завршне косине $\alpha_r (^\circ)$	Минимална вредност фактора сигурности F_{min}	Максимални угао нагиба завршне косине $\alpha_r (^\circ)$	Минимална вредност фактора сигурности F_{min}
30	18	1.315	20	1.313
35	17	1.303	18	1.345
40	16	1.355	18	1.306
45	16	1.311	17	1.371
50	15	1.339	17	1.360

На основу приказане зависности угла нагиба косина $\alpha_r (^\circ)$ од висине $h (m)$ могуће је одредити максимални угао нагиба радне етаже за висине радних етажа будућег



површинског копа које износе од 2.50 m до 10.00 m и максимални угао нагиба завршне косине за висину завршне косине површинског копа која износи од 30.0 m до 50.00 m.

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

4 ИСТРАЖНИ РАДОВИ

Истражни радови у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине", обухватали су геолошка испитивања, истражно бушење, истражно раскопавање лабораторијска испитивања и технолошка испитивања глина у лабораторијском обиму као сировине за ватросталну и керамичку индустрију. Сви теренски истражни радови, праћени су геодетским снимањима од израде топографског плана лежишта и ближе околине до снимања истражних бушотина, истражних раскопа и изданака током израде геолошког плана лежишта.

4.1 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Примењена геолошка истраживања на истражном простору "Црне ровине" у селу Бребевница код Димитровграда, су комплетно завршена у току једне календарске године, иако су због сложености, Пројектом примењених геолошких истраживања, предвиђена да се раде кроз две истраживачке године. У току процеса геолошких истраживања издвојено је лежиште ватросталних и керамичких глина, утврђени су ресурси и резерве као и њихов квалитет.

Распоред истражних радова прилагођен је растојањима за "Б" и "Ц₁" категорију резерви, која су предвиђена за лежишта керамичких и ватросталних глина треће групе сходно члану 133. Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођења евиденције о њима (Службени лист СФРЈ, бр. 52/79).

Геолошка истраживања су реализована кроз кабинетске и теренске методе истраживања и извођења пројектованих радова, и то кроз припремне кабинетске радове, теренске радове и завршне кабинетске радове.



Припремни кабинетски радови обухватили су компилацију резултата ранијих геолошких, рударских, лабораторијских и технолошких испитивања за целокупни истражни простор. Након обављених припремних кабинетских радова, који су завршени са анализом и интерпретацијом компилираних података, започета је теренска фаза истраживања.

Теренска фаза је започела геодетским радовима који су претходили геолошким истраживањима. Геодетски је снимљена топографска основа лежишта "Црне ровине" у размери 1:1.000 на површини од 10 ha.

На добијеној топографској основи урађен је инструментални геолошки план лежишта у размери 1:1.000, на површини од око 7 ha. Геолошким картирањем дошло се до основних геолошких података вазаним за геолошку грађу и склоп терена.

Након обављених детаљних истраживања везаних за израду геолошког плана, започета је реализација истражног бушења и раскопавања са пратећим геолошким радовима, лабораторијским испитивањима и геодетским снимањем. 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 50m за "Б" категорију резерви до максималних 100m за "Ц₁" категорију резерви. Међусобна растојања између профила су износила 46m за "Б" категорију резерви и 90m за "Ц₁" категорију. Лоцирање истражних радова на поменутим растојањима омогућило је утврђивање резерви ватросталних и керамичких глина "Б" и "Ц₁" категорије у оквиру треће групе лежишта. Урађено је 9 (девет) бушотина и два раскопа на три профила.

Истражно бушење праћено је картирањем и узорковањем језгра бушотина за потребе лабораторијских испитивања. На девет бушотина избушено је укупно 330,6 m и узето је 126 узорака за делимична испитивања, као и 3 узорка за геомеханичка испитивања. Формирање узорака за делимична испитивања је обављено по интервалима дужине до 2 m, док су композити формиран од материјала преосталог након формирања делимичних проба. За геомеханичка испитивања узета су три узорка језгра дужине 0,5 m. Два узорка су узета из продуктивног слоја глина а један из повлатног слоја.



У оквиру истражних радова урађена су и два истражна раскопа. Истражним раскопима су оконтурене резерве глина "Ц₁" категорије ка североистоку. У раскопима је узето 6 појединачних узорака за делимична испитивања.

Након формирања узорака рађена су лабораторијска испитивања. Кроз делимична и комплетна лабораторијска испитивања одређене су физичко-хемијске карактеристике минералне сировине. Геомеханичка испитивања су урађена у циљу добијања параметара за процену стабилности косина на будућим експлоатационим етажама, док је кроз технолошка испитивања одређена могућност примене глина у ватросталној и керамичкој индустрији. Технолошка испитивања су рађена у лабораторијском обиму а узорак за технолошку пробу је формиран од дела материјала који је узет за делимичне пробе.

У склопу завршних кабинетских радова а након реализације свих пројектованих, припремних, теренских и делом 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 ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине", 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 132-135).

4.2 ОПИС ИСТРАЖНИХ РАДОВА

Примењена геолошка истраживања глина као сировине за ватросталну и керамичку индустрију у лежишту "Црне ровине", обављена су према пројектованој методологији и концепцији која је прилагођена врсти и намени минералне сировине.

4.2.1 ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ

Геодетски радови обухватали су геодетско снимање топографске основе лежишта "Црне ровине", размере 1:1000, на површини од 10 ha, као и детаљно геодетско снимање истражних радова. Геодетски радови су се сукцесивно одвијали са изградом истражних раскопа, лоцирања истражних бушотина и снимања локација истражних бушотина, након завршетка сваке појединачне бушотине.



Истражни раскопи су снимани са 2 до 4 тахиметријске тачаке у зависности од величине и облика истражних раскопа. Тахиметријска снимања раскопа обављена су са постојећих полигоних тачака. Снимљена су 2 раскопа са укупно 6 тахиметријских тачака.

Локације истражних бушотина снимане су у два наврата и то приликом лоцирања и након завршетка бушотина. Укупно је снимљено девет локација бушотина. Коте и координате истражних бушотина снимане су на начин и са тачношћу снимања државног тригонометријског премера трећег реда, односно као полигоне тачке основног затвореног влака, који је коришћен за тахиметријска снимања терена и израду топографског плана лежишта 1:1000.

У наредној табели дат је преглед кота и координата избушених истражних бушотина у лежишту "Црне равине".

Табела 9: Геодетски снимљене коте и координате истражних бушотина

Ознака бушотине	Координате		
	Y	X	Z
B-1	7653941,97	4768912,91	692,71
B-2	7653939,92	4768862,95	695,79
B-3	7653896,70	4768835,50	699,82
B-4	7653896,13	4768885,49	698,84
B-5	7653895,55	4768935,49	696,62
B-6	7653805,23	4768963,17	694,91
B-7	7653806,35	4768865,17	696,23
B-8	7653804,09	4769062,16	681,35
B-9	7653894,98	4768985,49	691,80

4.2.2 ГЕОЛОШКИ РАДОВИ

Геолошки радови према месту и времену извођења сврстани су у: припремне кабинетске радове, теренске радове и завршне кабинетске радове.

У оквиру припремних кабинетских радова обављена је компилација података. Компилација података, обухвата анализу и синтезу свих геолошких, рударских и лабораторијских података за истражни простор и шире подручје истражног простора. Након интерпретације података издвојено је подручје у оквиру истражног простора на коме ће се обавити детаљна геолошка истраживања ватросталних и керамичких глина.

У оквиру издвојеног подручја на почетку теренске фазе, а одмах након израде ситуационог плана, обављено је инструментално геолошко картирање терена у размери 1:1000 на површини од око 7 хектара. Картирање терена обављено је преко тачака



осматрања. На тачкама осматрања су прикупљани сви релевантни подаци о литологији и склопу терена. Након картирања урађен је инструментални геолошки план лежишта у размери 1:1.000. Након тога лоцирано је и избушено девет истражних бушотина и урађена су два истражна раскопа.

Картирање бушотина је обављено сукцесивно са реализацијом бушења. Приликом картирања вршено је опробавање језгра за лабораторијска испитивања. Узети су појединачни узорци за делимична испитивања и узорци за испитивање геомеханичких карактеристика стенске масе. Узорци за комплетна испитивања су формирани од материјала преосталог од делимичних проба. Технолошка проба је такође формирана од дела материјала који је узет за делимичне пробе.

Узимање појединачних узорака вршено је из једне четвртине језгра руде, односно продуктивног слоја глина. Језгро је уздуж сечено на четири једнака дела, где су од једне четвртине формирани узорци. Узорци репрезентују интервал од максимум 2 метра дужине. Укупна маса узетих узорака варирала је од 4,0kg до 5,0kg.

Картирање раскопа обављено је у размери 1:100. Картирање раскопа обављано је методом развијеног плана. Приликом картирања раскопа вршено је и опробавање за лабораторијска испитивања. Појединачни узорци за делимична испитивања су формирани методом грубе бразде, где је максимална дужина опробованог интервала износила 2m. Из сваког раскопа узете су по три пробе, укупно 6 (шест). Од преосталог материјала, након делимичних испитивања, формиран су композитни узорци.

Током теренских геолошких истраживања лежишта вршен је перманентни стручни надзор и геолошко праћење над извођењем 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 и резултата технолошких испитивања. На основу интерпретације резултата урађена и финална графичка и текстуална документација. Завршна фаза истраживања обухватала и израду Завршног извештаја о резултатима геолошких истраживања а затим и израду Елабората о ресурсима и резервама ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине" у селу Бребевница код Димитровграда, уз пратећи документациони материјал и графичке прилоге.



4.2.3 ИСТРАЖНИ РУДАРСКИ РАДОВИ

Рударски истражни радови обухватили су израду истражних бушотина и истражних раскопа. Избушено је девет истражних бушотина и урађена су два истражна раскопа.

4.2.3.1 ИСТРАЖНЕ БУШОТИНЕ

Истражне бушотине су лоциране по профилима на међусобним растојањима која не прелазе прописана максимално дозвољена растојања за "Б" и "Ц₁" категорију по одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, за трећу групу лежишта керамичких и ватросталних глина у која спадају лежишта слојевитог, сочивастог и неправилног облика, промењиве моћности и неуједначеног састава, са резервама од 500.000 до 1.500.000 тона. Максимална растојања истражних радова по профилима и између профила којима се утврђује "Б" категорија резерви износе 50m а за "Ц₁" категорију 100m (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79; чланови 132-135).

Избушено је укупно 9 истражних бушотина. Све бушотине су биле вертикалне. Израда истражних бушотина рађена је ротационом методом бушења са континуираним језгровањем. Пречник бушења износио је максимално 101 mm. Проценат извађеног језгра за сваку бушотину није био мањи од 80 %.

Табела 10: Истражне бушотине у лежишту "Црне равине"

Број	Ознака бушотине	Почетна кота бушотине	Завршна кота бушотине	Дужина бушотине (m)	Дебљина продктивног слоја (m)
1	В-1	692,71	657,91	34,8	15,6
2	В-2	695,79	665,79	30,0	12,5
3	В-3	699,82	658,62	41,2	36,5
4	В-4	698,84	669,84	29,0	24,0
5	В-5	696,62	666,42	30,2	16,6
6	В-6	694,91	656,91	38,0	18,9
7	В-7	696,23	654,23	42,0	7,3
8	В-8	681,35	638,75	42,6	28,4
9	В-9	691,80	649,00	42,8	35,4
Укупно метара				330,6	195,2

У табели 10 дати су основни подаци свих бушотина које су избушене у лежишту. Детаљан графички приказ истражних бушотина са резултатима делимичних лабораторијских испитивања дат је на стубовима бушотина (графички прилози бр. 4 – 12).



Бушотина В-1 се налази у централном делу крајњег источног профила 1-1'. На северном крају профила налази се раскоп R-1 а на јужном бушотина В-2. Бушотине В-1 и В-2 оконтуреју резерве "Б" категорије заједно са бушотинама В-3, В-4 и В-5, које се налазе на средишњем профилу (прилог бр. 3). Бушотина В-1 је набушила рудни интервал глине на дубини од 16,5m и са мањим преслојавањима са интрарудном јаловином која се јавља у виду сивих и тамносивих глиновитих пешчара и тамне песковите глине, настављена је до 34,8m. Из бушотине В-1 узето је укупно 11 појединачних узорака, укупне дебљине 15,6m. Сви појединачни узорци били су позитивни и ушли су у састав композитних проба.

Бушотина В-2 се налази у југоисточном делу лежишта, односно на јужном делу профила 1-1' и оконтуреје резерве "Б" категорије. Бушотином је пресечен први рудни интервал ватросталних и керамичких глина на дубини 5,0 до 7,9 метара. Бушотина је даље ишла кроз интрарудну јаловину до дубине 19,3m а онда је продуктивна серија ватросталних и керамичких глина бушена све до краја бушотине до дубине од 30,0m, уз мањи прекид у интервалу од 20,0m до 21,1m. Из бушотине В-2 узето је укупно 9 појединачних узорака, укупне дебљине 12,5m. Сви појединачни узорци били су позитивни и ушли су у састав композитних проба.

Бушотина В-3 се налази на крајњем јужном делу лежишта на профилу 2-2' и оконтуреје резерве Б категорије према истоку, односно Ц₁ ка западу лежишта. Бушотином је најпре пресечена повлатна серија седимената представљена тамномрким глинама и жуто-црвеним песковитим глинама, након чега је набушена продуктивна серија ватросталних и керамичких глина на дубини од 4,4m. Продуктивна серија је бушена у континуитету све до дубине од 40,9m. Узето је укупно 20 узорака за делимична испитивања укупне дебљине 36,5m. Сви појединачни узорци су били позитивни и ушли су у састав композитних проба. Укупна дужина бушотине износила је 41,2m.

Бушотина В-4 се налази на јужном делу лежишта на профилу 2-2' и оконтуреје резерве Б категорије према истоку, односно Ц₁ ка западу лежишта. Бушотином је набушена продуктивна серија глине на првом метру дубине и бушена је све до 25 метара. Узето је укупно 12 узорака за делимична испитивања, који су сви били позитивни и ушли су у састав композитних проба. Укупна дебљина набушеног рудног интервала износила је 24 метра.

Бушотина В-5 се налази у централном делу лежишта на профилу 2-2' и оконтуреје резерве Б категорије према истоку, односно Ц₁ ка западу лежишта. Бушотина је ишла кроз повлатну серију жуто-мрких песковитих глина свега пола метра, након чега је ушла у



продуктивну серију ватросталних и керамичких глина која се завршила на 26,7 метара дубине. На овој бушотини продуктивна серија је на неколико места испрекидана интравулним јаловим прослојцима (5,0-8,9m; 14,1-14,9m; 16,1-17,8m; 19,2-21,5m; 24,0-24,8m). Узето је укупно 10 узорка за делимична испитивања од чега је девет ушло у састав композитних проба. Узорак Р-3, који представља опробовани интервал од 5,0 – 7,3m, није ушао у састав композита због ниског садржаја Al_2O_3 .

Бушотина В-6 се налази у централном делу крајњег западног профила 3-3' и оконтурје резерве Ц₁ категорије са западне стране лежишта. Бушотином је најпре пресечена серија повлатних тамномрких глина 3 метра дебљине, да би након тога бушотина ушла у тамножуте и жуто-сиве масне глине од 3,0m до 11,9m. У овом интервалу узето је 5 узорка, од чега су прва три узорка (3,0m - 9,0m) избачена и нису ушла у састав композитних проба, због негативних резултата делимичних испитивања која су показала низак садржај Al_2O_3 . Од 11,9m до 20,0m бушени су сиви глиновити пешчари и песковите глине који представљају интравулну јаловину а од 20-ог метра бушотина је пресекла продуктивну серију ватросталних и керамичких глина дебљине 16 метара. Укупно је узето 13 узорка од чега је 10 узорка ушло у састав композитних проба.

Бушотина В-7 се налази у југозападном делу лежишта, односно на јужном делу профила 3-3' и оконтурје резерве Ц₁ категорије. Бушотина В-7 је након првог метра тамномрке глине ушла у серију љубичасто-сивих масних глина и тамножutih масних глина, делимично песковитих све до дубине од 27,4m. У овом, 26,4 метра, дугом интервалу узето је 12 узорка за делимична испитивања. Резултати испитивања су били негативни јер су показали да ове глине не припадају ватросталним и керамичким глинама због ниског садржаја Al_2O_3 и високог садржаја Fe_2O_3 . Након тога бушотина је пресекла два продуктивна слоја глина на дубинама од 27,4m до 30,3m и од 33,1m до 37,5m из ког су узета 4 узорка за делимична испитивања укупне дебљине 7,3 метра. Сва 4 узорка су била позитивна и ушла су у састав композитних проба.

Бушотина В-8 се налази на крајњем северо-западном делу лежишта на профилу 3-3' и оконтурје резерве Ц₁ категорије. Бушотина је најпре пресекла повлатну серију седимената представљену тамномрким глинама и тамножутим глиновитим пешчарима, да би на дубини од 6,6 метара ушла у продуктивни слој ватросталних и керамичких глина, који је са мањим прослојцима интравулне јаловине (17,0m-19,2m; 22,4m-25,6m; 34,1m-35,8m) праћен све до



краја бушотине. Узето је 17 појединачних узорака укупне дебљине 28,4 метра. Сви узорци су били позитивни и ушли су у састав композитних проба.

Бушотина В-9 се налази у централном делу лежишта на профилу 2-2'. Бушотином је најпре пресечена серија повлатних жуто-мрких песковитих глина и глиновитих пескова 4,3 метра дебљине, да би након тога бушотина ушла у продуктивну серију сивих и тамносивих глина, затим тамносивих до црних угљевитих глина и тамних угљевитих глинаца у доњим деловима продуктивне серије, све до дубине од 41,2 метра. Ова серија је прекинута јаловим слојем сиво-жутих песковитих глина од 10,6m до 12,1m. Узето је 18 појединачних узорака укупне дебљине 35,4 метра. Сви узорци су били позитивни и ушли су у састав композитних проба.

4.2.3.2 ИСТРАЖНИ РАСКОПИ

Истражно раскопавање је изведено у циљу оконтуривања резерви у Ц₁ категорији према северу и северо-истоку, испитивања дебљине повлатне серије седимената и испитивање квалитета, моћности и начина појављивања продуктивне серије ватросталних и керамичких глина у северо-источном делу лежишта "Црне ровине". Урађена су укупно два истражна раскопа.

Истражни раскоп R-1 се налази на профилу 1-1' и оконтурје резерве Ц₁ категорије са северо-истока. Азимут раскопа је 74°. Истражно раскопавање је урађено у делу лежишта где је у току геолошког картирања терена уочен декаметарски изданак тамних угљевитих глина. Раскопавање је рађено низ стрми део падине у дужини од 9m, где су у прва три метра уочени повлатни седименти представљени тамножутим глиновитим песковима и песковитим глинама. Од трећег до деветог метра су пресечене тамносиве до црне угљевите глине из којих су узета три узорка, односно један узорак на сваких два метра. Ширина раскопа износила је 1 метар а дубина 0,6 метара. Укупна запремина раскопа износила је 5,4m³.

Истражни раскоп R-2 се налази на профилу 2-2' и оконтурје резерве Ц₁ категорије са севера. Азимут раскопа је 359°. Раскоп је урађен машински, багером који је био позициониран на нижој падинској страни и кашиком вадио материјал до дубине од 6,6m. Мерено са горње стране дубина раскопа износила је 10m, односно 7,3m у просеку. Ширина раскопа износила је 1,8m дубина 2,3m. Укупна запремина раскопа износила је 30,2m³. Раскоп је картиран и опробован на вишој јужној страни раскопа. Прва четири метра представљена су повлатном серијом тамножутих глиновитих пескова и песковитих глина а



од четвртог метра се улази у продуктивну серију сивих и тамно сивих глина из које су узета укупно 3 узорка.

4.2.4 ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА

У оквиру лабораторијских испитивања рађене су делимичне анализе на појединачним узорцима узетим из истражних бушотина и истражних раскопа, комплетне анализе на композитним узорцима и геомеханичка испитивања. Узета су укупно 132 узорака за делимична испитивања, 126 узорака из истражних бушотина и 6 узорака из истражних раскопа. Из истражне бушотине В-6 узета су три узорка за геомеханичка испитивања.

Делимична испитивања узорак су обухватила:

- испитивање садржаја карбоната (реакција на карбонате),
- остатак на ситу величине 10.000 отвора/cm² са микроскопском идентификацијом
- пробе паљења на температурама од 1100 до 1300 °C,
- испитивање скупљања у сушењу на температури од 105°C,
- пробе паљења на четири температуре (1100, 1200, 1250 и 1300°C),
- испитивање скупљања након печења,
- боја и стабилност печених узорака
- упијање воде печених узорака
- делимична хемијска испитивања (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ и губитак жарењем).

Комплетна испитивања су рађена на укупно 18 композитних проба, које су формиране од материјала преосталог од појединачних узорака, чија су испитивања дала позитивне резултате. Композитне пробе су формиране на основу прелиминарно израчунатих резерви лежишта ватросталних и керамичких глина, и то по једна проба на сваких 50.000 тона резерви, сходно члану 134. Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођења евиденције о њима (Службени лист СФРЈ, бр. 52/79), који се односи на лежишта керамичких и ватросталних глина.

Кроз комплетна испитивања композитних узорака одређиваће се:

- испитивање садржаја карбоната,
- одређивање остатка на ситу величине 10.000 отвора/cm² са микроскопском идентификацијом остатка,
- минералошка испитивања глина,
- рендгенска анализа,



- седиментациона анализа,
- комплетна силикатна анализа (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 , SO_3 и губитак жарењем),
- коефицијент пластичности,
- критеријум пластичности,
- вода за пластичну обраду,
- испитивање скупљања при сушењу на температури од 105°C ,
- чврстоћа на лом у сувом стању,
- испитивање скупљања након паљења,
- Запреминска маса,
- паљење на температурама од 1100 до 1300°C ,
- температура клинкеровања,
- температура синтеровања,
- ватросталност

Геомеханичка испитивања су рађена у циљу добијања параметара за процену стабилности завршних косина. Рађена су на укупно 3 узорка. Два узорка су узета из продуктивне серије глина а један из повлатног слоја. Узорци за геомеханичка испитивања састојали су се од дела језгра дужине пола метра. Ова испитивања обухватају испитивања запреминске масе, садржине воде, гранулометријског састава, Аттербергове границе конзистенције (граница течења, граница пластичности, индекс пластичности, индекс конзистенције), угао унутрашњег трења, кохезија и стишљивост.

4.2.5 ТЕХНОЛОШКА ИСПИТИВАЊА

Технолошка испитивања глина из лежишта "Црне ровине" рађена су у лабораторијском обиму, у циљу утврђивања могућности њихове примене у производњи ватросталних и керамичких материјала, као и да би се утврдила њихова технолошка својства у процесу производње. Технолошка проба формирана је од дела материјала који је узет за делимичне анализе. Материјал је измешан и од такве мешавине глина направљена је технолошка проба која је означена ознаком TCR. Испитивања технолошке пробе (TCR) обухватила су:

1. Идентификација узорка технолошке пробе ознаке TCR:



- Комплетна силикатна анализа (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 , SO_3 и губитак жарењем),
 - Минералошка испитивања глине,
 - Рендгенска анализа,
 - Седиментациона анализа,
 - Паљење на 1100 до 1300°C,
 - Температура клинкеровања,
 - Температура синтеровања,
 - Ватросталност,
2. Керамичко-технолошка испитивања пробних тела обликованих влажним поступком-екструзијом
- Испитивања физичко-механичких карактеристика међупроизвода и готових производа,
3. Технолошка испитивања на плочицама димензија 120mmx50mmx7mm добијеним поступком пресовања у калупима, при притиску од 400 kg/cm²,
- Испитивање плочица печених на 1250°C према захтевима стандарда SRPS EN 14411 и серији стандарда SRPS EN ISO 10545.

4.3 АНАЛИЗА ОСТВАРЕНЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИСТРАЖИВАЊА

Остварену ефективност истраживања могуће је сагледати преко специфичних инвестиционих улагања и прираштаја специфичних резерви по јединици новчаних улагања.

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

$$I_c = T_{yk} / P$$

где су:

I_c - специфична улагања, односно трошкови истраживања јединице резерви, дин./t

T_{yk} - укупна улагања (трошкови) за истраживање, дин.

P - истражене резерве, t

$$I_c = 8.792.770 \text{ дин.} / 1.155.593 \text{ t} = 7,61 \text{ дин./t}$$



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, т/дин.,

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

P - истражене резерве у лежишту, т

$$P_{\text{пр}} = 1.155.593 \text{ т} / 8.792.770 \text{ дин} = 0,13 \text{ т/дин.}$$

На основу изнетог, може се закључити да улагања у геолошка истраживања и испитивања нису много оптеретила трошкове и да не представљају велику ставку у производној цени тоне минералне сировине. Према томе, ефективност истраживања је велика, а обрачунате резерве омогућавају експлоатацију производа који имају сигуран пласман на тржишту за дужи временски период.



5 ОДРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ

Квалитет ватросталних и керамичких глина на истраживаном лежишту утврђен је током реализације пројектованих лабораторијских и технолошких испитивања. Лабораторијска испитивања обухватила су делимична испитивања појединачних узорака и комплетна испитивања на композитним узорцима. Најпре су рађена делимична испитивања на укупно 132 појединачна узорака. На основу резултата делимичних испитивања, односно на основу квалитета испитиване минералне сировине и величине лежишта, формирано је 18 композитних проба, на којима су рађена комплетна испитивања.

Кроз технолошка испитивања одређена је могућност примене глина у ватросталној и керамичкој индустрији. Технолошка испитивања су рађена у лабораторијском обиму.

Делимична и комплетна испитивања, као и технолошка испитивања глинe и могућности њене употребе у производњи ватросталних и керамичких материјала, 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).

5.1 МЕТОДЕ ОПРОБАВАЊА

Узорци за лабораторијска испитивања узети су из истражних бушотина и истражних раскопа. Укупно су узета 132 појединачна узорака за делимична испитивања (табела 11). Од тога је 126 узорака узето из 9 истражних бушотина а 6 узорака је узето из 2 истражна раскопа. Код истражних бушотина опробовање је вршено из једне четвртине рудног интервала, односно продуктивног слоја глина. Језгро је сечено по дужини на четири једнака дела, где су од једне четвртине формирани узорци. Опробовање из истражних раскопа рађено је методом грубе бразде. Узорци репрезентују интервал до 2 метра дужине. Укупна маса узетих узорака варирала је од 3,0kg до 5,0kg. Пробе су касније скраћиване у лабораторији, а остаци материјала од појединачних проба су искоришћени за формирање композитних проба и једне технолошке пробе.



Табела 11: Појединачни узорци узети из истражних бушотина и истражних раскопа

Редни број	Бушотина / Раскоп	Ознака пробе	Интервал (m)
1	B-1	P1	16,5-17,3
2	B-1	P2	17,3-19,2
3	B-1	P3	19,2-20,5
4	B-1	P4	21,5-22,8
5	B-1	P5	22,8-24,8
6	B-1	P6	24,8-26,4
7	B-1	P7	26,4-28,2
8	B-1	P8	28,7-29,5
9	B-1	P9	29,5-30,6
10	B-1	P10	31,8-33
11	B-1	P11	33-34,8
12	B-2	P1	5-7
13	B-2	P2	7-7,9
14	B-2	P3	19,3-20
15	B-2	P4	21,1-22
16	B-2	P5	22-23,4
17	B-2	P6	23,4-25,4
18	B-2	P7	25,4-27,4
19	B-2	P8	27,4-28,4
20	B-2	P9	28,4-30
21	B-3	P1	4,4-6,4
22	B-3	P2	6,4-8,2
23	B-3	P3	8,2-9,6
24	B-3	P4	9,6-11
25	B-3	P5	11-13
26	B-3	P6	13-15
27	B-3	P7	15-17
28	B-3	P8	17-19
29	B-3	P9	19-21
30	B-3	P10	21-23
31	B-3	P11	23-25
32	B-3	P12	25-27
33	B-3	P13	27-29,3
34	B-3	P14	29,3-31,3
35	B-3	P15	31,3-32,1
36	B-3	P16	32,1-34
37	B-3	P17	34-36
38	B-3	P18	36-38
39	B-3	P19	38-39,4
40	B-3	P20	39,4-40,9
41	B-4	P1	1-3
42	B-4	P2	3-5
43	B-4	P3	5-7
44	B-4	P4	7-9
45	B-4	P5	9-11
46	B-4	P6	11-13
47	B-4	P7	13-14,4
48	B-4	P8	14,4-16,4
49	B-4	P9	16,4-18,4
50	B-4	P10	18,4-20,4
51	B-4	P11	20,4-22,6
52	B-4	P12	22,6-25
53	B-5	P1	0,5-2,7



54	B-5	P2	2,7-5
55	B-5	P3	5-7,3
56	B-5	P4	8,9-10,5
57	B-5	P5	10,6-12,1
58	B-5	P6	12,1-14,1
59	B-5	P7	14,9-16,1
60	B-5	P8	17,8-19,2
61	B-5	P9	21,5-24
62	B-5	P10	24,8-26,7
63	B-6	P1	3-5
64	B-6	P2	5-7
65	B-6	P3	7-9
66	B-6	P4	9-11
67	B-6	P5	11-11,9
68	B-6	P6	20-22
69	B-6	P7	22-24
70	B-6	P8	24-26
71	B-6	P9	26-28
72	B-6	P10	28-30
73	B-6	P11	30-32
74	B-6	P12	32-34
75	B-6	P13	34-36
76	B-7	P1	1,2-3
77	B-7	P2	3-5
78	B-7	P3	5-7
79	B-7	P4	7-8,3
80	B-7	P5	8,3-10,3
81	B-7	P6	10,3-12,3
82	B-7	P7	12,3-14,3
83	B-7	P8	14,3-16,6
84	B-7	P9	16,6-18,6
85	B-7	P10	18,6-20,6
86	B-7	P11	20,6-22,6
87	B-7	P12	22,6-23,5
88	B-7	P13	27,4-29,4
89	B-7	P14	29,4-30,3
90	B-7	P15	33,1-35
91	B-7	P16	35-37,5
92	B-8	P1	6,6-8
93	B-8	P2	8-9,8
94	B-8	P3	9,8-12
95	B-8	P4	12,2-14
96	B-8	P5	14,3-16
97	B-8	P6	16-17
98	B-8	P7	19,2-21
99	B-8	P8	21-22,4
100	B-8	P9	25,6-27
101	B-8	P10	27-29
102	B-8	P11	29-31
103	B-8	P12	31-33
104	B-8	P13	33-34,1
105	B-8	P14	35,8-38
106	B-8	P15	38-40
107	B-8	P16	40-41,5
108	B-8	P17	41,5-42,6



109	B-9	P1	4,3-6,3
110	B-9	P2	6,3-8,3
111	B-9	P3	8,3-10,6
112	B-9	P4	12,1-14,1
113	B-9	P5	14,1-16,1
114	B-9	P6	16,1-18
115	B-9	P7	18-19,9
116	B-9	P8	19,9-22
117	B-9	P9	22-24
118	B-9	P10	24-26
119	B-9	P11	26-28
120	B-9	P12	28-30
121	B-9	P13	30-32
122	B-9	P14	32-34
123	B-9	P15	34-36
124	B-9	P16	36-38
125	B-9	P17	38-39
126	B-9	P18	39-41,2
127	R-1	P1	3-5
128	R-1	P2	5-7
129	R-1	P3	7-9
130	R-2	P1	4-6
131	R-2	P2	6-8
132	R-2	P3	8-10

Композитне пробе у основи представљају смешу од више појединачних проба. Припремане су методом прстена и купе, односно мешањем и четвртањем материјала из одговарајућих појединачних проба. Укупно је формирано 18 композитних проба за комплетна испитивања састављених од појединачних узорака узетих из једног истражног рада. Из сваког истражног рада формиране су најмање једна а највише три композитне пробе. У бушотинама В-3 и В-9 пресечени су рудни интервали највеће моћности, и на њима су од појединачних узорака формиране по три композитне пробе. У састав композита ушло је 116 појединачних проба, које су на основу резултата делимичних испитивања задовољиле успостављене критеријуме за ватросталне и керамичке глине. Листа композита и појединачних проба које су ушле у састав композита дата је у табели 12.

Табела 12: Листа композита и појединачних проба које су ушле у састав композита

Редни број	Ознака композита	Бушотине и појединачне пробе
1	K-1	B-1 P1 (16,50 – 17,30 m) B-1 P2 (17,30 – 19,20 m) B-1 P3 (19,20 – 20,50 m) B-1 P4 (21,50 – 22,80 m) B-1 P5 (22,80 – 24,80 m) B-1 P6 (24,80 – 26,40 m) B-1 P7 (26,40 – 28,20 m) B-1 P8 (28,70 – 29,50 m) B-1 P9 (29,50 – 30,60 m) B-1 P10 (31,80 – 33,00 m) B-1 P11 (33,00 – 34,80 m)



2	K-2	B-2 P1 (5,00 – 7,00 m) B-2 P2 (7,00 – 7,90 m) B-2 P3 (19,30 – 20,00 m) B-2 P4 (21,1 – 22,00 m) B-2 P5 (22,00 – 23,40 m) B-2 P6 (23,40 – 25,40 m) B-2 P7 (25,40 – 27,40 m) B-2 P8 (27,40 – 28,40 m) B-2 P9 (28,40 – 30,00 m)
3	K-3	B-3 P1 (4,40-6,40 m) B-3 P2 (6,40-8,20 m) B-3 P3 (8,20-9,60 m) B-3 P4 (9,60-11,00 m) B-3 P5 (11,00-13,00 m) B-3 P6 (13,00-15,00 m) B-3 P7 (15,00-17,00 m)
4	K-4	B-3 P8 (17,00 -19,00 m) B-3 P9 (19,00-21,00 m) B-3 P10 (21,00-23,00 m) B-3 P11 (23,00-25,00 m) B-3 P12 (25,00-27,00 m) B-3 P13 (27,00-29,30 m)
5	K-5	B-3 P14 (29,30-31,30 m) B-3 P15 (31,30-32,10 m) B-3 P16 (32,10-34,00 m) B-3 P17 (34,00-36,00 m) B-3 P18 (36,00-38,00 m) B-3 P19 (38,00-39,40 m) B-3 P20 (39,40-40,90 m)
6	K-6	B-4 P1 (1,00-3,00 m) B-4 P2 (3,00-5,00 m) B-4 P3 (5,00-7,00 m) B-4 P4 (7,00-9,00 m) B-4 P5 (9,00-11,00 m) B-4 P6 (11,00-13,00 m)
7	K-7	B-4 P7 (13,00-14,40 m) B-4 P8 (14,40-16,40 m) B-4 P9 (16,40-18,40 m) B-4 P10 (18,40-20,40 m) B-4 P11 (20,40-22,60 m) B-4 P12 (22,60-25,00 m)
8	K-8	B-5 P1 (0,50-2,70 m) B-5 P2 (2,70-5,00 m) B-5 P4 (8,90-10,50 m) B-5 P5 (10,60-12,10 m) B-5 P6 (12,10-14,10 m)
9	K-9	B-5 P7 (14,90-16,10 m) B-5 P8 (17,80-19,20 m) B-5 P9 (21,50-24,00 m) B-5 P10 (24,80-26,70 m)
10	K-10	B-6 P4 (9,00-11,00 m) B-6 P5 (11,00-11,90 m) B-6 P6 (20,00 22,00 m) B-6 P7 (22,00-24,00 m) B-6 P8 (24,00-26,00 m) B-6 P9 (26,00-28,00 m) B-6 P10 (28,00-30,00 m) B-6 P11 (30,00-32,00 m)



		B-6 P12 (32,00-34,00 m) B-6 P13 (34,00-36,00 m)
11	K-11	B-7 P13 (27,40-29,40 m) B-7 P14 (29,40-30,30 m) B-7 P15 (33,10-35,00 m) B-7 P16 (35,00-37,50 m)
12	K-12	B-8 P1 (6,60-8,00 m) B-8 P2 (8,00-9,80 m) B-8 P3 (9,80-12,00 m) B-8 P4 (12,20-14,00 m) B-8 P5 (14,30-16,00 m) B-8 P6 (16,00-17,00 m) B-8 P7 (19,20-21,00 m) B-8 P8 (21,00-22,40 m)
13	K-13	B-8 P9 (25,60-27,00 m) B-8 P10 (27,00-29,00 m) B-8 P11 (29,00-31,00 m) B-8 P12 (31,00-33,00 m) B-8 P13 (33,00-34,10 m) B-8 P14 (35,80-38,00 m) B-8 P15 (38,00-40,00 m) B-8 P16 (40,00-41,50 m) B-8 P17 (41,50-42,60 m)
14	K-14	B-9 P1 (4,30-6,30 m) B-9 P2 (6,30-8,30 m) B-9 P3 (8,30-10,60 m) B-9 P4 (12,10-14,10 m) B-9 P5 (14,10-16,10 m) B-9 P6 (16,10-18,00 m)
15	K-15	B-9 P7 (18,00-19,90 m) B-9 P8 (19,90-22,00 m) B-9 P9 (22,00-24,00 m) B-9 P10 (24,00-26,00 m) B-9 P11 (26,00-28,00 m) B-9 P12 (28,00-30,00 m)
16	K-16	B-9 P13 (30,00-32,00 m) B-9 P14 (32,00-34,00 m) B-9 P15 (34,00-36,00 m) B-9 P16 (36,00-38,00 m) B-9 P17 (38,00-39,00 m) B-9 P18 (39,00-41,20 m)
17	K-17	R-1 P1 (3,00-5,00 m) R-1 P2 (5,00-7,00 m) R-1 P3 (7,00-9,00 m)
18	K-18	R-2 P1 (4,00-6,00 m) R-2 P2 (6,00-8,00 m) R-2 P3 (8,00-10,00 m)

На узорцима, чији су резултати испитивања сматрани негативним, садржај Al_2O_3 је био доста низак (испод 18,5%) а садржај Fe_2O_3 висок. Такође на основу осталих резултата делимичних испитивања ових узорака, установљено је да ово није минерална сировина која се може користити у производњи ватросталних и керамичких материјала и као такве нису



ушле у састав композитних проба. У табели 13 дата је листа узорака које нису ушле у састав композита.

Табела 13: Појединачне пробе које нису ушле у састав композита

Бушотина	Појединачне пробе и интервали
В-5	Р3 (5,0 – 7,3 m)
В-6	Р1 (3,0 – 5,0 m) Р2 (5,0 – 7,0 m) Р3 (7,0 – 9,0 m)
В-7	Р1 (1,2 – 3,0 m) Р2 (3,0 – 5,0 m) Р3 (5,0 – 7,0 m) Р4 (7,0 – 8,3 m) Р5 (8,3 – 10,3 m) Р6 (10,3 – 12,3 m) Р7 (12,3 – 14,3 m) Р8 (14,3 – 16,6 m) Р9 (16,6 – 18,6 m) Р10 (18,6 – 20,6 m) Р11 (20,6 – 22,6 m) Р12 (22,6 – 23,5 m)

Технолошка проба формирана је од 22 појединачна узорка из бушотина В-3 и В-5. Технолошка проба је формирана у лабораторијским условима од дела материјала који је преостао након скраћивања делимичних проба. У наредној табели дате су бушотине и интервали опробовања из којих је формирана технолошка проба.

Табела 14: Преглед бушотина и појединачних узорака који су ушли у састав технолошке пробе

Редни број	Ознака	Бушотине и пробе	Метража
1.	TCR	В-3 Р1	4,40-6,40 m
		В-3 Р2	6,40-8,20 m
		В-3 Р3	8,20-9,60 m
		В-3 Р4	9,60-11,00 m
		В-3 Р5	11,00-13,00 m
		В-3 Р6	13,00-15,00 m
		В-3 Р7	15,00-17,00 m
		В-3 Р8	17,00-19,00 m
		В-3 Р9	19,00-21,00 m
		В-3 Р10	21,00-23,00 m
		В-3 Р11	23,00-25,00 m
		В-3 Р12	25,00-27,00 m
		В-3 Р13	27,00-29,30 m
		В-5 Р1	0,50-2,70 m
		В-5 Р2	2,70-5,00 m
		В-5 Р4	8,90-10,50 m
		В-5 Р5	10,60-12,10 m
		В-5 Р6	12,10-14,10 m
		В-5 Р7	14,90-16,10 m
		В-5 Р8	17,80-19,20 m
		В-5 Р9	21,50-24,00 m
		В-5 Р10	24,80-26,70 m



На сличан начин као код формирања узорака за делимична лабораторијска испитивања, формирани су узорци за геомеханичка истраживања. Узета су укупно 3 узорка. Два узорка су узета из продуктивног слоја глине и један из јаловог повлатног слоја. Сваки узорак је формиран од половине језгра бушотине дужине 0,5m.

Табела 15: Узорци за геомеханичка испитивања

Ознака узорка	Ознака бушотине	Дубина (m)	Опис
U – 1	B – 6	2,0 – 2,5	повлатни слој (јаловина)
U – 2	B – 6	20,0 – 20,5	продуктивни слој
U – 3	B – 6	28,0 – 28,5	продуктивни слој

5.2 РЕЗУЛТАТИ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА

Лабораторијска испитивања су обухватила делимична испитивања појединачних проба, комплетна испитивања композитних проба, технолошка испитивања и геомеханичка испитивања. Сва лабораторијска испитивања рађена су у Институту ИМС а.д. у Београду, осим геомеханичких испитивања која су рађена на Рударско-геолошком факултету у Београду, на Катедри за механику стена.

5.2.1 РЕЗУЛТАТИ ДЕЛИМИЧНИХ ИСПИТИВАЊА ПОЈЕДИНАЧНИХ УЗОРАКА

За потребе истраживања ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне равине" урађена су делимична испитивања на 132 узорака узетих из језгра истражних бушотина и истражних раскопа. Делимична испитивања су обухватила:

- испитивање садржаја карбоната (реакција на карбонате),
- остатак на сити величине 10.000 отвора/cm² са микроскопском идентификацијом
- пробе паљења на температурама од 1100 до 1300 °C,
- испитивање скупљања у сушењу на температури од 105°C,
- пробе паљења на четири температуре (1100, 1200, 1250 и 1300°C),
- испитивање скупљања након печења,
- боја и стабилност печених узорака
- упијање воде печених узорака



- делимична хемијска испитивања (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и губитак жарењем).

У табели испод дати су резултати делимичних хемијских анализа који су рађене на појединачним узорцима. Комплетан извештај о делимичним испитивањима дат је у документационом материјалу, прилог бр. 2.

Табела 16: Табеларни приказ резултата делимичних хемијских анализа

Редни број	Бушотина / Раскоп	Ознака пробе	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	Г.Ж. %	Остатак на ситу
1	В-1	P1	55,49	24,61	3,60	10,45	60,72
2	В-1	P2	54,42	24,76	3,74	11,44	48,40
3	В-1	P3	52,42	26,51	2,29	14,01	36,98
4	В-1	P4	48,58	22,09	3,01	16,32	56,66
5	В-1	P5	50,80	28,75	2,17	14,05	38,16
6	В-1	P6	54,35	26,41	1,79	12,74	24,10
7	В-1	P7	52,89	25,71	3,04	13,50	30,98
8	В-1	P8	47,63	25,03	2,87	19,37	28,44
9	В-1	P9	45,84	26,46	4,22	18,43	26,70
10	В-1	P10	54,24	22,94	5,83	12,78	55,68
11	В-1	P11	49,68	25,97	6,47	13,71	39,92
12	В-2	P1	51,41	30,55	1,52	13,28	3,30
13	В-2	P2	52,52	29,13	1,79	12,62	3,24
14	В-2	P3	50,02	18,75	2,21	15,25	33,08
15	В-2	P4	52,79	26,28	3,18	12,60	56,02
16	В-2	P5	58,41	23,76	2,97	8,74	51,20
17	В-2	P6	61,98	19,78	3,98	7,57	75,60
18	В-2	P7	54,88	25,49	2,25	12,70	23,00
19	В-2	P8	52,84	27,40	1,96	13,12	29,66
20	В-2	P9	55,54	25,19	3,57	10,68	71,50
21	В-3	P1	49,69	27,47	2,37	16,44	24,32
22	В-3	P2	53,83	26,69	2,54	13,36	2,08
23	В-3	P3	53,74	28,21	1,30	13,48	1,68
24	В-3	P4	43,42	23,80	4,94	22,89	7,76
25	В-3	P5	53,13	27,71	2,18	13,74	3,84
26	В-3	P6	54,62	27,97	1,37	12,52	3,00
27	В-3	P7	49,24	29,02	4,14	14,48	2,36
28	В-3	P8	48,42	30,16	1,66	16,01	5,50
29	В-3	P9	47,90	29,78	1,77	16,81	6,54
30	В-3	P10	43,53	27,06	2,60	23,24	63,44
31	В-3	P11	48,42	29,29	2,20	15,03	29,00
32	В-3	P12	47,86	29,53	2,28	16,15	19,18
33	В-3	P13	48,68	27,86	2,08	16,95	21,64
34	В-3	P14	59,19	22,28	2,23	11,21	27,50
35	В-3	P15	53,13	27,36	2,08	13,91	2,76
36	В-3	P16	50,97	28,33	2,86	13,54	40,74
37	В-3	P17	48,18	26,34	3,25	17,86	44,64
38	В-3	P18	56,14	24,84	2,38	11,65	30,82
39	В-3	P19	53,92	22,69	4,75	13,79	38,48
40	В-3	P20	49,78	27,68	3,89	14,82	28,86
41	В-4	P1	53,98	25,65	3,72	10,96	11,00
42	В-4	P2	52,93	25,78	4,52	12,81	3,50
43	В-4	P3	54,63	27,25	1,47	13,11	0,42
44	В-4	P4	50,87	28,26	2,75	14,44	0,42
45	В-4	P5	50,09	29,42	1,73	15,28	2,78



46	B-4	P6	51,76	28,68	1,80	14,26	1,96
47	B-4	P7	46,56	28,41	3,33	18,44	24,76
48	B-4	P8	50,78	28,68	1,54	15,20	2,64
49	B-4	P9	47,13	28,57	2,49	17,30	31,56
50	B-4	P10	47,65	28,26	2,40	17,17	27,64
51	B-4	P11	46,67	28,59	2,25	18,23	45,64
52	B-4	P12	50,88	25,84	4,08	13,90	13,80
53	B-5	P1	51,39	28,69	2,28	14,52	0,60
54	B-5	P2	47,28	29,27	1,94	17,28	1,70
55	B-5	P3	50,63	15,57	7,94	13,98	7,50
56	B-5	P4	54,03	27,45	1,87	11,66	2,86
57	B-5	P5	61,50	20,63	5,01	7,39	29,22
58	B-5	P6	63,05	22,27	2,60	7,83	39,76
59	B-5	P7	60,15	22,39	4,05	7,49	39,76
60	B-5	P8	62,49	22,53	1,78	8,03	19,12
61	B-5	P9	56,22	25,87	1,61	11,06	1,26
62	B-5	P10	52,02	22,64	6,63	12,59	44,64
63	B-6	P1	66,23	15,54	4,60	7,89	21,18
64	B-6	P2	65,25	16,26	4,14	8,50	15,96
65	B-6	P3	72,02	12,47	4,48	5,99	29,04
66	B-6	P4	57,09	22,95	6,16	8,92	18,80
67	B-6	P5	57,70	24,18	4,65	8,72	17,90
68	B-6	P6	57,49	23,57	1,87	11,79	3,98
69	B-6	P7	56,99	24,64	1,51	12,08	2,04
70	B-6	P8	54,58	25,45	1,77	13,29	26,66
71	B-6	P9	53,40	23,93	4,14	13,49	23,70
72	B-6	P10	52,88	27,30	2,77	12,56	12,24
73	B-6	P11	57,00	24,95	1,67	11,53	20,34
74	B-6	P12	53,20	27,68	1,66	13,76	20,06
75	B-6	P13	51,69	28,46	1,43	13,62	14,64
76	B-7	P1	62,98	16,58	5,76	10,69	8,84
77	B-7	P2	59,48	17,16	8,49	11,14	11,48
78	B-7	P3	67,55	16,12	3,12	9,26	12,14
79	B-7	P4	73,37	13,37	2,38	7,36	12,80
80	B-7	P5	65,56	17,89	2,46	9,21	15,74
81	B-7	P6	70,51	14,96	3,38	6,47	29,84
82	B-7	P7	56,75	16,20	10,04	11,74	5,10
83	B-7	P8	62,44	14,05	8,84	10,00	9,66
84	B-7	P9	56,21	16,12	10,01	11,98	8,62
85	B-7	P10	57,23	17,53	7,16	10,82	7,26
86	B-7	P11	56,47	18,41	7,26	10,35	5,20
87	B-7	P12	56,38	18,41	8,12	9,86	5,98
88	B-7	P13	57,17	22,85	3,85	12,18	20,72
89	B-7	P14	60,28	22,61	1,88	10,55	6,12
90	B-7	P15	54,93	27,23	2,06	10,71	7,76
91	B-7	P16	63,05	22,32	2,13	6,70	19,34
92	B-8	P1	54,34	26,28	1,20	12,12	5,82
93	B-8	P2	59,78	24,39	1,76	8,26	4,62
94	B-8	P3	54,76	26,24	1,94	11,26	1,96
95	B-8	P4	54,83	23,55	5,06	9,66	20,40
96	B-8	P5	54,60	26,71	2,13	11,06	4,44
97	B-8	P6	52,38	24,76	5,31	11,54	17,26
98	B-8	P7	52,87	25,73	1,81	13,67	24,72
99	B-8	P8	51,16	24,32	2,79	15,14	36,94
100	B-8	P9	60,06	21,60	3,90	8,77	20,42



101	B-8	P10	58,92	23,27	1,80	10,89	27,06
102	B-8	P11	53,54	27,34	1,35	13,04	8,84
103	B-8	P12	55,23	23,77	3,79	10,25	24,30
104	B-8	P13	59,50	23,53	2,68	7,82	27,98
105	B-8	P14	54,65	26,79	1,85	11,98	28,52
106	B-8	P15	52,43	27,95	1,71	13,33	31,44
107	B-8	P16	52,03	28,87	1,64	12,89	35,42
108	B-8	P17	61,51	24,39	1,74	6,90	52,54
109	B-9	P1	54,50	25,82	2,72	10,91	8,90
110	B-9	P2	56,07	25,80	1,95	10,01	5,64
111	B-9	P3	58,38	24,59	2,44	8,31	10,94
112	B-9	P4	53,77	25,75	2,21	12,96	28,78
113	B-9	P5	56,52	24,35	2,68	11,42	28,52
114	B-9	P6	48,50	28,62	2,55	14,52	35,60
115	B-9	P7	51,32	29,02	1,48	13,35	20,62
116	B-9	P8	60,50	24,31	1,37	7,51	47,44
117	B-9	P9	51,21	26,75	2,34	13,47	22,88
118	B-9	P10	58,29	24,26	1,91	10,44	28,10
119	B-9	P11	52,84	22,53	4,04	13,01	53,24
120	B-9	P12	50,29	26,87	2,50	13,58	48,62
121	B-9	P13	52,19	28,27	1,86	13,37	42,34
122	B-9	P14	48,23	28,50	1,56	17,28	37,86
123	B-9	P15	50,57	28,73	1,62	14,63	18,94
124	B-9	P16	54,56	26,93	1,43	12,50	24,26
125	B-9	P17	51,36	27,94	1,63	14,74	22,78
126	B-9	P18	59,46	23,26	2,14	10,64	22,76
127	R-1	P1	49,83	30,51	1,35	14,36	3,84
128	R-1	P2	50,90	28,26	1,41	14,54	17,76
129	R-1	P3	49,82	29,26	1,55	15,08	33,26
130	R-2	P1	54,88	27,56	2,04	10,63	2,18
131	R-2	P2	54,91	27,26	2,12	10,82	1,14
132	R-2	P3	55,00	26,97	2,38	10,63	1,22

Након добијања резултата лабораторијских испитивања извршена је статистичка обрада података. Статистички су обрађени сви позитивни резултати делимичних хемијских анализа који су рађени на узорцима глина из истраживаног лежишта. Статистичка обрада података рађена је помоћу софтверског пакета "Microsoft Excel". Срачуната је средња аритметичка вредност по компонентама, стандардна девијација по компонентама и коефицијент варијације по компонентама, према следећим формулама:

Средња аритметичка вредност ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

где су:

x_i - садржај једињења у појединачној проби

n - укупан број проба

Стандардна девијација (σ)



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

где су:

x_i - садржај једињења у појединачној проби

$\bar{x}$ - средња аритметичка вредност садржаја

n - укупан број проба

Коефицијент варијације (k_v)

$$k_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

где су:

σ - стандардна девијација

$\bar{x}$ - средња аритметичка вредност садржаја

Статистички је обрађено 116 појединачних узорака који су обухваћени прорачуном резерви, односно чији резултати испитивања задовољавају критеријуме који важе за ватросталне и керамичке глине и као такви су ушли у састав композитних проба. У наредној табели су приказани резултати статистичке обраде података.

Табела 17: Резултати статистичке обраде података делимичних хемијских анализа у лежишту

Параметар	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Г.Ж. %	Остатак на ситу
Број проба	116	116	116	116	116
Минимум	43,42	18,75	1,20	6,70	0,42
Максимим	63,05	30,55	6,63	23,24	75,60
Медијана	53,17	26,38	2,22	13,03	22,83
Средња вредност ($\bar{x}$)	53,42	26,07	2,62	12,91	23,25
Стандардна девијација (σ)	4,18	2,47	1,20	3,06	17,63
Коефицијент варијације (k_v)	7,82	9,47	45,71	23,68	75,85

5.2.2 РЕЗУЛТАТИ КОМПЛЕТНИХ ИСПИТИВАЊА КОМПОЗИТНИХ ПРОБА

Комплетна испитивања ватросталних и керамичких глина су рађена на укупно 18 композитних проба. Комплетна испитивања за композитне пробе обухватила су:

- испитивање садржаја карбоната,
- одређивање остатка на ситу величине 10.000 отвора/cm² са микроскопском идентификацијом остатка,



- минералошка испитивања глина,
- рендгенска анализа,
- седиментациона анализа,
- комплетна силикатна анализа (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 , SO_3 и губитак жарењем),
- коефицијент пластичности,
- критеријум пластичности,
- вода за пластичну обраду,
- испитивање скупљања при сушењу на температури од 105°C ,
- чврстоћа на лом у сувом стању,
- испитивање скупљања након паљења,
- Запреминска маса,
- паљење на температурама од 1100 до 1300°C ,
- температура клинкеровања,
- температура синтеровања,
- ватросталност

У наредним табелама дати су резултати комплетних испитивања која су урађена на 18 композитних проба.

Табела 18: Табеларни приказ резултата комплетне хемијске анализе

Ознака Композита	г.ж. (%)	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	SO_3 (%)	P_2O_5 (%)	MnO (%)	TiO_2 (%)
К-1	13,12	51,89	26,04	3,33	0,86	1,17	0,36	1,51	0,18	0,14	0,02	0,90
К-2	11,23	54,49	26,35	2,52	0,83	0,97	0,57	1,58	0,22	0,06	0,01	0,88
К-3	14,57	51,70	27,30	2,66	0,82	0,57	0,32	0,57	0,07	0,07	0,01	0,98
К-4	15,08	50,13	27,77	2,68	0,68	0,80	0,44	0,79	0,12	0,08	0,01	0,95
К-5	14,87	50,48	27,56	2,44	0,67	1,01	0,42	0,68	0,31	0,07	0,01	0,99
К-6	13,34	52,37	27,55	2,83	0,55	0,71	0,36	0,81	0,05	0,06	0,03	0,94
К-7	16,21	48,85	28,10	2,72	0,53	0,90	0,40	0,90	0,20	0,08	0,01	0,83
К-8	11,64	54,98	26,57	2,75	0,62	0,64	0,36	1,31	0,05	0,08	0,01	1,01
К-9	9,44	57,21	24,70	3,08	0,45	0,84	0,54	2,49	0,10	0,05	0,03	0,96
К-10	11,92	55,05	25,62	3,03	0,39	0,87	0,35	1,40	0,03	0,06	0,02	1,02
К-11	10,15	56,85	25,70	2,47	0,44	0,91	0,56	1,55	0,07	0,07	0,02	1,21
К-12	11,25	54,59	25,87	2,35	0,36	1,11	0,47	2,52	0,08	0,06	0,02	0,99
К-13	10,97	56,20	25,48	2,39	0,38	1,00	0,51	1,95	0,04	0,06	0,01	0,96
К-14	11,37	54,42	26,24	2,46	0,44	0,86	0,41	2,37	0,03	0,07	0,03	0,91
К-15	11,69	54,23	26,08	3,07	0,42	0,88	0,49	1,77	0,04	0,06	0,04	0,92
К-16	13,65	52,03	27,85	1,98	0,47	0,95	0,34	1,19	0,04	0,07	0,01	0,92
К-17	14,89	50,20	29,18	1,46	0,23	0,68	0,43	1,55	0,03	0,08	0,03	0,88
К-18	11,04	54,52	27,46	2,01	0,48	0,82	0,36	1,77	0,08	0,06	0,01	0,98



- Садржај SiO_2 у композитним узорцима се креће од 48,85 – 57,21%;
- Садржај Al_2O_3 у композитним узорцима се креће од 24,70 – 29,18%;
- Садржај Fe_2O_3 у композитним узорцима се креће од 1,46 – 3,33%;
- Губитак жарењем у композитним узорцима се креће од 9,44 – 16,21%;

Минералошка испитивања обухватила су: рендгенску анализу (Rö), диференцијално-термичку анализу (DTA), термогравиметријску анализу (TG) и дилатометријску анализу. Комплетни резултати анализа заједно са графичким прилозима дати су документационом материјалу прилог бр. 3.

Методом рендгенске дифракције утврђено је да минералошки састав глина чине каолинит, мусковит/илит и кварц. Идентификоване су и мале количине минерала гвожђа, и зеолита. Иако испитивани узорци углавном не садрже карбонате у неким узорцима идентификован је и доломит.

Гранулометријска испитивања су имала за циљ да одреде процентуално учешће појединих честица у фракцијама од: + 0,063mm; - 0,063mm + 0,002mm и - 0,002mm. Учешће честица мањих од 0,002mm креће се од 14% до 52%. Честице веће од 0,002mm а мање од 0,063mm, учествују од 30% до 63%. Најкрупније честице величине изнад 0,063mm узимају учешће од 3% до 56%.

Одређивањем остатка на сити величине 10.000 отвора/ cm^2 (фракција +63 микрона), садржај песковитих честица на композитним узорцима кретао се од 1,80 – 41,56%.

Коефицијент пластичности по Феферкону за композитне узорке варира од 20,1 – 33,0. Композитни узорци се разврставају у умерено, добро и високо пластичне сировине.

Испитивање скупљања узорака при сушењу рађено је на температури од 105°C. Скупљање у сушењу на 105°C варира од 4,13 – 9,94%. Према положају критичне тачке на Биго кривама композити се разврставају у сировине осетљиве у сушењу. Савојна чврстоћа у сувом стању (105°C) варира од 1,62 – 3,90 МПа. Резултати испитивања дати су у наредној табели.



Табела 19: Табеларни приказ својства глина у процесу сушења

Ознака композита	Скупљање у сушењу на 105°C (%)	Положај критичне тачке на Биго кривој			Чврстоћа на лом у сувом стању на 105°C (МПа)	Притисна чврстоћа у сувом стању на 105°C (МПа)
		Губитак воде (%)	Скупљање (%)	Критеријум осетљивости		
К-1	5,50	8,71	4,97	Осетљива	3,34	4,48
К-2	6,22	9,75	6,13	Осетљива	2,87	3,10
К-3	7,76	12,26	6,44	Јако осетљива	2,62	3,66
К-4	5,28	8,77	4,94	Осетљива	2,40	3,02
К-5	6,10	9,36	5,24	Осетљива	2,66	4,22
К-6	9,94	12,13	6,31	Јако осетљива	2,43	3,74
К-7	5,19	8,71	4,97	Осетљива	2,21	3,07
К-8	6,06	10,57	4,46	Јако осетљива	2,15	3,77
К-9	5,28	7,72	4,66	Осетљива	2,40	3,09
К-10	5,50	10,77	4,00	Јако осетљива	2,86	2,42
К-11	5,17	8,65	4,75	Осетљива	3,90	3,73
К-12	5,05	8,63	3,78	Осетљива	2,79	3,09
К-13	5,05	7,87	4,06	Осетљива	3,13	4,19
К-14	5,15	7,15	4,28	Осетљива	2,87	3,14
К-15	4,13	6,34	2,63	Осетљива	3,39	3,91
К-16	5,35	9,93	3,70	Осетљива	2,66	3,52
К-17	5,92	11,93	5,53	Јако осетљива	2,15	2,68
К-18	6,96	11,24	5,76	Јако осетљива	1,79	2,68

Печење глине и испитивање њених својстава у процесу печења рађено је на четири температуре и то: 1100°C, 1200°C, 1250°C и 1300°C. Скупљање након печења на 1300°C се креће од 3,85 – 8,58 %. Упијање воде композитних узорак печених на 1300°C се креће од 0,82 – 4,61 %. Пробе печења и дилатометријска анализа указују да интензивно скупљање композитних узорак (синтеровање) почиње између 1105°C и 1122°C. Глине се светло пеку.

Табела 20: Табеларни приказ својства глина у процесу печења

Ознака композита	Температура печења (°C)	Боја (C.E.C.)	Скупљање при печењу (%)	Упијање воде (%)	Притисна чврстоћа (МПа)	Савојна чврстоћа (МПа)
К-1	1100	D6	4,34	7,19	65,00	24,20
	1200	C9	5,22	4,97	75,20	36,63
	1250	A7	5,65	4,02	78,53	38,16
	1300	A8	5,95	3,51	95,79	40,55
К-2	1100	D6	4,30	6,30	56,17	27,26
	1200	C8	4,96	3,68	73,86	40,06
	1250	A8	5,20	2,54	76,57	43,62
	1300	A8	5,46	1,85	83,86	45,65
К-3	1100	G6	3,38	7,04	69,39	32,53
	1200	D6	5,46	4,90	75,42	41,55
	1250	C5	6,53	3,96	93,19	44,51
	1300	C5	7,72	3,39	97,86	48,67
К-4	1100	E5	4,07	8,04	41,02	16,50
	1200	C5	4,47	6,22	69,71	22,94
	1250	C5	5,02	5,33	86,79	26,59
	1300	C5	5,32	4,46	91,66	27,16
К-5	1100	D4	4,08	7,88	49,76	24,35
	1200	C5	4,33	6,11	65,78	25,28



	1250	C5	4,76	5,07	76,87	27,58
	1300	C5	5,56	4,10	89,43	31,51
K-6	1100	G6	4,51	5,31	64,03	38,13
	1200	C8	5,38	3,48	86,33	40,71
	1250	A8	6,84	2,63	96,74	43,15
	1300	A8	7,70	2,17	134,43	46,36
K-7	1100	E5	5,34	6,71	44,52	29,42
	1200	C5	6,25	4,70	55,43	36,43
	1250	B6	6,67	3,87	68,81	37,44
	1300	B6	6,99	3,52	72,34	39,54
K-8	1100	G6	4,42	7,26	63,88	30,80
	1200	D10	5,40	4,77	72,80	34,67
	1250	B6	6,09	3,97	90,12	35,07
	1300	B6	6,23	3,27	107,53	37,55
K-9	1100	D5	3,63	6,04	57,47	32,80
	1200	D5	4,86	2,98	89,29	34,97
	1250	A8	5,33	1,82	99,49	35,44
	1300	A8	5,48	1,23	130,00	37,70
K-10	1100	E6	4,14	6,13	37,72	28,09
	1200	C9	5,66	3,77	56,18	42,70
	1250	C7	5,94	2,55	67,82	44,96
	1300	A8	6,02	2,12	77,99	48,16
K-11	1100	E5	2,68	8,20	47,49	18,27
	1200	C6	4,02	5,10	76,09	26,81
	1250	C7	4,88	3,83	85,83	30,70
	1300	A8	5,11	2,95	91,93	33,28
K-12	1100	D6	4,35	4,86	52,12	35,89
	1200	A8	4,41	2,50	64,68	42,69
	1250	A8	4,64	1,98	84,18	46,53
	1300	A8	3,85	1,37	121,89	49,07
K-13	1100	C7	3,73	6,09	56,29	28,86
	1200	C7	4,57	3,51	78,96	35,05
	1250	A8	4,89	2,21	92,63	37,91
	1300	A8	5,18	1,53	129,77	40,81
K-14	1100	D7	4,68	5,37	43,75	30,66
	1200	A8	5,61	2,79	70,23	35,58
	1250	B10	6,04	2,08	85,78	37,82
	1300	A8	6,28	1,75	92,44	39,87
K-15	1100	E4	3,61	6,68	38,80	22,92
	1200	A8	4,68	4,30	51,28	32,05
	1250	A7	5,12	3,52	59,44	33,00
	1300	A7	5,38	3,03	75,97	36,80
K-16	1100	D3	4,56	7,25	47,15	24,99
	1200	B6	5,48	5,43	56,02	26,14
	1250	C5	5,57	4,78	63,95	32,48
	1300	B6	5,63	4,31	76,51	36,18
K-17	1100	E5	5,63	5,85	40,87	36,36
	1200	C8	6,68	3,92	51,67	38,19
	1250	A8	7,27	3,10	64,89	39,07
	1300	A8	7,55	2,83	71,31	40,79
K-18	1100	D6	5,55	5,97	51,90	41,69
	1200	C8	7,40	2,85	78,12	44,40
	1250	A8	8,03	1,69	95,40	50,97
	1300	A8	8,58	0,82	130,28	53,60



Температура клинкеровања за композитне узорке је од 1026 до 1215°C, а температура синтеровања је 1255 - 1438°C. Ватросталност композитних узорака је од SK 26 до SK 32 ½.

Табела 21: Табеларни приказ осталих резултата комплетних испитивања глина

Ознака композита	Остатак на сити	Садржај карбоната	Запреминска маса	Коеф. пластичности	Вода за пластичну обраду	Т°C клинкеровања	Т°C синтеровања	Ватросталност Т°C	SK
K-1	41,56	1,20	1,94	22,7	21,6	1155	1366	1659	29
K-2	33,90	1,60	1,92	22,8	21,6	1105	1280	1652	29
K-3	5,30	0,40	1,85	32,3	30,6	1152	1367	1655	29
K-4	28,84	0,00	1,94	26,4	24,9	1215	1438	1672	30
K-5	18,18	0,40	1,97	25,7	24,0	1204	1416	1658	29
K-6	2,82	0,40	1,98	30,6	29,1	1052	1300	1638	28
K-7	17,66	0,40	1,96	25,1	23,7	1132	1375	1669	29/ 30
K-8	8,90	0,40	1,94	27,6	25,3	1153	1351	1655	29
K-9	23,96	0,00	1,97	24,6	23,3	1093	1255	1581	26
K-10	15,54	0,00	1,98	23,0	22,0	1101	1293	1601	27
K-11	14,88	0,00	1,97	23,3	22,1	1176	1326	1600	27
K-12	32,40	0,00	1,90	25,4	24,1	1026	1255	1605	27
K-13	32,40	0,00	2,02	20,5	19,5	1099	1270	1610	27
K-14	22,08	0,00	1,97	24,1	22,8	1054	1269	1613	27,5
K-15	38,82	0,00	2,06	20,1	19,1	1123	1337	1596	27
K-16	26,34	0,00	2,01	22,8	21,5	1172	1438	1667	29/ 30
K-17	21,22	0,00	1,98	32,4	30,5	1080	1334	1718	32,5
K-18	1,80	0,00	1,99	33,0	30,9	1082	1237	1655	29

Испитиване глине са лежишта „Црне ровине” разврставају се у ватросталне глине (ватросталности изнад 1580°C). Због угљевите природе глине се класификују за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење (добивање шамота). Глине са лежишта „Црне ровине” могу имати примену и у керамичкој индустрији али само као компонента у сировинским смешама. Такође, могу се користити као једна од компоненти за производњу канализационих цеви и опекарских производа.

На добијеним резултатима комплетне анализе урађена је статистичка обрада података, која је приказана у табели 22. Статистичка обрада података рађена је помоћу софтверског пакета "Microsoft Excel". Срачуната је средња аритметичка вредност по компонентама, стандардна девијација по компонентама и коефицијент варијације по компонентама, према следећим формулама:

Средња аритметичка вредност ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

где су:

x_i - садржај једињења у појединачној проби

n - укупан број проба



Табела 22. Резултати статистичке обраде података комплетних испитивања композитних проба

Врста испитивања	Статистички параметар						
	Број проба (n)	Минимум (%)	Максимум (%)	Медијана (%)	Аритметичка средина ($\bar{x}$) %	Стандардна девијација (σ)	Коефицијент варијације (K_v)
Г.Ж.	18	9,44	16,21	11,81	12,58	1,94	15,41
SiO ₂	18	48,85	57,21	54,33	53,34	2,46	4,62
Al ₂ O ₃	18	24,70	29,18	26,46	26,75	1,15	4,30
Fe ₂ O ₃	18	1,46	3,33	2,59	2,57	0,45	17,56
CaO	18	0,23	0,86	0,48	0,53	0,18	33,19
MgO	18	0,57	1,17	0,88	0,87	0,16	17,95
Na ₂ O	18	0,32	0,57	0,42	0,43	0,08	18,64
K ₂ O	18	0,57	2,52	1,53	1,48	0,60	40,54
SO ₃	18	0,03	0,31	0,07	0,10	0,08	82,53
P ₂ O ₅	18	0,05	0,14	0,07	0,07	0,02	27,24
MnO	18	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	53,74
TiO ₂	18	0,83	1,21	0,96	0,96	0,08	8,42
Остатак на ситу	18	1,80	41,56	21,65	21,48	11,98	55,79
Садржај карбоната	18	0,00	1,60	0,00	0,27	0,46	170,64
Запреминска маса	18	1,85	2,06	1,97	1,96	0,05	2,37
Коеф. пластичности по Феферкону	18	20,10	33,00	24,85	25,69	4,00	15,55
Вода за пластичну обраду	18	19,10	30,90	23,50	24,26	3,70	15,24
Т°С клинкеровања	18	1026	1215	1114	1121	53,15	4,74
Т°С синтеровања	18	1237	1438	1330	1328	63,18	4,76
Ватросталност Т°С	18	1581	1718	1654	1639	35,62	2,17
SK	18	26,0	32,5	29,0	28,4	1,54	5,42
Скупљање у сушењу на 105°С (%)	18	4,13	9,94	5,43	5,87	1,30	22,12
Губитак воде у сушењу на 105°С (%)	18	6,34	12,26	9,07	9,47	1,73	18,30
Чврстоћа на лом у сувом стању на 105°С (МПа)	18	1,79	3,90	2,66	2,70	0,52	19,13
Притисна чврстоћа у сувом стању на 105°С (МПа)	18	2,42	4,48	3,33	3,42	0,58	17,04
Скупљање при печењу на 1300°С (%)	18	3,85	8,58	5,79	6,11	1,18	19,29
Упијање воде при печењу на 1300°С (%)	18	0,82	4,46	2,89	2,68	1,11	41,53
Притисна чврстоћа на 1300°С (МПа)	18	71,31	134,43	92,19	98,39	21,92	22,28
Савојна чврстоћа на 1300°С (МПа)	18	27,16	53,60	40,21	40,74	6,82	16,75

Стандардна девијација (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

где су:



x_i - садржај једињења у појединачној проби

$\bar{x}$ - средња аритметичка вредност садржаја

n - укупан број проба

Коефицијент варијације (k_v)

$$k_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

где су:

σ - стандардна девијација

$\bar{x}$ - средња аритметичка вредност садржаја

Као што се може видети из резултата статистички обрађених података, коефицијент варијације за све релевантне компоненте веома равномеран до равномеран.

5.2.3 РЕЗУЛТАТИ ТЕХНОЛОШКИХ ИСПИТИВАЊА

Технолошка испитивања пробе која је добијена мешавином глина са лежишта "Црне ровине" рађена су у лабораторији Института ИМС а.д. у Београду. Комплетан извештај о испитивању се налази у документационом материјалу елабората, прилог бр. 4. Резултати технолошких испитивања показују следеће:

Рендгенском анализом утврђен је минералогички састав глина који чине минерали: каолинит, мусковит/илит и кварц као доминантни. Уочава се незнатно присуство: анатаса, хематита и зеолита (мутинаит).

Диференцијално-термичким анализом добијени су пикови на ДТА дијаграму који потврђују доминантно присуство каолинита и илита, уз присуство органске материје и хидроксида гвожђа.

Термогравиметријска анализа је показала да узорак губи воду у два корака, где први одговара губитку адсорбоване и међуслојне воде. Други корак је углавном везан за губитак конституционе воде, али и органске материје.

Дилатометријском анализом је утврђено да се узорак углавном благо скупља до око 962°C, када почиње значајније скупљање са прекидом на 1116°C када се јавља благо ширење, а затим се наставља интензивно скупљање узорка.

Гранулометријска испитивања су имала за циљ да одреде процентуално учешће појединих честица у фракцијама од: + 0,063mm; - 0,06mm + 0,002mm и - 0,002mm.

- Глина (честице мање од 0,002mm) - 33%,



- Алеврит (честице веће од 0,002mm а мање од 0,06mm) - 49%,
- Песак (честице величине изнад 0,06mm) - 18%.

Табела 23: Табеларни приказ резултата комплетне хемијске анализе технолошке пробе

г.ж. (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	SO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	TiO ₂ (%)	Збир
14,47	52,41	26,54	2,62	0,69	0,67	0,34	0,95	0,03	0,07	0,01	0,95	99,74

Коефицијент пластичности за композитни узорак је 29,9; чиме се узорак разврстава у добро пластичну сировину;

Према положају критичне тачке на Биго кривој композит се разврстава у осетљиве;

Температура клинковања је 1196°C, а температура синтеровања је 1406°C;

Ватросталност је СК 30 (1669°C);

Глине се светло пеку. Композитни узорци печени на 1250°C имају сиву боју.

Резултати испитивања међупроизвода и готових производа добијених влажним обликовањем екструзијом показују следеће:

- После адекватне припреме, мешавина глина за технолошку пробу се добро обликује. Композит припада добро пластичним глинама. Коефицијент пластичности по Феферкорну је 29,8.

- Скупљање при сушењу испитиваних узорака је 6,50%. Испитивани композит припада осетљивој сировини при сушењу.

- Механичке карактеристике сувих пробних тела за испитивани композит су добре. Притисна чврстоћа мерена за пуне пробне коцке је 15,18 МПа.

- Механичке карактеристике печених узорака (температуре печења од 1100 до 1250°C) су високе. Притисна чврстоћа мерена за пуне пробне коцке је већа од 100 МПа. Запажа се пораст механичких карактеристика печених узорака са повећањем температуре печења.

- На печеним узорцима се запажа појава бубрења услед садржаја органске материје.

Резултати испитивања међупроизвода и готових производа добијених влажним обликовањем екструзијом показују да се испитиване глине могу користити за добијање ватросталних производа обликовањем влажним поступком уз додатак млевеног шамота (добијеног од исте сировине), да би се елиминисала појава бубрења печених производа.

Резултати испитивања сувих плочица димензија 120 mm x 50 mm x 7 mm добијених поступком пресовања у калупу на хидрауличној преси при притиску од 400 kg/cm² су:

- Скупљање у сушењу на 105°C (обликоване плочице влажности 5,00 %): 0,02%



- Чврстоћа на лом у сувом стању (105°C): 2,72 МПа.

Резултати испитивања плочица печених на 1250°C су:

- Скупљање при печењу на 1250°C: 5,37%

- Упијање воде: око 5%.

Сагласно добијеној вредности за упијање воде керамичке плочице добијене поступком пресовања од мешавина глина за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета „Црне ровине“, печене на 1250°C, разврставају се у пресоване керамичке неглазиране плочице, типа: ВIIа, са упијањем воде $3 < E_b \leq 6$, према стандарду SRPS EN 14411.

На основу добијених резултата испитивања пресованих керамичких неглазираних плочица типа ВIIа, са упијањем воде $3 < E_b \leq 6$, констатује се да су добијени резултати у границама прописаног стандарда SRPS EN 14411, према упијању воде, модулу лома при савијању и чврстоће при лому, отпорности неглазираних плочица на дубоко хабање, као и отпорности према мразу. Испитиване плочице су класе А у погледу отпорности према хемикалијама у домаћинству, и класе LA у погледу отпорности према малим концентрацијама киселина и база. Садржај олова и кадмијума је испод граница детекције. Испитиване плочице су отпорне на дејство мраза и могу се користити за облагање спољашњих и унутрашњих површина зидова и подова.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета "Црне ровине" потврђују могућност примене у производњи керамичких плочица. Глина се може користити само као једна од компонената (у мањем проценту) за производњу керамичких плочица због високог садржаја органске материје (висок ГЖ) и склоности ка бубрењу при брзом процесу печења који се примењује у савременој производњи.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR из лежишта "Црне ровине" потврђују да се испитивана мешавина разврстава у ватросталне глине (ватросталности SK 30). Због угљевите природе глине (висок садржај органске материје и висок ГЖ) се класификује за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење (добијање шамота).

Стандардом JUS B.F1.010 1984. (повучен), ватросталне глине се класификују према техничким условима који су дати у наредној табели:



Табела 24: Класификација ватросталних глина према техничким условима

Физичко-хемијске особине	Ознака врсте							
	G 0	G I	G II	G III	G IV	G V	G VI	G VII
Ватросталност, RP најмање	176	174	172	170	168	160	156	150
Al ₂ O ₃ + TiO ₂ у % најмање	42	40	37	33	30	25	20	15
	најмање	до 42	до 40	до 37	до 33	до 30	до 25	до 20
SiO ₂ у % највише	54,5	56,0	57,5	60,5	62,5	67	72	76
Fe ₂ O ₃ у % највише	1,0	1,5	2,5	3,0	3,5	3,7	3,7	3,7
CaO у % највише	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Na ₂ O + K ₂ O у % највише	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,2	3,5	3,7

Напомена: Хемијски састав је срачунат у односу на печено стање

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета „Црне ровине” према техничким условима датим у претходној табели показују да се глина класификује у ватросталне глине, ознаке врсте G IV.

5.3 АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ И УСЛОВА ПРИПРЕМЕ И ПРЕРАДЕ МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ

Анализа могућности и услова припреме и прераде глине као сировине за производњу ватросталних и керамичких материјала, полази од начина појављивања и њених хемијских и физичко-механичких карактеристика. На основу резултата испитивања технолошке пробе, може се закључити да се ради о глини која се након адекватне припреме добро обликује. Припада добро пластичним глинама, где коефицијент пластичности по Феферкорну износи 29,8. Осетљива је при сушењу, где скупљање при сушењу износи 6,50%. Механичке карактеристике сувих пробних тела за испитивани узорак су добре. Механичке карактеристике печених узорака су високе. Притисна чврстоћа мерена за пуне пробне коцке је већа од 100 МПа. Запажа се пораст механичких карактеристика печених узорака са повећањем температуре печења. На печеним узорцима се запажа појава бубрења услед садржаја органске материје.

Резултати испитивања међупроизвода и готових производа добијених влажним обликовањем екструзијом показују да се испитиване глине могу користити за добијање ватросталних производа обликовањем влажним поступком уз додатак млевеног шамота (добијеног од исте сировине), да би се елиминисала појава бубрења печених производа.



Резултати испитивања сувих плочица димензија 120 mm x 50 mm x 7 mm добијених поступком пресовања у калупу на хидрауличној преси при притиску од 400 kg/cm² потврђују могућност примене у производњи керамичких плочица. Глина са лежишта "Црне ровине" се у мањем проценту може користити као једна од компонената за производњу керамичких плочица због високог садржаја органске материје (висок ГЖ) и склоности ка бубрењу при брзом процесу печења који се примењује у савременој производњи.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR из лежишта "Црне ровине" потврђују да се испитивана мешавина разврстава у ватросталне глине, ватросталности SK 30. Због угљевите природе глине (висок садржај органске материје и висок ГЖ) се класификује за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење, односно добијање шамота.

Поменути сировина за производњу ватросталних и керамичких материјала добијаће се селективним откопавањем у систему површинске експлоатације. Радовима на откопавању би претходила израда приступног пута до етаже. Најпре ће се вршити откопавање, утовар и одвоз јаловине на унутрашње одлагалиште, а затим и откопавање и транспорт корисне сировине до постројења за примарну прераду. То подразумева формирање радног платоа на експлоатационој етажи на коме може да се инсталира и несметано функционише постројење за примарну прераду. Након припреме, глина се транспортује у одлежавалиште глине одакле се шаље у секундарну прераду, односно линију обликовања.



6 ПРОРАЧУН РЕЗЕРВИ

Прорачун резерви у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" прилагођен је експлоатацији глина као сировине за ватросталну и керамичку индустрију, њиховом распрострањењу и начину појављивања, као и распореду обављених истражних радова и начину будуће експлоатације.

Код прорачуна резерви коришћени су сви расположиви подаци добијени током израде геолошког плана лежишта 1:1.000 и израде истражних радова. Такође су коришћени сви расположиви резултати лабораторијских и технолошких испитивања својстава глина у циљу дефинисања њиховог квалитета и могућности употребе као сировине за производњу ватросталних и керамичких материјала.

6.1 МЕТОДЕ ПРОРАЧУНАВАЊА РЕЗЕРВИ

Методе прорачуна резерви у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" су базиране на облику рудног тела, начину појављивања, простирању глина и литолошкој хомогености истраживаног лежишта.

Методе прорачуна су прилагођене и утврђеном квалитету глина као сировине за ватросталну и керамичку индустрију, дебљини рудног тела и величини оконтурене површине за прорачун резерви, односно величини истраженог лежишта као и количини и распореду реализованих истражних радова.

На основу Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. лист СФРЈ бр. 53/79, члан 132), лежишта (рудна тела) керамичких и ватросталних глина, према геолошким условима и начину појављивања, сложености грађе, величини, облику, тектонској поремећености и технолошким карактеристикама, разврставају се у три групе.

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" сврстано је у трећу групу, подгрупа а. У трећу групу увршћују се лежишта (рудна тела), слојевитог, сочивастог и неправилног облика, променљиве моћности и неуједначеног састава, са резервама од 500.000 до 1.500.000 тона.

Током пројектовања и реализације истраживања, истражни радови су постављени на начин да у потпуности задовоље растојања прописана поменутих правилником.



Максимална растојања између истражних радова за "Б" категорију резерви износе 50m а за "Ц₁" категорију 100m. На картама прорачуна резерви и обрачунским профилима, резерве "Б" категорије приказане су плавом бојом, док су резерве "Ц₁" категорије зеленом бојом (прилог бр. 19 - 23).

Површина која је обухваћена истражним радовима изведеним на лежишту и која представља контуру резерви ватросталних и керамичких глина износи 3 ha. Лежиште је оконтурено унутрашњом контуром добијеном међусобним спајањем ободних позитивних истражних радова. Према одредбама члана 135. горе поменутог *Правилника, за лежишта керамичких и ватросталних глина екстраполација није предвиђена*.

Запреминска маса глина одређена је у току комплетних испитивања на 18 композитних узорака глина и у просеку износи $\gamma = 1,96 \text{ t/m}^3$.

Прорачун резерви глине извршен је методом паралелних вертикалних профила као основном методом, и методом полигона, односно методом најближег рејона као контролном методом.

Приликом израде графичке документације и рачунања површина рудног тела на плану и на вертикалним пресецима коришћен је програм ZWCAD. На овај начин добијене површине имају апсолутну тачност у односу на методу планиметрисања.

6.2 ПРИКАЗ ПОСТУПКА ПРОРАЧУНАВАЊА РЕЗЕРВИ

Прорачун резерви ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине" извршен је са две методе - основном и контролном. За основну методу прорачуна коришћена је метода паралелних вертикалних профила, а за контролну коришћена је метода полигона – метода најближег рејона. Билансне геолошке резерве представљају резерве добијене по основној методи.

6.2.1 МЕТОДА ПАРАЛЕЛНИХ ВЕРТИКАЛНИХ ПРОФИЛА

На основу геолошких карактеристика лежишта, његове просторне позиције и примењених метода истраживања, за основну методу прорачуна резерви изабрана је метода паралелних вертикалних пресека (профила). Прорачун резерви је урађен за три блока који се налазе између три обрачунска профила. (прилог бр. 19).



Резерве "Б" категорије су израчунате за блок Б-1. Блок Б-1 се налази између обрачунских профила 1-1' и 2-2' и ограничен је истражним бушотинама В-1, В-2, В-3, В-4 и В-5.

Резерве "Ц₁" категорије су израчунате за два блока, блок Ц-1 и блок Ц-2. Блок Ц-1 се налази између обрачунских профила 1-1' и 2-2' и ограничен је истражним бушотинама В-1, В-5 и В-9, као и истражним раскопима R-1 и R-2 са северне стране лежишта. Блок Ц-2 се налази између обрачунских профила 2-2' и 3-3'. Ограничен је истражним бушотинама В-3, В-4, В-5, В-9, В-6, В-7 и раскопом R-2.

Профили 2-2' и 3-3' су међусобно паралелни и имају азимут од 359 степени. Профил 1-1' има азимут 2 степена. С обзиром да максимална разлика између профила 1-1' и 2-2' износи 3 степена, прорачун резерви рађен је методом паралелних вертикалних профила.

Обрачунски профили су дигитализовани у ZWCAD-у и том приликом су утврђене површине оконтурених резерви по вертикалним профилима, различитих категорија. На овај начин добијене вредности површина рудног тела по профилима имају апсолутну тачност у односу на методу планиметрисања и једино су овако добијене површине коришћене код прорачуна резерви.

Начин израчунавања резерви, односно избор формуле код методе паралелних вертикалних профила зависи од тога колика је разлика између површина на обрачунским профилима. Уколико је разлика у површинама мања од 40% користи се формула за запремину призме а ако је већа од 40% користи се формула за запремину зарубљене пирамиде. Разлика у површинама између два вертикална профила рачуна се применом следеће формуле:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\% = X \%$$

где су:

P₁ - већа површина на обрачунском профилу (m²)

P₂ - мања површина на обрачунском профилу (m²)

X – разлика у површинама рудног тела на обрачунским профилима (%)

Уколико је добијена разлика површина била мања од 40 %, за израчунавање запремине блока коришћена је формула за прорачун запремине призме, односно:

$$V = \frac{P_1 + P_2}{2} \times l, \text{ формула } \Phi 1$$



где су:

V – запремина блока између два профила (m^3)

P_1 и P_2 - површине на два суседна прорачунска профила (m^2)

l - просечно растојање између профила (m).

Уколико је добијена разлика површина била већа од 40 %, за израчунавање запремине блока коришћена је формула за прорачун запремине зарубљене пирамиде, односно:

$$V = \frac{P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 \times P_2}}{3} \times l \quad , \text{ формула } \Phi 2$$

где су:

V – запремина блока између два профила (m^3)

P_1 и P_2 - површине на два суседна прорачунска профила (m^2)

l - просечно растојање између профила (m).

На основу добијене запремине блокова између профила, односно количине минералне сировине изражене у m^3 , срачуната је њена количина у тонама. Количине резерви ватросталних и керамичких глина изражене у тонама израчунате су за сваки појединачни блок између паралелних профила, према следећој формули:

$$Q = V \times \gamma$$

где су:

Q - резерве у тонама (t)

γ - запреминска маса са порама и шупљинама (t/m^3)

V - запремина рудног тела у (m^3).

6.2.2 МЕТОДА ПОЛИГОНА – МЕТОДА НАЈБЛИЖЕГ РЕЈОНА

Као контролна метода прорачуна резерви је коришћена метода полигона – метода најближег рејона. Метода полигона – метода најближег рејона је коришћена због своје једноставности, тачности обрачуна, применљивости на истраживано лежиште и методолошкој разлици прорачуна у односу на главну методу.

За потребе прорачуна резерви издвојено је 15 полигона. Сваки полигон је конструисан и везан за један истражни рад. У неким случајевима око једне бушотине издвојена су два полигона која припадају различитим категоријама резерви. (прилог бр. 23).

Површине полигона израчунате су графичким путем, коришћењем програма ZWCAD.



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

$$V = S \times d$$

$$Q = V \times \gamma$$

где су:

V - запремина минералне сировине у најближем рејону око истражног рада (m^3)

S - површина полигона који је конструисан око одређеног истражног рада (m^2)

d – дебљина руде (глине као корисне минералне сировине) у истражном раду (m)

Q - количине (резерве) минералне сировине (t)

γ - запреминска маса (t/m^3).

6.3 ПРИКАЗ ПОПРАВНИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Код израде Елабората о ресурсима и резервама ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине" нису коришћени поправни коефицијенти. Површинска јаловина није ушла у обрачун резерви.

6.4 ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ РЕЗЕРВИ

У наредном делу текста је дат табеларни приказ прорачуна резерви ватросталних и керамичких глина у истраживаном лежишту. Табеле геолошких резерви приказане су по методама прорачуна; главне методе - методе паралелних вертикалних профила и контролне методе - методе полигона (методе најближег рејона). Табеле резерви по обе методе прорачуна формиране су по категоријама резерви.

У прорачуну геолошких резерви узета је средња вредност запреминске масе са порама и шупљинама ($\gamma = 1,96 t/m^3$).

Добијене вредности површина резерви на профилима заокружују се на један m^2 . Растојања између профила и дебљина руде у истражним бушотинама заокружују се на прву децималу.

Геолошке резерве су у табелама заокруживане су на један m^3 , односно на тону (t).

Процентуално учешће различитих категорија геолошких резерви израчунатих по основној методи прорачуна је приказано у посебној табели.



Такође је урађена упоредна табела геолошких резерви по основној и контролној методи и исказане су разлике по категоријама резерви.

Табела 25: Табела прорачуна геолошких резерви методом паралелних вертикалних профила за резерве "Б" категорије

Блок	Профил	Површина на профилу (m ²)	Просечно растојање између профила (m)	Формула за прорачун запремине	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ "Б" категорије		
					(m ³)	Запрем. маса (t/m ³)	(t)
Б-1	1-1`	726	45	Ф2	67.378	1,96	132.061
	2-2`	2.436					
Укупно :					67.378	1,96	132.061

Укупне геолошке резерве "Б" категорије износе **67.378 m³**, односно **132.061 t**.

Табела 26: Табела прорачуна геолошких резерви методом паралелних вертикалних профила за резерве "Ц₁" категорије

Блок	Профил	Површина на профилу (m ²)	Просечно растојање између профила (m)	Формула за прорачун запремине	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ " Ц ₁ " категорије		
					(m ³)	Запрем. маса (t/m ³)	(t)
Ц-1	1-1`	945	49	Ф2	95.710	1,96	187.592
	2-2`	3.181					
Ц-2	2-2`	5.617	90	Ф1	418.500	1,96	820.260
	3-3`	3.683					
Укупно :					514.210	1,96	1.007.852

Укупне геолошке резерве "Ц₁" категорије износе **514.210 m³**, односно **1.007.852 t**.

Табела 27: Укупне геолошке резерве ватросталних и керамичких глина утврђене основном методом

РЕЗЕРВЕ ПО КАТЕГОРИЈАМА				УКУПНЕ РЕЗЕРВЕ	
"Б" категорија		"Ц ₁ " категорија		"Б + Ц ₁ "	
m ³	t	m ³	t	m ³	t
67.378	132.061	514.210	1.007.852	581.588	1.139.913

Табела 28: Процентуално учешће геолошких резерви по категоријама

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (m ³)	РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (t)	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ
"Б"	67.378	132.061	12 %
"Ц ₁ "	514.210	1.007.852	88 %
"Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	100 %



По контролној методи прорачуна, методи полигона – методи најближег рејона, срачунате су резерве "Б" и "Ц₁" категорије. Резерве су срачунате по категоријама и њихов приказ је дат у наредним табелама.

Табела 29: Табела прорачуна геолошких резерви методом најближег рејона за резерве "Б" категорије

Ознака полигона	Површина полигона (m ²)	Дебљина руде у бушотини (m)	Истражна бушотина	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ		
				(m ³)	Запреминска маса (t/m ³)	t
П-1	726	15,6	В-1	11.326	1,96	22.198
П-2	716	12,5	В-2	8.950	1,96	17.542
П-3	376	36,5	В-3	13.724	1,96	26.899
П-4	1.142	24,0	В-4	27.408	1,96	53.720
П-5	398	16,6	В-5	6.607	1,96	12.950
Укупно:				68.015	1,96	133.309

Табела 30: Табела прорачуна геолошких резерви методом најближег рејона за резерве "Ц₁" категорије

Ознака полигона	Површина полигона (m ²)	Дебљина руде у истражном раду (m)	Истражна бушотина / раскоп	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ		
				(m ³)	Запреминска маса (t/m ³)	t
П-6	764	36,5	В-3	27.886	1,96	54.657
П-7	2.353	24,0	В-4	56.472	1,96	110.685
П-8	3.512	16,6	В-5	58.299	1,96	114.266
П-9	706	15,6	В-1	11.014	1,96	21.587
П-10	1.693	3,4	Р-1	5.756	1,96	11.282
П-11	5.273	35,4	В-9	186.664	1,96	365.862
П-12	2.787	5,4	Р-2	15.050	1,96	29.498
П-13	2.546	28,4	В-8	72.306	1,96	141.720
П-14	4.105	18,9	В-6	77.585	1,96	152.066
П-15	2.420	7,3	В-7	17.666	1,96	34.625
Укупно:				528.698	1,96	1.036.248

Табела 31: Укупне геолошке резерве ватросталних и керамичких глина у лежишту утврђене методом најближег рејона

РЕЗЕРВЕ ПО КАТЕГОРИЈАМА				УКУПНЕ РЕЗЕРВЕ	
"Б" категорија		"Ц ₁ " категорија		"Б + Ц ₁ "	
m ³	t	m ³	t	m ³	t
68.015	133.309	528.698	1.036.248	596.713	1.169.557



Табела 32. Упоредни приказ геолошких резерви ватросталних и керамичких глина утврђених основном и контролном методом

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ				РАЗЛИКА У %
	Основна метода прорачуна резерви		Контролна метода прорачуна резерви		
	m³	t	m³	t	
"Б"	67.378	132.061	68.015	133.309	0,9
"Ц ₁ "	514.210	1.007.852	528.698	1.036.248	2,8
"Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	596.713	1.169.557	2,6

Добијена разлика утврђених геолошких резерви по главној и контролној методи прорачуна за резерве "Б" категорије износи 0,9 %, док за резерве "Ц₁" категорије износи 2,8%. Разлика укупних резерви "Б+Ц₁" категорије износи 2,6 %. Добијена разлика указује на одговарајући избор метода прорачуна резерви.

На основу извршеног прорачуна геолошких резерви, по основној (главној) методи, у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" утврђене су геолошке резерве "Б+Ц₁" категорије од **581.588 m³**, односно **1.139.913 t**, које представљају квалитетну сировину за ватросталне и керамичке материјале.

Према новој номенклатури која је регулисана Законом о рударству и геолошким истраживањима (Службени гласник РС, бр. 88/2011 и 101/2015), а на основу Информације комисије за утврђивање и оверу резерви број 310-02-0135/2013-03 од 12. 02. 2013. године, укупне прорачунате геолошке резерве минералних сировина које се билансирају (геолошке резерве "Б" и "Ц₁" категорије, у овом случају) представљају прорачунате минералне ресурсе у лежишту "Црне ровине". На основу извршеног прорачуна геолошких резерви у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" утврђене су геолошке резерве "Б+Ц₁" категорије, односно прорачунати су минерални ресурси *"in situ"* од **581.588 m³**, односно **1.139.913 t**, које представљају сировину погодну за производњу ватросталних и керамичких материјала.



7 ТЕХНИЧКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА

7.1 ФАКТОРИ ТЕХНИЧКО – ЕКОНОМСКЕ ОЦЕНЕ

Израда техничко-економске оцене (ТЕО) лежишта ватросталних и керамичких глина 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 натуралних, 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 површинског копа 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 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 обрађен је већи број фактора техничко-економске оцене лежишта "Црне ровине" 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.

На основу до сада изведених геолошких истраживања као и лабораторијских испитивања, може се закључити да глине из лежишта "Црне ровине" представљају, како по количини тако и према квалитету, економски врло интересантну сировину за производњу ватросталних и керамичких материјала.

7.1.1.2 Економски тип лежишта

Лежиште глина "Црне ровине" припада основном економском типу лежишта керамичких сировина. Лежишта сировина овог генетског типа појављују се на више локација у Србији, мада не исте геолошке грађе и састава. Све предности примене ове и сличних сировина из лежишта овог типа одликују се уједначеним и добрим квалитетом, без већих препрека технолошке прераде и експлоатације, што је потврђено дугом традицијом производње.

На основу истраживања утврђено је да се продуктивне глине каолинског типа јављају у виду неправилних тела слојевитог и сочивастог облика. Продуктивни слој глина пада благо према југо-западу под углом од 15° . Истражним радовима је оконтурен продуктивни хоризонт глина на простору од 3 ha.

Истраживано лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" се по величини, просторном положају, облику и дебљини рудног тела може сврстати у мања лежишта слојевитог и сочивастог начина појављивања са резервама до 1.500.000 тона.



7.1.1.3 Морфолошке карактеристике лежишта

Истражни простор се налази у подножју планине Видлич, односно на њеним јужним обронцима. Терен је на ширем подручју истражног простора брдско-планински и карактерише се висинском разликом од 167 m.

Највиша кота ширег подручја истражног простора се налази на локалитету "Магура" (812 m); а најнижа се налази у долини Забрдске реке (645 m).

Осим поменуте Магуре, други истакнути врхови на ширем подручју истражног простора су: Оланов рид (701 m), Бучимет (734 m), Антанас (692 m), Поље (704 m), Росуље (783 m), Садина (717 m), Бели рид (710 m), Густак (750 m), Црвени брег (691 m), Врх (799 m), Мајор Катанић (806 m) и др.

Најзачајнија река овог подручја је Забрдска река. Забрдска река са левом притоком Магуром тече према Бугарској, где се улива у Нишаву. Нишава је река која протиче и кроз Бугарску и кроз Србију, представља најдужу притоку Јужне Мораве и припада црноморском сливу.

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:

$$St = \frac{\text{Резеве } \text{m}^3}{\text{Површина } \text{m}^2} = \frac{581.588}{29.517} = 19,7 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$$

где је:

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

Површински коефицијент концентрације износи $19,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Средњи коефицијент откривке представља однос укупних количина јаловине и запремине корисне минералне сировине, прорачунат је по следећем обрасцу:

$$K_o = \frac{\text{Запремина јаловине } \text{m}^3}{\text{Запремина глине } \text{m}^3} = \frac{422.425}{581.588} = 0,726 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$$

где је:



Ко - коефицијент откривке (m^3 јаловине / m^3 глине).

Запремина јаловине је добијена као збир средње дебљине површинске откривке на површини завршне контуре копа, повлатне јаловине и међуслојне јаловине која се јавља у прослојцима:

$$154.480 + 136.230 + 131.715 = 422.425 \text{ m}^3$$

Коефицијент откривке има вредност од $0,726 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Средњи коефицијент потенцијалних резерви Ц₂ категорије и јаловине добијен је на основу запремине материјала који се налази у косинама копа и који није доказаног квалитета, па самим тим представља потенцијалне Ц₂ резерве са јаловином које је неопходно откопати како би се резерве глине експлоатисале у целости.

$$K_{C2} = 900.538 / 581.588 = 1,548 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Прорачун количине материјала у косинама површинског копа је извршен методом профила и табеларно је приказан у поглављу 7.2.2.3.

7.1.1.5 Распрострањење лежишта

Истражни простор се налази у подножју планине Видлич, односно на њеним јужним обронцима, у атару села Бребевница код Димитровграда од кога је подручје истраживања удаљено за око 9 km. Смештен је на десној обали Забрдске реке; преко Бребевнице је повезан са асфалтном саобраћајницом Мазгош – Протопопинци – Радејна – Димитровград; захвата површину од 2 km^2 (200 ha).

Истражни простор припада геотектонској јединици Старопланинско подручје са Височком зоном. Ово подручје припада југозападном крилу велике старопланинске антиклинале, која је по М. Протићу (1934) нагнута мало ка североистоку, а оса јој је правца ССЗ-ЈИ. Језгро антиклинале се поклапа са главним венцем Старе планине. Дуж њеног југозападног крила налази се низ реверсних, лонгитудиналних раседа са кретањима ка североистоку. Најстарије стене језгра антиклинале припадају рифејско-камбријском комплексу. Општи правац пружања рифејско--камбријских творевина је север-југ, са одступањима у оба смера.



7.1.1.6 Квалитет минералне сировине

На основу лабораторијских испитивања дошло се до важних података везано за квалитет и могућност примене лијаских глина. Ове глине имају висок садржај Al_2O_3 , ватросталност иде и преко 30 SK, али је садржај гвожђа неравномеран и на неким местима доста неповољан где достиже и 8%. Разним методама, шлемовањем и сечењем на 40 микрона, затим киселинским прањем, смањен је садржај гвожђа за 80%. Једино се доводи у питање економска исплативост таквог процеса оплемењивања глина, односно снижавања садржаја гвожђа који би у знатној мери подигао производну цену глина.

Квалитет ватросталних и керамичких глина на истраживаном лежишту утврђен је током реализације пројектованих лабораторијских и технолошких испитивања. Лабораторијска испитивања обухватила су делимична испитивања појединачних узорак и комплетна испитивања на композитним узорцима. Најпре су рађена делимична испитивања на укупно 132 појединачна узорак. На основу резултата делимичних испитивања, односно на основу квалитета испитиване минералне сировине и величине лежишта, формирано је 18 композитних проба, на којима су рађена комплетна испитивања.

7.1.2 МИНЕРАГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ

Анализа минерагенетских фактора се врши ради сагледавања потенцијалности ширег простора, оцене прогнозних резерви и могућности постојања економски интересантних појава на њему.

Појаве ватросталних и керамичких глина у околини Димитровграда интензивно су проучаване крајем седамдесетих и средином осамдесетих година прошлог века. У литолошком погледу лијаске творевине представљају претежно теригени седименти који су стварани у мирној плитководној средини. Највероватније се ради о плитким језерским или барским седиментима, ствараним у мирним депозиционим срединама са малом енергијом.

На почетку лијаске трансгресије већи део коре распадања еродираан је и таложан у плитким базенима, формирајући углавном пешчаре и шкриљце. У локалним депресијама са сталним режимом мирне седиментације, накупљао се пелитски материјала од ког су стварани сочива или слојеви ватросталних и керамичких глина.



Може се претпоставити да су глиновити минерали излужени из изворно глиновитих пешчара, стварајући тако чисте кварцне пешчаре на једној и каолинитске глине, са различитим количинама минерала лискуна на другој страни.

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, транспорта минералне сировине и јаловине, одлагања јаловине, одреди угао завршних косина, начин прераде минералне сировине и њен даљи пласман са годишњом производњом од 100.000 t глина при пуном капацитету производње.

Идејним решењем у оквиру овог Елабората о резервама, експлоатација керамичких глина вршиће се површинским начином, селективном експлоатацијом глине и међуслојне јаловине, дисконтинуалним системом уз примену стандардне опреме: багера, камиона и булдозера.

Откопавање и утовар јаловине и сировине вршиће се хидрауличним багером са дубинском кашиком. Транспорт откривке и сировине вршиће се камионима запремине сандука 8 m³ и снаге мотора од 230 kW.

Одлагање откривке, планирање сировине на депонији, као и помоћни послови (одржавање унутрашњих саобраћајница, израда прилазних рампи, нивелисање етажних рампи и друго), вршиће се булдозером.

Са рударског аспекта лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине", приступачно је за отварање и развој површинског копа, с обзиром на положај и облик рудног тела као и близине приступних путева. Својим обликом и општим условима залегања ово лежиште је практично предодређено за површинску експлоатацију.

Геомеханичке карактеристике радне средине (глине и јаловине) одговарају дефиницији мекших материјала, што значи да ће се процес експлоатације вршити



директним откопавањем, без употребе минско-експлозивних средстава. Конструкција идејног решења завршног изгледа површинског копа извршена је тако да максимално захвати резерве минералне сировине.

Параметри конструкције копа условљени су већим бројем фактора као што су: физичко-механичке карактеристике материјала, резултати прорачуна геомеханичке стабилности радне средине, 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.

На основу урађеног Елабората, физичко-механичких својстава минералне сировине и добијених резултата (који су дати и у оквиру овог Елабората) као и на бази практичних искустава утврђених на површинским коповима сличних физичко-механичких карактеристика радне средине у најближем окружењу, за прорачун у оквиру идејног решења завршног изгледа површинског копа "Црне ровине", усвојени су следећи конструктивни параметри:

- висина радне етаже $h = 5$ метара,
- угао нагиба радне етаже $= 60^\circ$,
- висина завршне косине површинског копа $H = 50$ метара,
- угао нагиба завршне косине површинског копа 17° .

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

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

где је:

H_k - висина површинског копа, $H_k = 50$ m,

α_z - предвиђена завршна косина површинског копа, $\alpha_z = 17^\circ$,

α_r - угао нагиба радне косине површинског копа, $\alpha_r = 60^\circ$,

n - број етажа, $n = 10$.

На основу прорачунатих и усвојених параметара, минимална ширина завршне берме на површинском копу ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" износи:

$$\check{S}_{rb} = 50 * (\operatorname{ctg} 17 - \operatorname{ctg} 60) / (10 - 1) = 14,96 \text{ m}$$

За усвојене конструктивне параметре, усваја се ширина завршне берме од 15 метара, што је минимална вредност која задовољава коефицијенте сигурности, добијене на основу



извршених анализа стабилности косина за хетерогени материјал у косинама површинског копа.

У неким деловима површинског копа су пројектоване берме веће ширине, сходно одређеном углу под којим залежу резерве глина, што иде у прилог и геомеханичкој стабилности етажа. Оваквим решењем се постиже максимално смањење експлоатације материјала у косинама површинског копа.

7.1.3.2 Стратегија развоја копа

Стратегија развоја и рада површинског копа ће се састојати у скидању јаловинског покривача и селективне експлоатације корисне минералне сировине дисконтинуалним системом тако да се најбоље искористе све квалитативне карактеристике минералне сировине, а самим тим оствари и највећа добит од продаје производа.

Укупне геолошке резерве у граници истражног простора износе 581.588 m^3 .

Количине површинске откривке (хумуса) у контури површинског копа, прорачунате на основу средње дебљине откривке од 1 m, на површини пројектоване завршне контуре од 154.480 m^2 износе 154.480 m^3 чврсте масе.

Количине повлатне јаловине и међуслојне јаловине су прорачунате методом профила. Количина повлатне јаловине износи 136.230 m^3 , док је количина међуслојне јаловине 131.715 m^3 . Међуслојна јаловина се јавља у виду прослојака различитих дебљина, уклањаће се визуелним путем, применом селективног откопавања хидрауличним багером са обрнутом (дубинском) кашиком.

Из наведеног произилази да количине свих врста јаловине износе укупно:

$$154.480 \text{ m}^3 + 136.230 \text{ m}^3 + 131.715 \text{ m}^3 = 422.425 \text{ m}^3$$

Планирана годишња производња износи 51.020 m^3 чврсте масе готовог производа (100.000 t) и неће се мењати током година експлоатације.

Количине корисне минералне сировине обухваћене контуром површинског копа износе 581.588 m^3 .

Са задатом годишњом производњом век експлоатације износи:

$$N = \frac{581.588}{51.020} = 11,4 \text{ год.}$$

Из наведеног се види да век експлоатације при предвиђеном капацитету износи нешто више од 11 година.



Поступак формирања одлагалишта јаловинског материјала, које ће бити привременог типа, као и динамика његовог ширења 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 резервама у циљу максималног искоришћења 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.

Конструктивни параметри идејне контуре површинског копа условљени су већим бројем фактора као што су: физичко-механичке карактеристике глине, квалитет минералне сировине, врста механизације која ће се користити за извођење радова, интензитет развоја рударских радова, као и остали параметри примењене технологије откопавања.

7.1.3.4 Динамика експлоатације

Како је раније напоменуто годишња производња ће од почетка експлоатације износити 51.020 m³ глине, односно укупно 100.000 t и неће се мењати током каснијих година.

Поред планиране годишње производње од 51.020 m³ корисне минералне сировине, потребно је откопати и одређену количину јаловинског материјала који се може добити преко средњег коефицијента откривке и средњег коефицијента потенцијалних Ц₂ резерви и јаловине:

$$Q_j = 51.020 * (K_o + K_{C2}) = 51.020 * (0,726 + 1,548) = 116.019 \text{ m}^3$$

где су:

K_o - Средњи коефицијент откривке,

K_{C2} - Средњи коефицијент потенцијалних резерви Ц₂ категорије и јаловине.

Према томе поред 100.000 t корисне минералне сировине годишње, откопаће се и претходно прорачуната количина материјала која обухвата површинску откривку, повлатну



јаловину, међуслојну јаловину и материјал у косинама копа (потенцијалне Ц₂ резерве са јаловином).

7.1.3.5 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 предвиђене опреме, односно њихове техничке карактеристике, као и досадашња искуства у технолошком процесу експлоатације са површинских копова сличних карактеристика.

7.1.3.5.1 Насловни списак опреме

У наредној табели приказана је спецификација опреме, потребна за пројектовани капацитет производње ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине", са набавном вредношћу.

Табела 33. Насловни списак опреме

	ОПРЕМА:	Улагања хиљ. дин
1.	Багер	7200
2.	Камион (2 комада)	13000
3.	Булдозер	6800
	УКУПНО	27000

7.1.3.5.2 Помоћне операције

Под помоћним операцијама на површинском копу глина подразумевао би се рад булдозера на одлагању откривке, депоновање материјала, формирање и нивелисање приступних рампи као и за одржавање етажних путева и слично.

На графицима датим испод за одређену дужину транспорта добијамо одређени капацитет који се поправља уз помоћ датих корекционих фактора зависно од конкретних услова рада булдозера.

Капацитет булдозера се прорачунава по обрасцу:

$$Q_{th} = Q_t \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7$$



где је:

Q_t - теоретски капацитет булдозера на дужини транспорта од 60 m (вредност са дијаграма (m^3/h));

k_1 - коефицијент који узима у обзир обученост руковаоца (одлична - 1, средња - 0.75, лоша - 0.6);

k_2 - коефицијент који узима у обзир карактеристике материјала (растресит, претходно одложен материјал - 1.2, чврст, замрзнут материјал уз рад са динамичким ударима хидрауликом - 0.8, чврст, замрзнут материјал уз рад без динамичких удара - 0.7, материјал склон расипању, без кохезије или веома лепљив - 0.8, рипован или миниран материјал – 0.6 до 0.8);

k_3 - коефицијент који узима у обзир рад у усеку (1.2);

k_4 - коефицијент који узима у обзир рад булдозера у тандему (1.15 до 1.25);

k_5 - коефицијент који узима у обзир услове видљивости (у условима прашине, кише, магле или недовољне осветљености – 0.8);

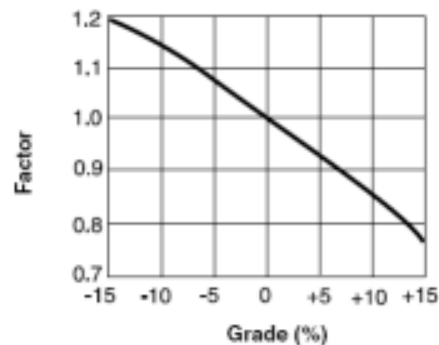
k_6 - коефицијент искоришћења времена (50 min/h - 0.83, 40 min/h - 0.67);

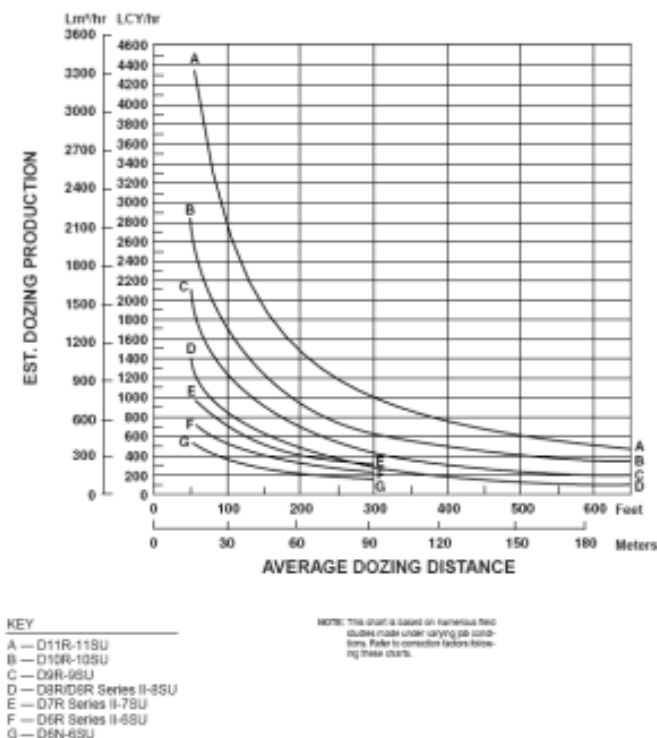
k_7 – коефицијент који узима у обзир рад у нагибу (очитава са се следећег дијаграма).

Correction Factor

BLADE FACTOR	
• Easy	1.1–0.9
• Average	0.9–0.7
• Rather difficult	0.7–0.6
• Difficult	0.6–0.4
JOB EFFICIENCY	
• Good	0.83 (50 min out of an hour machine use)
• Average	0.75 (45 min out of an hour machine use)
• Rather poor	0.67 (40 min out of an hour machine use)
• Poor	0.58 (35 min out of an hour machine use)
GRADE FACTOR	See right table

GRADE FACTOR





Сл. 4. Дијаграми за одређивање капацитета булдозера

Технички капацитет булдозера:

$$Q_t = 3600 \cdot V_{pr} / t_c = 3600 \cdot 3,39 / 41 = 363 \text{ (m}^3\text{rm/h)}$$

На откопавању површинске откривке булдозером је потребно остварити укупно:

$$T_{th} = 154.480 / 363 = 426 \text{ ефективних часова}$$

7.1.3.5.3 Откопавање материјала

За директно откопавање материјала (откривке, корисне минералне сировине и међуслојне јаловине) и утовар у камион ће се користити хидраулични багер запремине кашике 2 m³.

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

$$Q_{th} = \frac{3.600 \cdot V \cdot k_p}{t_c \cdot k_r} k_i = \frac{3.600 \cdot 2 \cdot 0,9}{35 \cdot 1,2} 0,8 = 123,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

V - запремина кашике утоварног средства (2 m³),

k_p - коефицијент пуњења кашике (0,9),

k_i - коефицијент ефективности (0,8),

t_c - циклус багера (35 s),



k_p - коефицијент растреситости (1,2)

За укупну производњу од:

51.020 m³ чврсте масе корисне сировине,

116.019 m³ јаловине годишње,

Годишње је на утовару потребно остварити укупно:

Чврста маса корисне сировине:

$T_u = 413$ ефективних часова / годишње

Јаловина:

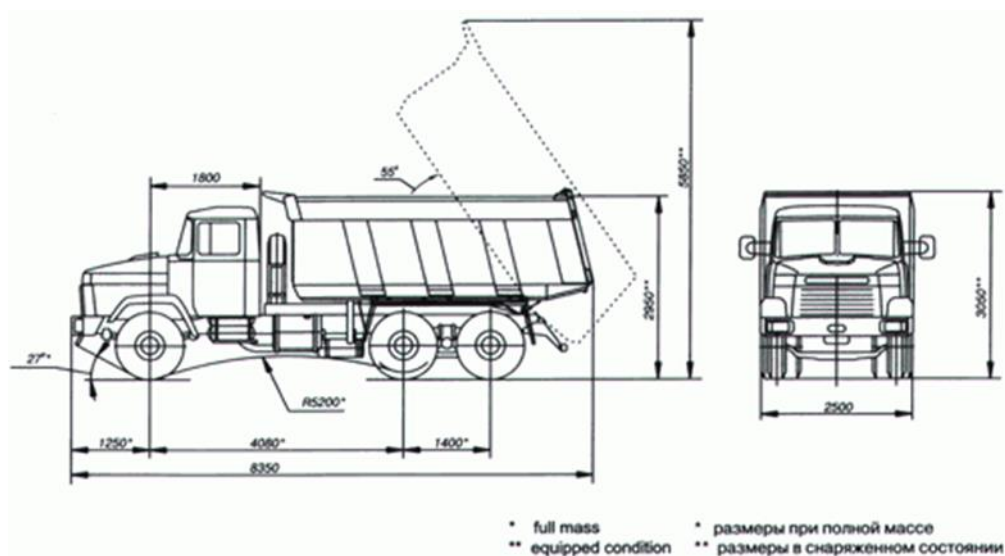
$T_u = 940$ ефективних часова / годишње

За укупни потребан годишњи капацитет од 167.039 m³ масе корисне минералне сировине и свих врста јаловинског материјала, годишње је на утовару потребно остварити укупно:

$T_u = 1354$ ефективна часа / годишње

7.1.3.5.4 Транспорт корисне сировине и јаловине

Прорачун капацитета камиона изведен је на основу средње дужине транспорта која износи 600 m за све врсте материјала (јаловина, корисна сировина и међуслојна јаловина).



Сл. 5. Шематски приказ камиона са основним димензијама



Транспортни циклус обухвата низ узастопних операција ради превоза материјала од места утовара до места истовара.

Број кашика у сандуку камиона (број циклуса багера), износи:

$$n_k = \frac{V_s \cdot k_{pk} \cdot k_{ru}}{V_{ut} \cdot k_{pu} \cdot k_{rk}} = \frac{8 \cdot 0.8 \cdot 1.2}{2 \cdot 0.9 \cdot 1.2} = 3,6 \approx 4$$

где је:

V_s - запремина сандука камиона ($V_s = 8 \text{ m}^3$)

k_{rk} – коеф. пуњења камиона ($k_{rk} = 0,8$)

k_{ru} – коеф. растреситости у кашици багера ($k_{ru} = 1,2$)

V_{ut} – запремина кашике багера ($V_{ut} = 2 \text{ m}^3$)

k_{pu} – коеф. пуњења кашике багера ($k_{pu} = 0,9$)

k_{rk} – коеф. растреситости у сандуку камиона ($k_{rk} = 1,2$)

Усваја се да је број кашика у сандуку камиона $n_k = 4$.

Време трајања циклуса једног камиона се рачуна на основу следећих параметара:

T_c - време трајања циклуса камиона:

$$T_c = T_u + T_t + T_i + T_p + T_m$$

где је:

T_u - време трајања утовара:

$$T_u = n_k \cdot t_c = 4 \cdot 35 = 140 \text{ s}$$

где је :

n_k - број кашика потребних за утовар камиона ($n_k = 4$),

t_c - време трајања циклуса једне кашике багера ($t_c = 35 \text{ s}$),

T_t - време вожње пуног камиона:

$$T_t = \frac{3600 \cdot l}{v_t} = \frac{3600 \cdot 0.6}{20} = 108 \text{ s}$$

где је:

v_t - брзина вожње пуних камиона ($v_t = 20 \text{ km/h}$)

l - дужина транспорта ($l = 0.6 \text{ km}$).

T_i - време истовара

$$T_i = t_n + t_d + t_s = 10 + 10 + 10 = 30 \text{ s}$$

где је:



t_n - време кретања камиона уназад ($t_n = 10$ s),

t_d - време подизања сандука ($t_d = 10$ s),

t_s - време спуштања сандука ($t_s = 10$ s).

T_p - време вожње празног камиона

$$T_p = \frac{3600 \cdot l}{v_p} = \frac{3600 \cdot 0.6}{30} = 72 \text{ s}$$

где је:

v_p - брзина вожње празних камиона ($v_p = 30$ km/h)

l - дужина транспорта ($l = 0.6$ km).

T_c - време трајања циклуса камиона

$$T_c = T_u + T_t + T_i + T_p + T_m = 140 + 108 + 30 + 72 + 20 = 370 \text{ s}$$

где је:

T_u - време трајања утовара ($T_u = 140$ s)

T_t - време вожње пуног камиона ($T_t = 108$ s)

T_i - време истовара ($T_i = 30$ s)

T_p - време вожње празног камиона ($T_p = 72$ s)

T_m - време маневрисања ($T_m = 20$ s)

Технички часовни капацитет камиона Q_{thk} биће:

$$Q_{thk} = \frac{3600 \cdot V_s \cdot k_{pk}}{T_c \cdot k_r} = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 0.8}{370 \cdot 1.2} = 51,9 \text{ } \check{m}^3 / h$$

где је:

V_s - запремина сандука камиона ($V_s = 8$ m³)

k_{pk} – коеф. пуњења камиона ($k_{pk} = 0.8$)

T_c - време трајања циклуса камиона ($T_c = 370$ s)

k_r – коеф. растреситости материјала ($k_r = 1.2$)

На транспорту свих врста материјала годишње је потребно остварити:

$$T_{hu} = 167.039 \text{ m}^3 / 51,9 \text{ } \check{m}^3/h = 3218 \text{ ефективних часова}$$

За потребе транспорта свих материјала се усваја 2 камиона истих карактеристика.



7.1.3.5.5 Спецификација радне снаге

У наредној табели приказана је спецификација потребне радне снаге за рад на експлоатацији ватросталних и керамичких глина на површинском копу "Црне ровине".

Табела 34. Спецификација радне снаге

ПОТРЕБНА РАДНА СНАГА		
Редни број	Организациони део	Потребан број радника
1.	Технички руководиоца	1
2.	Стручни надзор	1
3.	Лице за БЗР	1
4.	Режија рудника	1
5.	Производња	3
6.	Помоћни радници	1
УКУПНО:		8

7.1.3.5.6 Нормативи материјала и енергије

Норматив горива одређен је према снагама мотора ангажованих машина и уређаја на копу и потребних ефективних часова рада. За предвиђену технологију и укупни годишњи капацитет од 167.039 m³ сировине и јаловине, оствариће се следећи нормативи:

Табела 35. Укупна потрошња горива

Фаза рада	Снага ангажоване опреме (kW)	Специфична потрошња (l/kWh)	Ефективни часови рада (h)	Коефицијент ангажованости снаге (%)	Укупна потрошња (l)
Откопавање и припрема	107	0,20	426	65	5.926
Откопавање и утовар	210	0,20	1354	65	36.964
Транспорт	230	0,22	3218	65	105.840
Укупно:					148.730

Укупна потрошња горива је 148.730 литара годишње.



1. Норматив горива:

$$148.730 / 167.039 = 0,89 \text{ l/m}^3\text{чм}$$

2. Норматив уља и мазива као 5 % потрошње горива:

$$0,89 * 0,05 = 0,0445 \text{ kg/m}^3\text{чм}$$

3. Норматив гума за камионе

за 4.000 ефективних часова један комплет гума:

$$12 / (4000 * 51,9) = 0,000058 \text{ ком / чм}^3$$

Нормативи материјала и енергије за укупне количине материјала које је годишње потребно откопати приказани су у наредној табели:

Табела 36. Нормативи материјала и енергије

НОРМАТИВИ МАТЕРИЈАЛА И ЕНЕРГИЈЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ ГЛИНЕ						
чм ³						167.039
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	0.89	148664.7	140	20813
3.	Уља и мазиво	kg.	0.0445	7433.2	400	2973
4.	Гуме камиона	kom	0.000058	9.7	40000	388
5.	Челик (облоге)	kg.	0.012	2004.5	200	401
6.	Остали потрошни материјал	%	5%			1229
	У К У П Н О:					25.804

7.1.3.5.7 Снабдевање површинског копа електричном енергијом

Електричну енергију на површински коп потребно је довести за осветљење, када се за то створе услови, што ће детаљније бити дефинисано Главним рударским пројектом.

Механизација која ради на утовару и транспорту не користи електричну енергију.

7.1.3.5.8 Могућност снабдевања водом и енергентима

Техничка вода на површинском копу се неће користити у знатним количинама осим за поливање приступних и транспортних путева уколико буде потребе.



Потребни енергенти за рад машина биће допремљени цистернама и бурићима запремине 200 литара са претакалицом.

7.1.3.5.9 Грађевински део

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

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

7.1.3.6 Насељеност подручја, експропријација земљишта и имовине

Пре почетка рада на површинском копу, потребно је извршити експропријацију земљишта које је у приватном власништву.

Насељеност је на овим просторима врло неравномерна, јер се становништво углавном концентрише у већим индустријским центрима – Нишу, Пироту и Лесковцу.

Општина Димитровград, према попису становништва из 2011. године, има 10.118 становника, док сам град Димитровград насељава 6.278 становника.

Становништво на подручју Димитровграда је запошљено у области: прерађивачке индустрије, државе управне и одбране, здравства, трговине и транспорта (и складиштења).

Истражни простор катастарски припада селу Бребевница, које настањује 25 становника; у близини будућег лежишта се налази неколико насеља: Мазгош (30), Протопоинци (45), Мојинци (34 становника према попису из 2002.), Смиловци (104), Радејна (84) и Бачево (6 становника). Сеоско становништво се бави пољопривредном производњом.

7.1.4 ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ

Технолошка испитивања глина из лежишта "Црне ровине" рађена су у лабораторијском обиму, у циљу утврђивања могућности њихове примене у производњи ватросталних и керамичких материјала, као и да би се утврдила њихова технолошка својства у процесу производње. Технолошка проба формирана је од дела материјала који је



узет за делимичне анализе. Материјал је измешан и од такве мешавине глина направљена је технолошка проба.

Резултати испитивања међупроизвода и готових производа добијених влажним обликовањем екструзијом показују да се испитиване глине могу користити за добијање ватросталних производа обликовањем влажним поступком уз додатак млевеног шамота (добијеног од исте сировине), да би се елиминисала појава бубрења печених производа.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета "Црне ровине" потврђују могућност примене у производњи керамичких плочица. Глина се може користити само као једна од компонената (у мањем проценту) за производњу керамичких плочица због високог садржаја органске материје (висок ГЖ) и склоности ка бубрењу при брзом процесу печења који се примењује у савременој производњи.

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 и опште економске карактеристике подручја.

7.1.5.1 Рељеф подручја

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" је релативно једноставне морфолошке грађе. Површина терена је представљена једном куполастом заравни са које терен стрмо пада на три стране, и то у правцу севера, северо-истока и северо-запада а према југу се благо уздиже и шири. Највећа надморска висина од 700 m налази се на јужном делу лежишта, а најмања (675 m) на северном делу.

У тектоници шире околине истраживаног подручја које је представљено различитим седиментним и метаморфним стенама постоје различите структуре, набори и разломи, који су утицали на данашњи изглед терена, односно појављивање појединих формација.

Шире подручје истраживаног простора је сложено из низа антиклинала и синклинала које су дијагоналне или чак и управне на уобичајени правац структура, у овом делу Карпато-Балканида, који има оријентацију северозапад-југоисток. Наборне структуре су



често, млађим и разноврсним раседима, разломљене и претворене у сложене структурне облике.

Истражени део лежишта "Црне ровине" представља једну антиформу у оквиру синклинале Црне ровине, где продуктивни слојеви ватросталних и керамичких глина и глинаца падају благо под углом до 20° .

7.1.5.2 Опште географске карактеристике

Истражни простор се налази у подножју планине Видлич, односно на њеним јужним обронцима, у атару села Бребевница код Димитровграда од кога је подручје истраживања удаљено за око 9 km. Смештен је на десној обали Забрдске реке; преко Бребевнице је повезан са асфалтном саобраћајницом Мазгош – Протопопинци – Радејна – Димитровград; захвата површину од 2 km^2 (200 ha).

На основу истраживања утврђено је да се продуктивне глине каолинског типа јављају у виду неправилних тела слојевитог и сочивастиг облика. Продуктивни слој глина пада благо према југо-западу под углом од 15° . Истражним радовима је оконтурен продуктивни хоризонт глина на простору од 3 ha.

Истраживано лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" се по величини, просторном положају, облику и дебљини рудног тела може сврстати у мања лежишта слојевитог и сочивастиг начина појављивања са резервама до 1.500.000 тона.

7.1.5.3 Транспортни услови

Путем који се налази северно од подручја истраживања, будуће лежиште је преко Бребевнице повезано са асфалтном саобраћајницом Мазгош – Протопопинци – Радејна – Димитровград. Од Димитровграда је могућ излаз на магистрални пут Сливница (Бугарска) – Пирот – Бела Паланка – Ниш, а од Ниша на асфалтни пут Лесковац – Алексинац – Јагодина – Смедеревска Паланка – Београд.

Минерална сировина се, од будућег лежишта, може железнички транспортовати од Димитровграда правцем Сливница (Бугарска) – Димитровград – Пирот – Бела Паланка – Ниш. Од Ниша, даљи транспорт је могућ правцима: Дољевац – Лесковац – Владичин Хан – Врање – Бујановац, Дољевац – Прокупље – Куршумлија – Подујево и Алексинац – Сталаћ, а одатле према Београду и Краљеву.



7.1.5.4 Климатски услови

Клима овог подручја је умерено континентална. Одликује се топлим летима и хладним зимама. Средња јануарска температура износи $-0,4^{\circ}\text{C}$, а средња јулска $22,8^{\circ}\text{C}$. Просечан ваздушни притисак има вредност од 990,1 hPa, док је релативна влажност ваздуха 74 %. Средња годишња температура износи $11,9^{\circ}\text{C}$.

Број кишних дана је 143, а снежни покривач се задржава током 24 дана. Јак ветар (јачине преко 6 Босфора; Босфорова скала има распон вредности од 0 до 12) се јавља током 46 дана. Због неповољних зимских климатских прилика, експлоатацију минералне сировине је могуће обављати током девет до десет месеци годишње.

7.1.5.5 Радна снага

Досадашња пракса је показала да се радна снага на површинским коповима сличних капацитета углавном обезбеђује из околних села и градова осим високо образованих кадрова рударске струке који се теже обезбеђују.

7.1.5.6 Опште економске карактеристике подручја

На основу до сада изведених геолошких истраживања као и лабораторијских испитивања, може се закључити да глине из лежишта "Црне ровине" према квалитету представљају економски врло значајну сировину која ће сигурно наћи своју пуну индустријску примену.

Отварањем површинског копа капацитета 100.000 тона годишње и запошљавањем радника у обиму од 8 нових радних места, повећао би се економски стандард општине и то пре свега гледано са једног локалног аспекта, обзиром на величину и обим годишње производње површинског копа.

7.1.6 ТРЖИШНИ ФАКТОРИ

Ови фактори су од пресудног значаја за оцену вредности неког лежишта. Уколико било који производ не дође до купца на тржишту, он нема никакву вредност. Тржиште минералних сировина је према многим карактеристикама специфично у односу на тржиште



других природних и индустријских производа. Тржишни фактори имају велики утицај на техничко-економску оцену лежишта минералних сировина.

Пласман финалног производа добијеног експлоатацијом ватросталних и керамичких глина, обезбеђен је генерално пре почетка истражних радова а условљен квалитетом производа, што је овде и доказано.

7.1.7 ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ФАКТОРИ

7.1.7.1 Економски значај за уже подручје

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

- Могућност пласмана финалног производа на тржишту Србије или извоза;
- Остваривање већег бруто производа на нивоу општине, што ће имати значаја за буџет и животни стандард становништва;
- Повећање броја запослених чија ће лична примања утицати на развој осталих пратећих делатности.

7.1.7.2 Значај за ширу друштвену заједницу

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

7.2 НАТУРАЛНИ И ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЉИ

7.2.1 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У УЖЕМ СМISЛУ

7.2.1.1 Геолошке резерве ватросталних и керамичких глина

На основу извршеног прорачуна геолошких резерви, по основној (главној) методи, у лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" утврђене су геолошке резерве "Б+Ц₁" категорије од **581.588 m³**, односно **1.139.913 t**, које представљају квалитетну сировину погодну за производњу ватросталних и керамичких материјала.



Табела 37. Геолошке резерве ватросталних и керамичких глина

РЕЗЕРВЕ ПО КАТЕГОРИЈАМА				УКУПНЕ РЕЗЕРВЕ "Б + Ц ₁ "	
"Б" категорија		"Ц ₁ " категорија			
m ³	t	m ³	t	m ³	t
67.378	132.061	514.210	1.007.852	581.588	1.139.913

Према новој номенклатури која је регулисана Законом о рударству и геолошким истраживањима (Службени гласник РС, бр. 88/2011 и 101/2015), а на основу Информације комисије за утврђивање и оверу резерви број 310-02-0135/2013-03 од 12. 02. 2013. године, укупне прорачунате геолошке резерве минералних сировина које се билансирају (геолошке резерве "Б" и "Ц₁" категорије, у овом случају) представљају прорачунате минералне ресурсе у лежишту "Црне ровине".

7.2.1.2 Средња дебљина откривке

Средња дебљина површинског слоја хумуса (откривке) у лежишту ватросталних и керамичких глина износи 1 m.

7.2.2 НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЉИ У ШИРЕМ СМИСЛУ

7.2.2.1 Билансне резерве ватросталних и керамичких глина

Оценом билансности или ванбилансности 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 "Црне ровине" у категорији истражености "Б + Ц₁" резерви и у количини од 581.588 m³, односно све геолошке резерве у категоријама "Б + Ц₁" сврставају се у класу билансних резерви јер су по идејном решењу површинског копа захваћене у целости.



Билансне резерве су приказане у следећој табели:

Табела 38. Приказ билансних резерви

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (m ³)	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (t)	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ
"Б"	67.378	132.061	12 %
"Ц ₁ "	514.210	1.007.852	88 %
"Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	100 %

Више фактора је допринело да се донесе оваква оцена. Као прво, на лежишту се не налазе никакви грађевински нити инфраструктурни објекти, те будућом експропријацијом треба обухватити само пољопривредно и шумско земљиште.

7.2.2.2 Експлоатационе резерве керамичких глина

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 39. Експлоатационе резерве у лежишту глина "Црне ровине"

Категорија	Билансне резерве		Губици (5%)		Експлоатационе резерве	
	m ³	t	m ³	t	m ³	t
Укупно "Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	29.079	56.996	552.509	1.082.917



7.2.2.3 Обрачун количине материјала ван контуре билансних резерви

Укупна количина материјала ван контуре билансних резерви у косинама површинског копа састоји се од јаловине и глине потенцијалне Ц₂ категорије. Прорачун количина ван контуре билансних резерви у косинама копа урађен је методом паралелних профила. У прорачун маса ван контуре билансних резерви ушле су све оне количине које је неопходно откопати, како би се експлоатисале прорачунате експлоатационе резерве.

Глине у косинама површинског копа нису доказаног квалитета и то је управо разлог зашто су сврстане у потенцијалне резерве "Ц₂" категорије. Оконтуривањем билансних резерви израдом идејног решења завршног изгледа површинског копа, захваћена је површина од 154.480 m².

Табела 40. Прорачун маса ван контуре билансних резерви

Профил	Појединачна површина (m ²)	Средња површина профила (m ²)	Размак између профила (m)	Запремина (m ³ cm)
	0	827	100	82705
1-1'	2481			
2-2'	2823	2652	46	121992
3-3'	6085	4351	90	391579
	0	2028	150	304262
		Σ		900538

Укупне количине материјала ван контуре билансних резерви које укључују јаловину и потенцијалне резерве "Ц₂" категорије, на површинском копу "Црне ровине", прорачунате методом профила износе:

$$Q_{vb} = 900.538 \text{ m}^3$$



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 ватросталних и керамичких глина "Црне ровине". У оквиру овог поглавља је приказана целокупна техничка структура инвестиција са предвиђеном динамиком улагања по годинама.

7.2.3.1 Потребна улагања и услови финансирања

Потребна улагања односе се на земљиште, грађевинске објекте, механизацију, оснивачка улагања и обртна средства.

Табела 41. Динамика улагања на површинском копу ватросталних и керамичких глина "Црне ровине"

Ред. бр.	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	17750	250	250	250	18500
1	Измештање пута	6000	0	0	0	6000
2	Управна зграда - контејнери	1200	0	0	0	1200
3	Израда платоа за контејнер	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	27000	0	0	0	27000
4	Багер	7200	0	0	0	7200
6	Камион (2 комада)	13000	0	0	0	13000
10	Булдозер	6800	0	0	0	6800
III	ОСНИВАЧКА УЛАГАЊА	20750	250	2750	2750	26500
1	Истажни радови и елаборат о резервама	3500	0	0	0	3500
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	2500	2500	5000
5	Непредвиђени радови	250	250	250	250	1000
A	УКУПНА УЛАГАЊА У ОСНОВНА СРЕДСТВА	65700	500	3000	3000	72200
B	ОБРТНА СРЕДСТВА	4000	3000	3000	0	10000
B	СВЕ УКУПНО	69700	3500	6000	3000	82200



Висина улагања у експропријацију земљишта које ће бити захваћено рударским радовима, обрачунати су на основу цене по једном квадратном метру за њиве, пашњаке, шуме и воћњаке, која се у просеку плаћа 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 нове опреме обрачуната је на основу њихове тржишне вредности. Укупна улагања износе 82.200.000 динара.

7.2.3.2 Обрачун очекиваних резултата пословања

Обрачун очекиваних резултата пословања односи се на обрачун укупног прихода и обрачун трошкова производње (материјални трошкови, трошкови средстава и трошкови рада).

7.2.3.2.1 Обрачун укупног прихода

Обрачун укупног прихода урађен је на основу планиране годишње производње ватросталних и керамичких глина, цене коштања и његове тржишне цене по тони. Планирана годишња производња за прву годину била би 100.000 t и не би се мењала по годинама до краја експлоатационог века.

Цена глина је у просеку 720 динара по тони.

Укупан приход при предвиђеном капацитету експлоатације површинског копа "Црне ровине" износи 720.000.000 динара.



Табела 42. Укупан приход и његова расподела

УКУПАН ПРИХОД, ЊЕГОВА РАСПОДЕЛА И ЦЕНА ПРОИЗВОДЊЕ												
Површински коп глина "Црне ровине"												Хиљ.Дин.
Ред. бр.	Е Л Е М Е Н Т И	УКУПНО 2021-30	ДИНАМИКА РЕПРОДУКЦИЈЕ									
			2021 1	2022 2	2023 3	2024 4	2025 5	2026 6	2027 7	2028 8	2029 9	2030 10
I	УКУПАН ПРИХОД	720000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
1	Приход од продаје глине	720000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
2	Остали приходи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	ПОСЛОВНИ РАСХОДИ	511604	50800	50800	50800	50800	50800	50800	50800	52000	52000	52000
1	Трошкови норм.материјала	258035	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804
2	Трошкови електричне енергије	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Инвестиционо одржавање	8600	860	860	860	860	860	860	860	860	860	860
4	Текуће одржавање	860	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
5	Производне услуге	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Остале услуге	10296	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030
7	Нематеријални трошкови - маркетинг	30888	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089
8	Бруто зараде радника	102960	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296
9	Амортизација	57367	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737
10	Остале таксе	5148	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515
11	Накнада за коришћење мин. сировина	28280	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828
13	Кamate 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	3070	307	307	307	307	307	307	307	307	307	307
16	Унапређење и очување жив. средине	3600	0	0	0	0	0	0	0	1200	1200	1200
III	ПОСЛОВНА ДОБИТ	208396	21200	21200	21200	21200	21200	21200	21200	20000	20000	20000
IV	БРУТО ДОБИТ	208396	21200	21200	21200	21200	21200	21200	21200	20000	20000	20000
	Порез на добит	20840	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2000	2000	2000
V	НЕТО ДОБИТ	187557	19080	19080	19080	19080	19080	19080	19080	18000	18000	18000
	Цена производње Din/t.	512	508.0	508.0	508.0	508.0	508.0	508.0	508.0	520.0	520.0	520.0
	Продајна цена Din./t.	720										
	Производња глине hilj.t.		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Такса за експлоатацију мин. сировина	28.28 Din.										
	Просек нето зарада din/mes./rad.		65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000	65000
	Број радника		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Специф. инв. Din/t.	82										



7.2.3.2.2 Обрачун материјалних трошкова

Нормирани материјални трошкови обрачунати су на основу норматива материјала и цене истих.

Према усклађеним динарским износима накнада (који су прописани Законом о накнадама за коришћење јавних добара), накнада за ватросталне глине износи 23,23 а за керамичке глине 28,28 динара по тони минералне сировине.

У овом случају је у прорачуну накнаде за коришћење минералних сировина одређена обеједињена цена којом су обухваћене обе сировине (28,28 динара по тони ископане минералне сировине). Овакво решење је примењено из разлога што није могуће довољно прецизно дефинисати однос ватросталних и керамичких глина у лежишту. Коришћењем цене са вишом вредношћу у прорачуну свакако не може бити умањен значај и позитивна оцена техничко-економске анализе, што такође иде у прилог оваквом решењу.

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 8 при постизању пуног капацитета.

Годишњи трошкови рада при пуном капацитету површинског копа износе 10.296.000 динара, односно 65.000 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 5.736.660 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 860.000 динара.



Трошкови рекултивације

Рекултивација површинског копа је обавезна по Закону о рударству. Почетак рекултивационих радова на површинском копу глина "Црне ровине" 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 307.000 динара.

Трошкови накнаде за коришћење минералних сировина

Ови трошкови при пуном капацитету експлоатације износе 2.828.000 динара.

Пројекција пуне цене коштања

На основу прорачуна појединих утрошака и капацитета производње, обрачуната је пуна цена коштања, за економски век експлоатације. Просечна годишња цена коштања износи 512 динара по тони сировине.

7.3 СИНТЕТСКИ ПОКАЗАТЕЉИ

7.3.1.1 ЕКОНОМСКЕ ВРЕДНОСТ ЈЕДИНИЦЕ РЕЗЕРВИ

Вредност једне тоне руде или једне тоне глине као сировине за даљу производњу у лежишту „Црне ровине“ одређена је по формули:

$$V_R = C_t - T_p = 208 \text{ din/t}$$

где је:

V_R - вредност јединице резерви у лежишту,

C_t - средња (тржишна) цена 1 t глине (720 din/t),

T_p - укупни трошкови или производна цена (512 din/t).



7.3.1.2 ЕКОНОМСКЕ 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 225.246.736 динара.

7.3.2 РЕНТАБИЛНОСТ

Рентабилност се утврђује према обрасцу:

$$R = [(UP - UT) / UT] \times 100 (\%)$$

где је:

UP - укупан приход, дин;

UT - укупни трошкови, дин.

$$R = 40,7 \%$$

7.3.3 ЕКОНОМИЧНОСТ

Економичност је утврђена према следећем обрасцу:

$$E = Q / (T_{sr} + T_{mat} + LD)$$

где је:

Q - обим производње (укупан приход),

T_{sr} - трошкови средстава (амортизација),

T_{mat} - трошкови материјала и

LD - трошкови живог рада (лични дохоци).

$$E = 1,41$$



7.4 ЕКОНОМСКО-ВРЕДНОСНА ОЦЕНА ЛЕЖИШТА

Према члану 2. "Правилника 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 је да 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

7.4.1 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 низови будућих износа сведе 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 подцењивања 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 (и);

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:

$$NSV (4,25 \%) = 74.482.000 \text{ динара}$$

7.4.2 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 свдећи 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 29,45 %.

Анализа је показала да је после инвестирања у овај пројекат, вредност горе поменутих показатеља позитивна па је улагање у експлоатацију ватросталних и керамичких глина лежишта „Црне равине“ у потпуности оправдано.



Табела 43. Унутрашња стопа повратка

УНУТРАШЊА СТОПА ПОВРАТКА												
Површински коп глина "Црне ровине"												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	722700	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	74700
1	Приход од продаје глине	720000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
2	Остали приходи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Остатак вредности пројекта	2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2700
II	П Р А С Х О Д И	614643	122620	56420	58920	55920	52920	52920	52920	54000	54000	54000
1	Инвестиције	82200	69700	3500	6000	3000	0	0	0	0	0	0
2	Трошкови норм.материјала	258035	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804	25804
3	Трошкови електричне енергије	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Инвестиционо одржавање	8600	860	860	860	860	860	860	860	860	860	860
5	Текуће одржавање	860	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
6	Производне услуге	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Остале услуге	10296	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030
8	Нематеријални трошкови - маркетинг	30888	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089
9	Бруто зараде радника	102960	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296	10296
10	Амортизација	57367	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737
11	Остале таксе	5148	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515
13	Накнада за коришћење мин. сировина	28280	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828
14	Кamate 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	3070	307	307	307	307	307	307	307	307	307	307
17	Унапређење и очување жив. средине	3600	0	0	0	0	0	0	0	1200	1200	1200
18	Порез на добит	20840	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2000	2000	2000
III	Ш Н Е Т О П Р И Х О Д	108057	-50620	15580	13080	16080	19080	19080	19080	18000	18000	20700
IV	ДИСКОНТОВАНИ НЕТО ПРИХОД	0	-39105	9298	6030	5727	5249	4055	3133	2283	1764	1567
V	Унутрашња стопа повратка	29.45%										
	НСВ за стопу 4,25 %	74482										



8 ЗАКЉУЧАК

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" истражено је за потребе привредног друштва "MINE INVEST" д.о.о. из Аранђеловца. Решењем број 310-02-1654/2018-02, Министарство рударства и енергетике одобрило је извођење геолошких истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне ровине" код Димитровграда у истражном простору бр. 2328 који се налази на територији општине Димитровград. Геолошка истраживања су рађена на основу Пројекта примењених геолошких истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне ровине" код Димитровграда, бр. 54/19 од 29.05.2019. године које је урадило привредно друштво "Геосфера" д.о.о. из Београда.

Почетак истраживања започео је одмах након добијања одобрења за истраживање и пријаве почетка радова у новембру месецу 2019. године. Истраживања су настављена у 2020. години и завршена лабораторијским испитивања на композитним узорцима и испитивањима технолошке пробе. Одмах након завршетка лабораторијских испитивања и добијања резултата приступило се изради елабората о ресурсима и резервама.

У току пројектовања и извођења геолошких истраживања нарочито се водило рачуна да се у потпуности испоштују услови добијени од Завода за заштиту споменика културе и Завода за заштиту природе Србије. Предметни истражни простор се не налази унутар заштићеног подручја нити се у њему налазе регистрована археолошка налазишта и споменици културе. У току истраживања нису пронађени никакви предмети, објекти или друга обележја који би могли бити од културног и историјског значаја.

Сви радови који су предвиђени пројектом, завршени су уз незнатна одступања у количинама реализованих и пројектованих радова. Сва истраживања, укључујући лабораторијска и технолошка испитивања ватросталних и керамичких глина из истраживаног лежишта су завршена у августу месецу 2020. године. На основу добијених резултата истраживања, оконтурено је лежиште ватросталних и керамичких глина, утврђен је њихов квалитет као сировине за ватросталну и керамичку индустрију и утврђене су билансне резерве глина у лежити "Црне ровине".



Сва истраживања су реализована сходно одредбама Закона о рударству и геолошким истраживањима (Сл. гласник Р. Србије, бр. 101/2015) и сходно одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Службени лист СФРЈ, бр. 53/79) - лежиште је сврстано у III групу лежишта керамичких и ватросталних глина са резервама до 1.500.000 тона) које је истражено у "В" и "С₁" категорији.

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" налази се у лијаским слатководним седиментима источне Србије. Стратиграфски припада доњој јури, односно лијаској епохи. У литолошком смислу, лијаски седименти лежишта "Црне ровине", састоје се од глина, глинаца и пешчара, ређе угљевитих глина и глинаца, док се врло ретко јављају и прослојци кречњака. Сви горе наведени чланови варијају по минералолошком саставу, боји, дијагенетском ступњу, као и моћности серија и интеркалација.

Лијаска серија седимената лежи трансгресивно и дискордантно преко средњетријаских кречњака, који представљају подину продуктивне серије глина. У току истраживања лежита, подински тријаски кречњаци нису констатовани и потврђени истражним радовима. Све познате појаве лијаских ватросталних и керамичких глина у околини села Бребевница откривене су у мањим геосинклиналама, што је случај и са лежиштем "Црне ровине". Имају углавном сочиваст и слојевит начин појављивања. Дебљина продуктивног слоја глина креће се од неколико метара до неколико десетина метара. На бушотинама Б-3 и Б-9 набушен је продуктивни слој глина дебљине 36 метара.

Ватросталне и керамичке глине из лежишта "Црне ровине" према минеролошком саставу припадају каолинском типу глина. Поред каолинита, минералолошки састав глина чине и мусковит/илит и кварц, док су идентификоване и мале количине минерала гвожђа, зеолита а у неким узорцима и доломит.

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" је релативно једноставне морфологаје грађе. Површина терена је представљена једном куполастом заравни са које терен стрмо пада на три стране, и то у правцу севера, северо-истока и северо-запада а према југу се благо уздиже и шири. Највећа надморска висина од 700m налази се на јужном делу лежишта, а најмања (675 m) на северном делу.

На основу истраживања утврђено је да се продуктивне глине каолинског типа јављају у виду неправилних тела слојевитог и сочивастог облика. Продуктивни слој глина пада благо према југо-западу под углом од 15°. Истражним радовима је оконтурен продуктивни хоризонт глина на простору од 3 ha.



Испод хумусног покривача се налазе пешчари и песковите глине који представљају повлату ватросталним и керамичким глинама. Пешчари су крупнозрни, слабо везани, жуте до жуто-црвене боје, док су глине жуте до тамномрке.

Испод пешчара и песковитих глина налази се продуктивни слој ватросталних и керамичких глина који је представљен глинама, ређе глинцима различитих боја. Боје варирају од сиве до тамно сиве, затим љубичасто-сиве ретко црне, које су карактеристичне за угљевите глине.

Глиновити пешчари и песковите глине се јављају као интратрудна јаловина у виду слојева различите дебљине од неколико центиметара до неколико метара. Најчешће су сиве до тамносиве боје. Пешчари су слабо везани и врло често глиновити. Поред пешчара и песковитих глина, у јаловим прослојцима ретко се јављају и тамни микритски кречњаци.

Тамне до црне угљевите глине и глинци представљају базални слој продуктивне серије лијаских седимената.

У литолошком погледу лијаске творевине представљају претежно теригени седименти који су стварани у мирној плитководној средини. Највероватније се ради о плитким језерским или барским седиментима, ствараним у мирним депозиционим срединама са малом енергијом.

Сматра се да су ватросталне и керамичке глине еродирани остаци каолинитске коре распадања (Симић и Јовић 1993). На почетку лијаске трансгресије већи део коре распадања еродиран је и таложен у плитким базенима, формирајући углавном пешчаре и шкриљце. У локалним депресијама са сталним режимом мирне седиментације, накупљао се пелитски материјала од ког су стварани сочива или слојеви ватросталних и керамичких глина.

Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" има релативно повољне хидрогеолошке карактеристике. Хидрогеолошки колектор чине кровински пешчари и песковите глине као и јалови прослојци глиновитих пешчара и песковитих глина унутар продуктивног слоја ватросталних и керамичких глина због своје интергрануларне порозности, па је у њима омогућено формирање збијеног типа издани. Порозност пешчара је различита због присуства глинених, односно прашинастих честица у појединим деловима слоја.

Релативни хидрогеолошки изолатор представљају ватросталне и керамичке глине представљене сивим до тамносивим глинама и глинцима, као и тамним до црним угљевитим глинама и глинцима. У оквиру ових литолошких чланова појављују се делови



слоја са већим процентом прашинастих и песковитих честица. Међутим, у односу на пескове, ова средина представља хидрогеолошки изолатор.

Испитани геомеханички параметри у лабораторијским условима указују на релативно добру стабилност стенске масе у смислу могућности пројектовања експлоатационих етажа и површинског копа у целости.

Истражни радови на лежишту ватросталних и керамичких глина "Црне равине" обухватили су геолошка испитивања, истражно бушење (9 бушотина; укупно 330,6 m језгра), два истражна раскопа, лабораторијска испитивања, технолошка испитивања и геомеханичка испитивања. Сви теренски истражни радови, праћени су геодетским снимањима од израде топографског плана лежишта и ближе околине до снимања истражних бушотина, раскопа и изданака током израде геолошког плана лежишта.

Квалитет ватросталних и керамичких глина на истраживаном лежишту утврђен је током реализације пројектованих лабораторијских и технолошких испитивања. Лабораторијска испитивања обухватила су делимична испитивања појединачних узорака и комплетна испитивања на композитним узорцима. Најпре су рађена делимична испитивања на укупно 132 појединачна узорака. На основу резултата делимичних испитивања, односно на основу квалитета испитиване минералне сировине и величине лежишта, формирано је 18 композитних проба, на којима су рађена комплетна испитивања.

Кроз технолошка испитивања одређена је могућност примене глина у ватросталној и керамичкој индустрији. Технолошка испитивања су рађена у лабораторијском обиму.

Узорци за лабораторијска испитивања узети су из истражних бушотина и истражних раскопа. Укупно су узета 132 појединачна узорака за делимична испитивања. Од тога је 126 узорака узето из 9 истражних бушотина а 6 узорака је узето из 2 истражна раскопа. Код истражних бушотина опробовање је вршено из једне четвртине рудног интервала, односно продуктивног слоја глина. Језгро је сечено по дужини на четири једнака дела, где су од једне четвртине формирани узорци. Опробовање из истражних раскопа рађено је методом грубе бразде. Узорци репрезентују интервал до 2 метра дужине. Укупна маса узетих узорака варирала је од 3,0kg до 5,0kg. Пробе су касније скраћиване у лабораторији, а остаци материјала од појединачних проба су искоришћени за формирање композитних проба и једне технолошке пробе.

Укупно је формирано 18 композитних проба за комплетна испитивања састављених од појединачних узорака узетих из једног истражног рада. Из сваког истражног рада формиране су најмање једна а највише три композитне пробе. У бушотинама В-3 и В-9



пресечени су рудни интервали највеће моћности, и на њима су од појединачних узорака формиране по три композитне пробе. У састав композита ушло је 116 појединачних проба, које су на основу резултата делимичних испитивања задовољиле успостављене критеријуме за ватросталне и керамичке глине.

На 16 узорака, чији су резултати испитивања сматрани негативним, садржај Al_2O_3 је био доста низак (испод 18,5%) а садржај Fe_2O_3 висок. Такође на основу осталих резултата делимичних испитивања ових узорака, установљено је да ово није минерална сировина која се може користити у производњи ватросталних и керамичких материјала и као такве нису ушле у састав композитних проба.

Технолошка проба формирана је од 22 појединачна узорка из бушотина В-3 и В-5. Технолошка проба је формирана у лабораторијским условима од дела материјала који је преостао након скраћивања делимичних проба.

На сличан начин као код формирања узорака за делимична лабораторијска испитивања, формиран су узорци за геомеханичка истраживања. Узета су укупно 3 узорка из бушотине В-6. Два узорка су узета из продуктивног слоја глине и један из јаловог повлатног слоја. Сваки узорак је формиран од половине језгра бушотине дужине 0,5m.

У табели испод дати су резултати статистичке обраде података делимичних хемијских испитивања на појединачним узорцима за цело лежиште.

Параметар	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Г.Ж. %	Остатак на сити
Број проба	116	116	116	116	116
Минимум	43,42	18,75	1,20	6,70	0,42
Максимим	63,05	30,55	6,63	23,24	75,60
Медијана	53,17	26,38	2,22	13,03	22,83
Средња вредност ($\bar{x}$)	53,42	26,07	2,62	12,91	23,25
Стандардна девијација (σ)	4,18	2,47	1,20	3,06	17,63
Коефицијент варијације (k_v)	7,82	9,47	45,71	23,68	75,85

Минералозна испитивања обухватила су: рендгенску анализу (Rö), диференцијално-термичку анализу (DTA), термогравиметријску анализу (TG) и дилатометријску анализу.

Методом рендгенске дифракције утврђено је да минералоски састав глине чине каолинит, мусковит/илит и кварц. Идентификоване су и мале количине минерала гвожђа, и зеолита. Иако испитивани узорци углавном не садрже карбонате у неким узорцима идентификован је и доломит.

Гранулометријска испитивања су имала за циљ да одреде процентуално учешће појединих честица у фракцијама од: + 0,063mm; - 0,063mm + 0,002mm и - 0,002mm. Учешће



честица мањих од 0,002mm креће се од 14% до 52%. Честице веће од 0,002mm а мање од 0,063mm, учествују од 30% до 63%. Најкрупније честице величине изнад 0,063mm узимају учешће од 3% до 56%.

Резултати статистичке обраде података комплетних испитивања урађених на свих 18 композитних проба дати су у наредној табели.

Врста испитивања	Статистички параметар						
	Број проба (n)	Минимум (%)	Максимум (%)	Медијана (%)	Аритметичка средина (x̄) %	Стандардна девијација (σ)	Коефицијент варијације (Kv)
Г.Ж.	18	9,44	16,21	11,81	12,58	1,94	15,41
SiO ₂	18	48,85	57,21	54,33	53,34	2,46	4,62
Al ₂ O ₃	18	24,70	29,18	26,46	26,75	1,15	4,30
Fe ₂ O ₃	18	1,46	3,33	2,59	2,57	0,45	17,56
CaO	18	0,23	0,86	0,48	0,53	0,18	33,19
MgO	18	0,57	1,17	0,88	0,87	0,16	17,95
Na ₂ O	18	0,32	0,57	0,42	0,43	0,08	18,64
K ₂ O	18	0,57	2,52	1,53	1,48	0,60	40,54
SO ₃	18	0,03	0,31	0,07	0,10	0,08	82,53
P ₂ O ₅	18	0,05	0,14	0,07	0,07	0,02	27,24
MnO	18	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	53,74
TiO ₂	18	0,83	1,21	0,96	0,96	0,08	8,42
Остатак на ситу	18	1,80	41,56	21,65	21,48	11,98	55,79
Садржај карбоната	18	0,00	1,60	0,00	0,27	0,46	170,64
Запреминска маса	18	1,85	2,06	1,97	1,96	0,05	2,37
Коеф. пластичности по Феферкону	18	20,10	33,00	24,85	25,69	4,00	15,55
Вода за пластичну обраду	18	19,10	30,90	23,50	24,26	3,70	15,24
Т°С клинковања	18	1026	1215	1114	1121	53,15	4,74
Т°С синтеровања	18	1237	1438	1330	1328	63,18	4,76
Ватросталност Т°С	18	1581	1718	1654	1639	35,62	2,17
SK	18	26,0	32,5	29,0	28,4	1,54	5,42
Скупљање у сушењу на 105°С (%)	18	4,13	9,94	5,43	5,87	1,30	22,12
Губитак воде у сушењу на 105°С (%)	18	6,34	12,26	9,07	9,47	1,73	18,30
Чврстоћа на лом у сувом стању на 105°С (МПа)	18	1,79	3,90	2,66	2,70	0,52	19,13
Притисна чврстоћа у сувом стању на 105°С (МПа)	18	2,42	4,48	3,33	3,42	0,58	17,04
Скупљање при печењу на 1300°С (%)	18	3,85	8,58	5,79	6,11	1,18	19,29
Упијање воде при печењу на 1300°С (%)	18	0,82	4,46	2,89	2,68	1,11	41,53
Притисна чврстоћа на 1300°С (МПа)	18	71,31	134,43	92,19	98,39	21,92	22,28
Савојна чврстоћа на 1300°С (МПа)	18	27,16	53,60	40,21	40,74	6,82	16,75

Одређивањем остатка на ситу величине 10.000 отвора/см² (фракција +63 микрона), садржај песковитих честица на композитним узорцима кретао се од 1,80 – 41,56%.



Коефицијент пластичности по Феферкону за композитне узорке варира од 20,1 – 33,0. Композитни узорци се разврставају у умерено, добро и високо пластичне сировине.

Испитивање скупљања узорака при сушењу рађено је на температури од 105°C. Скупљање у сушењу на 105°C варира од 4,13 – 9,94%. Према положају критичне тачке на Биго кривама композити се разврставају у сировине осетљиве у сушењу. Савојна чврстоћа у сувом стању (105°C) варира од 1,62 – 3,90 МПа.

Печење глине и испитивање њених својстава у процесу печења рађено је на четири температуре и то: 1100°C, 1200°C, 1250°C и 1300°C. Скупљање након печења на 1300°C се креће од 3,85 – 8,58 %. Упијање воде композитних узорака печених на 1300°C се креће од 0,82 – 4,61 %. Пробе печења и дилатометријска анализа указују да интензивно скупљање композитних узорака (синтеровање) почиње између 1105°C и 1122°C. Глине се светло пеку.

Температура клинкеровања за композитне узорке је од 1026 до 1215°C, а температура синтеровања је 1255 - 1438°C.

Ватросталност композитних узорака је од SK 26 до SK 32 ½.

Испитиване глине са лежишта „Црне ровине” разврставају се у ватросталне глине (ватросталности изнад 1580°C). Због угљевите природе глине се класификују за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење (добивање шамота). Глине са лежишта „Црне ровине” могу имати примену и у керамичкој индустрији али само као компонента у сировинским смешама. Такође, могу се користити као једна од компоненти за производњу канализационих цеви и опекарских производа.

Резултати испитивања мешавине глине за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета "Црне ровине" потврђују могућност примене у производњи керамичких плочица. Глина се може користити само као једна од компонената (у мањем проценту) за производњу керамичких плочица због високог садржаја органске материје (висок ГЖ) и склоности ка бубрењу при брзом процесу печења који се примењује у савременој производњи.

Резултати испитивања мешавине глине за технолошку пробу ознаке TCR из лежишта "Црне ровине" потврђују да се испитивана мешавина разврстава у ватросталне глине (ватросталности SK 30). Због угљевите природе глине (висок садржај органске материје и висок ГЖ) се класификује за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење (добивање шамота).



Лежиште ватросталних и керамичких глина "Црне ровине" сврстано је у трећу групу, подгрупа а. У трећу групу увршћују се лежишта (рудна тела), слојевитог, сочивастог и неправилног облика, променљиве моћности и неуједначеног састава, са резервама од 500.000 до 1.500.000 тона.

Током пројектовања и реализације истраживања, истражни радови су постављени на начин да у потпуности задовоље растојања прописана поменутих правилником. Максимална растојања између истражних радова за "Б" категорију резерви износе 50m а за "Ц₁" категорију 100m. На картама прорачуна резерви и обрачунским профилима, резерве "Б" категорије приказане су плавом бојом, док су резерве "Ц₁" категорије зеленом бојом (прилог бр. 19 - 23).

Површина која је обухваћена истражним радовима изведеним на лежишту и која представља контуру резерви ватросталних и керамичких глина износи 3 ha. Лежиште је оконтурено унутрашњом контуром добијеном међусобним спајањем ободних позитивних истражних радова.

Запреминска маса глина одређена је у току комплетних испитивања на 18 композитних узорак и у просеку износи $\gamma = 1,96 \text{ t/m}^3$.

Као основна метода прорачуна резерви глине узета је метода паралелних вертикалних профила, на основу геолошких карактеристика лежишта, његове просторне позиције и примењених метода истраживања. Као контролна метода узета је метода полигона, односно метода најближег рејона.

Утврђене геолошке резерве, су приказане у следећој табели:

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	ГЕОЛОШКЕ РЕЗЕРВЕ				РАЗЛИКА У %
	Основна метода прорачуна резерви		Контролна метода прорачуна резерви		
	m³	t	m³	t	
"Б"	67.378	132.061	68.015	133.309	0,9
"Ц ₁ "	514.210	1.007.852	528.698	1.036.248	2,8
"Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	596.713	1.169.557	2,6

Према новој номенклатури која је регулисана Законом о рударству и геолошким истраживањима (Службени гласник РС, бр. 88/2011 и 101/2015), а на основу Информације комисије за утврђивање и оверу резерви број 310-02-0135/2013-03 од 12. 02. 2013. године, укупне прорачунате геолошке резерве минералних сировина које се билансирају (геолошке резерве "Б" и "Ц₁" категорије, у овом случају) представљају прорачунате минералне ресурсе у лежишту "Црне ровине"



Сходно начелу да се на садашњем ступњу технике, технологије и економике билансне резерве могу рентабилно експлоатисати, резерве лежишта "Црне ровине" у категорији истражености "Б+Ц₁" резерви и у количини од **1.139.913 t**, односно све геолошке резерве у категоријама "Б+Ц₁" сврстане су у класу билансних резерви јер су по идејном решењу површинског копа захваћене скоро у целости и које ће касније у целости бити захваћене експлоатацијом.

Билансне резерве су приказане у следећој табели:

КАТЕГОРИЈА РЕЗЕРВИ	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (m ³)	БИЛАНСНЕ РЕЗЕРВЕ У ЛЕЖИШТУ (t)	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ
"Б"	67.378	132.061	12 %
"Ц ₁ "	514.210	1.007.852	88 %
"Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	100 %

Експлоатационе резерве добијене су када су од билансних резерви одузети експлоатациони губици. У наредној табели приказане су експлоатационе резерве.

Категорија	Билансне резерве		Губици (5%)		Експлоатационе резерве	
	m ³	t	m ³	t	m ³	t
Укупно "Б + Ц ₁ "	581.588	1.139.913	29.079	56.996	552.509	1.082.917

Обрачун укупног прихода урађен је на основу планиране годишње производње ватросталних и керамичких глина, цене коштања и његове тржишне цене по тони. Планирана годишња производња за прву годину била би 100.000 t и не би се мењала по годинама до краја експлоатационог века.

Цена глина је просечно 720 динара по тони.

Укупан приход при предвиђеном капацитету експлоатације површинског копа "Црне ровине" износи 720.000.000 динара.

Вредност лежишта без узимања временског фактора у обзир износи 225.246.736 динара.

Рентабилност износи 40,7 %, економичност износи 1,41.

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 је да 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

Применом дисконтне стопе од 4,25%, прорачуната је нето садашња вредност која је коришћена у табелама економске оцене пројекта, и износи:

$$NSV (4,25 \%) = 74.482.000 \text{ динара}$$

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.

Прорачун унутрашње стопе повратка и нето садашње вредности извршен је за период од 10 година и унутрашња стопа повратка износи 29,45 %.

Анализа је показала да је после инвестирања у овај пројекат, вредност горе поменутих показатеља позитивна па је улагање у експлоатацију ватросталних и керамичких глина лежишта „Црне ровине“ у потпуности оправдано.

На основу свега претходно изложеног, предлагемо "Републичкој комисији за утврђивање и оверу резерви чврстих минералних сировина" да прихвати и овери следеће количине билансних резерви ватросталних и керамичких глина у лежишту "Црне ровине" са стањем на дан 30.06.2020. године:

- Резерве "Б" категорије од **67.378 m³ (132.061 t)**
- Резерве "Ц₁" категорије од **514.210 m³ (1.007.852 t)**
- Резерве "Б + Ц₁" категорије од **581.588 m³ (1.139.913 t)**

следећег квалитета:

Карактеристика	Вредност %
Г.Ж. %	12,58
SiO ₂ %	53,34
Al ₂ O ₃ %	26,75
Fe ₂ O ₃ %	2,57
CaO %	0,53



MgO %	0,87
Na ₂ O %	0,43
K ₂ O %	1,48
SO ₃ %	0,10
P ₂ O ₅ %	0,07
MnO %	0,02
TiO ₂ %	0,96
Остатак на ситиу %	21,48
Садржај карбоната %	0,27
Запреминска маса g/cm ³	1,96
Коеф. пластичности по Феферкону	25,69
Вода за пластичну обраду	24,26
T°C клинкеровања	1121
T°C синтеровања	1328
Ватросталност T°C	1639
SK	28,4
Скупљање у сушењу на 105°C (%)	5,87
Губитак воде у сушењу на 105°C (%)	9,47
Чврстоћа на лом у сувом стању на 105°C (MPa)	2,70
Притисна чврстоћа у сувом стању на 105°C (MPa)	3,42
Скупљање при печењу на 1300°C (%)	6,11
Упијање воде при печењу на 1300°C (%)	2,68
Притисна чврстоћа на 1300°C (MPa)	98,39
Савојна чврстоћа на 1300°C (MPa)	40,74

Испитиване глине са лежишта „Црне ровине” разврставају се у ватросталне глине (ватросталности изнад 1580°C). Због угљевите природе глине се класификују за примену у ватросталној индустрији као глине за паљење (добивање шамота). Могу имати примену и у керамичкој индустрији али само као компонента у сировинским смешама. Такође, могу се користити као једна од компоненти за производњу канализационих цеви и опекарских производа.

Резултати испитивања међупроизвода и готових производа добијених влажним обликовањем екструзијом показују да се испитиване глине могу користити за добијање ватросталних производа обликовањем влажним поступком уз додатак млевеног шамота (добивеног од исте сировине), да би се елиминисала појава бубрења печених производа.

На основу добијених резултата испитивања пресованих керамичких неглазираних плочица типа ВIIа, са упијањем воде $3 < E_b \leq 6$, констатује се да су добијени резултати у границама прописаног стандарда SRPS EN 14411, према упијању воде, модулу лома при савијању и чврстоће при лому, отпорности неглазираних плочица на дубоко хабање, као и отпорности према мразу. Испитиване плочице су класе А у погледу отпорности према хемикалијама у домаћинству, и класе LA у погледу отпорности према малим концентрацијама киселина и база. Садржај олова и кадмијума је испод граница детекције.



Испитиване плочице су отпорне на дејство мраза и могу се користити за облагање спољашњих и унутрашњих површина зидова и подова.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR са локалитета "Црне ровине" потврђују могућност примене у производњи керамичких плочица. Глина се може користити само као једна од компонената (у мањем проценту) за производњу керамичких плочица због високог садржаја органске материје (висок ГЖ) и склоности ка бубрењу при брзом процесу печења који се примењује у савременој производњи.

Резултати испитивања мешавине глина за технолошку пробу ознаке TCR из лежишта "Црне ровине" потврђују да се испитивана мешавина разврстава у ватросталне глинe (ватросталности SK 30). Због угљевите природе глинe (висок садржај органске материје и висок ГЖ) се класификује за примену у ватросталној индустрији као глинe за паљење (добиање шамота).

Стандардом JUS B.F1.010 1984. (повучен), глинe из лежишта "Црне ровине" се класификују у ватросталне глинe, ознаке врсте G IV, где се укупни $Al_2O_3 + TiO_2$ у % креће између 30 и 33.

Билансне резерве утврђене на површини од 3,0 ha и налазе се у контури чије преломне тачке имају следеће координате:

	Y	X
T-1	7653942	4768913
T-2	7653940	4768863
T-3	7653897	4768835
T-4	7653806	4768865
T-5	7653804	4769062
T-6	7653892	4769082
T-7	7653896	4769082
T-8	7653946	4769011



ЛИТЕРАТУРА

- Блечић Н. и Миловановић Д. (1999):** Методе прорачуна рудних резерви, Рударско-геолошки факултет, Београд.
- Илић М. (2003):** Методе истраживања лежишта неметаличних минералних сировина, Рударско-геолошки факултет, Београд.
- Ћирић Б. (1996):** Геологија Србије, Београд
- Симић В. и Јовић В. (1993):** Лијаске глине Источне Србије, Саопштење 25. Октобарског саветовања, 1, Бор, 40-43.
- Симић В. и Јовић В. (1995):** Liassic refractory and ceramic clays of the Yugoslav CBR. - Proceed. of the XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Sept. 1995, Athens, Greece, 840-843.
- (1979):** Правилник о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима, Службени лист СФРЈ, Београд.
- Матић Б. (2019):** Пројекат примењених геолошких истраживања керамичких и ватросталних глина у лежишту "Црне ровине", село Бребевница код Димитровграда