



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
Катедра за наоѓалишта на минерални суровини
Штип

Кика Шпритова, дипл. инж. геолог

МЕТАЛОГЕНЕТСКИ И ЕКОНОМСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА
ПОЛИМЕТАЛНОТО НАОЃАЛИШТЕ ИБЕРЛИ
ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА

-Магистерски труд-

2018г. Штип



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
Катедра за наоѓалишта на минерални сировини
Штип

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

МЕТАЛОГЕНЕТСКИ И ЕКОНОМСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА
ПОЛИМЕТАЛНОТО НАОЃАЛИШТЕ ИБЕРЛИ
ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА

Кандидат:

Кика Шпритова, дипл. инж. геолог

2018г. Штип

Ментор: д-р Орце Спасовски
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки

Членови на Комисија за оцена и одбрана:

Претседател: д-р Тодор Серафимовски
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки

Член: д-р Орце Спасовски
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки

Член: д-р Горан Тасев
Вонреден професор, Факултет за природни и технички науки

Научно поле: Геологија, металогенија, економска геологија

Научна област: Наоѓалишта на минерални сировини

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

Краток извадок

Просторот што е тема на оваа магистерска работа е доста интересен и истражуван во последните неколку децении. Токму истражувањата на наоѓалиштето Иберли во последните неколку години и користењето на бројни податоци од постар датум, како и податоците добиени од испитувањата извршени од наша страна резултираат со изработка на оваа магистерска работа во која се презентирани компилациски податоци на постарите податоци и најновите сознанија за наоѓалиштето Иберли.

Истражувањата дадоа придонес во појаснувањето на специфичноста на појавата, типот и видот на Fe – Zn - Cu минерализација, преку осознавањето на структурно – морфолошките карактеристики, минералошко – петрографските карактеристики, минералниот состав и парагенетските односи на главните рудни минерали, геохемиските карактеристики и др.

Основен предизвик за научната јавност претставува дистрибуцијата на железото, цинкот и бакарот по поедини нивоа во рамките на вертикалниот профил на оруднување, потоа распоредот на железото, цинкот и бакарот по поедините минерали и минерали кои го придружуваат сукцесивниот ред на главните минерални врсти. Овде посебно треба да се истакне детерминацијата на минерали од редот на магнетит, хематит, мартит, сфалерит, халкопирит, малахит, халкозин, лимонит, рутил и др.

Во текот на истражувањето се применети современи методи на истражувања кои овозможува анализа и синтеза на поранешните регионално геолошки истражувања, со посебен осврт на тектонските истражувања, геотектонските концепти и распространувањето на формациите со кои е поврзано оруднувањето на железото, цинкот и бакарот, анализа и синтеза на податоци од хемиски анализи на железото, цинкот и бакарот и придружните елементи со посебно внимание врз постапката на земање на примероците и применетите аналитички методи, анализа и синтеза на резултатите од извршените теренски и лабораториски истражувања.

За различни типови на испитувања одбрани се примероци кои се репрезентативни за целото наоѓалиште. Примероците од различните делови од наоѓалиштето се собираани во повеќе наврати од свежи изданоци, отворени

профили во близина на патиштата, засеци, од потоците и халдите пред поткопите III/1 и II/1 како би се добила што поверодостојна слика за распространетоста на оруднувањето во наоѓалиштето Иберли. Бројот на теренските примероци е одреден зависно од геолошките карактеристики, неговата откриеност, забележаните минералоски и структурно – текстурни вариетети на изданоците, од свежината на карпите.

При теренските истражувања, посебно внимание е посветено на структурите како рудоконтролни фактори, како и на алтерациите по видови и нивната евентуална поврзаност со минерализацијата.

Со геохемиските и хемиски испитувања секако главни елементи се Fe, Zn и Cu следени од Ti, Bi, Ag, Mn, S. Констатирано е и присуство на поголем број микроелементи и тоа: Co, Ni, Ti, V, As, Ag, Au, Al, Bi, Mn, Be, Cd, Pb, W, Ba, и др. Некои од овие елементи се појавуваат во сопствени минерали (Cu, Fe, Zn, Ti), или како изоморфни, во рудните и петрогените минерали. Поголем дел од геохемиските проби во фазата на истражувањето дадоа аномални содржини на Fe, Zn, Cu.

Главни и основни носители на оруднување во наоѓалиштето Иберли се магнетитот, хематитот, сфалеритот и халкопиритот, најчесто следени од пирит, а зависно од нивото на оруднувањето придружните минерали се групираат од типични Fe-хидроксида, преку маркантно пројавените секундарни сулфиди од редот на халкозин, малахит, азурит.

Добиените податоци од геолошко - економската оценка укажуваат дека наоѓалиштето Иберли може рентабилно да работи во зависност од процентот на разблажувањето, а под услов другите вредности (фактори) да се непроменливи во границите до 20 - 25% разблажување.

Клучни зборови: наоѓалиште Иберли, минерален состав, геохемиски - хемиски испитувања, рудни минерали, минерални парагенези, Fe – Zn - Cu оруднување, економска оценка.

Abstract

The area that is subject of this master thesis is very interesting and has been subject of research in the past few decades. The research made on the Iberali location in the past few years and the use of numerous older data, as well as the data obtained from the researches made by us resulted in preparation of this master thesis, which presents compiled data of previous and latest findings for Iberali location.

Researches contributed in clarifying the specificity of the appearance, type and kind of Fe – Zn - Cu mineralization, by learning the structural – morphologic features, mineralogical – petrographic features, mineral composition and the paragenetic relations of the main ore minerals, geochemical features etc.

Basic challenge for the scientific public is the distribution of iron, zinc and copper on separate levels within the frames of a vertical profile of mineralization, than the share of iron, zinc and copper in separate minerals and minerals that accompany the successive line of the main mineral types. One should especially emphasize the determination of minerals such as magnetite, hematite, martit, sphalerite, chalcopryrite, malachite, chalcocite, limonite, rutile etc.

Modern research methods were applied in the course of the research that enabled analysis and synthesis of the previous regional geological researches, with special emphasis on the tectonic researches, geotectonic concepts and formations spreading that is related to the mineralization of iron, zinc and copper, analysis and synthesis of data from iron, zinc and copper chemical analysis, as well as the accompanying elements, with special attention to the procedure of taking samples and applied analytical methods, analysis and synthesis of the results from the conducted field and laboratory researches.

Samples that are representative for the whole location were selected for different types of examinations. Samples from different parts of the location were collected on several occasions from fresh offshoots, open profiles near roads, incisions, streams and haldysbefore undermines III/1 and II/1 in order to obtain as valid as possible image for the mineralization spreading at the Iberali location. The number of field samples was determined depending on the geologic features, its openness, noticed mineralogical and structural and texture varieties of the offshoots and freshness of rocks.

During field researches, special attention was paid to the structures as ore control factors, as well as the alterations per types and their possible relation to mineralization.

According to geochemical and chemical examinations, certainly the main elements are Fe, Zn and Cu followed by Ti, Bi, Ag, Mn, S. The presence of numerous microelements was also noted, such as: Co, Ni, Ti, V, As, Ag, Au, Al, Bi, Mn, Be, Cd, Pb, W, Ba, etc. Some of these elements appear in own minerals (Cu, Fe, Zn, Ti), or as isomorphic, in ore and petrogenic minerals. Large part of the geochemical tests in the research phase resulted in anomaly contents of Fe, Zn, Cu.

Main and basic bearers of the mineralization at the Iberli location are the magnetite, hematite, sphalerite and chalcopryrite, most often followed by pyrite, and depending on the level of mineralization, the accompanying minerals are grouped from typical Fe-hydroxides to the strikingly appeared secondary sulfides such as chalcosine, malachite, azurite.

Obtained data from the geologic and economic evaluation point out that Iberli location could operate profitably depending on the dilution percentage and under condition that other values (factors) are not variable within the limits of up to 20 - 25% dilution.

Key words: Iberli location, mineral composition, geochemical and chemical examinations, ore minerals, mineral parageneses, Fe – Zn - Cu mineralization, economic evaluation.

Објавени и рецензирани научни и стручни трудови

Шпритова, К., (2016), Минералошко - петрографски и геохемики карактеристики на скарновите од наоѓалиштето Иберли. Зборник на трудови - Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија, Струга.

Спасовски, О., Шпритова, К., (2016), Геохемики карактеристики на скарновите од наоѓалиште Иберли. Зборник на трудови – ПОДЕКС-ПОВЕКС IX^{то} Стручно советување, Струмица.

СОДРЖИНА

1.0. ВОВЕД	1
2.0. ЦЕЛНА МАГИСТЕРСКАТА ТЕЗА	3
3.0. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊА	4
3.1. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИТЕ НА ИСПИТУВАЊЕ.....	6
3.1.1. МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОГРАФСКИ ИСПИТУВАЊА.....	6
3.1.2. РУДНО-МИКРОСКОПСКИ ИСПИТУВАЊА.....	6
3.1.3. ХЕМИСКИ АНАЛИЗИ НА КАРПИТЕ.....	7
3.1.4. ХЕМИСКИ АНАЛИЗИ НА МИНЕРАЛНИТЕ ФАЗИ.....	7
4.0. МЕТАЛОГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	7
5.0. ГЕОГРАФСКО-ЕКОНОМСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	18
6.0. МОРФОЛОШКО-ХИДРОГЕОЛОШКИ КЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	19
7.0. ИСТОРИЈАТ НА ПОРАНЕШНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА	22
8.0. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ	27
8.1. Прекамбријски карпи.....	27
8.2. Палеозојски карпи.....	28
8.3. Мезозојски карпи.....	34
9.0. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО	41
9.1. Геолошка градба на наоѓалиштето.....	41
9.1.1. Хидротермално променети гранитоидни карпи.....	43
9.1.2. Оруднет серпентинит.....	43
9.1.3. Гранити и гранитоидни карпи.....	44
9.1.4. Скарнови.....	45
9.1.5. Мермери.....	50
10.0. МОРФОЛОШКИ ОБЛИК НА РУДНИТЕ ТЕЛА	51
11.0. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	63
12.0. ПЕТРОГРАФСКИ ИСПИТУВАЊА	64
13.0. МИНЕРАЛЕН И ХЕМИСКИ СОСТАВ	71
- КОНТАКТНО-МЕТАСОМАТСКИ СТАДИУМ	71
- ХИДРОТЕРМАЛЕН СТАДИУМ.....	72
- СУПЕРГЕН СТАДИУМ.....	82
- СОСТАВ НА ПОЗНАЧАЈНИТЕ РУДНИ МИНЕРАЛИ.....	85
14.0. ГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	94
- ГЕОХЕМИСКИ АНОМАЛИИ НА ZN.....	95
- ГЕОХЕМИСКА АНОМАЛИЈА НА CU.....	95
15.0. ГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	99

16.0. ОСВРТ НА ЕКОНОМСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА НАОЃАЛИШТЕТО	102
16.1. МЕТАЛОГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ.....	103
16.2. ГЕОЛОШКИ ФАКТОРИ.....	103
16.3. ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ФАКТОРИ.....	110
16.4. ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ.....	110
16.5. РЕГИОНАЛНИ (ЕКОНОМСКО-ГЕОГРАФСКИ) ФАКТОРИ.....	111
16.6. ПАЗАРНИ ФАКТОРИ.....	112
16.7. СОЦИЈАЛНО–ЕКОНОМСКИ ФАКТОРИ.....	112
16.8. НАТУРАЛНИ И ВРЕДНОСНИ ПОКАЗАТЕЛИ.....	113
16.8.1. НАТУРАЛНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКАТА ОЦЕНА ВО ПОТЕСНА СМИСЛА ..	114
- ГЕОЛОШКИ РЕЗЕРВИ НА МИНЕРАЛНАТА СУРОВИНА.....	114
- СРЕДНА СОДРЖИНА НА КОРИСНИТЕ КОМПОНЕНТИ.....	114
- МИНИМАЛНА ЕКОНОМСКА СОДРЖИНА (МЕС).....	115
- МИНИМАЛНА ЕКОНОМСКА СОДРЖИНА НА ОТКОПУВАЊЕТО (ГРАНИЧНА СОДРЖИНА ГС).....	122
- ЕКОНОМСКА ОЦЕНА НА НАОЃАЛИШТЕТО ИБЕРЛИ.....	125
17.0. ЗАКЛУЧОК	132
18.0. ЛИТЕРАТУРА	135

1.0. ВОВЕД

Придонесот на истражувањето на минералните сировини и рударството за одржлив развој треба да се гледа во однос на економската и техничката оправданост, еколошката одржливост и социјална правда.

Одржливото користење на природните ресурси и барање на потенцијални области за истражување се оценуваат во контекст на постојните и алтернативните начини на користење на земјиштето, интегрирање на социјалните, еколошките, културните и економските фактори. Интегрираниот пристап, кој повикува на стратешки и партиципативен процес на анализа, дебата, зајакнување на капацитетите, планирање и акција, со вклучување на сите засегнати страни - вклучувајќи ги и локалните заедници, е единствениот начин да се оптимизира експлоатацијата на минерални сировини и одржливиот развој, и да се идентификуваат и избегнат потенцијалните конфликти во користењето на земјиштето.

Валоризацијата на минералните сировини претставува база и патоказ на севкупните активности во наоѓалиштата, а воедно претставува и научна подлога за понатамошните прогнозирања и истражување на комплексните наоѓалишта на различни типови на минерални сировини.

Тргувајќи од овој факт, овие проучувања го трасираат научниот пат во постапките за проучувањето на наоѓалиштата на минералните сировини базиран на основните принципи кои во себе содржат методи за потеклото на главните компоненти, мобилизацијата на главните компоненти, нивниот транспорт и депонирањето. Овие испитувања претставуваат и основа за третирање на научните поставки поврзани со испитувањето и проучувањето на ендегените наоѓалишта, во нашиот случај скарновските типови.

Полиметаличните наоѓалишта претставуваат мошне интересен тип, како од аспект на нивното постанување, така и од аспект на нивната применливост во индустриски цели. Основен предизвик за научната

јавност претставува начинот на појавувањето на оруднувањето, неговите квалитативни и квантитативни карактеристики.

Тргувајќи од фактот дека полиметаличното наоѓалиште Иберли во иднина може да претставува и значаен економски субјект во продукцијата на бакарот, цинкот и железото во Македонија, како втор предизвик во научниот опус на оваа проблематика е следење на економските параметри во функција на современите трендови на оценката на користењето на споменатите метали и можноста за валоризација и на придружни компоненти.

За остварување на главната цел на магистерскиот труд земени се репрезентативни примероци од површината на теренот и тоа непосредно пред влез во поткоп III/1, халдата пред споменатиот поткоп, како и примероци земени од халдата на поткоп II/1. Покрај стандардните хемиски анализи, тука посебно внимание е посветено на рендгено – структурните испитувања со кои е потврдено присуството на главните минерални фази, а особено внимание на минералешките испитувања за потврдување на главните фази при создавањето на скарновскиот тип на оруднување.

Во рамките на оваа фаза ќе се пристапи кон примена на апликативни софтверски пакети за интерпретација на минералешките и геохемиските податоци добиени со лабораториските испитувања.

Следејќи го степенот на истраженост на наоѓалиштето Иберли, како и пристапот до комплетната документација, во рамките на овој научен труд се направи обид да се направи геолошко – економска оценка со што ќе се овозможи парцијално следење на главните параметри во наоѓалиштето. Исто така, ваквиот пристап овозможи и калкулирање на рудните резерви со селективен избор на поединечните натурални показатели на геолошко – економската цена. Обработката на натуралните и вредносните показатели, кои претставуваат основа за современото менаџирање на ваквите објекти, но во нашиот случај се

пристапи кон обезбедување на научна подлога за насочување на активностите на оперативен план поддржани од геоекономските параметри кои ги диктира пазарната економија.

Овој магистерски труд располага со неопходен потенцијал за научна обработка на ова специфично и атрактивно наоѓалиште кое во услови на пазарно стопанисување и транзитиран капитал може да даде добри резултати, како на практичен така и на економски план.

Со посебна почит сакам да ја изразам својата благодарност на менторот - проф. д-р Орце Спасовски за несебичното пренесување на знаењата, континуираната стручна помош и сугестии што ми ги даваше за цело време на изработката и оформувањето на магистерскиот труд. Посебно би ја потенцирал благодарноста кон менторот за огромниот личен ангажман и покажаното трпение, разбирање и морална поддршка за време на изработката и финализирањето на магистерскиот труд.

Искрено им се заблагодарувам на членовите на комисијата, проф. д-р Тодор Серафимовски и проф. д-р Горан Тасев за континуираната стручна помош, сугестии и поддршка во обезбедувањето на услови за изработката на трудот.

Посебна благодарност изразувам на моето семејство за покажаното разбирање, трпение и поддршка за целото време на студирањето и изработката на магистерскиот труд.

2.0. ЦЕЛ НА МАГИСТЕРСКАТА ТЕЗА

Металогенетската анализа претставува база и патоказ за севкупните проучувања на поедините генетски типови на наоѓалишта, а воедно претставува и научна подлога за понатамошните прогнозирања и истражувања на комплексните наоѓалишта на различни типови на минерални сировини.

Тргувајќи од овие постулати, металогенијата го трасира научниот пат во постапките за проучување на наоѓалиштата на минерални сировини

базиран на основните принципи кои во себе ги содржат софистицираните методи за потеклото на рудоносните флуиди, рудните метали, утврдувањето на длабинските руптури како доводни канали на магматите и рудоносните флуиди. Металогенетската анализа претставува и основа за третирање на научните поставки поврзани со испитувањето и проучувањето на скарновските наоѓалишта.

Основен предизвик за научната јавност претставува дистрибуцијата на бакарот, цинкот и железото по поедини нивоа во рамките на вертикалниот профил на оруднување, потоа распоредот на бакарот, железото и цинкот по поедините рудни минерали и минерали кои го придружуваат сукцесивниот ред на главните минерални врсти. Овде посебно треба да се истакне детерминацијата на минералите на бакарот, цинкот и железото од редот на халкопирит, малахит, халкантит, куприт, сфалерит, хематит, магнетит и др.

Целта на овој магистерски труд е да направи синтеза на резултатите од истражувањето на наоѓалиштето за бакар, цинк и железо Иберли и интерпретација на истите кои ќе дадат придонес во понатамошниот тек на истражувањето.

Со овој магистерски труд ќе биде опфатена една доста комплексна тема на синтеза на податоците од различните методи на истражување кои беа применети на теренот за решавање на низа прашања кои беа поставени пред почетокот на истражувањето.

3.0. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊА

Бидејќи како предмет на истражување се терени со сложена геолошка еволуција неопходна е примена на комплексна методологија на теренски и современи лабораториски методи со кои би се добиле поегзактни податоци за пореална интерпретација на поставената цел. За остварување на поставената цел покрај теренските истражувања користени се лаборатории во земјата и нејзината блиска околина. На

просторот предвиден за прв пат се направени обиди, еден контингент од геолошки податоци, собрани во подолг временски период, со истражувања водени по различни критериуми, да се анализираат и синтетизираат по ист критериум.

Основната методологија на изработка на оваа магистерска теза се состоеше од две фази. Првата фаза беше наменска анализа на резултатите од сите релевантни видови геолошки истражувања. Втората фаза беше изработка на подлоги, по неопходни параметри, потребни за оценката на потенцијалноста на наоѓалиштето Иберли.

Во изработката на оваа магистерска теза се користени геолошките методи: анализа и синтеза на претходните геолошки истражувања и тоа: анализа и синтеза на поранешните регионално геолошки истражувања со посебен осврт на тектонските истражувања, геотектонските концепти и распространувањето на формациите со кои е поврзано орудувањето на бакарот, цинкот и железото.

Од негеолошките методи беа применети: анализа и синтеза на податоци од хемиски анализи на бакарот, цинкот и железото, како и придружните елементи со посебно внимание врз постапката на земање на примероците и применетите аналитички методи, анализа и синтеза на резултатите од извршените теренски и лабораториски истражувања. За различни типови на испитувања одбрани се примероци кои се репрезентативни за целото наоѓалиште. Примероците од различните делови од наоѓалиштето се собирани во повеќе наврати од свежи изданоци, отворени профили и халди. Бројот на теренските примероци е одреден зависно од геолошките карактеристики, неговата откриеност, забележаните минералоски и структурно – текстурни вариетети на изданоците, од свежината на карпите.

При теренските истражувања, посебно внимание е посветено на структурите како рудоконтролни фактори, како и на алтерациите по видови и нивната евентуална поврзаност со минерализацијата.

3.1. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИТЕ НА ИСПИТУВАЊЕ

Со оптичките методи се испитувани примероци земени од најзастапените оруднети и неоруднети карпи. Врз основа на оптичките испитувања извршена е селекција на примероците при што се одбрани примероци за детални микроскопски и геохемиски испитувања и примероци за одредување на квантитативниот состав на минералите со сканинг – електронски микроскоп.

3.1.1. Минералошко – петрографски испитувања

За одредување на минералниот состав и структурно – текстурните карактеристики на карпите изработени се микроскопски препарати со стандардна дебелина. При микроскопските одредувања е користен поларизационен микроскоп LEICA DMP 4500 опремен со дигитална камера и соодветен софтвер LEICA LAS. При деталното микроскопирање се користени комбинации од објективи со зголемување од 10x, 20x, 40x, 50x и 63x, во комбинација со окулари со зголемување 10x. Микроскопирањето е извршено во поларизирана светлина во ортоскопски услови без и со вклучен анализатор при што е користен стандарден микроскопски прибор. Како извор на светлина е користена бела светлина.

3.1.2. Рудно – микроскопски испитувања

Комплетниот рудно - микроскопски преглед е извршен во микроскопските лаборатории на Факултетот за природни и технички науки во Штип на поларизационен микроскоп од типот ZEISS Axiolab Pol со вградена камера ZEISS MC 80 DX (Databack D4) и микроскоп LEICA DMP 4500 опремен со дигитална камера и соодветен софтвер LEICA LAS. При деталното микроскопирање се користени комбинации од објективи со зголемување од 10x, 20x, 40x, 50x и 63x, во комбинација со окулари со зголемување 10x.

3.1.3. Хемиски анализи на карпите

Пробите за хемиски анализи на карпите се земени од халдите пред поткопите III/1 и II/1 а се анализирани со методата на ME-ICP61.

3.1.4. Хемиски анализи на минералните фази

Припремата на примероците е направена со сечење на примероците во вид на плочки со димензии 16x16x7 mm, мазнење и полирање. Хемиските анализи за составот на минералните фази се работени на Факултетот за природни и технички науки Штип на скенинг електронски микроскоп (SEM – *Scanning Electron Mikroskopy*) производство на Teskan од Чешка тип VEGA 3 LMU и детектор SE и EDS, напон од 20kV и висок вакуум од 10^{-2} .

4.0. МЕТАЛОГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Создавањето и просторниот геотектонски и металогенетски распоред на полиметаличните наоѓалишта претставува спрега на комплексни процеси, услови и влијанија кои најтесно се поврзани со геоисториската еволуција на геопросторите и составите на средините во кои денес ги наоѓаме овие значајни типови на минерални сировини. Комплексноста и разновидноста во тектонските елементи и стратиграфските односи на просторите каде се локализирани наоѓалиштата неоспорно е присутна, но реконструкцијата на процесите кои ги дале овие манифестации претставува комплексен проблем за чие делумно или приближно решавање, во денешни услови е потребно регионално поврзување на информациите, егзактните податоци и новите теориско - научни достигнувања.

Реконструкцијата и интерпретацијата на геотектонскиот односно геоисторискиот развој на геопросторот, во кој терените на Република Македонија претставуваат само мал дел, во изминативе неколку децении од овој век се заснова на неколку различни концепции. Имено,

се до 70-те години од овој век, доминантно место во толкувањето на геотектонскиот развој, геолошките формации и тектонското реонирање на Југоисточна Европа имале фиксистичките концепции и теоријата на геосинклиналите.

Појаснувањето на настанувањето и просторниот распоред на рудните наоѓалишта и поголемите металогенетски единици е во тесна врска со поедините Штилеови стадиуми и фази на развој на геосинклиналите, на чии основи и принципи подоцна Билибин (1948) го врши класифицирањето на поедините наоѓалишта во одредени фази. За одбележување е дека денес во светот регионалниот тектонски развој и разместувањето на големите металогенетски единици многу ретко се толкува преку класичниот развој на геосинклиналите. Таквиот пристап во денешни услови, најмногу се задржал кај руските геолози од кои посебно треба да се издвојат работите на Смирнов (1982), Твалчрелидзе (1985) и др.

Во втората половина на 60-те години од овој век, повторно од руските геолози била лансирана теоријата на тектонско - магматската активизација, која за многу кратко време земала силен замав, особено во појаснувањето на врската помеѓу регионалните разломни структури, магматизмот и оруднувањето. Главен акцент и своја промоција добиле прстенесто - радијалните структури и со нив поврзаните оруднувања, потоа односите на сводесто - депресивните структури и рудните наоѓалишта, како и пресеците на линиamentните структури од различни категории и со различен интензитет. Главен поборник на оваа концепција е рускиот геолог Шчеглов (1966, 1968), а на нашите простори ваквите толкувања се среќаваат во работите на Јанковиќ и Петковиќ (1974), Кочнева и други (1978), Петковиќ (1980,1982) и др. Сепак, мора да се констатира дека и покрај големиот број на објавени трудови, претежно во Источна Европа, оваа теорија многу брзо го загубила приматот, бидејќи голем број на прашања во таа регионална

геотектонска и металогенетска шема на еволутивниот развој не добиле соодветни одговори.

Во последните три децении, геотектонската еволуција на просторите и металогенетската реонизација се повеќе се базира врз мобилистичките пристапи и теоријата на тектониката на плочите. Оваа теорија, аналогно на претходните има свои варијанти кои произлегле од бројните модели и пристапи на различни групи на нејзини следбеници. Основните поставки на тектониката на плочите ги дале Isaks and all.(1968), потоа истите се разработувани и надополнувани од голем број автори, меѓу кои треба посебно да се истакнат работите на Wilson (1981,1988), Michel and Garson (1976,1981), Савкинс (1984), потоа на просторите на Балканот и пошироко Арсовски и Иванов (1977), Карамата (1982,1983), Јанковиќ и Петковиќ (1974), Боев (1988), Кнежевиќ (1989), Јанковиќ (1990,1994), Серафимовски (1990, 1993) и др. Следејќи ги основните поставки на тектониката на плочите, во еволуцијата на Земјината кора, можат да се издвојат неколку основни фази – интраконтинентално рифтување или разломување на континенталните плочи, проширување на интраконтиненталните рифтови и отворање на океанската кора, субдукција која доаѓа како последица на затварање на океанот и колизија или допирање на одредени континентални блокови кои локално доведуваат до “навлекување“ и задебелување на Земјината кора. Ова е посебно важно за толкување на местото и начинот на формирањето на магмите кои ги дале Терциерните вулкано-интрузивни комплекси на нашите простори и со нив поврзаните полиметални оруднувања.

Интраконтиненталното рифтување или латерално ширење на континенталната кора, најтесно е поврзано со зголемените топлотни текови, односно флуксови во длабочина. Под влијание на тие термички антиформи доаѓа до формирање на магми во обвивката, истенчување на континенталната кора (ресорпција од длабина), нејзино повивање и

раскршување, проследено со спуштање на блоковите и издигнување на базалтоидните магми по должина на разломните структури (Карамата, 1982). Карактерот на магматизмот, а со самото тоа и типот и видот на оруднувањето, во многу зависи од дебелината на континенталната кора и брзината на издигнување на топлотните доми. За одбележување е дека зоната на рифтување, поради термалните флуксови кои се движат нагоре, се карактеризираат со високи термални градиенти. Тие карактеристики на средините се од големо металогенетско значење во поглед на мобилизацијата на рудните компоненти од карпите и воопшто од средините низ кои поминуваат рудоносните раствори.

Сепак, во зоните на рифтување најголем дел од наоѓалиштата се настанати или на дното на морските басени поврзани со вулканските и вулканогено - седиментните комплекси, или генетски се поврзани со субвулканските и хипоабисалните интрузии сместени под морските дна. Оттаму за зоните на рифтување се поврзани и најголем дел од вулканогено - седиментните наоѓалишта на железо и манган, потоа хидротермални наоѓалишта на масивни сулфиди, стратиформните наоѓалишта на бакар, оловно-цинкови наоѓалишта во карбонатните карпи и др.

Во продолжението на процесите на рифтување доаѓа до појава на ширење и формирање на океанска кора. Океанската кора се формира од материјал од горната обвивка по должина на океанските гребени. Треба да се истакне дека при формирањето на океанската кора често пати доаѓа до настанување на одредени блокови со континентален тип на Земјина кора. Бидејќи зоните и создавањето на океанската кора се спојуваат или одвојуваат, затоа често пати континенталните блокови или микроконтиненти имаат обично издолжен и леќест облик. Димензиите на тие блокови можат да бидат од десетина до неколку стотина километри во должина со нешто помала ширина. Такви континентални блокови се Дринско-Ивањичкиот блок, масивот

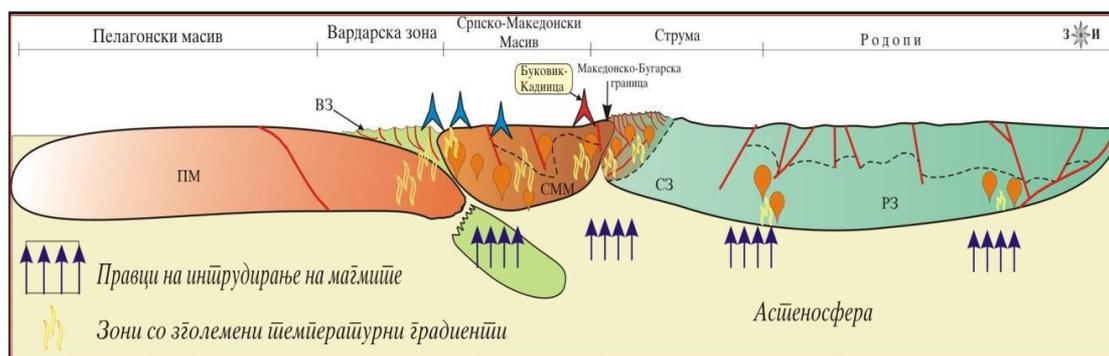
Мендерес, Киршехирскиот масив и др. а кај нас Пелагонискиот масив или во микроразмери, блокот Елен Шупе. Општо обележје на океанските типови на Земјината кора се ултрамафитите или офиолитските зони воопшто. Во својата подлога ултрамафитите се најчесто со слабо изразен тектонски склоп, меѓутоа со ширењето на океанскиот простор, тектонскиот склоп на ултрамафитите станува се поизразен бидејќи се оддалечува од зоните со зголемен топлотен тек. Во поглед на оруднувањата и типовите на минерализација, може да се каже дека истите се во непосредна врска со градбата на офиолитските комплекси. Главно, во зоните со развиен океански тип на Земјината кора најчесто се среќаваат оруднувања на хромити, платиноиди, титаномагнетити, сулфиди на бакар, никел и железо и др.

Во следните фази на компресија во рамките на овие рифтогени зони чии карактеристики комплетно можат да се согледаат на просторите на Вардарската зона, во текот на јура доаѓа и до пулсирање на значајни маси на гранитоиди. Со тие гранитоидни комплекси, особено на просторите на Вардарската зона на територијата на Република Македонија доаѓа до создавање на бројни наоѓалишта на железоскарновски тип, железо, бакар, цинк – скарновски тип, бакар-жични типови и други полиметали (Иванов, 1965; Чифлиганец, 1993; Јанковиќ, 1997; Попов, 2002; Серафимовски и др., 2012; Лиговски и др., 2014).

Сето изнесено во поглед на регионалното сфаќање на еволуцијата на поедините простори, преточени преку поедините концепции за геотектонскиот развој на одредени средини и просторниот распоред на крупните геотектонски и металогенетски единици, треба да се сфати како вовед во геотектонската реонизација на територијата на Република Македонија.

Иако зафаќа релативно мал простор, Република Македонија во геолошка и геотектонска смисла, се карактеризира со бројни специфичности, кои имаат големо значење за пореално толкување на

структурно - тектонските и геодинамичките односи на средините на Балканскиот Полуостров и ЈИ Европа.



Слика 1. Шематизиран профил низ Пелагонскиот масив, Вардарската зона, Српско-Македонскиот масив, Струма и Родопската зона (Тасев, 2003;).

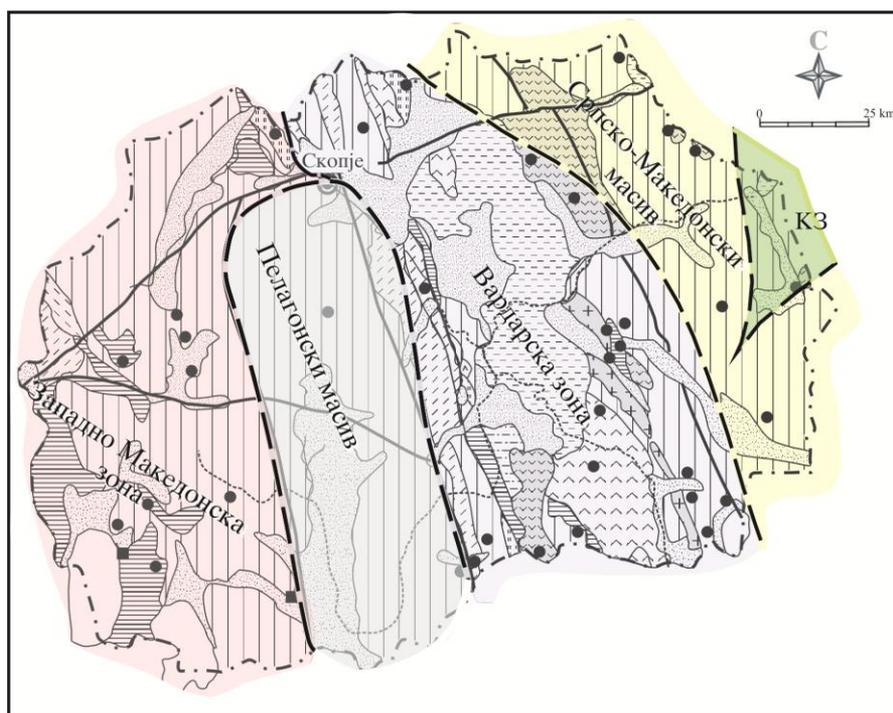
Fig. 1. Schematic section through Pelagonian Massif, Vardar Zone Serbo-Macedonian massif, Struma and Rhodope zone (Tasev, 2003;).

Во рамките на денешните територијално - политички граници на Република Македонија, издвоени се неколку крупни геотектонски единици кои според своите размери далеку ја надминуваат нејзината територија. Тоа се Западно - Македонската зона, Пелагонискиот масив, Вардарската зона, и Српско - Македонскиот масив. (слика 2).

Генерално, гледано геотектонските единици имаат издолжени форми во правец скоро С-Ј или ССЗ-ЈЈ, и истите на север продолжуваат во терените на Република Србија, а на југ во Грција.

Секоја од погоре наведените геотектонски единици претставува засебна структурно - фацијална целина, што се карактеризира со посебен геолошки развој и сопствена структурно-геолошка градба. Исто така, значително обележје претставува разликата во стилот на тектонските деформации кај поедини зони. Додека кај едните доминираат лонгитудинални структури (Вардарската зона), во други тоа се изометриски структури и отсуствуваат изоклини форми (Западно-Македонска зона, Пелагониски масив). Доста значаен момент во различниот стил на поедините геотектонски единици претставува и

карактерот на поедини магматски комплекси. Додека во поедините зони доминираат киселите формации, од редот на гранитоидите, (Пелагониски масив), во Вардарската зона доминираат базичните и ултрабазичните комплекси. На ова секако треба да му се придодат и разликите во метаморфизмот и вулканизмот, особено неогениот, кој е многу карактеристичен за поедините издвоени единици (на пример, Српско – Македонскиот масив и Вардарската зона).



Слика 2. Шематски приказ на геотектонските единици во Република Македонија

Figure. 2. Schematic representation of the geotectonic units in Republic of Macedonia

За да се добие покомплетна слика за поединечните специфики на структурно-геолошката и литостратиграфската градба на погоре издвоените геотектонски единици на територијата на Република Македонија, во иднина на кусо ќе се задржиме на позначајните обележја во геолошкиот состав и структурно – тектонските карактеристики на Вардарската зона.

Вардарската зона претставува крупна и мошне значајна линеаментна структура во градбата на средишните делови на Балканскиот Полуостров, чии рефлексии во континуитет се манифестираат и во Мала Азија (зона Измир - Анкара). Нејзиното настанување е реконструирано од повеќе истражувачи, кои неоспорно дале и различни мислења но во основа се сведуваат на најверојатно настанување на Вардарската зона кое треба да се поврзе со распаѓањето на Гренвилската Земјина кора, при што нејзиното дефинитивно вообличување во рамките на сегашните граници (според Арсовски и Думурџанов (1995)), е извршено веројатно за време на Алпската етапа. Според постојните геолошки податоци, Вардарската зона од формирањето, па се до тријас има геосинклинален карактер. Целиот Палеозоик се карактеризира со таложење на геосинклинални формации. Не е доволно јасно како на овие простори се манифестирани херцинските орогени процеси, но несомнено е дека на еродираниите палеозоиски површини во текот на Мезозоик во повеќе наврати доаѓа до возообновување на геосинклиналниот режим. Во Мезозоиската етапа, односно во текот на тријас и јура, во Вардарската зона, покрај седиментацијата доаѓа до интензивно втиснување на базичен магматизам кој е карактеристичен и за целото подрачје на внатрешните Динариди. Кон крајот на јура (после титон), доаѓа до интензивна тектогенеза која го условила ликот на структурните форми на Вардарската зона (Арсовски и Петковски, 1975).

Преку целиот свој развој, Вардарската зона се одликува со мошне висока подвижност и рифтен карактер, при што за време на јура на нејзиниот простор се формирал рифт со развој на океански тип на Земјина кора. Со еднострана субдукција овој рифт се затворил кон крајот на јура и почетокот на Долна креда. Понатамошниот развој на Вардарската зона се карактеризира со сменување на екстензивните со компресиски движења, проследени со слегнувања и издигнувања.

Таквиот развој на постјурскиот период како што истакнуваат Арсовски и Думурџанов (1995), веројатно е поврзан со колизионите процеси помеѓу Динаридите - Хеленидите и Карпато - Балканидите, при што фазите на компресија се манифестираат како орогени фази на набирање, имбрикација и навлекување, особено кон запад. За разлика од нив фазите на релаксација (екстензија), условувале формирање на трогови (креда, олиго - миоцен) и развој на терциерен вулканизам. На крајот на Еоцен, доаѓа до општо издигање и Вардарската зона се развива како континент заедно со останатите подрачја во Република Македонија.

Треба да се потенцира, дека основното структурно – геолошко обележје на Вардарската зона го сочинуваа длабинските разломни структури и структурите на лушпење со општа ориентација ССЗ-ЈЈИ, реликтите на океанската кора (габрови, дијабази, спилити и мелафири) и ултрамафити (серпентинизирани ултрабазити), кои тектонски се втиснувани по должината на разломните структури од длабински карактер. Ова укажува на фактот дека во градбата на Вардарската зона значајно место заземаат офиолитските комплекси, продукт на јурската океанска кора. Покрај габро - перидотитските комплекси доаѓа до појава на вулканогено - седиментни членови на офиолитите кои влегуваат во состав на дијабаз - рожната формација. Освен интензивно пројавениот базично-ултрабазичен магматизам, за време на јурската тектоно-магматска активност (чии манифестации се забележуваат и во долна креда) доаѓа до интродирање и на интермедијарна до кисела магма, која ги дала гранитоидните интрузивни комплекси, просторно распоредени претежно во источните делови на Вардарската зона.

Следната маркантна тектоно-магматска етапа во еволуцијата на Вардарската зона е поврзана за периодот на неогените тектоно-магматски процеси кои довеле до создавање на бројните вулкански и вулканогено - интрузивни комплекси, просторно распоредени скоро на целото подрачје на Вардарската зона.

Во зависност од констатираните разлики во градбата на Вардарската зона, истата е поделена на три зони - интерна, централна и екстерна (Димитријевиќ, 1974), односно источна, централна и западна субзона (Иванов, 1987). Од аспект на создавање и просторен распоред на неогените, во прв ред полиметални оруднувања, посебно интересни се источната и западната субзона на Вардарската зона. Имено, посебна карактеристика на источната субзона на Вардарската зона претставува широкиот развој на терциерниот калко-алкален магматизам чии продукти (андезити, латити, дацити, кварцлатити, риолити и нивните пирокластити) се просторно распоредени во контактните делови со Српско - Македонскиот масив. Затоа за овие вулcano - интрузивни комплекси просторно и парагенетски се поврзани поголем број на неогени полметалични оруднувања, од кои посебно место заземаат наоѓалиштата на олово, цинк и бакар. Од структурен аспект, оваа субзона се карактеризира со нешто послаб интензитет на набирање на карпестите маси, но со присуство на маркантни разломни структури на навлекување чиј интензитет расте одејќи спрема централната субзона. За разлика од источната, западната субзона на Вардарската зона се карактеризира со плиоценска тектоно - магматска активност чии манифестации најдобро се изразени на терените на Кожуф и Козјак, односно на подрачјето на Кожуфската вулканска област. Со овој вулканогено - интрузивен магматизам просторно се поврзани значајни наоѓалишта и појави на антимон, арсен, талиум, злато, бакар и подредено олово и цинк.

За одбележување е дека Вардарската зона во текот на својата еволуција повеќе пати била отворана и затворана. Овие ендогени циклуси често биле придружувани со интензивни тектоно - магматски процеси кои довеле до создавање на бројни интрузивни и вулканогено-интрузивни комплекси, за кои просторно и генетски се поврзани значајни наоѓалишта на разновидни минерални сировини.

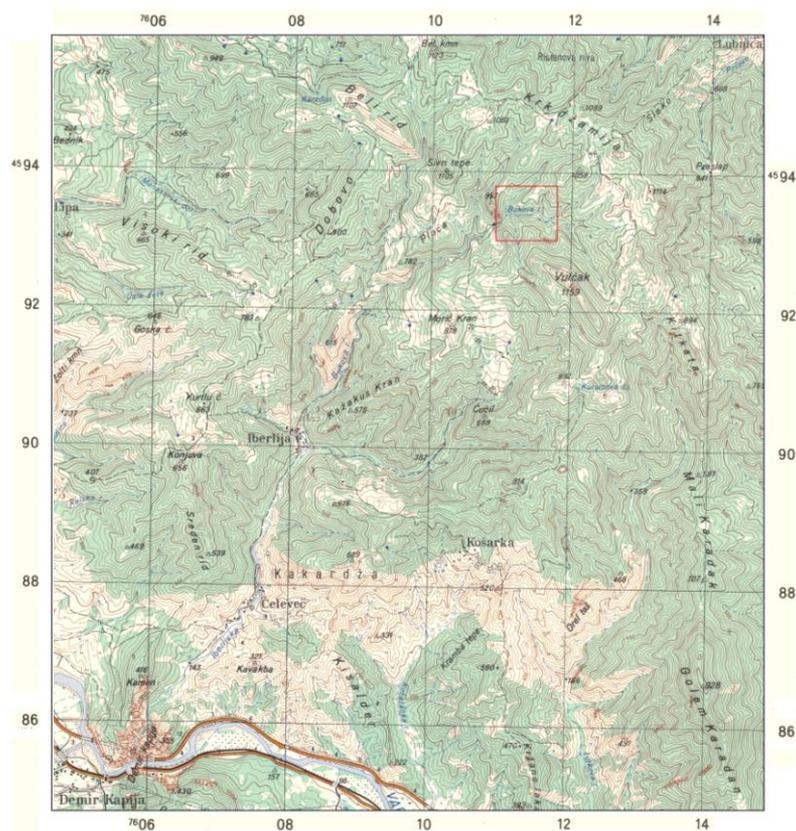
На крајот од овој кус преглед, на најбитните карактеристики на издвоените геотектонски единици, во Република Македонија сакаме да истакнеме дека сите погоре опишани единици, почнувајќи од неоген се развиваат како копно, односно настапува континенталниот стадиум. Во првата фаза според Арсовски и Петковски (1975), доаѓа до пенепленизација (зарамнување) на постојните форми, создадени со орогените процеси кон крајот на палеоген - олигоцен. Во втората фаза почнувајќи од плиоцен настапува неотектонската етапа која ги создала основните форми кои се одразени во современиот релјеф. Планинските масиви се создавани како елементи на издигање, додека депресиите се подрачја кои релативно тонат.

Геохронолошките испитувања заедно со истражувањата на проблемите кои се однесуваат на потеклото на генезата на гранитските магми, се едни од најфундаменталните прашања кои биле решавани во изминатиот период (Александров и др., 1996).

Јурски гранитоидни стени се релативно доста застапени во Вардарската зона и се поврзани за субдукционите процеси кои се одвивале во горна јура и во долна креда. Овие гранитоиди, со поголеми и помали интрузивни тела претежно се локализирани во источната вардарска субзона, во појасот кој се протега од с. Лојане на север преку Куманово – Штип – Серта – Плауш - Градешки Планини и Фурка на југ, а поретко се јавуваат помали маси и во централната вардарска субзона. На овие простори гранитоидите ги пробиваат прекамбриските и старопалеозоиските метаморфити, а на места и јурските офиолитски стени, а преку нив трансгресивно лежат алб-ценомански-конгломерати. Како резултат на полифазно втиснување и магматска диференцијација јурските гранитоиди во Вардарската зона се претставени претежно со кварц-монзонити (адамелити), гранити, гранодиорити и аплитоидни гранити.

5.0. ГЕОГРАФСКО - ЕКОНОМСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Рудното наоѓалиште Иберли се наоѓа северо - источно од Демир Капија на 10 km воздушно растојание од ова населено место (слика 3). Тоа е сместено во југозападниот дел на Градешка Планина, а источно од с. Иберли кое воедно е и најблиско населено место до наоѓалиштето. Надморската висина на која се наоѓа ова наоѓалиште се движи од 800 – 900m, а самото наоѓалиште се протега во правец СЗ-ЈИ. Должината на минерализацијата која е констатирана во Буковска Река изнесува 1km, додека хидротермалните измени кои го пратат контактот меѓу гранитот и мермерот се протегаат на многу голема должина повеќе од 4km. Пределот околу наоѓалиштето Иберли е ретко населен и во поголемиот свој дел е покриен со букова шума со грмушкести растенија.



Слика 3. Географска положба на наоѓалиштето Иберли

Figure 3. Geographical location at the Iberley deposit

Комуникационите прилики во моментот се доста неповолни, бидејќи до нив се доаѓа единствено преку лошиот шумски пат кој го поврзува Буково со железничката станица Дуброво на пругата Скопје – Гевгелија во непосредна близина на Демир Капија. Должината на патот изнесува околу 30 km и оди преку селата Војшанци и Калањево. Овој пат е без здрава подлога и во периоди на дожд и снег практично е непрооден за моторни возила. Овој пат слегува во долината на Буковска Река, односно непосредно до поткопите II и III.

Освен оваа комуникација постои и коњска патека по Буковска Река преку селото Иберли со кој рудните појави се поврзани со Демир Капија. Воздушното растојание Демир Капија – Буково изнесува 10 km, а висинската разлика помеѓу надморската висина на Демир Капија и Буково е 700 m.

6.0. МОРФОЛОШКО-ХИДРОГЕОЛОШКИ КЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Подрачјето во околината на наоѓалиштето Иберли се дренира од Буковска Река и нејзините притоки која тече скоро во правец И - З , која е лева притока на реката Вардар, се влева во Вардар јужно од Демир Капија. Во непосредната околина имаме повеќе притоки на Буковска Река и тоа: Морачка Река, `Рѓавица и др. кои се составуваат кај с. Иберли и надолу се познати како Иберлиска Река. Буковска Река со своите притоки образува главно паралелна дренажна мрежа чија ориентација е со правец на протегање исток – запад, односно попречно на протегањето на планинскиот синџир на Градешки Планини. Буковска Река извира во ревиrot на Јаила, северно од неа под Крк Џамија извира нејзината притока `Рѓавица, а под Морач извира Морачка Река.

Сите овие реки и притоки имаат вода преку целата година но нивото им варира во сушните и влажните периоди на годината. Најголемата количина на вода е содржана во Буковска Река која непосредно под контактот помеѓу гранитот и мермерот има неколку извори кои со својата издашност се доста

значајни, од која последниот е најголем. Овие извори имаат прилично рамномерна издашност и главно рамномерно ја хранат со вода преку целата година Буковска Река. Точната количина на протокот на водата не е снимена, но грубо се оценува дека истата изнесува помеѓу 50-80 l/s.



Слика 4. Буковска Река во непосредна близина на поткоп III/1

Figure 4. Bukovska River in the immediate vicinity of the adit III / 1

Во поглед на орографијата теренот има главно ерозивен карактер. Главниот планински синцир на Градешки Планини се протега во правец север - северозапад, југ - југоисток, а главни врвови се Борокли Тепеси со кота 1075m, Јојлс 1109 m, Крк Џамија 1020 m, Вучјак 1152 m, и др.

Источно од контактот помеѓу мермерот и гранитот се наоѓа вододелницата помеѓу сливот на река Вардар и сливот на река Крива Лакавица која е лева притока на реката Брегалница. Југозападните падини на Градешките Планини се избраздени со релативно стрмни долини со правец главно југ-југозапад, север - североисток.

Покрај споменатата ерозивна карактеристика на теренот која е усложена со речните долини (ерозија) постои и ерозивен релјеф кој е условен и со петрографскиот состав на теренот.

Имено масивот на мермерите се истакнува со релјефот со своите позитивни форми чие протегање е северозапад - југоисток, а чија

старост се означува како кредна. Во овој масив се забележуваат исто така и карстни форми, чија големина не е така забележителна, но евидентно е да истите претставуваат изворишни врела како што е врелото на Буковска Река.



Слика 5. Поглед кон врвот Вучјак

Figure 5. View to the top Vuchjak

Подрачјето на наоѓалиштето Иберли е ретко населен и пасивен крај. Постојат неколку села со население од турско малцинство: Иберли, Чесинџир и Кошарка, но со миграцијата на ова малцинство во Турција тие се останати практично без население бидејќи во последните години 95% од населението е иселено, така што во горните села живеат само две-три фамилии. Населението претежно се занимава со сточарство. Подрачјето е прилично пошумено со букова и дабова шума но тоа поради неразвиените комуникации скоро воопшто не се користи. Од другите природни богатства во овој крај покрај појавите на Fe, Zn и Cu имаме и појави на азбест во серпентинитите кај село Иберли. Овие серпентинити со своите појави на азбест не се доволно истражени.

7.0. ИСТОРИЈАТ НА ПОРАНЕШНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Првите податоци за наоѓалиштето на бакар и цинк во Иберли ги наоѓаме во извештајот на Чабриќ, (1930).

Во својот опис дава општ преглед на истражните рударски работи кој биле во почетна фаза. Ја спомнува минерализацијата: халкопирит, пирит и галенит. Поопширен извештај со повеќе податоци е експозето на Петуников, „Експозе од рудникот за бакар во Јужна Македонија општина Демир Капија и Бистриничка“, од 1931 година. Тој наведува дека за време на неговата посета на истражните работи халдата имала околу 150 тони руда.

Понатаму наведува дека сортирната руда од овој вагон дала 27,70% бакар, а арсен и антимон само во трагови.

Покрај халкопиритот во поткопот биле констатирани цинкбленда и пирит, а на еден поткоп (веројатно на поткоп III) бил констатиран железен шешир од лимонит со трагови на бакарни минерали. Под поткоп III се наоѓал друг поткоп во висинска разлика од 9 m. Овие два поткопа биле поврзани со окно. Долниот поткоп бил долг 61 m. и имал за цел да ги пресече халкопиритските жици, моќни по 10-тина cm. во горниот поткоп. Но надежите не биле исполнети, т.е. во долниот поткоп немало ништо.

Од 1936 година постојат два извештаја и тоа: еден од Мишел и вториот од Пергетер. Пергетер - дава попрецизни податоци за наоѓалиштето Иберли. За него нагласува дека се наоѓа на контакт помеѓу многу силификовани варовници и серпентизирани карпи. Ги имал прегледано сите истражни рударски работи и поткопи и вршел информативно опробување. На база на истрагите заклучил дека не постои можност за пронаоѓање рудно тело од економска вредност. Сепак предложил да се изврши прописно геолошко картирање а потоа можеби и геофизички испитувања на поедини одредени места за да се утврди дали постои основа за вршење на понатамошно истражување.

Исто така Пергетер извршил и информативно опробување на наоѓалиштето Иберли. Од поткоп III земал две бразди од по 1m и тоа од почетниот побогат дел. Анализите на овие проби ги дале следните резултати: Cu% (3.69, 5.63), Zn% (6.73, 22.11), Pb% (0.10, траг), Au gr/t (1.90, 0.60), Ag gr/t (7.00, траг).

На прв поглед резултатите од анализите се многу перспективни, но понатаму констатира дека подземните работи не наишле на слична концентрација на рудни минерали, туку само на споредни мали импрегнации.

Во заклучокот наоѓалиштето Иберли вели: врз основа на прегледаните богати партии се создава впечаток дека рудата има прилично добар квалитет. Понатаму вели дека од досегашните истражни работи не постои можност за пронаоѓање на едно рудно тело од економска вредност. Авторот предлага понатамошно истражување од должината на контактот, за да се даде дефинитивен одговор за економската вредност на наоѓалиштето.

Мишел, го дава протегањето на рудното тело кое по него изнесува 3 km. За наоѓалиштето Иберли спомнува бакар и цинк и рудно тело 2m. моќно.

Тучан, 1935 год. - вршел минералошко-петрографски испитувања на теренот во околината на Иберлиска Река. Во рамките на картираниот терен споменува серпентини (перидотити) габроамфиболити и мермери. Потоа напоменува дека петрографскиот состав во околината на Иберлиска Река на стените е многу интересен и е потребно да се обрне внимание за односот на амфиболитите според перидотитот. Последното го поставува поради тоа што амфиболитот е типски кристалести шкрилец, додека перидотитот со кого е непосредно поврзан е базична карпа.

Измајлов, 1948 год. - извршил геолошко картирање на околината на село Иберли, при што го зафаќа и теренот по кој се протегаат Cu-рудни

појави. Ова картирање го извршил во врска со рудните појави на азбест. Во овој труд го споменува и наоѓалиштето на бакар во Буковска Река и вели: „По должината на контактот (мермер - гранит) во раседната зона развиена е тектонска бреча и по должината на овој расед се јавуваат руди на бакар од хидротермално потекло.“

Стојанов, и Арсовски, 1960 год. во извештајот за геолошкото картирање на појавите на азбест кај с. Иберли даваат краток геолошки преглед на пошироката околина и геолошко-петрографски опис на деталното картирано подрачје. На геолошка карта 1:5 000 се издвоени серпентинити, амфиболски шкрилци, гранити, диорити и квартерни наслаги.

Стојанов, 1961 год. – во извештајот на истражните работи на рудните појави на бакар и цинк – Буковска Река дава геолошки и петрографски опис на карпите и предлог за натамошни истражувања. Картираното подрачје е изградено од два типа на карпи: мермери и гранити. На контактот меѓу овие карпи долж раседната линија напоменува дека се јавува оруднета скарновска зона, а понекаде и оруднети серпентински тела. Скарновската зона на површина е долга околу 1000 метри, а широка од 1-20 метра. За истата вели дека е обично црна или сиво обоена изградена претежно од пироксени, а оруднета со сфалерит, халкопирит, пирит и други рудни минерали.

На наоѓалиштето Иберли се вршеле интензивни рударски истражувања односно се вршеле подземни истражувања, односно се пронајдени 5 поткопа кои имаат различна должина. Во тој однос поткоп 5 покажал најслаба концентрација на руда, додека другите поткопи покажале дека на поедини места има релативно голема концентрација на руда. Направените раскопи на површина покажале дека на левата страна на Буковска Река рудната концентрација не се гледа.

На база на досегашните работи според авторот во програмата за истражните работи на бакар во Буковска Река за 1961 година

предложил појавите подетално да се истражат, т.е. да се изврши длабинско дупчење, јамско и површинско со цел да се оцени економската вредност на наоѓалиштето.

Посебен осврт на геолошко - економската оценка на наоѓалиштето Иберли е направена според методологијата од областа на економската геологија на ниво на претходни истражувања, кои биле спроведени во периодот од 1960 година, а покасно и во 1974 година. На наоѓалиштето Иберли се вршени регионални и полудетални истражувања по пат на рударски истражни работи со 5 истражни поткопи кои го имаат истражено наоѓалиштето во приповршинскиот дел на теренот, потоа се вршени истражувања со раскопување на изданоците кои се подетално опишани со геолошките фактори од геолошко - економската оценка, вршени се испитувања со геофизички методи (геомагнетна метода) врз основа на чии резултати како и резултатите од истражните поткопи раскопи и геохемиската проспекција вршено е длабочинско дупчење на потесното подрачје (на протегање од 1000-1500m) како и неколку дупнатини во СЗ дел од наоѓалиштето каде се проверувани одредени аномалии добиени со геомагнетната метода.

Во периодот на шеесеттите години од минатиот век значајни податоци за геолошките и металогенетските карактеристики на наоѓалиштето Иберли даваат Страчков и Христов (1961), Иванов и Чулев (1962, 1963, 1964), Чулев (1965, 1967), Стојановиќ (1967).

Врз основа на сите изведени истражни работи во периодот од 1965 год. и 1964 год. извршена е пресметка на рудните резерви на наоѓалиштето Иберли. Рудните резерви според степенот на нивната истраженост се категоризирани како C_1 резерви и C_2 резерви, бидејќи густината на истражните работи според коефициентот на варијацијата и типот на наоѓалиштето ги задоволува барањата за одредување на овие категории.

Со овие истражни работи се пресметани вкупно C_1 резерви од

2.753.180 t со квалитет на минералната суровина на Zn од 2,09%; Cu - 0,20% и Fe - 18,44%, како и резерви од C₂ категорија од 1.000.000 t.

Иванов Т. (1966) проучувајќи ја металогенијата на Вардарската зона констатирал дека во областа на јурските гранитоиди се јавуваат карактеристични наоѓалишта на скарнови каде сретнуваме скарнови без рудна минерализација и скарнови со одруднување од Fe, Cu, Zn и Bi.



Слика 6. Стари истражни работи на наоѓалиштето Иберли

Fig. 6. Old exploration works at the Iberley deposit

Значајни податоци за геолошките и металогенетските карактеристики на Конечки Планини каде припаѓа и наоѓалиштето Иберли можат да се најдат во работите на Чулев и Хаџи Петрушев (1974) и Бандилов (1985). Значаен придонес во проучувањето на металогенијата на јурските гранитоиди во Градешките Планини даваат Богоевски, Денковски и Бандилов (1988, 1990).

Глигоров В. во текот на 1988 година ги проучува геолошките и металогенетски карактеристики на наоѓалиштето Иберли, а особено значаен придонес дава по однос на геолошко – економската оценка на спомнатото наоѓалиште.

Чифлиганец (1995) во својата монографија „Рудишта и појави на бакар

во Република Македонија“, дава значајни податоци и за наоѓалиштето Иберли.

Најнови податоци по однос на геолошките, геохемиските и металогенетски карактеристики на наоѓалиштето Иберли можат да се најдат во работите на Шпритова (2016), како и Шпритова и Спасовски (2016).

8.0. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ

Во геолошката градба на поширокото подрачје на рудното наоѓалиште Иберли учествуваат следните литолошки единици:

Прекамбријски карпи – претставени со дволискунски (мусковитско – биотитски гнајсови) и биотитски гнајсови;

Палеозојски карпи – претставени со серијата на серицитско-амфиболски шкрилци со мермери, мермери и серпентинити;

Мезозојски карпи – претставени со гранити и нивните диференцијати и Плиоценски седименти (песоклива серија) и квартерни наслаги (горна речна тераса и делувијални наслаги) (слика 7).

8.1. Прекамбријски карпи

Прекамбријските карпи во пределот Сиври Тепе се застапени со леукократни дволискунски гнајсови и биотитски гнајсови. Староста на овие карпи е одредувана по аналогија на соседните терени. На Сиври Тепе на левиот брег на Рѓавица на контактот помеѓу шкрилците и гранитите имаме една лента од гнајсови која е долга 300-400 m. Се протега северозапад - југоисток и со една тектонска линија раздвоена е во два дела и преместена.

Со оваа тектонска линија се преместени мермерите и филитичните шкрилци кои во раседната линија се слабо скарнизирани и силификовани. Оваа лента на гнајсевите лежи конкордантно со мермерите и е навлечена над нив. Исто така гнајсевите се јавуваат источно од Вучјак до Градешка Река. Таму заземаат поголем простор.

Макроскопски гнајсевите се леуократни дволискунски карпи во кои сретнуваме кварц, ортоклас, мусковит и споредно биотит. Тие се со шкрилеста текстура и во нив се гледаат одделни слоеви кои во релјефот се добро изразени.

Макроскопските проучувања на гнајсевите покажаа дека во нив како битни минерали се фелдспатите, кварцот и лискуните. Од фелдспатите преовладуваат калијските - ортокласи, додека меридијалните плагиокласи се присутни во мали количини. Обоените минерали се застапени главно со серицит и мусковит, и само по некоја лушпа на биотит.

Микашистите макроскопски се карпи со темно-сива боја од големо присуство на биотит.

8.2. Палеозојски карпи

Палеозојските карпи се застапени во југозападниот дел. Тие прават директен контакт, исто така се јавуваат и во гранитниот дел.

Шкрилци – Шкрилците се јавуваат во повеќе вариетети од кои најзастапени се амфиболските шкрилци, серицитските шкрилци, понатаму филитичните шкрилци и делимично графитичните шкрилци.

Нивната положба на теренот е главно во две паралелни траки, една се јавува на контактот помеѓу гранитот и мермерот а другата внатре во самиот гранит, а под Вучјак амфиболските шкрилци го чинат контактот со гнајсевите. Моќноста им варира од десетина метри до 300m. Траката која се јавува непосредно на контактот е составена од графитични и филитични шкрилци. Кон североисток контактираат со гранитите и гнајсевите. Во централниот ревер на Буковска Река, траката на шкрилците се губи, а контактот помеѓу гранитите и мермерите овде е директен. Овие карпи се распространети во периферните делови на Градешка Планина, во околината на с. Конче, Баракли, Удово, Вучјак и во северозападниот дел на Серта, јужно од с. Селце.

Серијата во поголем дел лежи преку ситнозрнестите биотитски гнајсови. Таа некогаш заземала поголема површина што е разломена од гранитите, поради што сега се наоѓаат на одделни места како тесни траки со протегање СЗ-ЈИ. На контактот со гранитите се јавуваат скарнови и контактни минерали по Вучјачкиот реверсен расед, во локалноста Буково.

Серијата е составена од амфиболитски шкрилци и мермери, а наместа и разновидни други шкрилци. Има зелена или темнозелена боја, карактеристична за амфиболските и хлоритските шкрилци, а наместа и сивобела или бела боја (мермери).

Амфиболските шкрилци се јавуваат по десната страна на Водесја Река и Луткова Река. Макроскопски шкрилците се сиво - зелени до темно сиви со изразена шкриљавост и ситнозрнестоста до среднозрнеста структура, разликуваме амфиболски шкрилци со крупни фелдспати и ретко со гранати, амфиболити без одредени правци на фолијацијата и пироксенско - амфиболски шкрилци.

Амфиболитските шкрилци се најзастапени карпи во серијата. Тоа се фино до средно слоевити, често и лентовидни карпи. Во лентовидните вариетети се сменуваат наизменично тенки траки од аплитоиден состав, со траки во кои што преовладуваат обоени состојки. Дебелината на траките достигнува до 1 см. Поретко се сретнуваат и хомогени слоеви, во кои што не се гледа лентовидна текстура. Составени се од амфиболи, кварц и фелдспати. Од амфиболите е најчеста хорнбленда, а во некои примероци е забележен и иглест амфибол-актинолит, но во мала количина. Од фелдспатите преовладуваат плагиокласи, кои што најчесто се каолинирани и серицитирани, а поретко и пренитизирани. Како споредни состојки се среќаваат епидот, сфен, леукоксен и рудни минерали. Содржината на обоените состојки, во споредба со безбојните, варира во широки граници. Структурата им е гранобластична со тенденција кон

нематобластична, а ретко и порфиروبластична. Sprema некои индикации овие карпи можат да имаат магматско и седиментно потекло.

Мермерите во серијата се јавуваат во вид на слоеви - траки со нееднаква должина и дебелина. После амфиболитските шкрилци мермерите се најзастапени карпи во составот на серијата. Помали леќи, интимно врзани со шкрилците, поради малите димензии и честите сменувања не се издвојувани. Мермерите имаат сива, темносива, а наместа и модрикава боја. Зависно од текстурните особености тие се масивни или банковити. Се издвојуваат во помали или поголеми блокови со систем на прслини.

Шкрилците немаат одредено место во серијата. Се јавуваат во заедница со амфиболитските шкрилци или мермери, во вид на прослојки со мала должина и дебелина. Имаат зеленикава или темно сива боја и шкрилеста текстура. Постојат повеќе вариетети, како албит-хлоритски шкрилци, албит-хлоритско-серицитски шкрилци, хлоритско-кварцни шкрилци, серицитски шкрилци, серицитско-цоиситски шкрилци, кварцни шкрилци и метааркозни песочници.

Серицитските шкрилци се застапени во сите ревири, додека графитичните и филитичните шкрилци се застапени само во ревирот Сиври Тепе. Макроскопски шкрилците се сиви до темно-сиви со изразена шкриљавост во која често може да се мери падот на шкрилавоста. Овие карпи главно се со пелитски состав, често се фелдспатизирани и најзастапени во нив се минералите серицит и хлорит.

Во шкрилците под микроскоп се гледаат низи на хлорит и серицит доста лимонитисани, а помеѓу овие се наоѓа кварц и албит. Кварцот е застапен во ситнозрнести агрегати, а албитот е со полисинтетска градба. Во некои шкрилци имаме доста глиновита материја, а плагиокласот се јавува во крупни зрна, покрај него имаме и гранати. Во

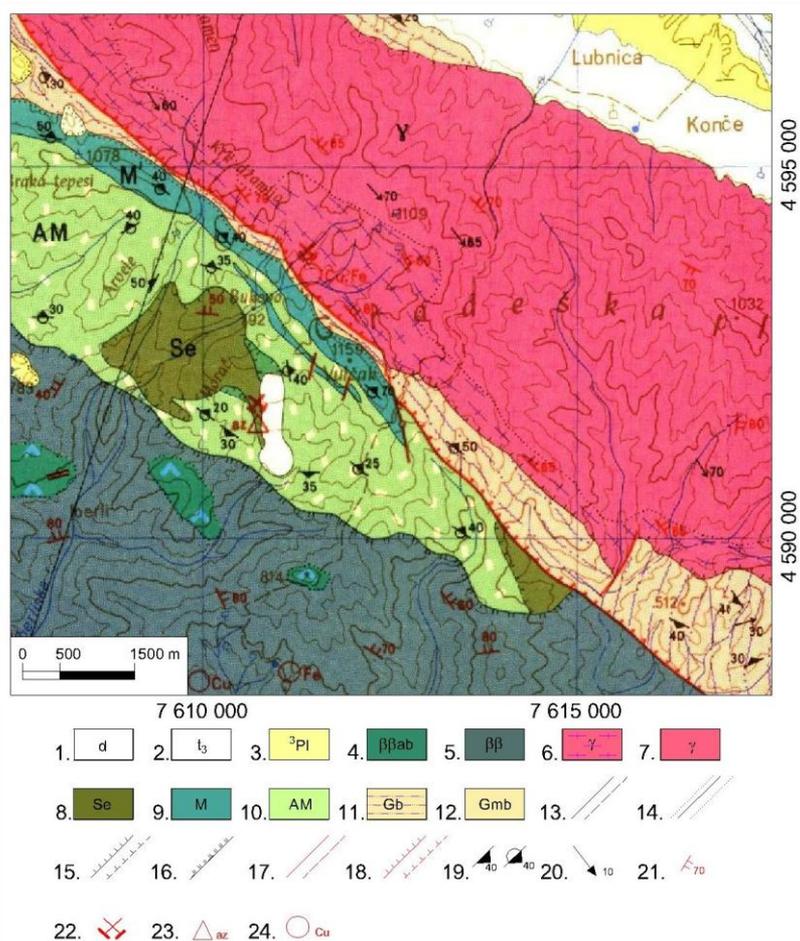
некои шкрилци фелдспатите се серицитисани и каолинисани, како последица на хидротермалната дејност. Присуството на гранат во нив исто така зборува дека е извршена скарнизација на шкрилците кај оние кои во својот состав имале и карбонатска материја. Меѓу шкрилците сретнуваме и калцитски шкрилци кои се составени обично од калцит, кварц и хлорит. Во некои од нив имаме и рудна минерализација врзана за пукнатините.

Сите овие шкрилци претставуваат поголеми и помали партии кои се склопени во гранитите а често пати гранитот околу нив е ушкрилен. Исто така извршената фелдспатизација во нив зборува дека тие се постари од гранитот и дека се пробиени од него. За ова исто така зборуваат и жиците на апатит кои се поставени главно во мали силиви во нив. Фелдспатизацијата на шкрилците е понекогаш така интензивна да тие потсетуваат на мигматити и тоа на лентовидни мигматити. Исто така во некои партии се забележува и асимилација на поедини партии од шкрилците. Во тие случаи гранитот добива темно - зелена боја така што понекогаш личи на габро.

Песочници и кварцити – Помеѓу шкрилците под микроскоп се одредени некои примероци како песочници и кварцити. Тие макроскопски на теренот тешко се издвојуваат, бидејќи претставуваат тенки траки вклопени во шкрилците. Застапени се како во филитите, така и во серицитските и амфиболските шкрилци.

Сите имаат псамитска структура, како фрагменти во нив се јавуваат најмногу зрна на кварц, понатаму серицитски шкрилци, ортоклас, гранити и др. Во некои песочници имаме обилно застапен фелдспат така што тие добиваат аркозен карактер.

Цементната маса во нив има главно глиновито - серицитски карактер. Цементното споило често пати е ушкрилено во правец на шкрилавоста што најверојатно е како последица на притисоците за време на тектонските фази.



Слика 7. Геолошка карта на поширокото подрачје (ОГК, 1:100 000)

1. Делувиум; 2. Горна речна тераса; 3. Плиоцен (песоклива серија); 4. Спилити; 5. Дијабази; 6. Шкрилави гранити; 7. Среднозрнести гранити; 8. Серпентинити; 9. Мермери; 10. Серија на амфиболски шкрилци и мермери; 11. Биотитски гнајсови; 12. Дволискунски гнајсови; 13. Нормална граница (утврдена и покриена); 14. Ерозивна граница (утврдена и покриена); 15. Пробив на магматско тело (утврдено и покриено); 16. Преливна граница на вулканит; 17. Ресед (утврдено и претпоставено); 18. Чело на лушпа; 19. Елементи на падот на фолијацијата (нормална и превртена); 20. Пад на линеација; 21. Пад на пукнатини; 22. Јамска работа (напуштена); 23. Појава на азбест; 24. Појава на метали.

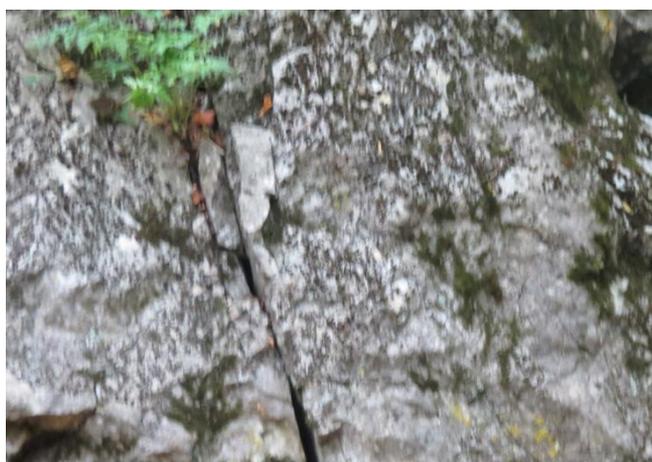
Fig. 7. Geological map of the adjacent area (BGM, 1:100 000)

1. Deluvium; 2. Upper riverbed; 3. Pliocene (sandy series); 4. Spilites; 5. Diabase; 6. Schistose granite; 7. Mediumgrained of granite; Serpentinities; 9. Marbles; 10. Series of amphibole shales and marbles; 11. Biotite gneiss; 12. Two-mica gneiss; 13. Normal boundary (determined and covered); 14. Erosion boundary (determined and covered); 15. Break through of a magmatic body (determined and covered); 16. Overflow boundary of volcanite; 17. Fault (determined and assumed); 18. Shell head; 19. Elements of fall of the foliation (normal and inverted); 20. Lineation dip angle; 21. Angle of fissures; 22. Mine works (abandoned); 23. Asbestos occurrence; 24. Occurrence of metals.

Во шкрилците се сретнуваат и кварцити составени скоро исклучиво од кварц, кој е ситнозрнест и главно ушкрилен. Во некои зрна на ортоклас дополнително по пукнатините се внесени рудни минерални зрна, исто така зрна на калцит и хлорит.

Мермери – Мермерите се застапени во југозападниот дел. Тие прават директен контакт со гранитите, а некаде се издвоени од поголеми и помали траки на шкрилци. Освен оваа голема партија на мермери во гранитот имаме вклопени помали леќи на мермери кои понекаде се скарнизирани. Исто така вакви леќи и траки на мермери имаме вклопени и во шкрилците и гнајсевите. Нивната положба во гнајсевите е тектонска. Вакви леќи на мермер се наоѓаат северно од Вучјак кај Сиври Тепе, источно од поткоп V во долината на Рѓавица и на други места.

Мермерите макроскопски се карпи со сиво - бела или бела боја доста испукани, понекогаш и карстифицирани. На поголемиот дел се масивни, а во јужниот дел се и стратифицирани во банкови така што може да се мерат нивните елементи на падот. На контактот со гранитите во нив се образувани скарнови и скарноиди кои често пати неправилно завлегуваат во нив.



Слика 8. Манифестација на мермери на површината на теренот

Fig. 8. Marble demonstration on the surface of the terrain

Под микроскоп тоа се главно карпи со ситнозрнест состав и изградени скоро исклучиво од калцит. Во некои мермери имаме и магнезитски минерали како форстерит, така што не е исклучиво да имаме и магнезиски мермери. Во некои примероци под микроскоп се запазува и апатит, а исто така зрна на хлорит и епидот. Овие последни минерали се донесени со асцедентните раствори кои на контактот извршиле и скарнизација на мермерите. Мермерите се ситнозрнести со често насочени издолжени калцитски зрна во еден правец што зборува дека се настанати со прекристализација под дејство на метаморфизмот. По некој пат во нив се запазува бречаста текстура во која првобитно здробените зрна се цементираны било со карбонатски материји, било со силициски материји. Често пати во мермерите се запазува и опализација која е врзана за хидротермалната фаза. Само понекаде се запазуват варовници со криптокристалеста карбонатна материја.

Серпентинити се јавуваат во вид на мали тела западно и југоисточно од наоѓалиштето Иберли како пробои во амфиболските шкрилци. Структурата на серпентинитите најчесто е мрежеста. Изградени се од хризотилев серпентин, антигоритски серпентин и бастит. Во анализираните примероци е констатиран и хризотил азбест кој што се јавува во вид на тенки жилки од густо збиени влакнести агрегати. По левата страна на Иберлиска Река, серпентинитите се испробиени со многубројни жични габропегматитски карпи, изградени од крупни кристали на фелдспат и амфибол. Како споредни и секундарни состојки учествуваат кварц, цоисит, мусковит и титаномангнетит.

8.3. Мезозојски карпи

Гранити – Гранитите зафаќаат далеку поголем простор во однос на останатите карпи а исто така и во однос на останатите метаморфни карпи. Гранитската интрузија претставува всушност една издолжена маса на гранити во правец СЗ-ЈИ, која кон југ е директно поврзана со гранитите на Плауш и Фурка. Овој гранитоиден масив се протега на

голема должина додека моќноста не му е голема и варира помеѓу 2 – 5 km. Неговата внатрешна структура не е едноставна, туку во него се забележуваат разни структурални и минералоски вариетети. Исто така во себе има вклопено низа помали или поголеми анклавни и партии на магматски и метаморфни карпи постари од него. На многу места на контактот со карбонатните карпи неговите диференцијати (хидротерми) образувале скарнови со кои често пати е поврзано и оруднувањето. Познати се скарновите појави кај Казан Дол, Ајранли, Караташ, Чепели и појавите кај Буково. Во поголем дел е зафатен со ерозијата и често пати е покриен со грус. Макроскопски во него можат да се издвојат вариетети со виолетов фелдспат, понатаму вариетети со порфиرويدни фелдспати и крупнозрни вариетети и др.



Слика 9. Манифестација на серпентинити на површината на теренот од десната страна на Буковска Река

Fig. 9. A manifestation of serpentinites on the surface of the terrain on the right side of the Bukovka River

Обилното присуство на помали или поголеми партии од постарите карпи вклопени во него влијаеле на неговиот состав така што имаме често пати партии кои се контаминирани. Овие партии имаат главно темно - зеленикава боја и во нив имаме пообилно застапување на обоени состојки.

Врз основа на микроскопскиот преглед на препаратите изработени од гранити разликуваме два типа на плагиогранити.

Во првата група се гранити со хипидиоморфна зрнеста структура во која фелдспатите се претставени со ортоклас и плагиоклас, во приближно подеднакви количества.

Другата група е претставена со гранити од порфиرويدна структура во кои како порфироиди се плагиокласите, а кварцот ги исполнува просториите помеѓу идиоморфните кристали на плагиокласот. Овде плагиокласот е зонарен и по тоа се разликува од плагиокласите од напред споменатата група. Во втората група количините на ортокласот и плагиокласот се скоро подеднакви.

Врз основа на нормативниот состав, оваа карпа содржи 27,89% ортоклас и 35,86% плагиоклас. Од изоморфниот член албит - анортит имаме 27,79% албитова компонента и 8,00% анортитова компонента. Од погорната анализа гледаме дека количината на плагиокласот преовладува.

На основа на хемиските испитувања во 1964 година, овој гранит им припаѓа, според Ниглиевите параметри на карпите од тронденитската група (леукокварцдиоритен тип на магма). Тронденитот според Заваритски е плагиогранит кој се приближува кон гранодиоритите.

Порфиرويدните типови на плагиогранитот претрпеле метаморфоза што е изразено во ушкрилувањето на истиот, а кварцот кај нив брановидно потемнува. Овој минерал е исто така прилично здробен бидејќи е крт и најмногу подложен на дробење при динамопритисоците. Понекаде овие карпи даваат и прави катаклазити и милонити.

Овие делови на гранитот кои претрпеле многу притисоци од динамичниот метаморфизам скоро ја изгубиле првобитната структура и текстура на гранитот. Тие се силно динамометаморфисани и во нив се гледаат реликтни структури на гранит, нарочно кога овие катаклазити се од порфиرويدни плагиогранити. Плагиокласите во овој случај се повеќе

сочувани, додека останатиот дел е метаморфисан, издробен и ушкрилен. Ортокласот и плагиокласот се само делимично здробени, додека кварцот скоро никогаш не е сочуван како порфиробласт. При ова дробење на кварцот, извршена е и рекристализација на кварцот и на тој начин тој се јавува ушкрилен во ситнозрнести агрегати.

Хемиската анализа направена од катаклазираните гранити покажува идентичност во поглед на составот на магмата со останатите групи на гранитот. Според Ниглиевите дијаграми, оваа карпа спаѓа во гранодиоритска група, (ферсундитски тип на магма), извештај од 1964 година. Вредноста на QLM е следна: Q = 67,83% L = 22,8% M = 8,04% Под дејство на динамометаморфизмот дробењето било интензивно и се создавале прави милонити. Тогаш често карпите личат на седиментни, односно на аркозни песочници. Дробењето е интензивно и не се сочувани порфиробластите на гранитот, бидејќи истите се издробени во поголеми парчиња, додека кварцот е извонредно ситно здробен. Под дејство на бочниот притисок карпата добила шкрилеста текстура. Во некои препарати се гледаат дури и структури на течението. При длабинското дупчење се забележува иста слика, во поглед на дробењето на гранитот па дури и во милонитизирањето. Освен тоа во дупнатините се гледаат чести апофизии на гранитот во близината на контактот или пак имаме поодделни блокови на мермер вклопени во гранитот. Обично мермерот скоро секој пат е скарнизиран или се створени прави скарнови во него.

Староста на гранитите според литературните податоци е различна. Најверојатно се работи за млади гранити од мезозојска старост (горен тријас, долна јура).

Ефузивни карпи – Ефузивните карпи на подрачјето се претставени со мали жични типови. Овие карпи немаат големо протегање ниту голема моќност и обично се јавуваат како пробој во самиот гранит. По својот петрографски состав и структура тие претставуваат ефузивни

еквиваленти на гранитот и базичните карпи. Заедничко за сите е тоа што фенокристалите на плагиокласите имаат полисинтетична градба, а кварцот се јавува само во сферолитни и микроструктури, имаме и посебни вариетети со зонарни плагиокласи како фенокристали. Обоените состојки се заеднички за сите вариетети. Со микроскопскиот преглед на препаратите на овие карпи се издвоени покиселите и побазичните вариетети со зонарни плагиокласи кои се приближуваат кон гранодиоритите, додека покиселите типови одговараат на плагиогранитите. Меѓу ефузивните карпи се издвоени: гранодиорит-порфири, кварц - порфири и кератофири.

Гранодиорит – порфири - Овие карпи се јавуваат на левиот брег на река Рѓавица, на теренот се присутни во вид на жици помеѓу контактот гранит со графитичните шкрилци (слика 7). Макроскопски на теренот не можеа да бидат детерминисани затоа што се прилично алтерисани. Под микроскоп во нив се гледаат зонарни плагиокласи и по ова се сврстени на гранодиорит - порфири. Освен плагиокласи овие карпи содржат и кварц како фенокристал, а од обоените состојки хлоритисан биотит и карбонитисана и хлоритисана хорнбленда. Плагиокласите се во некои случаи потполно серицитисани, а често зонарно се распаѓаат како продукти на алтерацијата се јавува серицити и кварц, што зборува дека плагиокласите се побазични.

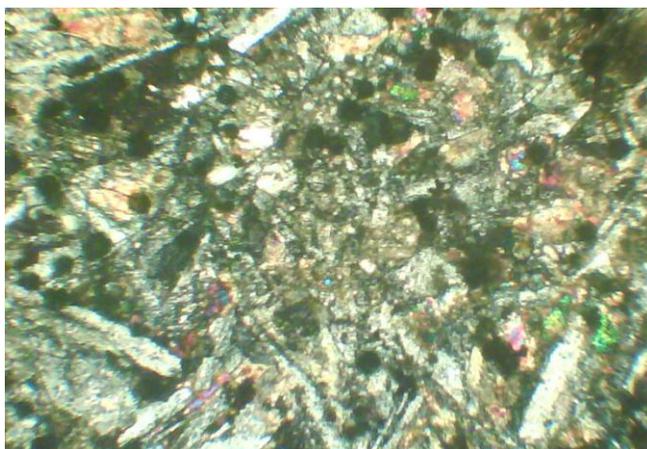
Дијабази - Меѓу шкрилците северно во поткоп V најден е еден мал пробој издолжен во правец ССЗ-ЈЈИ на зелени шкрилци. Под микроскопот меѓутоа е констатирано дека се работи за метаморфисан дијабаз (спилит). Првобитниот дијабаз е трансформиран во хлорит и епидот при што е сочувана само реликтна структура на примарната карпа и на плагиокласите. Дијабази се јавуваат на левиот брег на Луткова Река кои се продолжуваат до Удово.

Границата помеѓу габроидниот масив и дијабазите се карактеризира со постепени преоди од габроидни карпи, преку

габродијабази, во дијабази. Покрај ова во габровите, односно меѓу габровите и дијабазите се забележува тесен појас, широк околу 100 метри, изграден од габро и дијабази со многубројни жици на дијабази во габровите и жици на габро во дијабазите.

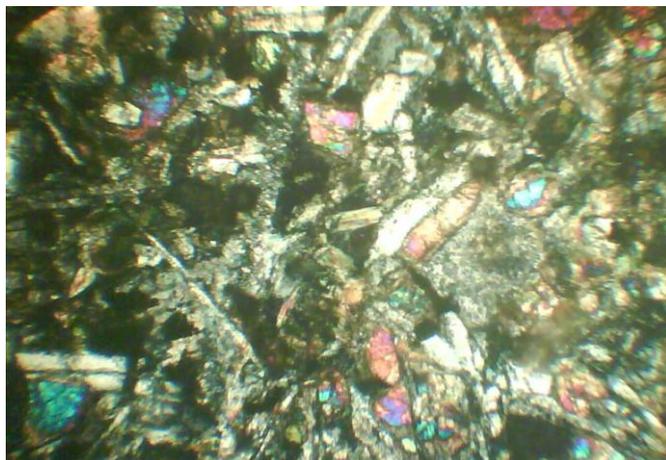
Дијабазите се карактеризираат со зелена или сиво - зелена боја, хомогена и масивна текстура. Ситнозрнестости се и димензиите на зрната не поминуваат 1 cm. Доста се цврсти и жилави. Често се испресечени со жилички од калцит и епидот. Во нив наместа се забележува најчесто паралелопипедно, а поретко и топчесто лачење. Дијабазите во кои што е изразено паралелопипедно лачење се компактни и цврсти. Во истите се забележуваат пукнатини од разни правци, особено по долината на Вардар.

Меѓу дијабазите има извесен број на примероци со присуство на фенокристали, поради што можат да се наречат порфирски дијабази. Фенокристалите се зрна на пироксени и плагиокласи, што обично се големи 3 - 4 cm и истите се ретки, а основата субофитска или офитска, како кај нормалните дијабази (слика 10, 11). Многу ретко во дијабазите се јавува и кварц, така што овие поминуваат во кварц - дијабази.



Слика 10. Сраснување на амфибол, пироксен и плагиоклас во субофитска структура (N+)

Figure 10. The amphibole, pyroxene, and plagioclase amplification in a sub-ophitic structure (N+)



Слика 11. Офитска - субофитска структура на дијабаз кој се состои од стапчести и правоаголни плагиокласи чиј меѓупростор е исполнет со пироксен – аугит (N+)

Figure 11. Ophitic - sub-ophitic structure of diabase consisting of wand and rectangular plagioclases whose interspace is filled with pyroxene – augit (N+)

Спилити

Се наоѓаат југо – источно од наоѓалиштето Иберли каде се јавуваат во склопот на дијабазната маса каде заземаат многу мала површина. Се јавуваат обично во вид на pillow - лави и секако претставуваат субмарински изливи. Тоа се темнозелени, темно виолетови, а често и наполно црни карпи, со многубројни поситни или покрупни мандоли од 3 - 8 cm, исполнети со секундарни минерали: калцит, хлорит, епидот и др. Количината на мандолите варира и спрема интегрираните примероци достигнува до 34%. Овие минерали по површина понекогаш се испрани, така што карпите во овие случаи здобиваат шупликава текстура во вид на згура. Во поголем дел во спилитите е изразено топчесто лачење, особено по левата страна на Вардар близу тунелот кај Демир Капија, во околината на с. Давидово, с. Клисуре и др. Големината на куглите не е еднаква и варира од 0.20 до 1 m. Истите се одделени со распаднат материјал и калцитска кристалеста маса.

Во составот на спилитите доаѓаат ситноиглести плагиокласи кои што спрема индексот на прекршувањето би припаѓале на албит или кисел олигоклас. Поретко се забележуваат и пироксени во многу помали количини. Најчесто плагиокласите и пироксените се изменети односно скоро наполно уништени.

Плиоценските седименти се застапени во крајниот североисточен дел од истражуваниот простор и се претставени со песоклива серија. Оваа серија е хомогена, составена претежно од песоци со жолта боја, доста мал процент заземаат чакалесто песокливите глинци и ситнозрнести сиви песочници.

Квартерните созданија зафаќаат многу мала површина и се претставени со горна речна тераса и делувиијални наслаги (слика 7).

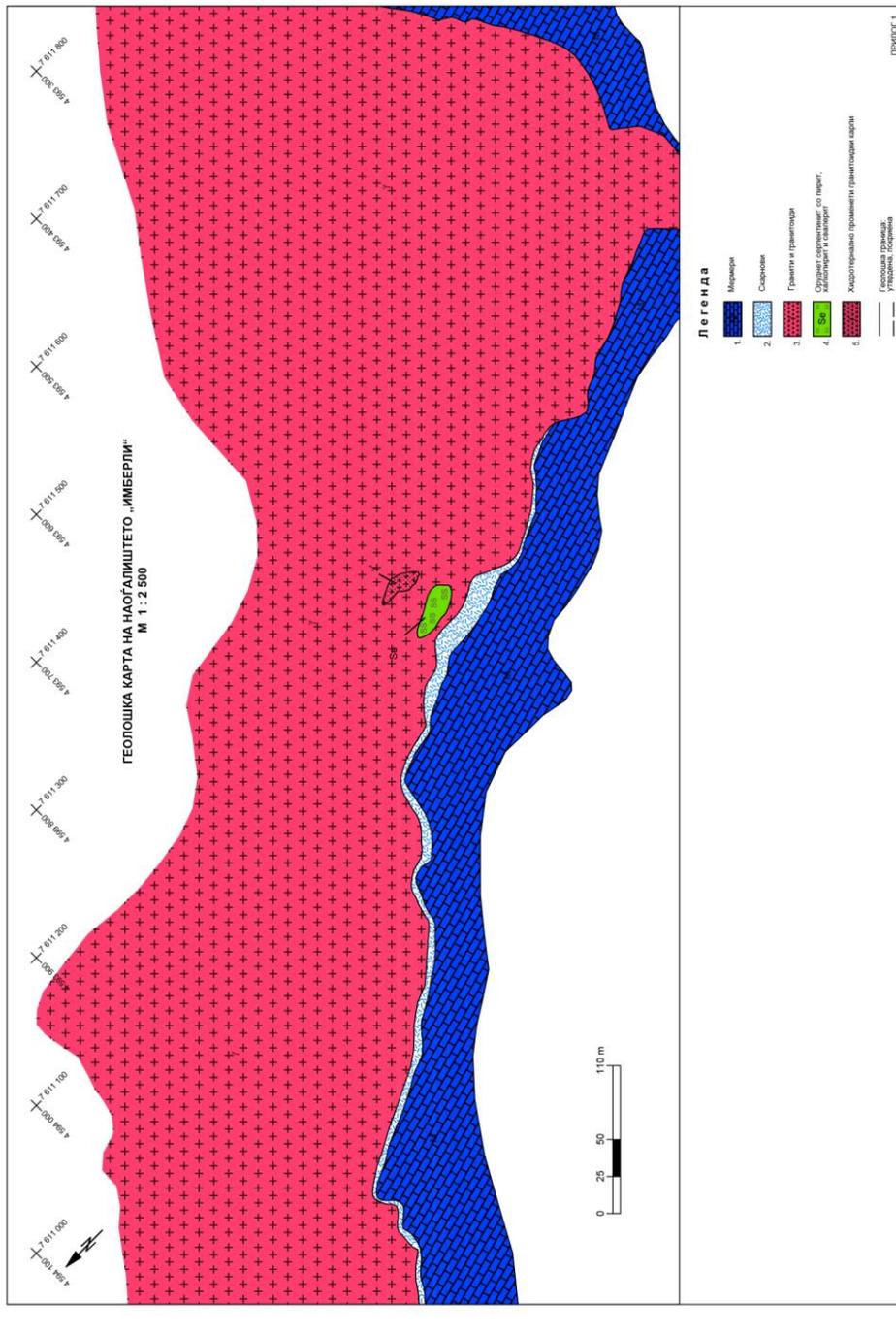
Квартерната речна тераса просторно го зафаќа североисточниот дел на теренот и е изградена од ситнозрнестест песок, ситнозрнестест и крупнозрнест чакал и блокови на карпи. Материјалот од кои е изградена речната тераса се состои од габро, габродиорит, дијабаз и гранит. Моќноста на терасата на откриените профили е околу 5 метри.

Делувиијалните наслаги се претставени со прилично груб, необработен материјал што потекнува од околните карпи, помешан со грубосортиран глиновито – песоклив материјал.

9.0. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

9.1 Геолошка градба на наоѓалиштето

Врз основа на досегашните истражувања, како и истражувањата извршени од наша страна во рамките на наоѓалиштето Иберли можат да се издвојат следните типови на карпи: Хидротермално променети гранитоидни карпи, оруднет серпентинит, гранити и гранитоидни карпи, скарнови и мермери (слика 12).



Слика 12. Геолошка карта на наоѓалиштето Иберли

Figure 12. Geological map of the Iberley deposit

9.1.1. Хидротермално променети гранитоидни карпи

Хидротермално променетите гранитоидни карпи имаат многу мало распространување во рамките на наоѓалиштето Иберли и истите главно се застапени во централниот дел и тоа во самите гранити (слика 12). Оваа група на карпи во основа е потполно иста со останатите гранитоидни карпи, не се разликува по измените со кои се зафатени примарните минерали. Микроскопската анализа го открива неговиот гранитски состав. Во раседната зона имаат катакласична структура. Изградени се од плагиокласи, ортокласи и кварц како главни состојки, а од обоените се сретнува биотит кој поминува во хлорит или сосема е претворен во хлорит. Плагиокласите се силно серицитизирани, зонарно се распаѓаат по што може да се заклучи дека му припаѓаат на олигоклас андензин.

Во нивната основа се гледаат тенки полисинтетски ламели. Средишните делови се посилно изменети од надворешните. Односот на ортокласот кој е слабо каолинизиран спрема плагиокласот е променлив од пример до пример. Фелдспатите се порфиرويدни, кварцот е ситнозрнестест и ги исполнува меѓупросторите на порфиرويدните фелдспатски кристали и се стекнува впечаток на две фази на кристализација. Од секундарните минерали се констатирани серицит, хлорит и лимонит. По прслините и пукнатините како резултат на тектонските дробења на овие карпи во низи се распоредени пиритски зрна со хексаедарски форми, метаморфисани од пирит кој е дополнително создаден, веројатно во време на хидротермалните раствори.

9.1.2. Оруднет серпентинит

Серпентинитите се јавуваат на двете страни на Буковска Река кај поткопите II и III оруднети со пирит, халкопирит и сфалерит, а во површинските делови има и секундарни хидрокарбонати на бакар, цинк, малахит, азурит и хидроцинкит. Серпентинитските тела моќни до неколку метра се наоѓаат во раседот, а на контактот помеѓу мермерите

во подината и гранитите во повлатата. Директни контакти меѓу гранити и мермери постојат, но обично меѓу нив се наоѓаат издробени серпентинити. Под микроскоп овие карпи покажуваат дека се изградени од силно изменети серпентинизирани серпентини, хлорит, епидот, калцит, хематит и магнетит. Во некои примероци покрај моноклиничниот пироксен има и идиоморфни кристали од гранат андрадит. Српентинските карпи се издробени и по пукнатините оруднети со пирит, халкопирит, сфалерит, хематит и магнетит. Во поткоп III преовладува пиритско и халкопиритско оруднување а во поткоп II хематитско, магнетитско и пиритско оруднување. По пукнатините се гледа дека кварцот и калцитот последни искристализирале. За гранитот кој е доста свеж и се јавува во идиоморфни кристали, а се наоѓа во асоцијација накнадните минерали, се смета дека искристализирал за време на рудната фаза. Има и такви партии кои претежно се изградени од гранат, на места епидотизацијата е силно изразена.

9.1.3. Гранити и гранитоидни карпи

Гранитите зафаќаат најголем простор на теренот во непосредната и поширока околина на наоѓалиштето во однос на останатите магматски карпи како и во однос на метморфниот комплекс. Гранитската интрузија во суштина преставува една издолжена карпеста маса на гранити со правец на протегање ССЗ – ЈЈИ, која маса според југ има директна врска со гранитите на Плауш и Фурка. По протегање овој гранитен комплекс има голема должина додека неговата дебелина варира од 2-5 km. Неговата внатрешна градба не е едноставна туку се забележуваат различни структурно - текстурни и минеролошки вариетети. Исто така се доста чести низа помали или поголеми вклопени анклави и партии на другите магматски и метаморфни карпи кои се по својето настанување постари од гранитите. На самиот контакт со мермерите (карбонатните карпи) се создава зоната на минерализацијата. Оние делови на гранитот кои претрпеле многу силно деструктивно дејство на

динамичкиот метаморфизам скоро ја изгубиле првобитната структура и текстура на гранит. Тие се силно динамометаморфисани и во нив се запазуваат реликтни структури на гранит нарочно кога овие катаклазити се настанати од порфиرويدни плагио гранити. Плагиокласите се во овој случај повеќе сочувани додека останатиот дел е метаморфисан уситнет и ушкрилен. Ако дробењето е интензивно создадени се прави милонити, при што често стените личат на седимент односно на аркозен песочник. Тука дробењето е така интензивно што не се сочувани ни порфиروبластите на гранитот, додека фелдспатите се издробени во големи парчиња, а кварцот во доста ситни парчиња. Под дејството на бочниот притисок карпата здобила шкрилеста текстура, а во некои препарати се забележани и структури на течење. Во контактните делови се силно изменети така што најмалку личат на гранити. Староста на гранитите според литературните податоци е различита. Овие гранити се всушност млади и одговараат на гранитите на типот Лојане или на гранитите од типот на Фурка и Плауш. Всушност гранитите Плауш се непосредно надоврзани на Буковските гранити.

9.1.4. Скарнови

На контактот помеѓу гранитите и палеозојските карпи а особено помеѓу гранитите имаме секаде развиени асцедентни промени. Тие се окарактеризирани со образување на *скарнови*, *скарноиди*, *околускарнови зони*, силификација, хлоритизација, опализација и др. Овие асцедентни промени се најчесто врзани за источниот раб на мермерната лента но исто така ги има и внатре во гранитниот масив, а особено се развиени на контактот помеѓу гранитот и вклопените шкрилци и мермери.

На контактот со мермерната маса тие се протегаат во вид на лента, менувајќи ја моќноста паралелно со самиот контакт, додека помеѓу гранитот и внатре во блоковите на вклопените шкрилци и мермери. Главниот развој на хидротермалните асцедентни промени и зоната на скарнови е врзана за контактот помеѓу гранитот и мермерната маса.

Покрај скарновите кои се создадени директно на контактот имаме и скарнови кои се наоѓаат во самиот мермер, но сепак блиску до контактот.

Зоната на скарнови е најдобро развиена во долината на Буковска Река, каде е теренот најдлабоко засечен со ерозионите процеси, додека оддалечувајќи се од оваа долина кон Вучјак и кон Сиври Тепе, зоната на скарнови постепено им отстапува место на другите хидротермални промени, какви што се скарноидите, околу скарновите зони, силификацијата, опализацијата и др.

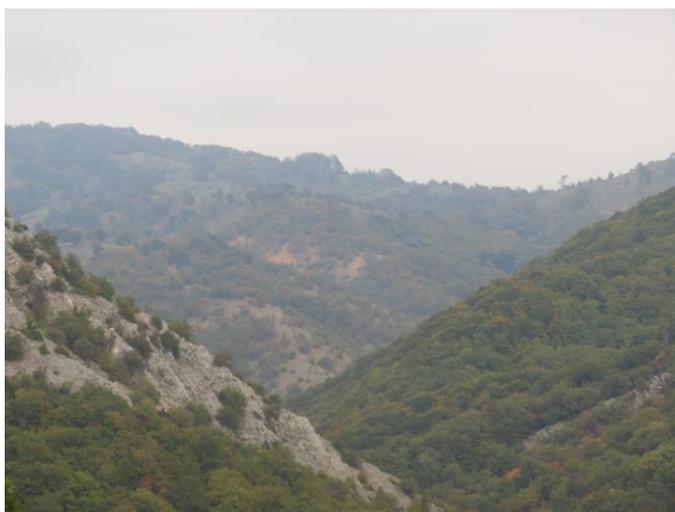
На скарновите, односно за подлабоките делови на асцедентно променетата зона е врзана и рудната минерализација, односно дека имаме дополнително наложена минерализација на магнетит, сфалерит, халкопирит, пирит и др. Рудните тела не се во строга коинциденција со скарновите, односно не значи дека каде што имаме образуван скарнизација, мора да има и руда. Исто така рудната минерализација не ја прати скарнизацијата во потполност, туку обично асцедентните промени заземаат многу поголем простор од колку рудната минерализација.

Скарнови – Скарновите главно се развиени во долината на Буковска Река и постепено одејќи кон СЗ-ЈИ се повлекуват да би биле заменети со останатите асцедентни промени. Со длабинското дупчење тие се проследени до длабина од 200m, а моќноста им варира од неколку метра до 50 и повеќе. Меѓу скарновите разликуваме едноскарнови и егзоскарнови. Ендоскарновите се сосема слабо развиени, додека егзоскарновите врзани за мермерите се далеку повеќе развиени.

Ендоскарновите настануваат со промена на магматската карпа и во нив покрај останатите минерали кои се карактеристични за скарновите како: гранат, пироксен и др. има и реликт на магматската карпа, кои се тешко подложни на метасоматски промени. Во нив има реликти на циркон и апатит, според овие минерални реликти на магматската карпа и според

индексот на гранатите кој бил мерен се сврстени во ендоскарновите. Според Коржински ендоскарновите минералошки можат да се разликуваат од егзоскарновите по тоа што во ендоскарнот преовладува гранат кој има поголема содржина на гросуларовата компонента, додека во егзоскарновите андрадовата компонента се зголемува.

Егзоскарновите настанале за сметка на потиснување на мермерот, каде на место на калцитот се створени пироксени, гранати или пироксени и гранати заедно, а во некои е забележан и везувијан. Пироксените во егзоскарновите се испитувани од страна на Бариќ кој меѓу нив одредил јохансенит. Гранатот доаѓа во зрнести маси и идиоморфни форми, бојата му е жолтоникаво - зеленикава, изотропен е и понекогаш оптички аномален што е карактеристично за гранатите од скарновите.



Слика 13. Панорамски поглед кон наоѓалиштето Иберли

Figure 13. Panoramic view of the Iberley deposit

Пироксените се со светло - зелена боја и жолто - кафеава, се јавуваат во призматични пресеци често пати многу крупнозрни во зраковидни агрегати. На површината поради егзогените процеси брзо потемнуваат, ја губат свежината и целиот скарн добива скоро црна боја. На скарновите кои се испукани како последица на тектонските притисоци имаме наложена хидротермална фаза која се очитува во

хидротермалното трансформирање на скарновските минерали, односно на пироксените и гранатот. Овие под дејство на хидротермалните раствори поминуваат главно во хлорит и калцит, а при тоа често имаме запазени контури на првобитните минерали, особено на гранатот. За оваа хидротермална фаза е исто така врзана и рудната минерализација која понекаде ги потиснува скарновите и образува скоро компактна руда на магнетит со примеси на сфалерит и на халкопирит. Исто така со тектонски процеси во нив може да биде наложена и милонитизација и катаклазирање.

За разлика од гореописаните скарнови на нашиот терен подлабоко во мермерната маса, односно на нешто поголемо растојание од контактот наоѓаме и друг тип на скарнови, односно магнезиски скарнови, за разлика од претходните кои беа калцитски скарнови. Овој тип на скарнови е карактеристичен со присуството на магнезиски минерали како што се форстеритот и биотитот и еден минерал кој потсетува на калцитисана хорнбленда.

Овие магнезиски скарнови настануваат од доломитски варовник или доломит. Често пати форстеритот е дополнително метаморфисан во серпентинит, така што порано во поткоп II извесни партии од скарновите биле третирани како серпентинити во смисол на ултрабазити, меѓутоа и овдека се работи најверојатно за магнезиски скарнови во кои форстеритот е серпентинизиран.

Скарновите се добар индикатор за постоењето на минерализацијата, бидејќи според досегашното искуство рудната минерализација во Буковска Река е главно врзана за нив. Исто така, можеме да претпоставиме дека тие се развиени и кон СЗ и кон ЈИ од Буковска Река но се уште не се откриени од ерозијата, така што на денешната површина имаме манифестација само на хидротермалните процеси кои образуваат ореоли околу нив и лежат во зоните со изотерми од понизок степен. Од тоа следува дека минерализацијата на корисните

компоненти (магнетит, сфалерит, халкопирит), северно и јужно од Буковска Река е врзана за подлабоките делови на теренот, односно дека уште не е раскриена со ерозионите процеси. Ова исто така убаво се слага и со геофизичките магнетни мерења, кои во северните и јужните делови на контактната зона даваат аномалии од скоро ист интензитет како оние во Буковска Река, но изолиниите на овие зафаќаат далеку поголем простор од оние во Буковска Река, што е последица на подлабока минерализација.



Слика 14. Оруднет скарн во близина на поткоп III/1

Figure 14. Skarn with ore near the adit III/1

Скарноиди - Кај скарновите имаме наложена хидротермална акција во која температурата е опадната и за сметка на минералите на скарновите имаме и создавање на нискотемпературни минерали, односно на минерали кои се понискотемпературни од минералите на скарновите. Сите овие нови минерали настануваат на сметка на распаѓањето на скарновите минерали. Процесот во оваа фаза се одликува со тоа што за разлика од скарновите, овде значајна улога игра и хидроксилната група ОН, и минералите створени во оваа фаза се главно минерали со хидроксилна група. Тоа се главно епидот и хлорит. Од вишокот на калциум се образува калцит, а возможно е да еден дел е

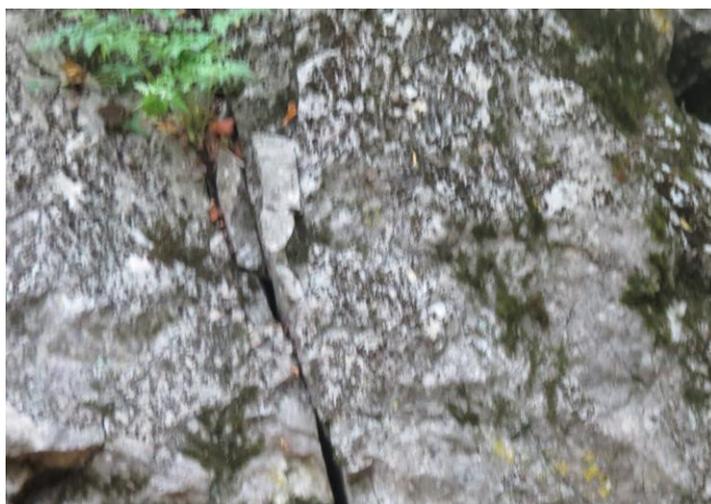
и донесен. Така на местото на гранатот и на хорнблендата се образуваат калцит и хлорит при што е јасно сочувана и идиоμοфната форма на гранатот.

Асцедентната минерализација во наоѓалиштето Иберли, можеме да ја поделиме во три стадиума.

9.1.5. Мермери

Овие карпи се застапени во западниот дел на теренот, при што на одреден дел од теренот имаат директен контакт со гранитите, а на одредени делови од теренот се издвоени поголеми или помали траки на шкрилци. Дебелината на овие карпи се движи од 500 – 600 m, и се протегаат како една лента во правец на ССЗ - ЈЈИ.

Мермерите макроскопски се карпи со сиво-бела до бела боја доста испукани и често карстификацирани. На поголемиот дел се масивни, додека во јужниот дел се забележува нивна стратификација во вид на банкони. На контактот со гранитската маса се создадени скарноиди кои често пати имаат неправилна форма и завлегуваат во нив.



Слика 15. Манифестација на мермерите на површината на теренот

Figure 15. Manifestation of marbles on the surface of the terrain

Покрај оваа лента на мермери често се забележуваат и мали вклопени леќи на мермери во гранитот, кои се понекаде и скарнизирани. Исто така вакви леќи и траки на мермери има вклопено и во шкрилците и гнајсевите, чија положба е тектонска.

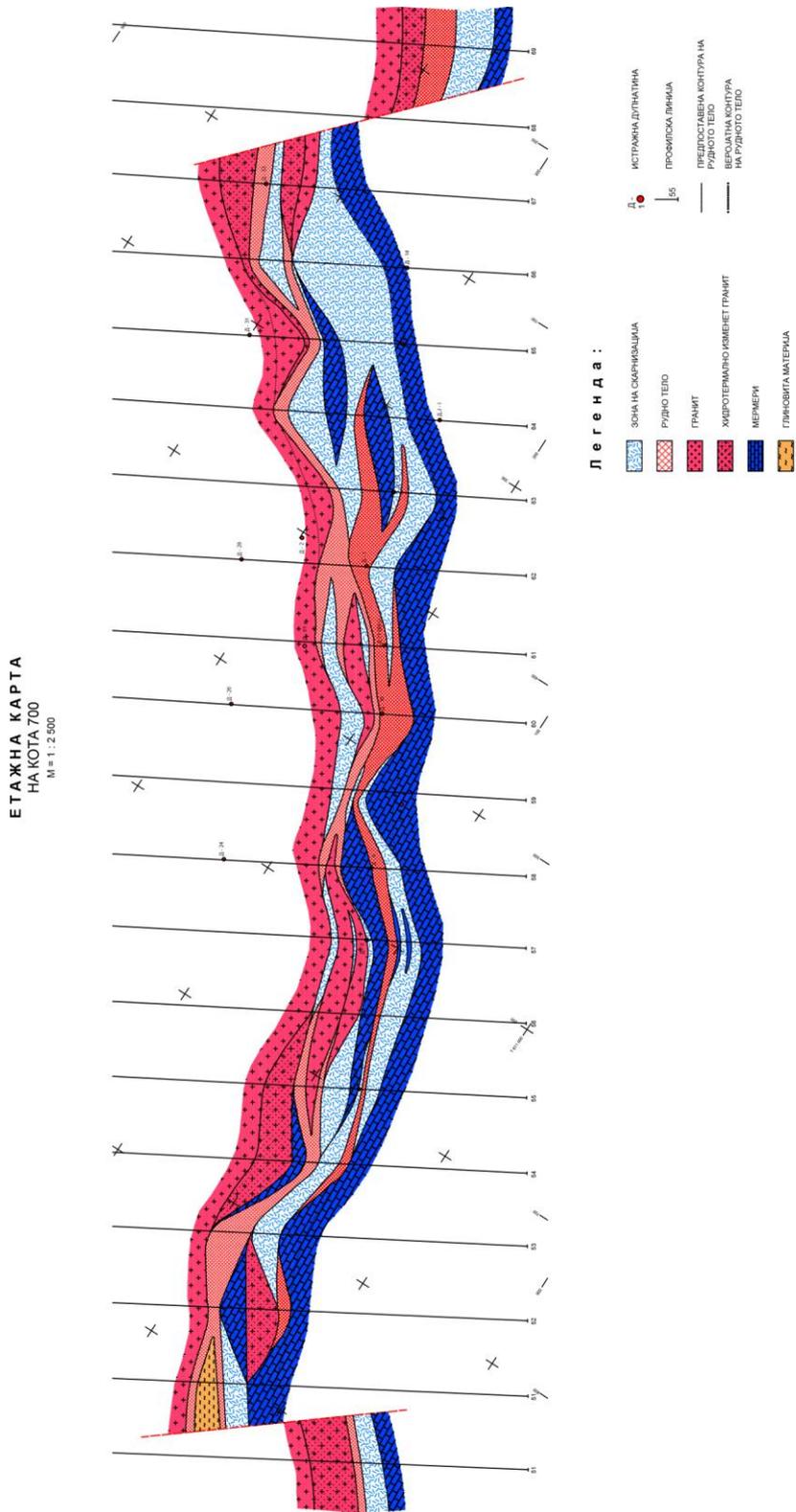
Мермерите се карпи со ситнозрнестости структури со често насочени издолжени калцитски зрна во еден правец што зборува дека се настанати со прекристализација под дејство на притисок.

10.0. МОРФОЛОШКИ ОБЛИК НА РУДНИТЕ ТЕЛА

Во поглед на морфолошките карактеристики, наоѓалиштето Иберли е доста комплицирано и се наоѓа во една изложена контактна зона со нерамна подина и кровина како неуедначена дебелина по протегање на наоѓалиштето (слика 16, 17, 18, 19).

Минерализацијата е концентрирана најмногу околу контактите на гранитот со мермерите или на гранитските апофизии кои навлегуваат во мермерите. Исто така имаме минерализација и во блоковите на мермер вклопени во гранитот. Минералната компонента не е рамномерно распоредена по скарновската зона, туку имаме знатни варијации во составот како на содржината на железо, така и на содржината на бакар и цинк во рудните тела. Рудните тела исто така имаат неправилни форми кон мермерот заедно со скарновите, а исто и прстовидни расчленувања со уклопци на партии од јалови скарнови или мермери.

Со рударските истражни работи и длабинското дупчење е откриено рудно тело кое се протега на должина од околу 200 до 250m, а моќноста му варира од неколку метра до 30 m. Кон СЗ и ЈИ ова рудно тело постепено осиромашува, така што во целина дава една поголема леќа или штокверк. Засега е пронајдено и истражено само ова рудно тело, но постоење на повеќе вакви рудни тела по должина на контактната зона не е исклучено, бидејќи по должината на контактот се индицирани магнетни аномалии, веројатно предизвикани од рудни тела.



Слика 16. Етажна карта на кота 700 на наоѓалиштето Иберли

Figure 16. Map of the level 700, Iberli deposit

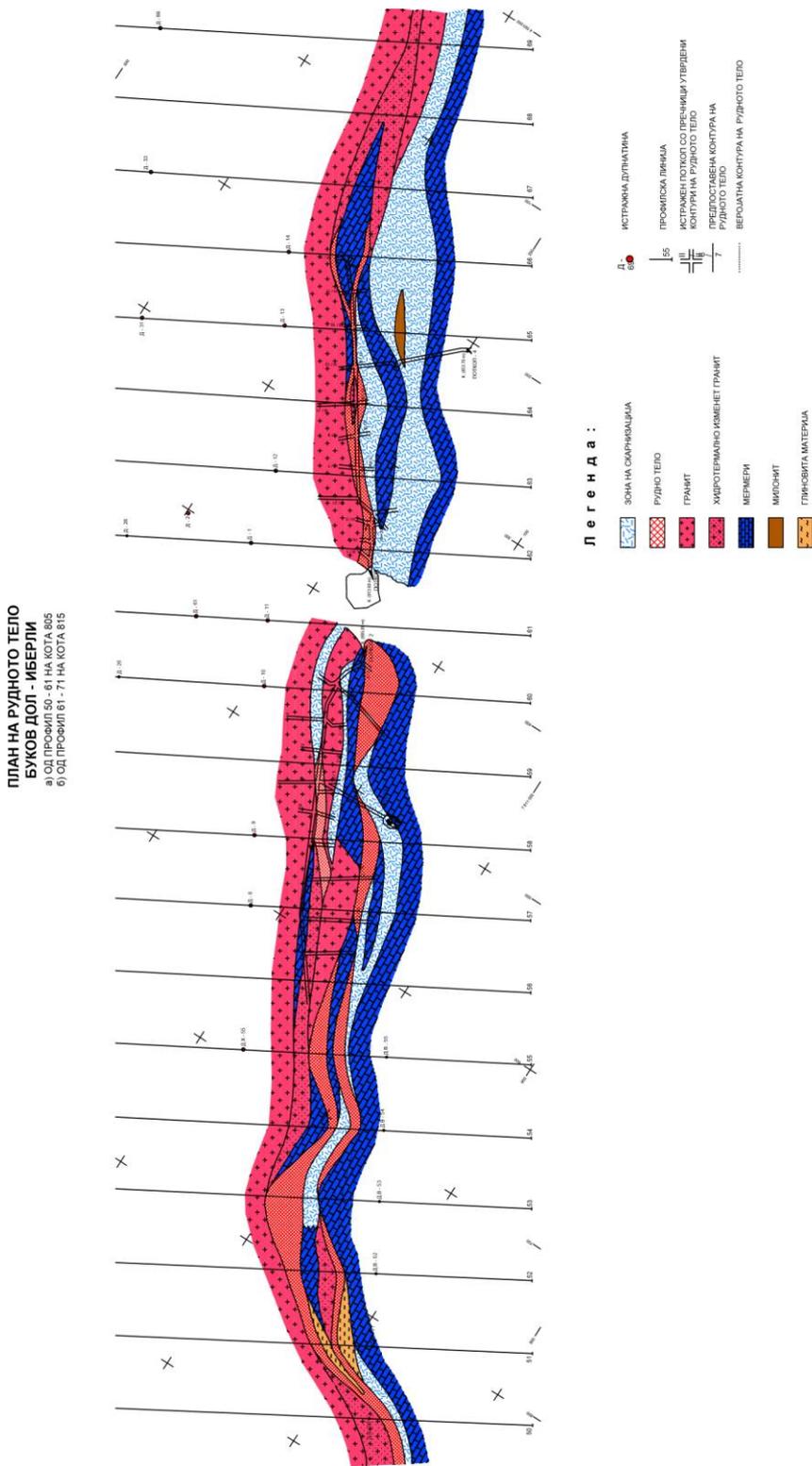
Рудата од богатите делови е компактна, составена главно од магнетит со примеси на пирит, сфалерит и хакопирит. Понекаде имаме и богати сулфидни рудни тела кои се изградени од пирит, халкопирит и сфалерит со помало учество на магнетит. Во некои случаи минерализираната зона во гранитот, минерализацијата е претставена само со пиритизација.

Во поглед на структурниот облик на рудните тела, наоѓалиштето Иберли спаѓа во рудни тела со благ пад на залегање на контактот помеѓу две литолошки средини чии падни агли изнесуваат од 35° до 46° и од 48° до 54° (слика 17 и 18).

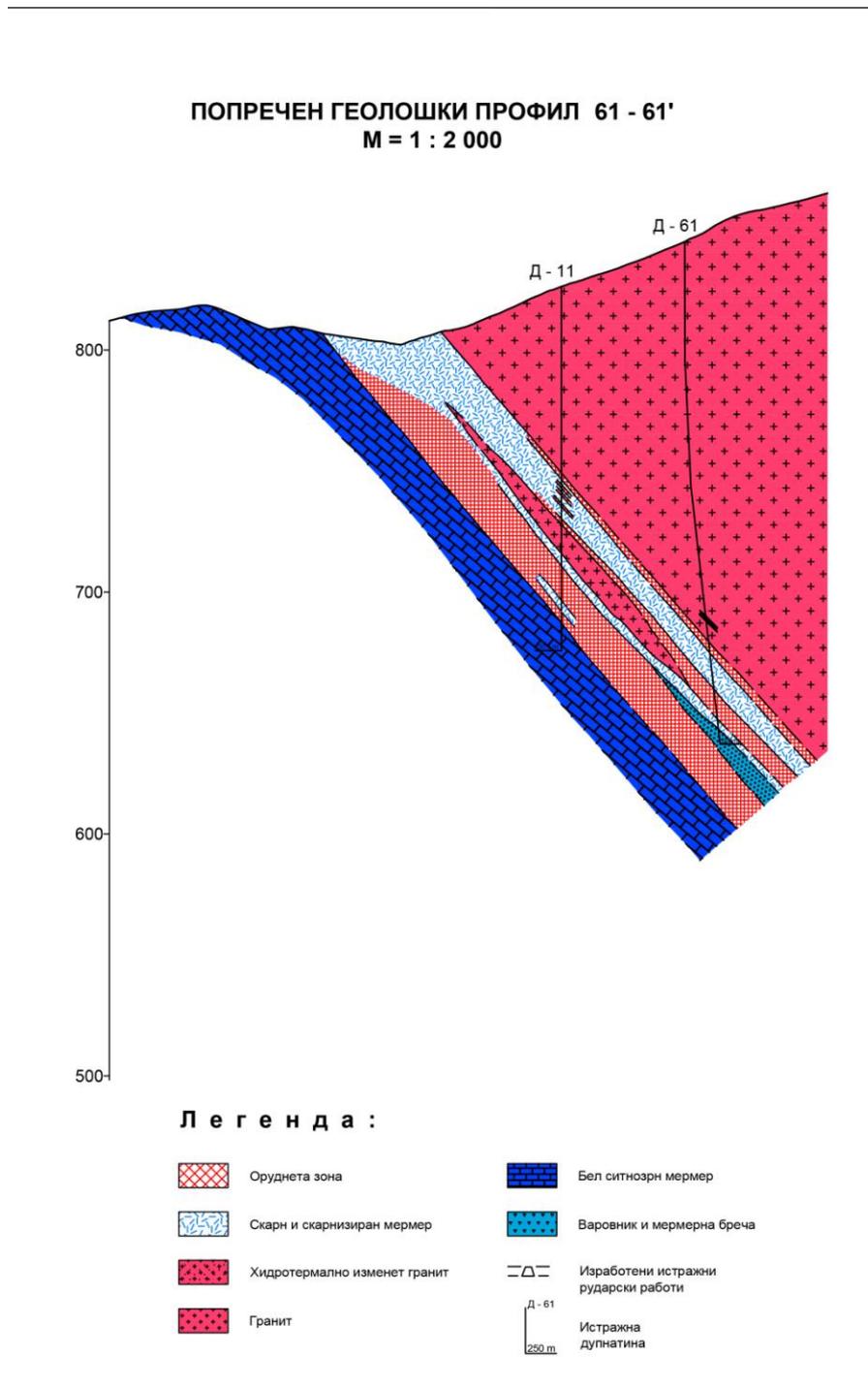
Во поглед на обликот на рудното тело може да се каже дека истото е еден вид меѓуслојно наоѓалиште со променлива дебелина на протегање од 1000 m од 10-60 m, додека дебелината на опробуваните делови во единечните пресеци во дупнатините и рударските работи е многу променлива и се движи од 2.00 m. до 28.00 m.

Рудните појави се наоѓаат северно и јужно од Буковска Река на контактот помеѓу гранитите и мермерите. Серпентинските тела по раседната линија се оруднети но има оруднувања и во самите мермери како скарновски парови, а во близина на контактот. На површината е следена скарновската зона на должина на околу 900 m. и е истражена со 19 раскопа. Моќна е од 1–20 m. Скарновите се црно или сиво обоени контактни карпи оруднети со сфалерит, халкопирит, и други рудни минерали (хематит, магнетит, пирит). Претежно се изградени од радиално - лентовидни пироксени. Покрај скарновите во мермерите има и импрегнации од пирит, халкопирит и сфалерит но процентуално знатно помалку од колку во скарновите. Скарновите се најмоќни во самата Буковска Река која ги сече попречно на н.в. околу 800 m.

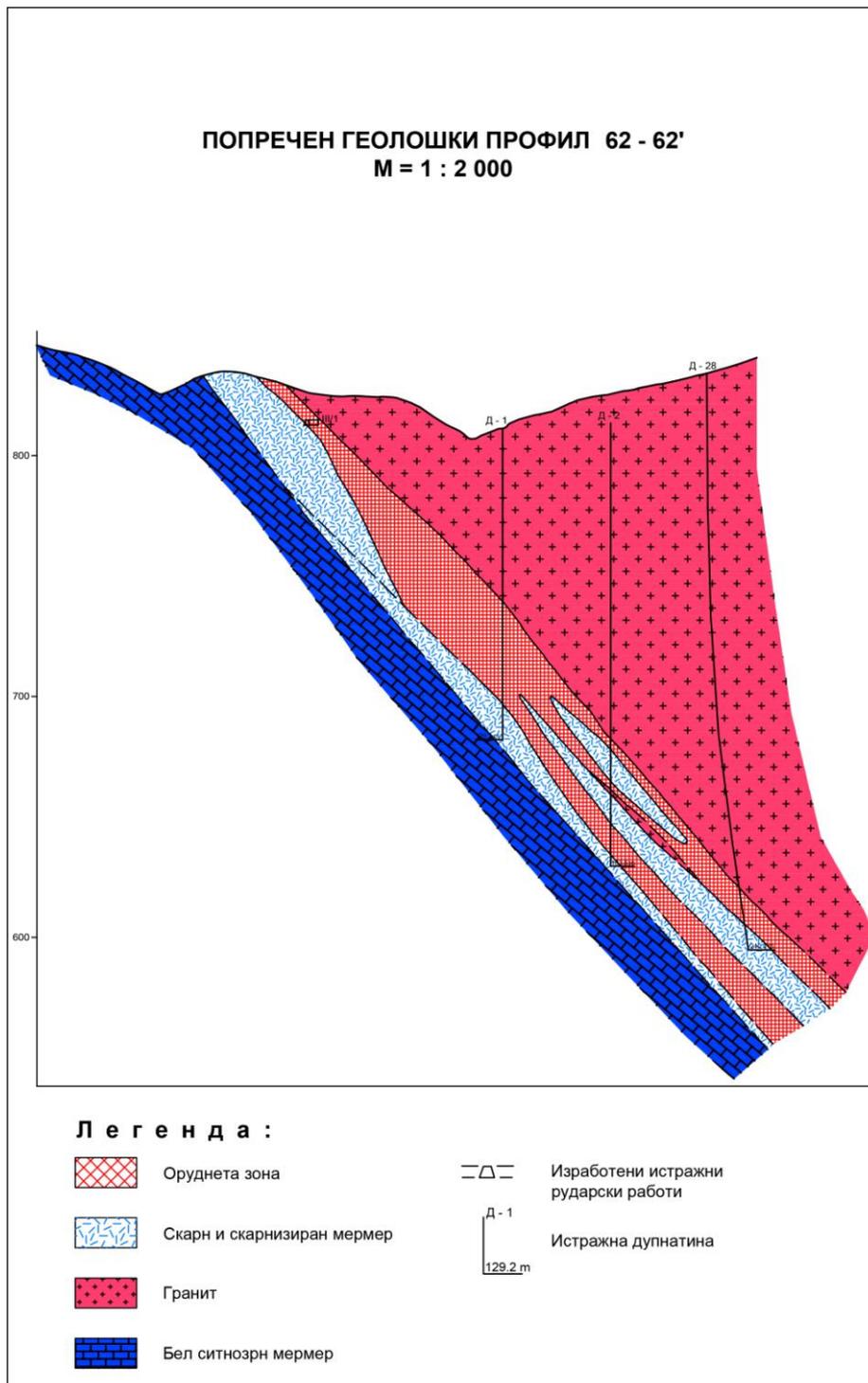
На самиот контакт на гранитите во повлатата и мермерите во подината се наоѓаат серпентински тела оруднети со пирит, халкопирит, хематит, магнетит и сфалерит.



Слика 17. Етажна карта на кота 805 на наоѓалиштето Иберли
 Figure 17. Map of the level 805, Iberli deposit



Слика 18. Попречен геолошки профил 61 – 61'
Figure 18. Transversal geological cross section 61-61'



Слика 19. Попречен геолошки профил 62 – 62'
Figure 19. Transversal geological cross section 62-62'

Карактеристична е честата промена на водечките металични минерали. Рудните тела северно од Буковска Река се претежно изградени од железна руда (хематит и магнетит) поткоп 2, а јужно од Буковска Река од пирит и халкопирит (поткоп 3).

Јужно од реката раседната зона, односно рудната зона е истражувана со поткоп 3 чија должина изнесува 105 m. а северно од Буковска Река со поткоп 2 чија должина е 96 m. Протегањето на рудната зона е СЗ-ЈИ, а падот изнесува околу 45°. Моќноста е променлива и варира од 2-10 m.



Слика 19. Манифестација на малахит и азурит на површината на теренот
Figure 19. A manifestation of malachite and azurite on the surface of the terrain

Понекаде е констатирано прекинување на серпентинот, а истовремено и прекинување на оруднувањето, што покажува дека помеѓу гранитите и мермерите оруднувањето е врзано само за серпентинските тела. Скарновските оруднувања во мермерите оди паралелно со оруднувањето на серпентините. Обликот и залегањето како и големината на скарновските гнезда се променливи. Скарновското оруднување на нивото на поткопите 2 и 3 не е наполно истражено со рударски работи, туку само со поедини пречници од наведените поткопи и со поткоп I. Должината на поткоп I изнесува 47 m. Овој поткоп попречно го сече скарновското оруднување на ниво 821 и се наоѓа на

околу 130 m. СЗ од поткоп II северно од Буковска Река. Околу рудните тела и во гранитите има послаба или појака пиритизација. Пирит во гранитите се наоѓа во прслините и во пукнатините во вид на мали хексадри – метакристали.

Површинските рудни појави се претставени главно од скарнови, што се наоѓаат на контактните делови на гранитите и мермерите. Истражени се со 19 раскопи во должина од околу 900 m. Моќноста на скарновите варира од 1-20 m. Протегањето е СЗ-ЈИ. Содржината на Zn варира од 0,10% - 5,37%, а бакарот доаѓа само во раскоп бр.19 – 0,45%, а во сите останати само во трагови. Ако се земе во предвид миграцијата на Cu од оксидациската зона лесно е објасниво неговото отсуство на површината. За скарновите на површината карактеристични се оксидационите појави со претворање на минералите на железо во лимонит и на Cu минерали во хидрокарбонати на бакар – азурит и малахит (слика 19). Ваквите појави се многу чести на површината и тие ја индицираат рудната зона на површината во контактните делови на мермерите и гранитите.

ПОТКОП I

Поткоп бр. I се наоѓа на околу 350 m. северно од Буковска Река т.е. СЗ од поткоп II. Овој поткоп се наоѓа на н.в. 821, должината му е 47 m. поткоп и 1,25 засек пред поткоп. Во влезот до 29 m. поткопот оди низ скарнови, посебно оруднети мермери и мермери. Скарновската зона и посебно оруднетите мермери во првите се 12 m. и се јако издробени така што голем дел на поткопот е преграден. На околу 7 m. од влезот од левата страна се наоѓа едно окно од 5-6 m. Поткопот е опробуван по бокот со бразда широка 10 cm², длабоки 2 cm. Резултатите од хемиските анализи од земените проби се прикажани по должината на поткопот до контактот на мермерите и гранитите. Од 1,5 – 3m. во поткопот I анализата бр. 2 покажува 1,69% Cu. Потоа пробата бр.8 од 10,5 m. – 12 m. содржи 5,62% бакар. Сите останати проби покажуваат

пониска содржина на бакар под 0,40%.

Цинкот е знатно побогато застапен од бакарот. Така првите четири проби со вкупна должина од 6 m. покажуваат просечна содржина од 8,71% Zn. Потоа пробата 6 (1,5 m) 2,5% цинк, потоа пробата 9,10 и 11 (4,5 m.) – 2,71% Zn и пробата 15 (1,5 m.) - 2,38% Zn.

Вкупната широчина на оруднување со подобар % Cu изнесува 3 m., а со Zn 13.5 m. Правата моќност на рудната зона уште не е позната, но по се изгледа падот на истата не изнесува помалку од 40°. Рудната зона паѓа кон СИ. Во овој поткоп, како што спомнавме скарновите имаат широко простирање, но покрај скарновите кои се јасно уочливи поради лентовидните пироксени има јако лимонитизирани партии, што личат на железни капи (железен шешир) кои се претежно изградени од лимонит и хидрокарбонати на бакар и цинк. Мермерите се на место послабо оруднети со пирит, халкопирит и сфалерит. Интересно е да во контактните делови со гранитите, мермерите не се или се слабо оруднети. На самиот контакт помеѓу мермерите и гранитите се наоѓаат од обете страни сочива оруднети со пирит, халкопирит и сфалерит со моќност до 0,5 m. Гранитот е јако пиритизиран. Сите раседи паѓаат кон СИ и со пад од 20-75°, но има и такви кои се вертикални и се протегаат кон приближно С-Ј. Старите работи во овој поткоп изнесуваат 35.5 m. од засек 12.5 m. и поткоп 19. Нови работи – поткопи во 1960 година се изработени 27.5 m.

ПОТКОП II

Овој поткоп се наоѓа од десната страна на Буковска Река непосредно на реката на н.в. 805.02 m. Должината на правец му е 105 m. Правецот му е променлив. Поткопот 2 има вкупно 7 пречника и тоа со непарни броеви се означени левите, а со парни десните пречници.

Поткопот II го следи контактот помеѓу гранитите и мермерите. Од левата страна се наоѓаат скарнизираны мермери, а од десната страна личи на серпентин. Од напред и понатаму поткопот оди по контактот до

пречник II/3, но мермерите не содржат скарнови. Така се пратат и мермери ситнозрнести во кој се сменуваат посветли, со потемно обоени траки.



Слика 20. Влез пред поткоп II

Figure 20. Entrance to the adit II

Од пречникот II/3 напред поткопот II оди во гранити кои се 81 m. напред биваат пиритизирани. На 100-тиот метар од влезот поткопот оди низ руда изградена претежно од пирит, хематит и магнетит. Во оваа богата железна руда ретко се гледа и халкопирит, а веројатно содржи и сфалерит.

Макроскопски можат да се издвојат 3 врсти и тоа првата претежно изградена од пирит-пиритска, потоа хематитска од хематит кој ја рефлектира светлоста и ситнозрнеста хематитско-магнетитска. Третиот тип е и најбогат со железо, многу е тешка хомогена ситнозрнеста и компактна руда. Освен тоа ова е и пиритно магнетитна. Во рудното тело најпрвин се наоѓа богата пиритска, па хематитска, а понатака компактна ситнозрнестеста хематитско - магнетитска. Се стекнува впечаток на зонарност на рудното тело.

ПОТКОП III

Се наоѓа од левата страна на Буковска Река спротивно од поткоп II. Котата при влезот е 813,66 m. Повеќето на поткопот во првата половина е јако променлив а генерално оди кон ЈИ, потоа оди со азимут 1450 (слика 21) .

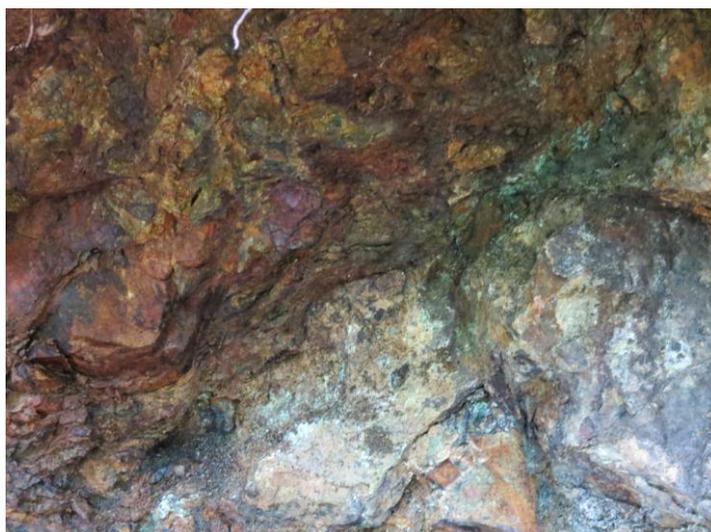


Слика 21. Влез пред поткоп III/1
Figure 21. Entrance to the adit III/1

Поткоп III оди во рудното тело на контактот помеѓу мермерите во подина и гранитите во повлата. На влезот во поткоп III се гледа 3 m. моќно рудно тело кое доста стрмо паѓа кон СИ (слика 22). Рудното тело се состои од импрегнации од пирит и хаклопирит и други минерали кои се зафатени од оксидационите процеси кој ги претвориле во лимонит, хидроцинкит и хидрокарбонати на бакар (малахит) слика 23. Карпата во која се наоѓаат импрегнирани горенаведените минерали се базични, јако изменети (серпентинизирани). Рудното тело од двете страни е ограничено со раседи, така што рудата се наоѓа по должина на раседната линија која се продолжува од поткоп II и има протегање СЗ-ЈИ и пад кон СИ. Поткоп III од почеток па се до пречник III/4 го следи контактот на мермерите, потоа оди кон исток и минува низ рудното тело

во близина на контактот на гранитите и серпентинитот.

Помеѓу пречникот III/6 и III/8 на 87-от метар од влезот на рудното тело е пресечено со еден попречен расед и прекинато до 104 метри каде поново се појавува после еден друг попречен расед. Моќноста на рудното тело варира од 2-5 т. ако се земе да паѓа под 45°. Опробувањето на рудното тело е извршено со попречни бразди на поткопот на должина од по 5 метри.



Слика 22. Моќно рудо тело со стрмен пад
Figure 22. Powerful ore body with a steep drop

Хемиските анализи на опробуваното рудно тело покажуваат дека да првите 35 т. на рудното тело имаат просечна содржина на Cu 1,39%, а Zn 3,63%. Од 38 т. до 45-от т. на местото каде поткопот повива кон исток е земена проба по бокот и анализите покажуваат дека во овој дел нема Cu, но просечната содржина изнесува 2,57%. Следните 4 метра од 45-49 т. покажуваат 1,76% Cu а Zn под 0,75%. Рудното тело кое се појавува поново на 104 т. е тело досега најбогато со халкопирит.



Слика 23. Оксидациони процеси кај рудно тело во поткоп III/1
Figure 23. Oxidation processes in the ore body in the subpit III/1

11.0. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Теренот во целина му припаѓа на Вардарската зона. Правецот на протегање на карпите е СЗ – ЈИ, а источно од серпентинитите на Добриниште генерално паѓаат кон СИ. Падот е доста стрмен. На повеќе места по контактот на амфиболските шкрилци и серпентинитите има лампорфирски карпи по состав од габро до гранити. Серпентинот во контактните делови понекаде е оруднет со азбест.

Тектонските движења на наоѓалиштето Иберли (Буков Дол) се карактеризираат со значаен интензитет и се изразени преку милонитизирање и катаклазирање на гранитите, мермерите и се констатирани повеќе рудни зони.

Радијалната тектоника се манифестира преку навлекувања и раседи од кои навлаките се постари бидејќи истите се пресечени со раседните зони.

Падовите на фолијацијата и слоевитоста кај карпите (шкрилците, мермерите и др.) е насочена кон ИСИ што значи дека притисоците доаѓале од истиот правец и на тој начин вршеле покренување на масите кон ЗЈЗ што всушност и преставува главна тектонска

карактеристика на Вардарската зона. Со ваквите притисоци доаѓа до дробење на кртите карпести маси (гранитот, мермерот) во кои се забележуваат интензивни милонитски зони и катаклазирани зони.

Помлади попречни раседи се констатирани на повеќе места, а најзначајна е раседната зона под Вучјак со правец ССИ-ЈЈЗ. Во оваа раседна зона со повеќе раседи е извршено пореметување на контактот на мермерите и гранитите при што јужното крило е померено според исток. Според податоците на Т. Иванов оваа раседна зона го сече целиот карбонатен (мермерен) појас и се манифестира на контактот помеѓу мермерите и шкрилците. Кај оваа раседна зона може да се забележи хоризонтален од, 200-250м, додека за вертикалниот скок не е можно да се каже ништо бидејќи постојат истражни работи во длабочина во кои би можело да се види неговата манифестација.

Помали раседни зони се наоѓаат во долината на Буковска Река кај поткоп I и поткоп V, додека поинтензивни раседнувања од типот на раседот кај Вучјак се забележуваат во ревиорот Сиври Тепе каде се исто така нарушени контактите помеѓу шкрилците, гранитите и мермерите.

12.0. ПЕТРОГРАФСКИ ИСПИТУВАЊА

Од наоѓалиштето Иберли земени се репрезентативни примероци непосредно пред влез во поткоп III/1, халдата пред споменатиот поткоп, како и примероци земени од халдата на поткоп II/1, од кои се изработени петрографски препарати, кои макроскопски и микроскопски се прегледани и опишани. Микроскопскиот преглед е извршен со поларизационен оптички микроскоп во пропуштена светлина марка Leitz Vetzlar, Germani. Примероците се третирали и со разредена HCl.

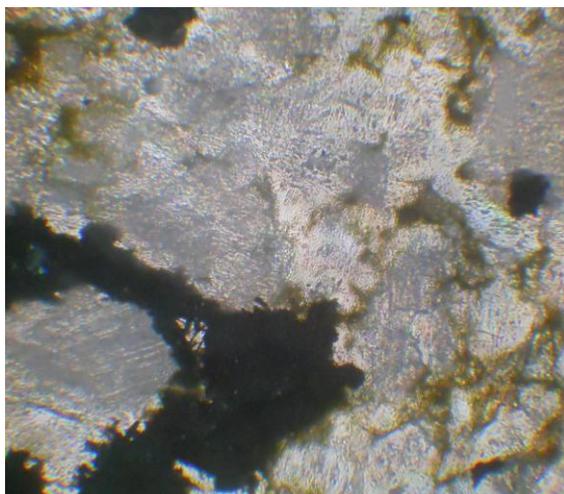
Од извршените микроскопски проучувања на карпи од наоѓалиштето Иберли се гледа дека се застапени карпи кои претрпеле контактно метаморфни промени, термоконтатни промени - скарн, како и ситнозрнестаст калцитски мермер (**Примерок И-7**), како резултат на термоконтатен метаморфизам на карбонатни карпи.

Примерок И-3 - Карпата е со сиво - зеленикава боја, а по површина примерокот е прекриен со тенок слој од темно сиви скрами, можно од манганизација. Има ситно до среднозрнаст состав, а масивна текстура на свежиот пресек се гледаат ретки жилички белосивкасто обоени, тенки со дебелина околу 0,5 мм, а прилично паралелни меѓу себе. Карпата е обогатена со масивни форми од темно сива метална минерализација, а поретко се јавува сулфидна минерализација-пирит групирана во издолжени форми, ретки, со должина до 2 mm.

Во основа карпата има нејасно зрнеста структура, која со метасоматоза е интензивно калцитисана. Во карпата преовладува калцитизацијата, финозрнеста, која се појавува во неправилни малку издолжени форми. Овие форми најверојатно претставуваат некој фелдспат, кој целосно е калцитисан односно исполнет со финозрнаст калцит. На места се гледаат малку издолжени фелдспати делумно пополнети со финозрнаст калцит. Значи од различни минерали се јавуваат чести неправилни зрна на фелдспат - алкален плагиоклас (албит - олигоклас), како и ретки зрна на кварц. Доста често застапен е руден минерал, во неправилни форми кој прави издолжени агрегати, а во чија близина или во асоцијација со него е епидот и поретко гранат. Епидотот се јавува во финозрнасти агрегати (слика 24) и некои покрупни зрна со големина до 0,1 mm (100 микрона). Гранатот е поредок и се појавува во микрозрна со идиоморфен и хипидиоморфен пресек. Гранатот е најверојатно од групата на grosular, Ca - гранат.

Се јавува жилеста фелдспатизација, слабо застапена. Значи карпата е јако калцитисана и изградена од калцит, фелдспат, ретко кварц, руден минерал, епидот и поретко гранат.

Во основа станува збор за гранат - епидотски скарн, кој има среднозрнаст состав, гранобластична структура, а масивна текстура. Се состои од фелдспат, кварц, калцит, епидот и гранат, кој е малку застапен.



Слика 24. Калцит во крупни агрегати со финозрнаст епидот, (N+)

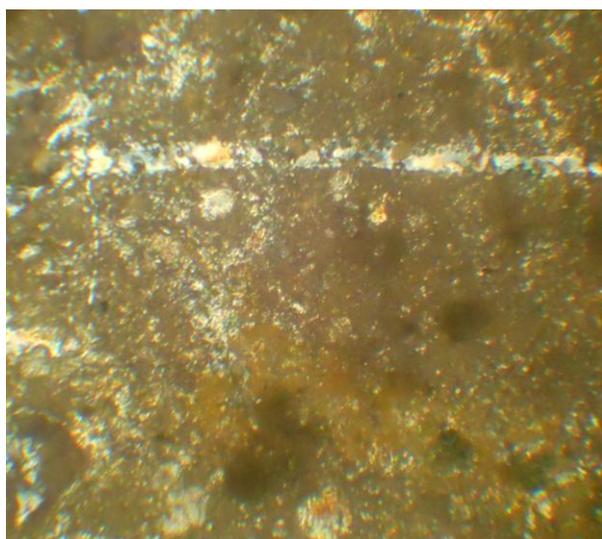
Fig. 24. Calcite in coarse aggregates with a finegrained epidote, (N+)

Присуството на гранат е типично за скарновите и укажува на контактни промени кои се одвивале во надворешниот дел на скарнова зона. Исто така присуството на калцит укажува на близина на карбонатната карпа, односно настанат со асимилација од околните карбонатни карпи, а истовремено е дел од егзоконтактното подрачје на контактни промени.

Примерок И-8 - Примерокот има сиво - розеникава боја, по неправилни форми сивозеленкасти и розеникави кои се сменуваат и се со различна големина. Тоа е цврста и масивна карпа со среднозрнаст состав. На свежиот пресек се гледаат тенки пукнатини и жиличести форми, по кои се јавува сулфидна минерализација - пирит. Пирит се јавува испрскано и во масата во финозрнасти кристали и поретко во покрупни форми со должина до 2-3 mm. По површина примерокот е прекриен со темно до светло кафеави скрами од лимонитски оксиди. Карпата има масивна градба со кварцно - фелдспатски состав. Во основа е фелдспатски состав кој е интензивно метаморфозиран во финозрнеста маса, која не може да се детерминира. Тоа е аморфна маса, најверојатно глиновито-калцитска, слабо прекристализирана, заматена а сосема ретко се

забележува калцит во финозрната маса. Воопшто и самата фелдспатска маса не е типично фелдспат, нејасни и неправилни форми кои се метаморфисани во финозрна глиновито - калцитска маса. Во таа маса се гледаат кварцни зрна во неправилни малку издолжени форми, често катаклазирани зрна. Кварцот е помалку застапен и е катаклазиран.

Дополнително карпата е пресечена со тенки неправилни жилички од силификација, микрокристалеста, пратена со послаба калцитизација, а ретко се јавува и епидот. На места заедно со силициските жилички се јавува и рудна минерализација - пирит во неправилни агрегати. Пиритот е редок испрскан во масата во идиоморфни коцкести пресеци.



Слика 25. Финозрната метаморфна материја – глиновито калцитска аморфна материја и ретко жилички со силификација, (N+)

Figure. 25. Finegrained metamorphic matter - clay calcite amorphous matter and rare veins with silicification, (N+)

Микроскопски гледано карпата изгледа како примарно седиментна карпа која е метаморфозизирана и слабо катаклазирана, односно претрпела динамометаморфни промени.

Во основа карпата има реликтна псамитска структура, со што укажува на карпа од парагенетско потекло, која претрпела метаморфни

промени. Карпата е метаморфозизирана така што фелдспатот е аморфно заматен со глиновито - калцитска маса, а додека кварцот е катаклазиран. Овие промени укажуваат на динамометаморфни промени на кои била подложена карпата.

Примерок И-2 - Карпата има темно сиво - зеленикава боја, крупнозрнаст состав, а цврста и масивна текстура неправилни млазеви и жилички од рудна маса со темно сива до црна боја ја прожимаат основната карпа, која е посветла сивозеленикава карпа.

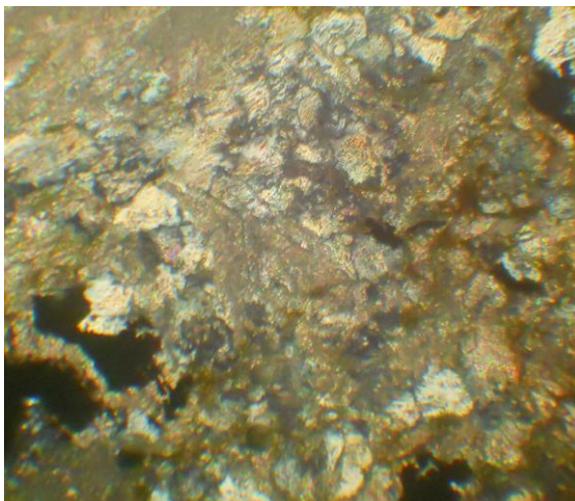
Карпата има хетерогранобластична структура од покрупни и поситни неправилни форми. Со дејство на метасоматски процеси карпата е интензивно карбонатисана, односно калцитот е најмногу застапен во истата. Главно се состои од калцит, фелдспат и кварц, каде калцитот јасно преовладува (слика 26). Тоа е хетерозрнеста калцитизација во неправилни покрупни и поситни форми низ целата карпа.

Фелдспатот се јавува во поситнозрнест состав, често аморфно заматен во поедини делови од зрната. Кварцот е сосема малку застапен и се јавува во неправилни кристали, често групиран во мали сочива.

Дополнително карпата е пресечена со темно сива рудна маса (магнетит - хематит), која се појавува во неправилни жилести форми и млазеви во карпата.

Спрема појавувањето на рудната минерализација може да се каже да најверојатно истата е настаната после метасоматските промени кои ги има претрпено карпата, заради тоа што рудната маса ги пресечува сите минерали.

Главно станува збор за контактено метаморфна карпа, која се состои од калцит, фелдспат и кварц. Калцитот јасно преовладува во карпата и укажува на контакт кој е близу со карбонатот, односно крајни делови на скарновиот ореол.



Слика 26. Калцит, фелдспат во неправилни форми и рудна материја, (N+)

Figure 26. Calcite, feldspar in irregular shapes and ore matter, (N+)

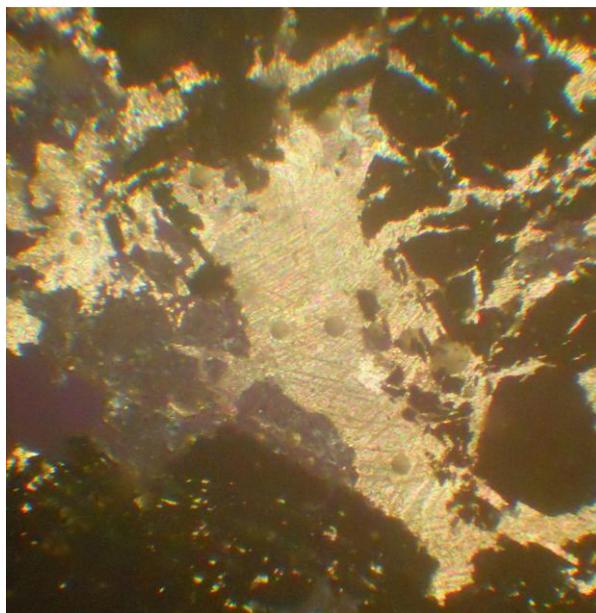
Примерок И-4 - Тоа е масивна руда со темно сива боја, сосема слабо мрко црвенкасто нијансирана. Има светликав отсјај од поедини рудни микрозрна кои даваат отсјај.

Во микроскоп се гледа дека е тоа рудна маса, масивно застапена во која се јавуваат неправилни жилички и форми од карбонат-калцит. Калцитот е крупнокристалест и во масивни форми. На места кај поедини кристали јасно се гледаат паралелни полисинтетски ламели на калцитот.

Сосема ретки се ситни зрна на кварц во калцитските жилички.

Станува збор за магнетитско - хематитска руда, масивна со која се јавува и крупнокристалест калцит во неправилни жилички и форми (слика 27).

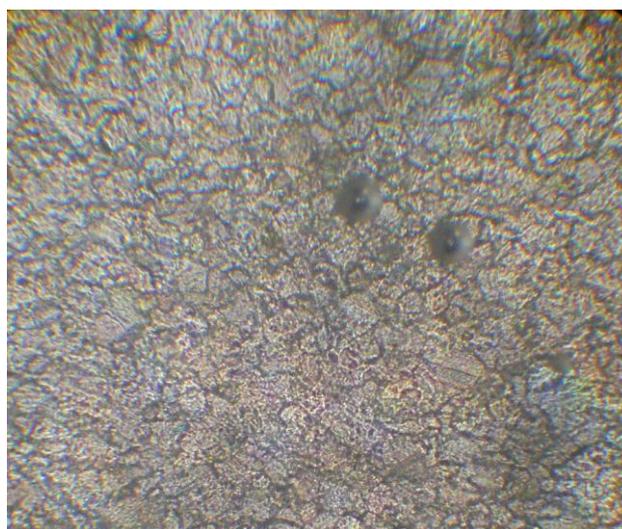
Примерок И - 7 - Карпата има среднозрнаст до крупнозрнаст состав, а цврста и масивна текстура. По боја е белосивкаста, испресечена со тенки жилички (0,3 mm.), по боја сиви и правилни, а се јавуваат и тенки млазеви ситни-пепелаво сивкасти, дендритични форми од манганизација. По прекршните површини и по површина се јавуваат убави дендритични форми од манганизација.



Слика 27. Рудна материја со калцитизација, (N+)

Fig. 27. Ore material with calcitization, (N+)

Карпата има карбонатен состав, изградена од калцит. Структура - микрокристаласта, а калцитот се јавува во неправилни ситни сахароидни зрна, цврсто споени меѓу себе. Гранулацијата на калцитот е со средна вредност околу 45 микрони (слика 28).



Слика 28. Ситни кристали калцит со гранулација околу 45 микрони, (N+)

Fig. 28. Small calcite crystals with granulation of about 45 microns, (N+)

Понекаде се јавуваат неправилни делови со покрупнокристалест калцит со големина на кристалите до 300 микрони. Со овие покрупнокристалести калцитски форми асоцираат идиоморфни кристали на руден минерал со правоаголници пресеци. Често се застапени тенки пукнатини наполнети со рудна маса во неправилни агрегати.

Општо, може да се каже да испитаните примероци содржат повеќе или помалку калцит, што укажува да истите се метаморфисани во услови на егзоконтатното подрачје на скарнови зони, односно во близина на карбонатната карпа.

13.0. МИНЕРАЛЕН И ХЕМИСКИ СОСТАВ

Со нашите испитувања се опфатени релативно мал број на примероци земени пред поткопите II и III, а примероците се така земени да можат да го репрезентираат минералошкиот состав на наоѓалиштето, како и меѓусебните односи на поедините минерали и минерални агрегати.

Врз основа на рудномикроскопските испитувања, како и на основа макроскопските набљудувања на минералошките карактеристики, во генетскиот развој на самото наоѓалиште можат да се издвојат три стадиуми:

- Контактно – метасоматски (создавање на скарновите);
- Хидротермален;
- Суперген.

Контактено – метасоматски стадиум

Оваа етапа е продукт на контактено – метасоматското делување на магматските карпи (гранити) на карбонатно - силикатните средини (мермери и серпентинити). Како последица на ваквото делување се создадени типични скарновски минерали (пироксени и гранати). Во втората фаза на контактено – метасоматското делување, но при намалување на температурата, се создадени епидот, калцит и кварц (слика 29).

Деталните минералošки испитувања (оптички и хемиски) со цел да се идентификуваат поедини типови и врсти на пироксени и гранати, се извршени во ограничени размери. Врз основа на овие испитувања е утврдено дека од пироксените се јавува феријохансенит, додека гранатите се претставени со андрадит. Веројатно од пироксените е присутен и хеденбергит, но тој е интензивно променет. Ова укажува дека со растворите биле донесени покрај другите лесноподвижни компоненти и Fe и Mn кои се вградуваат во структурата на јохансенитот. Засега други заклучоци тешко можат да се извлечат за хемискиот состав на првите раствори кои условиле создавање на пироксените и гранатите.

Како што веќе претходно е спомнато, со намалување на температурата дошло до создавање на епидот, а не е исклучена можноста истовремено да се создавале калцитот и кварцот. Епидотот е доста застапен, така што на некои места се гледаат карпи изградени само од епидот.

Хидротермален стадиум

Оваа етапа се карактеризира со често менување на физичко – хемиските услови при создавањето на наоѓалиштето, како и тоа дека тектониката била следбеник за цело време на создавањето на наоѓалиштето. Не е исклучено дека внатре можат да се издвојат повеќе стадиуми во создавање, но на овој степен на истражување тешко може овие стадиуми да се разграничат.

Во текот на хидротермалната етапа на создавање се создадени следните минерали: магнетит, хематит, пирит, сфалерит, халкопирит, антимонит, кварц и калцит (слика 29).

Пред почетокот на хидротермалната етапа, постои катаклазирана средина по должина на која циркулирале рудоносните раствори (расед помеѓу мермерите и гранитите).

Име на минералот	Контактно - пнеуматолитска	Хидротермална етапа	Супергена етапа
Пироксени	—		
Гранати	—		
Епидот	—		
Магнетит		—	
Пирит		—	
Сфалерит		— —	
Халкопирит		— — —	
Хематит		— —	
Антимонит			—
Кварц	—		—
Калцит	—		—
Fe - хидроксида			—
Малахит			—
Азурит			—

Слика 29. Дијаграм на сукцесија на минералите од наоѓалиштето Иберли
Figure 29. Succession diagram of minerals from the Iberley deposit

Магнетитот претставува прва и најстаро хидротермално создание. Дека магнетитот претставува продукт на хидротермалните раствори зборува типично радијално зраковидна структура на агрегатите (слика 30), кои донекаде се карактеристични структури за контактно метасоматски созданија, и второ што магнетитот создава мешани агрегати со сфалеритот кој претставува типично хидротермално создание. Се гледа мирмекитно прораснување на овие два минерала. Магнетитот на поедини места е многу интензивно застапен (слика 30, 32), додека пак на одредени места потполно се повлекува. Структурата му е ситно до средно зрнеста со тенденција на некои места да гради идиоморфни облици (слика 31). Текстурата со другите минерали не е изразена (бидејќи е најстар минерал), но и тука постои тенденција за создавање на лентовидна текстура. На места магнетитот е интензивно катаклазиран.



Слика 30. Радијално зракасто појавување на магнетит. Паралелни николи. Зг. 200x

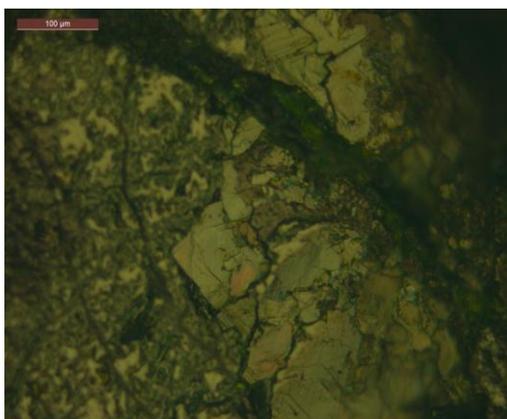
Fig. 30. Radially beam-form magnetite. Parallel nicols. Magnif. 200x



Слика 31. Масивно магнетитско оруднување во рудна жила и реликти на хематит во лимонит. Паралелни николи. Зг. 200x

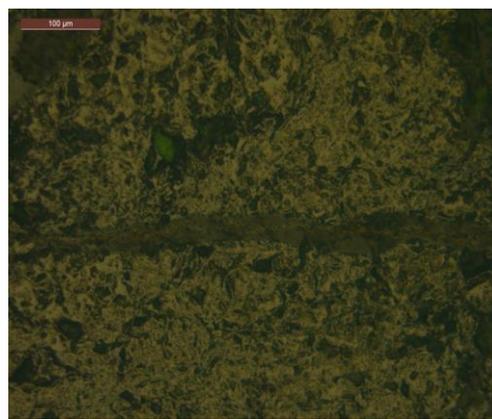
Fig. 31. Massive magnetite mineralization in the ore vein and relics of hematite in limonite. Parallel nichols. Magnif. 200x

Пиритот е втор минерал во редоследот на изучувањето на ова наоѓалиште. Создавањето на пиритот укажува на промена на режимот на средината од која што се таложеле претходно наведените минерали. Магнетитот се создава од средина која има рН блиска до неутрална и слаб притисок на кислородните јони, додека за создавање на пирит е потребна потполно редукциона средина.



Слика 32. Идиоморфен и алотриоморфен магнетитски агрегат пресечен со калцитска жиличка. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 32. An ideomorphic and allotriomorphic magnetite aggregate cut through a calcite core. Parallel nicols. Magn. 200x.

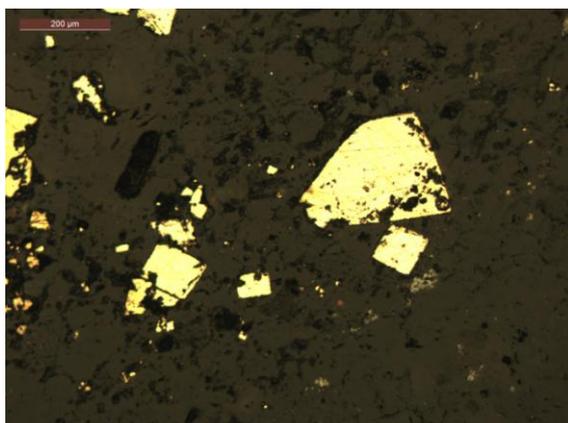


Слика 33. Масивен магнетитски агрегат потполно мартизиран и пресечен со лимонитска жиличка. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 33. Massive magnetite aggregate completely martitized and cut through with limonite vein. Parallel nicols. Magn. 200x.

Температурата на создавањето веројатно е прилично голема, бидејќи се надоврзува на создавањето на магнетитот. Пиритот обично гради кристали со идиоморфни облици (слика 34), покасно рабовите на тие идиоморфни облици биле ресорбирани, така што насекаде не е сочуван идиоморфниот облик на најрано создадениот пирит. Како помладо создание, пиритот понекаде потполно вклопува поедини магнетитски зрна. Веројатно при крајот на таложењето на пиритот и тектониката по должина на раседот стивнува и доаѓа до катаклазирање на веќе создадениот пирит (слика 35). Тој покасно бива цементиран од помладите созданија на хидротермалниот стадиум.

Во една лабилна зона дошло до негово издвојување и тука гради компактна жица од неколку см. Во рамките на овие компактни жици пиритот вклопува големи количини на минерали од јаловината. Жиците се изградени од идиоморфно развиени кристали, додека во импрегнациите настапува во неправилни форми. Во микркатаклазираните делови на карпата освен што гради жилички пиритот прави локални натрупувања во вид на петли – јазли.



Слика 34 Идиоморфни зрна на пирит во карбонатно – силикатна основа. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 34. Idiomorphic grains on pyrite in carbonate - silicate basis. Parallel nicoli. Inc. 200x



Слика 35. Двофазен пиритски агрегат со реликти од пирит во лимонит. Паралелни николи. Зг. 50x

Fig. 35. Two-phase pyrite aggregate with relics on pyrit in lemonite. Parallel nicoli. Inc. 200x

Во идиоморфните кристали на пиритот сретнуваме многубројни инклузии помеѓу инклузиите се издвојува молибденит што ни укажува дека пиритот е минерал кој настанал во покасната хидротермална фаза од молибденитот. Пиритот се јавува и како реликт во неправилни кристални форми. Во интензивно силифицираните карбонатни карпи пиритот настапува во вид на интензивни импрегнации во вид на идиоморфно развиени кристали.

Сфалеритот се карактеризира со издвојување на халкопирит (слика 36). Тие издвојувања многу често се ситни, скоро како точки, на места стануваат покрупни, веројатно како резултат на кристализацијата и тоа најчесто на границата помеѓу сфалеритските зрна. Првенствено сфалеритот се таложи по должина на прслините на нерудната средина, каде често доаѓа до метасоматско потиснување на таа средина. Потоа, сфалеритот се таложи во прслините на катаклазираниот магнетит или во катаклазираниот пирит (слика 37). Интензитетот на потиснувањето е различен. Таложењето на сфалеритот донекаде оди со создавање на мешани кристали со халкопиритот, но со поголемо учество на сфалеритот. Во понатамошниот тек на кристализацијата условите за создавање на мешани кристали се променуваат, се создаваат такви услови кои овозможуваат создавање на халкопирит, така што со интензивното таложење на халкопиритот престанува таложењето на сфалеритот. При такви услови веројатно се создава лентовидна текстура каде што наизменично се сменуваат траки од сфалерит (со издвојување на халкопирит) со халкопирит).

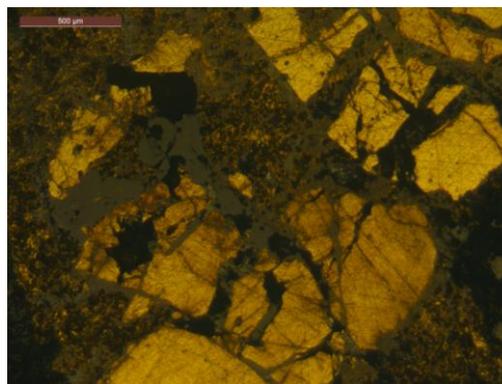
Халкопиритот покрај тоа што настапува заедно со сфалеритот, се излачува и во пукнатините на порано создадените дополнително катаклазирани минерали, како на пример по пукнатините на пиритот и во пукнатините на самиот сфалерит, како и по пукнатините на магнетитот. Овие текстури го одредуваат местото на халкопиритот во редоследот на создавањето на рудните минерали. По таложењето на

халкопиритот, тектонските процеси повторно се обновуваат при што доаѓа до катаклазирање и на халкопиритот. По интерстициите на халкопиритот настапува халкозин (слика 38).



Слика 36. Единични кородирани алотриоморфни зрна на сфалерит со издвојувања на халкопирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Fig. 36. Single corroded allotriormal grains in sphalerite with separations on chalcopirite. Parallel nicoli. Inc. 200x

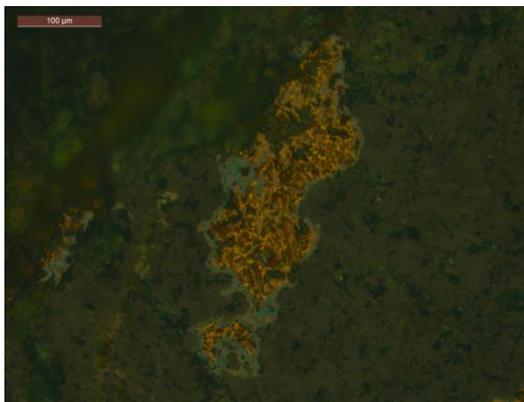


Слика 37. Сфалерит исталожен во катаклазиран пирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 37. Sphalerite settled in cataclized pyrite. Parallel nicoli. Inc. 200x

Халкопиритот настапува надвор од пиритските жици, а се лоцирани во карпестата маса (слика 39). Се јавуваат меѓу себе во изолирани издолжени кристали (0.08 mm x 0.15mm). Исто така халкопиритот ретко, но се јавува како емулзии во сфалерит.

Хематитот има двојно потекло. Имено, тој се создава со оксидација на магнетитот (мартитизација), при што многу често се гледаат сите преодни облици на претворање на магнетит во хематит. Тешко е да се одреди местото на тој процес во редоследот на создавањето на наоѓалиштето, но секако и тој процес се одвива во кисела средина со зголемена концентрација на кислородот. Хематитот II се создава во вид на лушпести агрегати. Често се појавува во вид на жилички во порано создадените минерали, на пример во сфалеритот. Ова зборува дека и тој е создаден после создавањето на сфалеритот. Исто така се сретнуваат жилички кои ги сечат порано создадените магнетити и пирити.



Слика 38. Алотриоморфно зрнест халкопиритски агрегат кородиран од кварц со инестицско појавување на халкозин. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 38. Allotriomorph grains of chalcopyrite aggregate corroded by quartz with interstitial occurrence of chalcocite. Parallel nichols. Magn. 200x



Слика 39. Хипидиоморфно зрнест халкопиритски агрегат кородиран од кварц и триаголен реликт на пирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 39. Hypidiomorph grains of chalcopyrite aggregate corroded by quartz and triangular relict of pyrite. Parallel nichols. Magn. 200x

Создавањето на хематитот зборува дека после создавањето на сфалеритот се променил режимот на рудните раствори, односно термите стануваат обогатени со кислород, односно рН станал многу низок, што е карактеристично за киселите раствори.

Количинската застапеност, како и зачестеноста на појавувањето на магнетитот и хематитот скоро е еднаква. Локално и во некои делови на оруднувањето, се присутни варирања на многу мали растојанија, со повремено преовладување на магнетит, односно хематит.

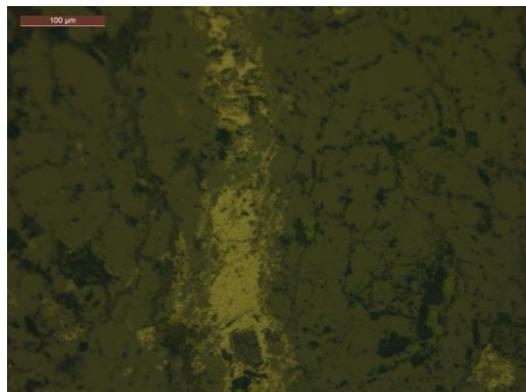
Некои хематитски зрна се одликуваат со мрежеста структура (слика 40), што укажува дека хематитот е настанат со мартитизација на магнетитот. Кај некои магнетитски зрна мартитизацијата е многу силно изразена и при тоа хематитот врши потполна псевдоморфоза на магнетитот.

Хематитот - мартит најчесто ги зафаќа периферните делови на магнетитските зрна или пак иглично се развива по должина на правците на цепливоста (слика 42), но хематитот често се јавува и во вид на радијално зраковидни или снопчести агрегати (слика 43).



Слика 40. Мрежасто развивање на хематит во силикатно карбонатна основа. Паралелни николи. Зг. 200x

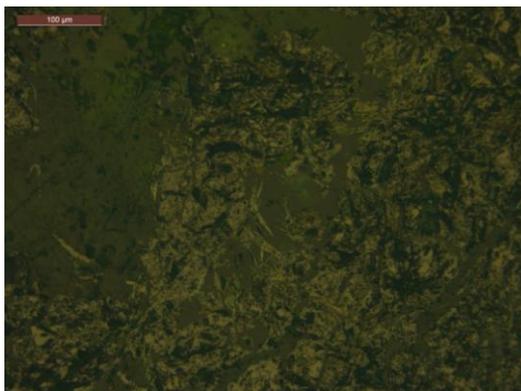
Figure 40. Network-like development of hematite in silicate carbonate basis. Parallel nichols. Magn. 200x



Слика 41. Хематитска жила во силикатно – карбонатна основа. аралелни николи. Зг. 200x

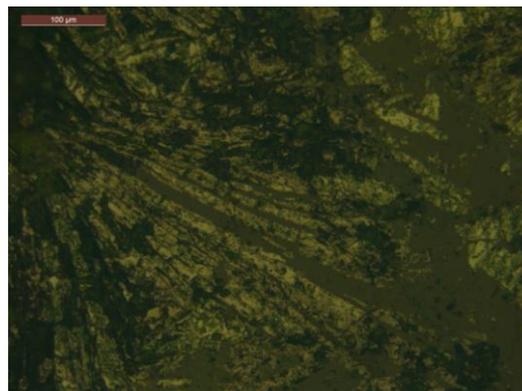
Figure 41. Hematite vein in silicate-carbonate basis. Parallel nichols. Magn. 200x

Хематитот настапува и како рекристализат на растворен магнетит што зборува за псевдоморфно појавување на хематитот по октаедарската форма на магнетитот.



Слика 42. Игличесто појавување на хематит со алотриоморфно зрнест магнетит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 42. Needle-like hematite appearance with allotriomorph grains of magnetite. Parallel nichols. Magn. 200x



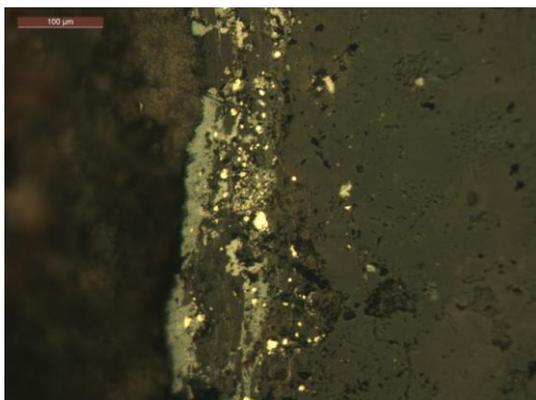
Слика 43. Снопчесто и радијално зраквидна структура на хематит. Паралелни николи. Зг. 200x

Fig. 43. Flakes and radially beam structure on hematite. Parallel nichols. Magn. 200x

При крајот на хидротермалната етапа веројатно доаѓа до прилично опаѓање на температурата и создавање на такви минерали кои би биле стабилни во такви услови. Еден од тие минерали е лимонитот. Тој прилично е редок и доаѓа во мали количини или пак се јавува во вид на

жилички како резултат на распаѓањето на пиритот (слика 44 и 45). Тој е помлад од сите претходно спомнати минерали. Лимонитот настапува локално по поедини рабови на пиритот, а локално го зафаќа и целиот хексагонален кристал и претставува псевдоморфоза по пиритот.

Како секундарен минерал десцендентно пополнува поедини пукнатини и прслини во карпите. Често се јавува како алотриоморфен со различни големини (слика 46), често содржи реликти од пирит (слика 47) а понекогаш може да се појави и во субмикроскопски димензии.



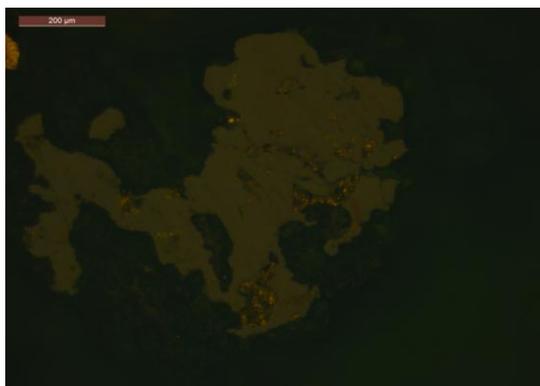
Слика 44. Жица на лимонит со ситни реликти на пирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 44. Limonite vein of limonite with tiny relics of pyrite. Parallel nichols. Magn. 200x



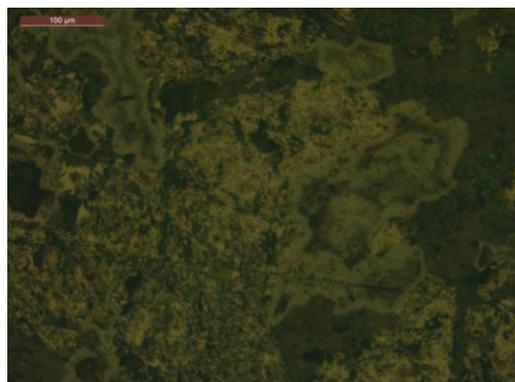
Слика 45. Лимонитско хематитски агрегат со реликти од пирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 45. Limonite-hematite agregate with relics of pyrite. Parallel nichols. Magn. 200x



Слика 46. Алотриоморфно зрнест агрегат на лимонит со реликти од пирит кородиран од кварц. Паралелни николи. Зг. 100x

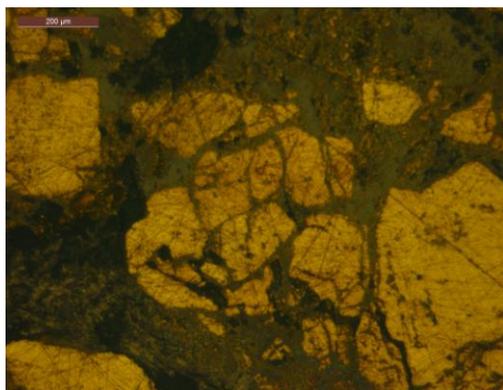
Figure 46. Allotriormal grains agreggate on limonite with relics in pyrite corroded by quartz. Parallel nichols. Magn. 200x



Слика 47. Реликти на хематит во лимонит и коломорфни структури на гетит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 47. Relics of hematite in limonite and colomorph structures on ghoetite. Parallel nichols. Magn. 200x

Пиритот II е последен од рудните минерали кои се таложат во хидротермаланта етапа. Се карактеризира со идиоморфно развиени кристални облици – хексаедри. Како помлад тој многу често ги вклопува сите претходно создадени рудни минерали. Тој исто така се создава и по пукнатините на тие минерали, на пример во сфалеритот тектонските движења по таложењето на пирит II пак се обновуваат и како последица на тоа дошло до катаклазирање и на пиритот (слика 48) .



Слика 48. Крупен катаклазиран пиритски агрегат цементиран со лимонит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 48. Coarse cataclitized pyrite agregate cemented with limonite. Parallel nichols. Magn. 200x



Слика 49. Алотриоморфно зрнест интерстицикси кородиран од страна на лимонит. Паралелни николи. Зг. 200x

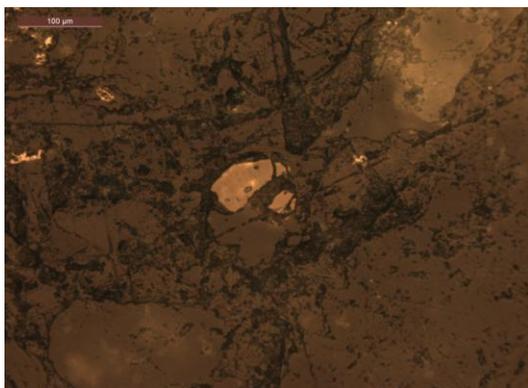
Figure 49. Allotriomorph grains interstitially corroded by limonite. Parallel nichols. Magn. 200x

Кварцот исто така се јавува во две генерации. Постои кварц кој се создал пред создавањето на магнетитот, но е исклучена можноста дека тој настанал за време на вториот стадиум на контактно метасоматската етапа. Меѓутоа, далеку е позастапен кварцот II, што означува завршување на хидротермалната етапа. Силификацијата е доста интензивна. Кварцот се таложува во пукнатините на порано создадените минерали. Катаклазирањето на кварцот зборува дека тектонските процеси внатре во раседот повторно се обновени.

Калцитот е најмлад и последен минерал во хидротермалната етапа на создавањето. Го цементира катаклазираниот кварц.

Рутилот се јавува како редок минерал расеан по целата маса во

препаратите (слика 50 и 51). Исто така рутилот го сретнуваме и по пиритските жици каде изгледа дека е транспортиран од пиритските раствори во цврста состојба.



Слика 50. Хипидиоморфно зрно на рутил во силикатно - карбонатна основа. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 50. Hypidiomorphic grain on rutile in silicate carbonate basis. Parallel nicoli. Inc. 200x



Слика 51. Алотриоморфно зрно на рутил кородирано од кварц и ситни реликти на рутил во кварцно – карбонатна основа. Паралелни николи. Зг. 200x

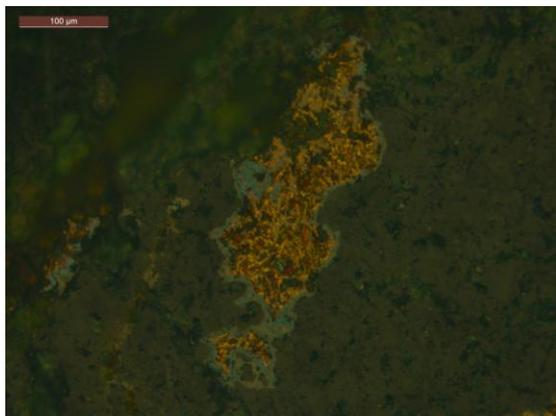
Figure 51. Allotriomorphic grain on rutile corroded on quartz and tiny relicts on rutile in quartz - carbonate basis. Parallel nicoli. Inc. 200x

Молибденитот се јавува во пукнатините во издолжени просторно ориентирани и деформирани кристали. Настапува во вид на тенки и извиткани лушпички чија должина се движи од 0.2 mm, а максималната дебелина достигнува до 0.06 mm. Учеството на молибденитот е мало, во микроскопски размери.

Суперген стадиум

Оваа етапа е застапена во површинските делови од наоѓалиштето. Од супергените минерали главно се застапени Fe – хидроксида, халкозин, малахит и азурит, како и цинкови хидроксида. Не е исклучено да има и други минерали, но за сега не се констатирани.

Халкозинот ретко настапува како самостоен минерал, најчесто се развива интерстицки по халкопиритот (слика 52), но понекогаш може да се јави како алотриоморфно зрнест (слика 53).



Слика 52. Алотриоморфно зрнесст халкопириски агрегат со интерстицски развиен халкозин. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 52. Allotriomorphic grains chalcopirite agragate with interstitial developed halconite. Parallel nicoli. Inc. 200x



Слика 53. Ситни алотриоморфни зрна на халкозин масивен лимонит со реликти од пирит. Паралелни николи. Зг. 200x

Figure 53. Tiny allotriomorphic grain on halconite massive lemonite with relicts on pyrite. Parallel nicoli. Inc. 200x

Врз основа на податоците од досегашните испитувања, како и резултатите од нашите испитувања извршени во последно време, во наоѓалиштето Иберли утврдени се поголем број на минерали образувани во неколку рудоносни фази.

Според досегашните сознанија, водечки и воедно најзначајни рудни минерали се магнетит, хематит, магхемит, халкопирит, сфалерит, бизмутинит и мартит. Како постојани придружници на овие минерали се јавуваат пирит, хематит - мартит, хематит - спекуларит, лимонит, гетит, малахит, хлкозин и др. Од нерудните минерали најзастапени се гранатот, амфиболот, пироксенот, епидотот и кварцот.

Рудната минерализација, набљудувана од минералошки аспект спаѓа во редот на недоволно испитани и изучени минерализации, до денес не се проучувани составите на главните минерали и минералите придружници на постоечките минерални парагенези.

За прв пат покрај стандардните одредби на водечките рудни минерали, составот на поедините рудни минерали е добиен на сканинг електронски микроскоп.

Во рамките на деталните рудномикроскопски испитувања и

анализирањата на сканинг електронски микроскоп, беа зафатени голем број на примероци а резултатите од тие испитувања ги продлабочуваат информациите поврзани со особините на главните рудни минерали, даваат информации за условите на нивното образување и појавување, како и нивниот хемиски состав.

Со нашите испитувања ја надополнивме информацијата за составот на оваа минерализација, истовремено ги утврдивме сложените меѓусебни односи и сраснувања помеѓу поедините рудни компоненти.

По количинската застапеност и учеството во нивното појавување, од рудните компоненти значајни се само концентрациите на магнетитот, хематитот, сфалеритот и халкопиритот.

Останатите рудни минерали се јавуваат исто така често, а посебно малахитот и мартитот и истите имаат само минералошко значење и истите само ја надополнуваат комплексната минерална парагенеза во наоѓалиштето Иберли.

Оруднувањата од Fe, Zn и Cu од наоѓалиштето Иберли, претставуваат комплексни во поглед на минералниот состав, но сепак главно место во минералната асоцијација заземаат магнетитот, хематитот, сфалериот и халкопиритот редовно придружувани од мартит, пирит, бизмутинит, малахит, халкозин, епидот и гранат.

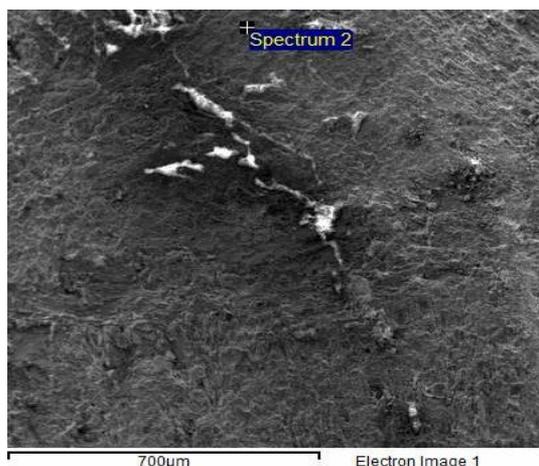
Наоѓалиштето е создавано при услови кои тектонски се многу нестабилни, кои наоѓаат одраз во таложењето на секој претходен минерал, односно претходни оживувања на раседот на кој се наоѓа наоѓалиштето. Во текот на хидротермалната етапа се создаваат ред на минерали кои во почетокот имаат многу висока температура при што дошло до создавање на магнетит и издвојување на халкопирит во сфалерит. Оваа етапа завршува со создавање на нискотемпературни минерали (антимонит). Во целина гледано наоѓалиштето е создавано при висока температура која можеби одговара на хидротермални услови (создавање на скарновски минерали).

Состав на позначајните рудни минерали

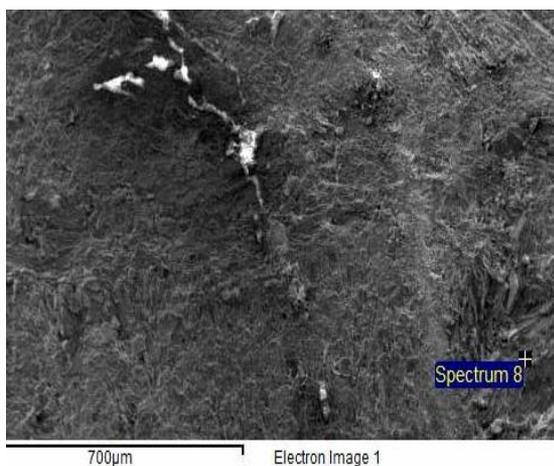
Закономерноста на распределбата на елементите примеси во магнетитот во одредена мерка може да се искористи за докажување на врската на орудувањето и интрузивите. Во геохемиски поглед посебно внимание заслужуваат податоците за распределбата на ванадиумот, хромот, алуминиумот и другите елементи примеси во рудните фази.

Структурата на магнетитот овозможува изоморфно заменување на Fe со поголем број на елементи, во прв ред со Ti, V, Cr, Mn, Mg, Al, Ni, Co и др. Набројаните елементи, а особено нивните концентрации во магнетитите зависат од типот на растворот и од нивните руднорегенерирачки процеси. Од тој аспект магнетитот може да биде користен како податок за објаснување на формационата припадност на карпестиот комплекс, како и за оценување на рудоносноста.

Хемискиот состав на магнетитот е одредуван на сканинг електронски микроскоп, добиените резултати се прикажани во табела 1 и 2, позицијата на анализираниите магнетити е дадена на слика 54, 55, 56 и 57.



Слика 54. SEM слика на магнетит примерок 1
Figure 54. SEM image of magnetite sample 1

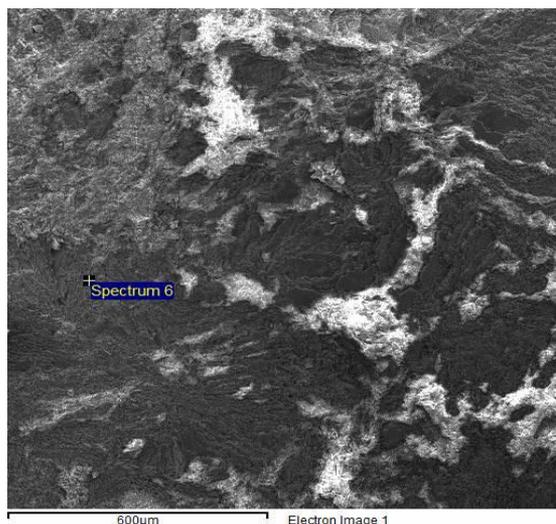


Слика 55. SEM слика на магнетит примерок 2
Figure 55. SEM image of magnetite sample 2

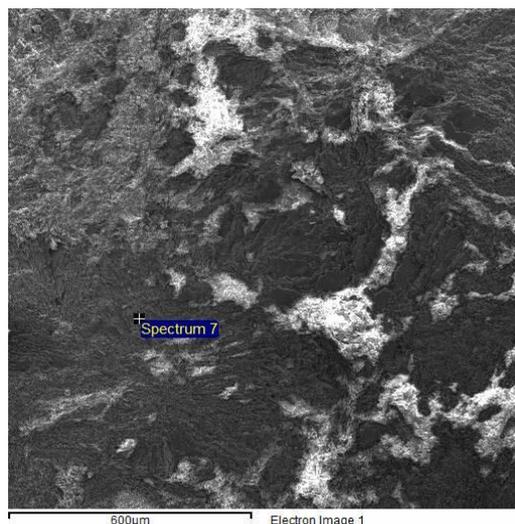
Табела 1. Хемиски состав на магнетит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 1. Chemical composition of magnetite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 1		Елемент	Примерок 2	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
О К	29.49	59.35	О К	26.79	55.22
Fe К	70.51	40.65	Si К	2.64	3.10
Вкупно	100.00		Fe К	70.58	41.68
			Вкупно	100.00	



Слика 56. SEM слика на магнетит примерок 3
Figure 56. SEM image of magnetite sample 3



Слика 57. SEM слика на магнетит примерок 4
Figure 57. SEM image of magnetite sample 4

Табела 2. Хемиски состав на магнетит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 2. Chemical composition of magnetite from the „Iberley“ deposit (%)

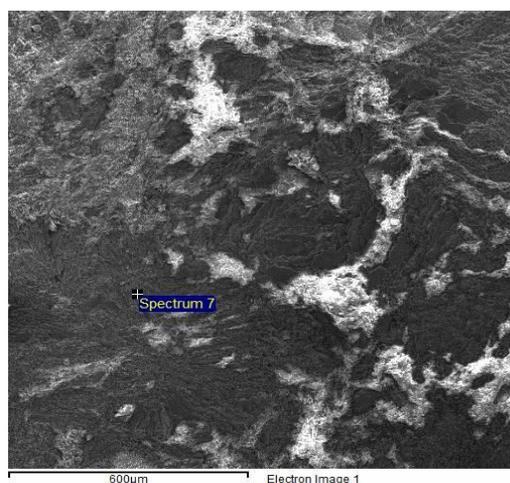
Елемент	Примерок 3		Елемент	Примерок 4	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
О К	29.53	55.33	О К	32.08	61.86
Mg К	4.00	4.94	Al К	1.04	1.19
Al К	3.02	3.36	Fe К	66.88	36.95
Si К	4.29	4.58	Вкупно	100.00	
Ti К	0.52	0.33			
Fe К	58.63	31.47			
Вкупно	100.00				

Врз основа на податоците дадени во табела 1 може да се забележи дека магнетитот има релативно уедначен хемиски состав кој се огледа во содржините на Fe од 70.51 % до 70.58%. Како примеси во сосема мали количини содржи Si 2.64 %, . Генерално гледано анализираните зрна на магнетит се многу блиски до теоретските вредности за чист магнетит без примеси.

За разлика од табела 1 во табела 2 примерок еден покажува обогатување се елементи примеси и тоа Mg (4.00%), Al (3.02%), Si (4.29%) Ti (0.52%). Присуството не елементи примеси во некои зрна на магнетит укажуваат на фазност во создавањето на магнетитот, односно изоморфното заменување на Fe со елементите примеси. Структурата на хематитот овозможува изоморфно заменување на Fe со поголем број на елементи, во прв ред со Ti, V, Cr, Mn, Mg, Al, Ni, Co и др. Набројаните елементи, а особено нивните концентрации во магнетитите зависат од типот на растворот и од нивните руднорегенерирачки процеси. Хемискиот состав на хематитот е одредуван на сканинг електронски микроскоп, добиените резултати се прикажани во табела 3 и 4, позицијата на анализираните магнетити е дадена на слика 58, 59, 60 и 61).



Слика 58. SEM слика на хематит примерок 1
Figure 58. SEM image of hematite sample 1

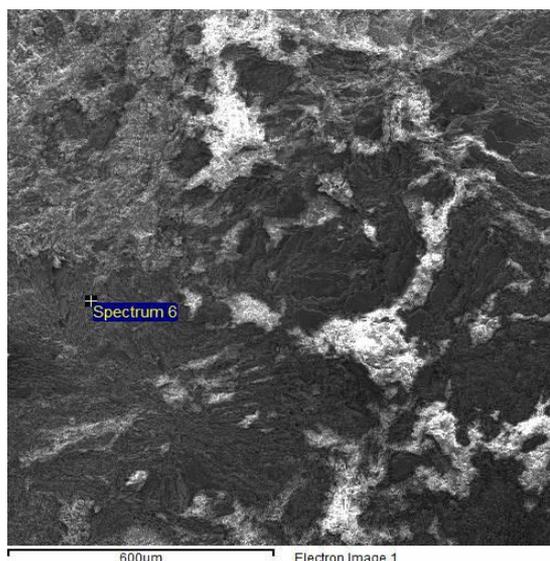


Слика 59. SEM слика на хематит примерок 2
Figure 59. SEM image of hematite sample 2

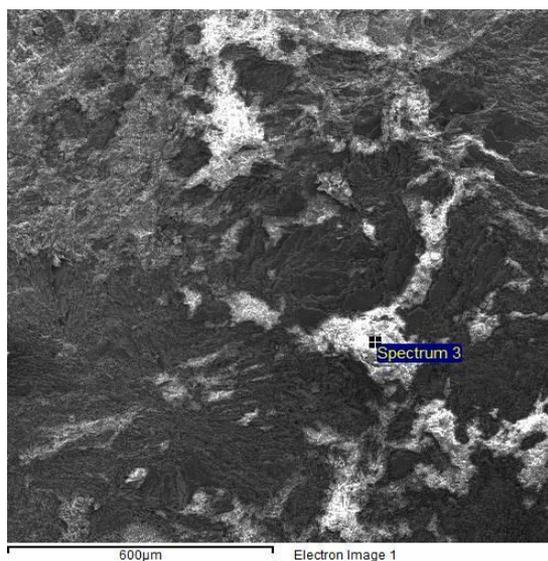
Табела 3. Хемиски состав на хематит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 3. Chemical composition of hematite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 1		Елемент	Примерок 2	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	30.27	59.96	O K	32.08	61.86
Si K	0.82	0.93	Al K	1.04	1.19
Fe K	68.91	39.11	Fe K	66.88	36.95
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



Слика 60. SEM слика на хематит примерок 3
Figure 60. SEM image of hematite sample 3



Слика 61. SEM слика на хематит примерок 4
Figure 61. SEM image of hematite sample 4

Табела 4. Хемиски состав на хематит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 4. Chemical composition of hematite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 3		Елемент	Примерок 4	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	29.53	55.33	O K	38.68	67.85
Mg K	4.00	4.94	Si K	2.53	2.52
Al K	3.02	3.36	Ca K	0.42	0.30
Si K	4.29	4.58	Fe K	58.37	29.34
Ti K	0.52	0.33	Вкупно	100.00	
Fe K	58.63	31.47			
Вкупно	100.00				

Врз основа на податоците дадени во табела 3 може да се забележи дека хематитот има релативно уедначен хемиски состав кој се огледа во содржините на Fe од 66.88 % до 68.91%. Како примеси во сосема мали количини содржи Si 0.62 % и Al 1.04 %. Генерално гледано анализираните зрна на хематитот се многу блиски до теоретските вредности за чист магнетит без примеси.

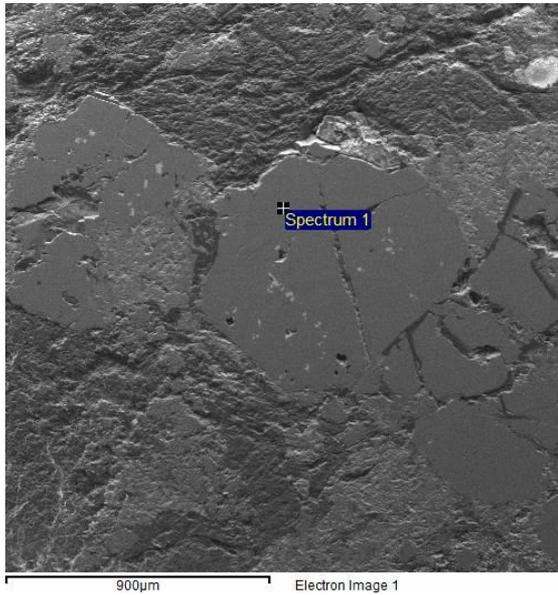
Податоците презентирани во табела 4 укажуваат дека другите две анализирани хематитски зрна содржат поголем број од елементите примеси пред се Al, Mg, Ti, Si, Ca. Иако констатираните елементи примеси не се застапени со поголеми содржини (Al до 3.02 %, Mg до 4.00 % и Si до 4.29 %) укажуваат на присуство на процеси со кои се зафатени хематитите, заменување на Fe со елементите примеси.

Пиритот е еден од најчестите рудни минерали во наоѓалиштето Иберли, но количински не е многу застапен. Пиритот во својот хемиски состав како елементи примеси може да содржи: Ni, Co, Cu, As, Sb, Se, Bi, Ag, Au. Содржините на елементите примеси во пиритот можат да укажат на неговото примарно потекло. Со нашите испитувања се направени анализи на четири зрна на пирит, добиените резултати за хемискиот состав на пиритот се прикажани во табелите 5 и 6. Позициите на анализираните зрна на пирит се прикажани на сликите 62, 63, 64 и 65.

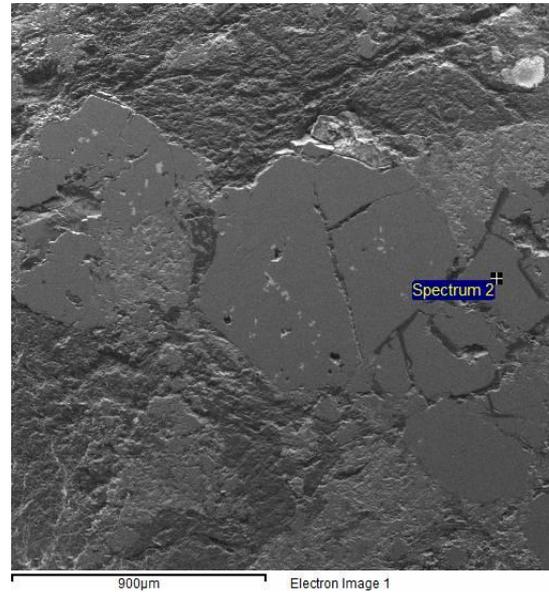
Табела 5. Хемиски состав на пирит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 5. Chemical composition of pyrite from the „Iberley“ deposit (%)

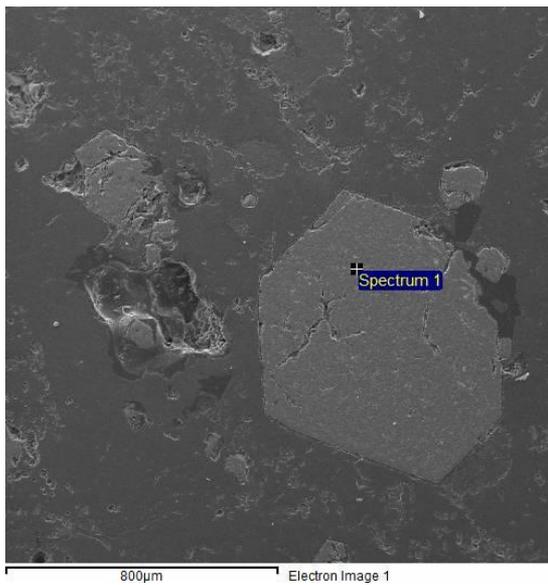
Елемент	Примерок 1		Елемент	Примерок 2	
	Тежински %	Атомски %		Тежински	Атомски %
S K	61.87	73.87	S K	64.66	76.12
Fe K	38.13	26.13	Fe K	35.34	23.88
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



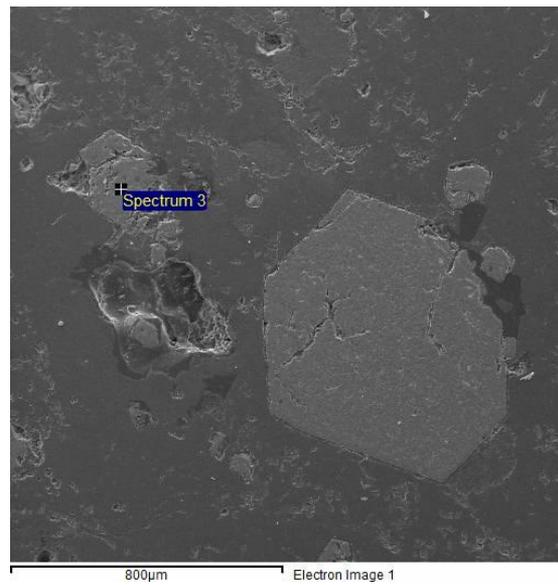
Слика 62. SEM слика на пирит примерок 1
Figure 62. SEM image of pyrite sample 1



Слика 63. SEM слика на пирит примерок 2
Figure 63. SEM image of pyrite sample 2



Слика 64. SEM слика на пирит примерок 3
Figure 64. SEM image of pyrite sample 3



Слика 65. SEM слика на пирит примерок 4
Figure 65. SEM image of pyrite sample 4

Табела 6. Хемиски состав на пирит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 6. Chemical composition of pyrite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 3		Елемент	Примерок 4	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
S K	53.56	66.77	S K	52.88	66.15
Fe K	46.44	33.23	Fe K	47.12	33.85
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	

Податоците прикажани за хемискиот состав на пиритот (табела 17 и 18) укажуваат дека пиритот во примерок 3 и 4 има вредности за хемискиот состав кои се многу блиски, скоро идентични со теоретските вредности за пирит без елементи примеси. Во останатите две анализи е констатирано дефицит на железо што укажува дека овие две зрна на пирит претставуваат различни фази од претходните две зрна. Во рамките на анализираните зрна на пирит не се констатирани елементи примеси што зборува за нивниот уедначен хемиски состав.

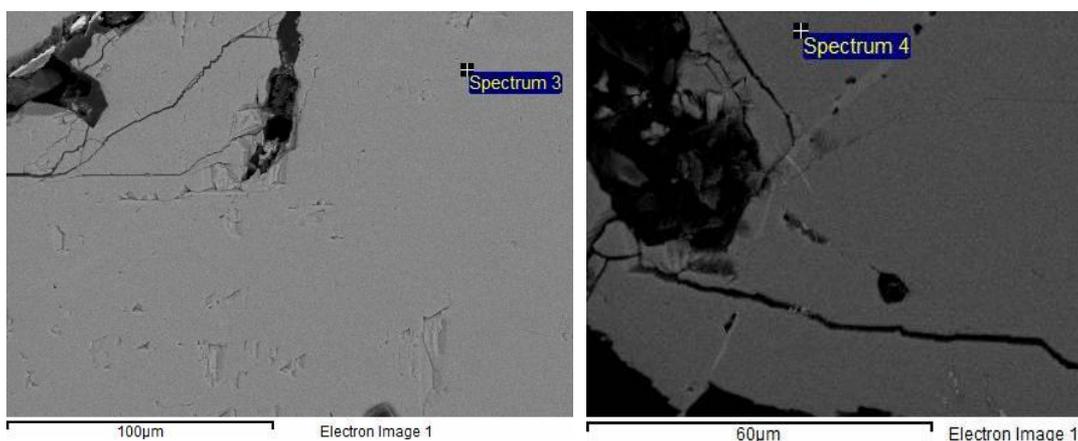
Во рамките на наоѓалиштето Иберли со микроскопските и хемиските испитувања е констатиран сфалерит. Сфалеритот во својот хемиски состав како примеси може да содржи: Fe, Hg, Mn, Cu, In, Sn, Ni, Ag, Co, Cd, Ge, Tl. Извршени се анализирања на две зрна на сфалерит чии позиции се прикажани на сликите 65 и 66.

Добиените резултати за хемискиот состав на сфалеритот се презентирани во табела 7.

Табела 7. Хемиски состав на сфалерит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 7. Chemical composition of sphalerite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 1		Елемент	Примерок 2	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	2.50	7.42	S K	30.00	46.51
S K	28.53	42.28	Fe K	1.96	1.74
Fe K	1.35	1.15	Zn K	68.04	51.74
Zn K	67.62	49.15	Вкупно	100.00	
Вкупно	100.00				



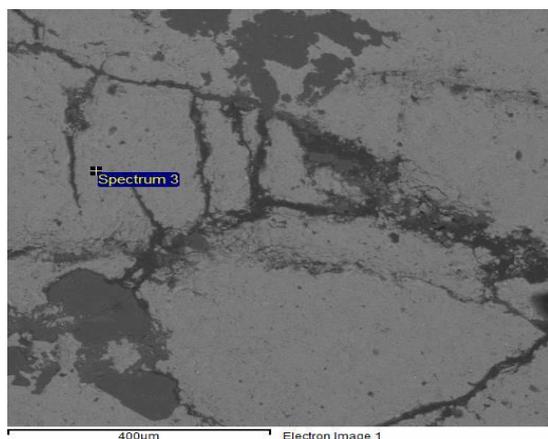
Слика 65. SEM слика на сфалерит примерок 1
Figure 65. SEM image of sphalerite sample 1

Слика 66. SEM слика на сфалерит примерок 2
Figure 66. SEM image of sphalerite sample 2

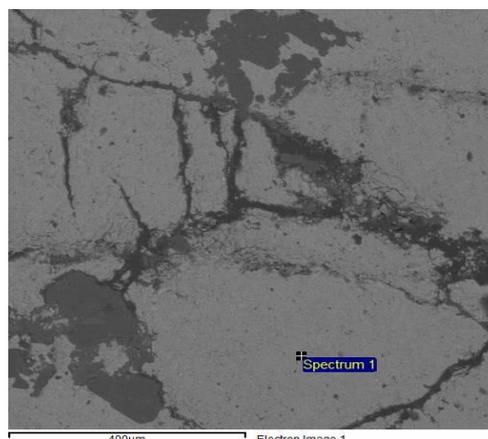
Врз основа на изнесените податоци во табела 7 е видливо дека станува збор за сфалерит со уедначен хемиски состав кој се огледа во содржините на Zn кои се движат во границите од 67.62 % до 68.04 %. Исто така од приложената табела се забележува дека станува збор за сфалерит чии вредности се многу блиски до теоретските (Чвилева и др. 1988). Исто така се забележува дека анализираните зрна на сфалерит од елементи примеси е констатирано Fe чии содржини изнесуваат 1.35% до 1.96%.

Халкопиритот како еден од главните носители на бакарното оруднување во наоѓалиштето Иберли е констатиран со рудномикроскопските испитувања, додека неговиот хемиски состав е дефиниран со испитувањата извршени на сканинг електронски микроскоп. Халкопиритот во својот хемиски состав како елементи примеси често содржи: Se, Ni, Co, Ag, Zn, Mn, Sn, As, Sb, Ge, In, Tl.

Извршени се анализирања на две зрна на халкопирит чии позиции се прикажани на сликите 67 и 68, додека резултатите од извршените испитувања се прикажани во табела 8.



Слика 67. SEM слика на халкопирит примерок 1
Figure 67. SEM image of chalcopyrite sample 1



Слика 68. SEM слика на халкопирит примерок 2
Figure 68. SEM image of chalcopyrite sample 2

Табела 8. Хемиски состав на халкопирит од наоѓалиштето Иберли (%)

Table 8. Chemical composition of chalcopyrite from the „Iberley“ deposit (%)

Елемент	Примерок 1		Елемент	Примерок 2	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
S K	32.89	47.72	S K	35.94	51.13
Fe K	31.11	25.91	Fe K	29.08	23.76
Cu K	36.00	26.36	Cu K	34.98	25.11
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	

Приложените податоци во табелата 8 укажуваат е дека станува збор за халкопирити со уедначен хемиски состав кој се огледа во содржините на Cu кои се движат во границите од 34.98% до 36.00%. Исто така од приложената табела се забележува дека станува збор за халкопирит чии вредности се многу блиски до теоретските (Чвилева и др. 1988). Од истата табела може да се забележи дека во некои халкопирити имаме минимално зголемување на содржината на бакарот за сметка на сулфурот (примерок 1, табела 8).

14.0. ГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Локалниот геохемиски фон на веќе истражуваното наоѓалиште Буковска Река е на основа на геохемиските проби земени од површината на наоѓалиштето. Геохемиската мрежа во самото наоѓалиште била погуста и изнесувала 150x50 m, погустата геохемишка мрежа е поставена со цел да се добие локалниот геохемиски фон на наоѓалиштето кој ќе служи како репер за рудната минерализација на овој регион, и откривање на нови слепи рудни тела. За добивање на фонот се третирали 13 профили во кои се земаат 10 проби на профил. Вкупно се земени 130 проби од кои е пресметан локалниот фон на Cu и Zn.

Локалниот фон на Zn во наоѓалиштето Иберли изнесува 95 ppm и на Cu 60 ppm. Споредувајќи го локалниот фон со регионалниот гледаме дека регионалниот и локалниот фон на Zn во ppm се приближно исти. Во регионалниот и локалниот фон на Cu имаме различни големини, регионалниот фон изнесува 30 ppm, а локалниот 60 ppm, што е двапати поголем од регионалниот.

Геохемиските аномалии во наоѓалиштето Иберли изнесуваат:

Прва аномалијска вредност на Zn		$C = 2 \times 95 = 190 \text{ ppm}$
Втора	" "	$C = 2 \times 190 = 380 \text{ ppm}$
Трета	" "	$C = 2 \times 380 = 760 \text{ ppm}$

Аномалиските вредности варираат

95 – 190 ppm	во %	0,0095 – 0,019 %
190 - 380 ppm	"	0,019 – 0,038 %
380 – 760 ppm	"	0,038 – 0,078 %

Прва аномалиска вредност на Cu		$C = 2 \times 60 = 120 \text{ ppm}$
Втора	" "	$C = 2 \times 120 = 240 \text{ ppm}$
Трета	" "	$C = 2 \times 240 = 480 \text{ ppm}$

Аномалиските вредности варираат

60 – 120 ppm	во %	0,006 – 0,012 %
120 - 240 ppm	“	0,012 – 0,024 %
240 – 480 ppm	“	0,024 – 0,048 %

Погорните резултати покажуваат дека имаме значајни разлики помеѓу регионалниот и локалниот фон. Локалните фонови на поедини локалности исто така имаат различни вредности, овие разлики се предизвикани од повеќе геохемиски фактори како: литолошкиот карактер на карпите, морфологијата на теренот, геолошката позиција на рудните тела, падот на рудните тела, тектониката, хидрографијата, интензивноста на ерозијата и др.

Геохемиски аномалии на Zn – Тргувајќи од северозапад кон југоисток ги имаме следните геохемиски аномалии од втор и трет степен: под бели Рид до Сиври Тепе имаме геохемиски аномалии од втор степен на површина сса 40m^2 , аномалиите се јавуваат во контактот на гранитите и мермерите. Северно од Сиври Тепе имаме аномалии од втор и трет степен, оваа аномалија се протега на сса 300m^2 , која се преклопува и со геофизичките аномалии. Самото наоѓалиште многу добро е вработено, и овде имаме аномалиски вредности од втор и трет степен. Позначајни аномалии на Zn има јужно од Горно Јачмениште на контактот помеѓу амфиболските шкрилци и мермери и по должината на попречниот Вучјачки расед. Интерпретацијата на овие аномалии е отежната бидејќи се јавуваат во една издробена и раседна зона. Доста интересни аномалии на Zn има помеѓу вододелниците на Водесја Река. Аномалиското поле се јавува на контактот помеѓу дијабазите и гнајсевите, исто така во дијабазите има и анклавни мермери. Аномалиските вредности овде се од втор степен.

Геохемиска аномалија на Cu – Геохемиските аномалии на бакар во поголемиот свој дел заземаат исти површини како и аномалиите на цинкот. Тргувајќи од северозапад кон југоисток ги има следните аномалиски полиња: северно од Бели Рид има аномалиски вредности

од втор и трет степен, додека овде имаме аномалии на цинк само од втор степен. Површината на аномалиското поле изнесува сса 300 m². Помеѓу вододелниците на река `Рѓавица исто така има аномалиски вредности од втор и трет степен на површина сса 300 m².

Горните аномалиски вредности индицират рудни тела или рудна минерализација која се јавува во мермерите во вид на мали леќи и гнезда во површинските делови. Северозападно од Сиври Тепе аномалиските вредности на цинк и бакар не се поклопуваат, бидејќи аномалиите на цинк зафаќаат далеку помала површина и вредностите во ppm изнесуваат до 360 ppm и претставуваат втора аномалиска вредност, на бакар изнесуваат до 240 ppm што преставува трета аномалиска вредност, споредувајќи ги со вредностите на регионалниот фон. Југоисточно од Сиври Тепе аномалиските вредности на Cu – Zn главно се поклопуват. Овие аномалии се поклопуваат и со геофизичките аномалии. Само втори аномалиски вредности имаме јужно од Горно Јачмениште, северно од Мали Карадак на контактот помеѓу серпентините и гнајсевите, по левата страна на Водесја Река, помеѓу вододелниците на Водесја Река и јужно од Горбеново Брдо, како најзначајни се аномалиите помеѓу вододелниците на Водесја Река северно од кота 401. На контактот помеѓу гнајсевите и дијабазите има леќи на силифицирани мермери, појави на скарнови и хидротермално изменети дијабази каде има и аплитоидни гранити.

Со регионалната геохемиска проспекција изведувана по должината на регионалниот реверсен и активен расед и интерпретацијата на добиените резултати од геохемиските проби се констатира следното: во контактот југоисточно од Вучјак до Горбеново Брдо нема геохемиски аномалии кои би индицирале поголеми рудни тела, слични на оние од Буковска Река.

Позначајни се аномалиите северно од Мали Карадак, но овие аномалии се предизвикани од серпентините, и се побогати со бакар. Поинтересна е аномалијата помеѓу вододелниците на Водесја Река, каде аномалиите се јавуваат на контактот помеѓу дијабазите и гнајсевите и внатре во дијабазите кои покажуваат минерализација на бакар. Бидејќи во габро-дијабазниот масив има многубројни појави на бакар, не е исклучена можноста аномалиските вредности да се предизвикани од минералошки појави на бакар.

Податоците дадени во Табела 9 се добиени со лабораториски испитувања кои главно се однесуваат на репрезентативни примероци земени непосредно пред влез во поткоп III/1, халдата пред споменатиот поткоп, како и примероци земени од халдата на поткоп II/1. Геохемиските испитувања се направени со методата на ME-ICP61. Извршени се испитувања на преку 25 елементи од кои некои од елементите покажуваат значително зголемени концентрации во однос на нивните вообичаени концентрации карактеристични за скарновите.

Од добиените резултати се гледа дека содржините на *Си* се движат во границите од 2230 и 2290 ppm, на цинкот од 1.64% до 2.92% и тоа во два примерока, а додека *Fe* се движи во границите и изнесува од 2.06 % до 24.4 %.

Со поранешните истражувања на наоѓалиштето Иберли направени биле повеќе геохемиски анализи кои ги дале следните резултати и тоа: *Си* изнесувал од 0,6% до 3,76%, *Zn* изнесувал 3,85% и *Fe* изнесувал 26,7%.

Ако направиме споредба за присуството на главните елементи со претходните геохемиски испитувања и најновите испитувања може да се забележи дека постојат одредени мали отстапувања во содржините на главните елементи кои отстапувања веројатно се резултат на изборот на примероците за анализирање и различните методи на испитување, но сепак овие отстапувања се незначителни.

Табела 9. Резултати од извршени испитувања на примероци земени од наоѓалиштето Иберли (ppm)

Table 9. Results from performed explorations of samples taken from Iberaley location (ppm)

Број на проба/ елемент	И-2	И-3	И-3а	И - 7	И-8	И-10	И-11
Ag	7.4	3.6	4.6	3.2	0.6	<0.5	<0.5
Al (%)	0.44	0.67	0.88	0.6	5	7.48	4.46
As	221	6	<5	270	8	8	11
Ba	10	<10	<10	10	630	670	120
Be	118	47.5	45.5	100	0.9	4	1.4
Bi	199	178	272	481	71	3	2
Ca (%)	13.6	14.85	18.5	11.3	0.63	1.12	17
Cd	1.6	144.5	94	2.2	<0.5	<0.5	0.6
Co	56	39	30	65	20	6	8
Cr	4	4	2	3	14	14	33
Cu	11	2230	2290	19	397	3	30
Fe (%)	21.7	10.65	10.05	24.4	3.56	2.06	2.12
Ga	10	10	10	10	10	20	10
K (%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	4.2	3.58	1.57
La	<10	<10	<10	<10	20	30	20
Mg (%)	0.71	1.39	1.49	0.93	0.19	0.64	1.62
Mn	8640	13800	17800	8190	321	287	750
Mo	9	8	1	8	239	<1	<1
Na (%)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.18	2.62	0.03
Ni	3	1	1	1	2	4	24
P	80	70	50	60	340	550	400
Pb	17	78	102	32	12	22	5
Sr	115	132	131	103	115	227	183
Ti (%)	0.01	0.02	0.01	0.01	0.15	0.23	0.21
V	10	12	16	10	35	50	54
W	2040	1120	510	1690	20	<10	<10
Zn	216	2.92(%)	1.64(%)	318	39	26	52
Au	0.013	0.006	<0.005	0.02	<0.005	<0.005	<0.005

Посебно внимание заслужуваат резултатите од испитуваните примероци И-3 и И-3а кои со минералошко петрографските испитувања се детерминирани како оруднет гранатско – епидотски скарн. Во рамките на овие испитувања на овие два примерока се добиени високи концентрации на манган (над 13 800 ppm) следени со зголемени концентрации на Sr, W, Co, Cd, Bi, Be и Ag. Присуството на претходно спомнатите елементи укажува на фактот дека во наоѓалиштето Иберли е присутна значајна асоцијација на елементи која заслужува и подетални испитувања.

Во примероците И-8, И-10 и И-11 се констатирани зголемени концентрации на следните микроелементи: P, Sr, Mo (примерок И-8), La, Ga, Ba и Cr.

Од изнесените податоци за геохемиските карактеристики на наоѓалиштето Иберли може да се констатира дека во ова наоѓалиште е присутна мошне интересна асоцијација на елементи од типот на Cu, Zn, Fe, Mn, Ag, W, Be, Bi, Cd, Sr и др. што укажува на присуство на полиметалична минерализација. За потврдување на оваа констатација потребно е да се направат поголем број на испитувања на репрезентативни примероци земени од споменатото наоѓалиште. Но сепак иако станува збор за мал број на испитувања, истите укажуваат на еден единствен заклучок дека наоѓалиштето Иберли заслужува внимание од минералошки, хемиски и геохемиски аспект.

15.0. ГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Наоѓалиштето Иберли спаѓа во групата на високотемпературни наоѓалишта на минерални сировини просторно поврзано со создавањето и разместувањето на скарновите.

Создавањето на наоѓалиштето е поврзано со контактните зони на гранитите со мермерите каде метасоматските процеси играат значајна улога во создавањето на оруднувањето. Создавањето на наоѓалиштето и скарновите претставува еден сложен процес во веројатно создавањето на оруднувањето е извршено после создавањето на скарновите.

Просторното разместување и морфологијата на рудните тела е тесно поврзано со тектонските нарушувања кои довеле до образување на здробени зони поволни за движење на рудоносните раствори.

Наоѓалиштето Иберли како што претходно е спомнато е образувано на контактот помеѓу гранитите и мермерите во една тектонска зона при што оруднувањето ги зафаќа и гранитите и мермерите.

Значајна улога во просторното разместување на оруднувањето

одиграле морфолошките и литолошките карактеристики на средината во која се образувале скарновите, особено карактерот на контактот на гранитите и мермерите, распоредот на пукнатините и односот на слоевите на карбонатните карпи и гранитите.

Основната улога при создавањето на наоѓалиштето ја одиграле хидротермалните раствори, еволуцијата на нивниот состав и реакцијата со околните карпи во доменот на контактната зона на гранитите и мермерите.

Создавањето на рудните тела во основа е последица на порастот на киселоста на хидротермалните раствори која овозможува реакција на заменување на Ca и Mg со Fe^{2+} и Fe^{3+} .

Асцедентниот процес во наоѓалиштето Иберли може да го разделиме во три стадиума. Првиот стадиум (контактно – метасоматски) му припаѓа на образувањето на скарновите со минерали: циркон, апатит, сфен, андрадит, јохансенит, биотит, хорнбленда, везувијан.

Во хидротермалниот процес се образувани епидотот, хлоритот, кварцот, калцитот, шелитот, рутилот, магнетитот, молибденит, сфалерит, халкопирит, пирит, гринокит, хематит, самороден бизмут, бизмутинит, галенобизмутинит, галенит, тетраедрит, џемсонит, марказит и опал. За третата супергена фаза се карактеристични оксидационите продукти на горните минерали од кои се забележани: лимонит, азурит, малахит и др.

Во скарновскиот стадиум минералите може да ги врземе за ендоскарновите и егзоскарновите.

Ендоскарновите минерали се реликти од магматската карпа и како такви тие се најстари во овој комплекс на минерали. Минералите на егзоскарновите гранатот, јохансенитот, форстеритот и др. се всушност најстари на асцедентниот процес. По нив во хидротермалниот стадиум следуваат епидотот, хлоритот, понатаму кварцот, калцитот, шелитот и магнетитот. После ова доаѓа до квалитативна промена во

хидротермалните раствори односно во нив се воведува сулфурот како H_2S и тој врши оборување на рудните компоненти од растворот и тоа во вид на молибденит, сфалерит, халкопирит и пирит. Во оваа фаза сфалеритот е со издвојување на халкопирит односно со поголема содржина на железо и бакар од што следува дека е настанат според принципот на Кулеруд на повисока температура. Во оваа фаза на хидротермалниот стадиум покрај сфалерит и халкопирит во минимални количини има и оборување на молибденит. За разлика од оваа фаза во предходните фази имаме главно оксидни минерали во кои немаме учество на сулфур во процесот. После образувањето на минералите од оваа фаза се создава сфалерит од втора генерација заедно со гринокит, но овој сфалерит е без издвојување на халкопирит што е последица на опаѓање на температурата. После оваа фаза (четврта по ред во хидротермалниот стадиум) имаме за кусо време повлекување на сулфурот од растворот и железото се оборува во вид на хематит кој според односите во рудните препарати се јасно помлади од напред наброените минерали.

Ова изостанување на сфалеритот трае кратко и веќе во наредната фаза тој пак е воведен во процесот и во шестата фаза на хидротермалниот стадиум има создавање на самороден бизмутинит, галенобизмутинит, галенит, тетраедрит, џемсонит и марказит кој се распоредени главно по редот кој е набројан кон поладните зони на просторот на рудообразованието но сите во една фаза. На крај имаме образување на опал и кварц. Во супергената фаза има образување на лимонит, халкозин, азурит и малахит.

Ако процесот се разгледа низ оборувањето на хемиските елементи и компоненти тогаш може да констатираме дека во скарновскиот процес и во првите две фази на хидротермалниот процес има оборување или метасоматизам од асцедентните волатили на дестилати на магнезиум, манган, силициум, калциум, титан, волфрам и железо.

Во третата фаза има оборување од хидротермалните дестилати на молибденит, халкопирит, пирит после тоа сфалерит и гринокит, односно во овие фази има оборување од растворите на молибден, железо, цинк, бакар, кадмиум. Во оваа фаза исто така почнува во составот на хидротермалните дестилати да влегува и сулфурот што доведува до образување на сулфиди. Со помал прекин во петата фаза на хидротермалниот стадиум се врши оборување на железо како хематит. Во шестата фаза продолжува образувањето на сулфидите но со учество на олово и бизмут. Во оваа фаза исто така продолжува оборувањето на бакарот, и железото како марказит. Процесот се завршува со создавање на опал кој е главно стерилен во однос на рудни минерали.

За целосно појаснување на генетскиот модел за наоѓалиштето Иберли секако се потребни поголем број на испитувања кои би дале податоци за потеклото и карактерот на хидротермалните раствори, потеклото на рудните метали, транспортот и депонирањето на главните рудни компоненти, како и методот и начинот на оборувањето на рудните метали.

Овие испитувања во прв ред би опфатиле испитување на изотопите на O, H, S и C. Изотопските испитувања би го надминале опсегот на еден магистерски труд, истите можно е да бидат предмет на анализирање во некоја друга фаза.

16.0. ОСВРТ НА ЕКОНОМСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

Геолошко економската оценка на наоѓалиштето Иберли е прикажана преку повеќе карактеристични фактори и тоа: металогенетски, геолошки, техничко - експлоатациони, технолошки, регионални (економско - географски), пазарни и социјално економски. За одредување на геолошко - економската цена покрај факторите се значајни и показателите и тоа натурални, вредносни и синтетички показатели.

Економските параметри на наоѓалиштето Иберли се прикажани преку

натуралните показатели и тоа: минимална економска содржина на корисните компоненти и минимална содржина на откопувањето (гранична содржина).

16.1. Металогенетски фактори

Наоѓалиштето Иберли од аспект на металогенетските фактори може да се каже дека се наоѓа на една контактна зона помеѓу гранитите и мермеризираните варовници и се протега на простор од 4км, а понатаму спрема ЈИ овој контакт на гранитот се остварува со биотитските и дволискунските гнајсови. Во пределот на Плавуш планина и од источната и од западната страна на серијата на амфиболски шкрилци со мермери имаме пробои на гранити кои исто така можат да бидат носители на оруднување како во пределот на Иберли. Спрема СЗ овој контакт на гранитот е остварен од запад со флишоидните седименти и песочници, додека од исток со биотитските гнајсови.

Врз основа на ваквото просторно разместување на самиот гранит и неговата издолжена форма, како и врз основа на досегашните регионални и полудетални истражувања на овој дел како и истражувањата од детален карактер на локалноста Буков дол може да се каже дека на овој простор може да се очекуваат повеќе мали до средни рудни наоѓалишта од контактено метасоматски до делумно хидротермален тип чии резерви можат да се очекуваат да изнесуваат 7.000.000 - 8.000.000 t. Досега се пресметани резерви во пределот на Буков дол, од С₁ категорија во износ од 2.753.180 t. Покрај овие резерви од С₁ категорија се оценуваат и резерви од С₂ категорија од 1.000.000 t. Имајќи го во предвид само просторот во најнепосредната близина на наоѓалиштето Иберли на должина од 4 km, може да се очекуваат резерви од D₁ и D₂ категорија од 5.000.000 t. (2.000.000 + 3.000.000).

16.2. Геолошки фактори

Геолошките фактори имаат големо значење кај геолошко - економската оценка на поедини појави и наоѓалишта во почетните стадиуми на проспекцијата и истражувањето кога е неопходно да се оцени

перспективноста на овие наоѓалишта и неопходноста од понатамошните истражувања.

Геолошките фактори имаат главно природен карактер. Во геолошките фактори се образуваат:

- а) економски тип на рудата,
- б) економски тип на наоѓалиштето,
- в) морфолошките карактеристики на рудните тела.

Покрај овие параметри големо значење имаат и следните фактори:

- г) минималната дебелина на рудните тела,
- д) степенот на концентрацијата на рудните резерви,
- ѓ) коефициентот на рудоносноста односно продуктивноста на наоѓалиштето и
- е) основните карактеристики на квантитетот и квалитетот на минералната суровина.

а) Економски тип на рудата

Рудата од наоѓалиштето Иберли е агрегат на минерали на железото, бакар и цинк. Според досегашните истражувања и врз основа на прегледот на рудните препарати најзастапени минерали во рудата се сфалеритот, магнетитот, хематитот, халкопиритот и бизмутинитот. Овој тип на руда е полиметаличен и доста комплексен во поглед на понатамошната обработка. Според застапеноста на минералите во прегледаните препарати како и од хемиските анализи можеме да кажеме дека од овој агрегат на минерали (елементи) можно е да се очекува економски да се добијат три вида на производи и тоа производи на железото, производи на цинкот и производи на бакарот. Исто така кај производите на железото мора да се каже во каков сооднос е застапена магнетната фракција во однос на немагнетната, за која е исто така значајно е да се каже колку е застапено железото со хематитот и железото со пиритот.

б) Економски тип на наоѓалиштето

При економската оценка на наоѓалиштето особено внимание треба да се посвети и на типот на наоѓалиштето бидејќи врз основа на истиот може да се суди за неговата перспективност.

Наоѓалиштето Иберли спаѓа во типот на скарновските наоѓалишта скарновско - метасоматски тип во кој покрај скарновската фаза постои премин спрема хидротермалната фаза. Исто така за ова наоѓалиште е значајно тоа што контактот помеѓу гранитниот пробој е остварен со доста поволна литолошка средина (варовник) во која може да се врши метасоматски процес (заменување на една материја со друга).

Според Вахромеев скарновското наоѓалиште Иберли според структурните и морфолошките карактеристики може да се вброи во наоѓалиште со релативно благ пад од $40 - 50^\circ$, каде што варовниците се наоѓаат во подината на гранитниот пробој.

Меѓутоа во текот на досегашните истражувања не е постигнато сечење на рудната зона по целата дебелина или пак ако е пресечена не е извршено целосно опробување на истата, што не е можно да се добие целосна слика за квантитетот и квалитетот на минералната суровина, а со самото тоа и да се одреди дали ова наоѓалиште може да се вброи во економски интересните типови на наоѓалишта.

Според литолошкиот состав на рудата наоѓалиштето Иберли може да се стави во три фази и тоа: железонсна формација која по составот се карактеризира со магнетит и хематит со примеси на сулфиди (пирит, халкопирит, сфалерит, а како пратечки нерудни минерали се гранатот, пироксенот, епидотот, амфиболот и др.) Оваа формација се наоѓа во зоната на темните ендоскарнови.

Покрај оваа формација имајќи го во предвид составот на рудата може слободно да се каже дека во ова наоѓалиште е застапена и формацијата на бакарните минерали, чија руда е изградена од пирит, халкопирит, сфалерит и со значајни примеси на магнетит и хематит кој

може да се јави во две фази. И трета формација која е застапена во ова наоѓалиште е цинковата формација чија руда е изградена целосно од сфалерит, во асоцијација со скарновите како и со халкопиритот кој се јавува во две генерации. Првата генерација на халкопиритот се јавува како псевдоморфоза по сфалеритот, додека втората генерација се јавува во вид на цементна маса.

в) Морфолошки карактеристики на рудните тела

Морфолошките карактеристики како фактори на геолошко - економската оценка се од битно значење при одредувањето на методиката на откопување (експлоатацијата), начинот на отворање, капацитетот на истиот рудник, како и трошоците на производството.

Во поглед на морфолошките карактеристики наоѓалиштето Иберли е доста комплицирано и се наоѓа во една контактна зона со нерамна подина и кровина со неуедначена дебелина по протегање на наоѓалиштето.

Во поглед на структурниот облик на рудните тела може слободно да се каже дека наоѓалиштето Иберли спаѓа во рудни тела со благ пад на залегнување на контактот помеѓу две литолошки средини чии падни агол изнесува од 35° до 54°.

г) Минимална дебелина на рудните тела

Во поглед на обликот на рудното тело може да се каже дека истото е еден вид меѓуслојно наоѓалиште со променлива дебелина на протегање од 1000 m од 10 - 60 m, додека дебелината на опробуваните делови во единичните пресеци во дупнатините и рударските работи е многу променлива и се движи од 2,00 m. до 28,00 m.

д) Степен на концентрација на минералната суровина и нивното разместување во просторот

Степенот на концентрацијата на минералната суровина е еден од значајните фактори во геолошко - економската оценка од аспект што

при поголема концентрација на истата овозможува поголема концентрација на експлоатационите работи како и поголема количина на произведена руда по ст., подготвително истражни работи, а со тоа и трошоци на припрема и експлоатација по тон произведена (откопана) руда.

Според степенот на концентрацијата наоѓалиштето Иберли може да се вброи во наоѓалишта со добра концентрација.

Покрај овој фактор за него врзан и неделив е и фактот на коефициентот на рудоносноста.

Исто така за економската оценка важен фактор е и коефициентот на варијацијата на корисните компоненти кој е пресметан на основа на 12 дупнатини (пресек) за кои се смета дека се позитивни и врз основа на тие податоци во Извештајот од 1965 за 1964 год. се пресметало дека за железото коефициентот на варијацијата изнесува 41,5% а за цинкот 48,76% што според класификацијата на наоѓалишта ова наоѓалиште може да се вброи во наоѓалишта од III група.

г) Квалитет на минералната суровина

Квалитетот на минералната суровина е значаен природен фактор при геолошко - економската оценка на едно наоѓалиште, бидејќи истиот има директно влијание на висината на трошоците по единица производ. Кога се зборува за квалитетот на минералната суровина се мисли на содржината на корисните и штетните компоненти на минералноскиот состав, структурно - текстурните карактеристики, физичко - механичките особини на минералите и рудата како и меѓусебното поврзување.

Сите овие фактори имаат директно влијание во процесот на преработката (сепарација, флотација и металуршка преработка).

Со претходните истражувања е утврдено дека минералноскиот состав на рудата на наоѓалиштето Иберли е изграден главно од магнетит, хематит, сфалерит, халкопирит две генерации и пирит, чија процентуална застапеност е дадена во табеларен преглед (Табели 10, 11 и 12).

Табела 10. Преглед на квалитетот на Fe по класи во I рудно тело во однос на вкупниот број на анализирани пресеци

Table 10. Review the quality of Fe in classes I ore body in terms of total number of analyzed sections

Вкупно опробани пресеци	Класи на содржината на Fe во % од - до	Број на опробани пресеци во класата	Процентуална застапеност 3:1	Забелешка
1	2	3	4	5
34	1,00-5,00	5	14,70	70,50%
	5,01-10,00	13	38,20	
	10,01-15,00	6	17,60	
	15,01-20,00	5	14,70	14,80%
	20,01-25,00	1	3,00	
	25,01-30,00	2	5,80	
	30,01-35,00	1	3,00	
35,01-40,00	1	3,00		
34	1,00-40,00	34	10,00	

Табела 11. Преглед на квалитетот на Zn по класи во I рудно тело во однос на вкупниот број на анализирани пресеци

Table 11. Review the quality of Zn in classes I ore body in terms of total number of analyzed sections

Класи на пресеците од - до	Вкупен број на опробани пресеци	Број на опробани пресеци во класата	Процентуална застапеност %	Забелешка
0,20-0,50		6	~ 17%	37,6 %
0,51-0,70		7	20,6	
0,71-0,90		-	0	
0,91-1,10		1	~ 3,00	62,40%
1,11-1,30		3	9,00	
1,31-1,50		3	9,00	
1,51-1,70		2	6,00	
1,71-1,90		-	0	
1,91-2,20		4	11,70	
2,21-3,00		3	9,00	
>3,01		5	14,70	
	34	34	100,00	

Покрај овие најзастапени минерали по важност доаѓа и бизмутинитот кој е утврден во 14 препарати по степенот на застапеност даден во табелата, додека другите минерали се многу ретко застапени или ги нема. Од нерудните минерали во рудата од наоѓалиштето Иберли главно се застапени минералите од скарновската група (гранат, епидот, амфибол,

пироксен, опал, калцит, кварц и др.).

Меѓутоа како основни рудни минерали се магнетит, хематит, сфалерит и халкопирит. Во поглед на квалитетот на минералната суровина, според податоците од извештаите од 1960 до 1965 год. авторите земаат три битни елементи кои можат да бидат искористени, а тоа се железото (Fe) чија средна содржина во наоѓалиштето Иберли според последната пресметка на резервите изнесува 18,44%, содржината на цинкот (Zn) 2,09% и содржината на бакарот (Cu) 0,20%.

Табела 12. Преглед на квалитетот на Си по класи во I рудно тело во однос на вкупниот број на анализирани пресеци

Table 12. Review the quality of Cu in classes I ore body in terms of total number of analyzed sections

Класи на пресеците од - до	Вкупен број на опробани пресеци	Број на опробани пресеци во класата	Процентуална застапеност %	Забелешка
0,1-0,20		4	11,76	38,16
0,21-0,40		7	20,60	
0,41-0,60		2	5,80	
0,61-0,80		-		9,00
0,81-1,00		1	3,00	
1,01-1,40		1	3,00	
> 1,41		1	3,00	
	34	16	47,16	

Од вкупниот број на пресеци само на 47,16% се вршени анализи на Си додека за преостанатите 52,84% пресеци нема податоци за бакарот.

е) Рудни резерви

Според досегашниот степен на истраженост во текот на изведувањето на истражните работи и подготвувањето на извештаите за резултатите од истражните работи извршена е пресметка на рудните резерви по методата на паралелни профили во текот на 1963 и 1964 год.

Во 1965 година пресметани се рудни резерви од C₁ категорија кои изнесуваат вкупно 2.753.180 t. со квалитет од 18,44% Fe, 2,09% Zn и 0,20% Cu и претпоставени рудни резерви од C₂ категорија од 1.000.000t.

16.3. Техничко - експлоатациони фактори

Врската помеѓу експлоатацијата на едно наоѓалиште на минерални сировини со геолошко - економската оценка се сведува во суштина на одговорот на прашањето дали е технички возможно и економски оправдано да се врши експлоатација на очекуваното наоѓалиште со оптимална комбинација на економиката на минералната сировина и економиката на паричните средства. Треба да се види со каков начин ќе се врши идната експлоатација односно со каква метода (систем) со какви трошоци и цена на чинење со каков капацитет (минимални, оптимални) и колкави средства се потребни да се вложат во изградбата во соодветните преработувачки капацитети (подземен рудник, постројка за припрема на минералната сировина и др.).

Со оглед дека наоѓалиштето Иберли не се наоѓа во таква фаза во нашата геолошко - економска оцена, ќе се послужиме со методата на аналогија од некои познати наоѓалишта на олово и цинк или бакар, бидејќи се работи за слично наоѓалиште како во поглед на настанувањето, исто така и во поглед на составот на рудата.

Во рамките на геолошко - економската оценка, при анализата на техничко - експлоатационските (рударските) фактори посебно внимание треба да им се посвети на следните прашања:

Трошоци на производството и избор на методата на откопување;

Искористување, губитоци и разблажување на минералните сировини;

Капацитет на производството и век на траење на експлоатација и

Вкупни инвестиции за изградба на производствените капацитети.

16.4. Технолошки фактори

Со оглед дека е релативно мал бројот на минералните сировини кои можат непосредно да се користат од наоѓалиштето и да бидат упатени на пазарот, тогаш неминовно се наметнува прашањето истите по пат на технолошки процес да се доведат до таков степен на концентрација кој во понатамошната постапка на добивањето на готови производи ќе овозможи да се потрошат

помали средства и енергија за нивна преработка. Со оглед дека наоѓалиштето Иберли се вбројува во сиромашно наоѓалиште на Fe и на Cu а средно во поглед на содржината на Zn истото треба да подлежи на познатите процеси на обогатување како би секоја од наведените сировини била доведена на таков степен на концентрација кој може понатаму да се користи во металуршкиот процес.

Со оглед дека во текот на досегашните истражувања не се вршени никакви технолошки испитувања освен во текот на 1961 год. и бидејќи се работи за наоѓалиште со комплексна минерална сировина потребно е да се издвојат според досегашните сознанија главно 3 - 4 производа авозможен е и 5 производ. Како главни производи може да бидат:

- Концентрат на мегнетитно железо преку магнетна сепарација;
- Концентрат на Zn во кој ќе биде содржан и кадмиумот како и други пратечки елементи кои е потребно дополнително да се истражуваат;
- Концентрат на Cu во кој исто така можат да бидат содржани пратечки елементи а кои од досегашниот степен на познавање не се познати;
- Концентрат на хематитно железо кое не е можно да се одвои со магнетна сепарација и
- Како петти производ но за кој се потребни додатни сознанија може да се добива пиритен концентрат.

16.5. Регионални (економско - географски) фактори

Кај геолошко - економската оценка на наоѓалиштата на минерални сировини, посебно значајно место можат да имаат регионалните фактори, тие во повеќето случаи битно делуваат на економските показатели и времето на освојувањето на наоѓалиштето кое ќе се експлоатира.

Регионалните фактори првенствено се врзани за просторната положба на даденото наоѓалиште, односно положбата на наоѓалиштето во поглед на комуникациите, изворите на енергија, населените места, близината на

преработувачките капацитети и др.

Во регионалните фактори се вбројуваат следните:

- транспортните прилики (локални и регионални, оддалечености од потрошувачот, врста на транспорт);
- енергетските извори;
- водоснабдувањето;
- услови на снабдување на рудникот со потребниот градежен и руднички материјал;
- климатските услови и
- населеност и близина на поголеми населени места.

16.6. Пазарни фактори

Пазарот на минералните сировини според повеќето карактеристики е еден од специфичните во однос на другите индустриски производи. Меѓутоа во принцип да би се реализирала една минерална сировина (руда, концентрат, метал и др.) потребно е да истата да има употребна и прометна вредност.

Пазарните фактори имаат големо влијание на геолошко - економската оценка на наоѓалиштата на минерални сировини и нивните економски ефекти кои во повеќето случаи се од пресуден карактер.

За оваа геолошко - економска оценка посебно внимание од пазарните фактори ќе им се посвети на:

- Можност на пласманот на минералната сировина и
- Цена на производите.

16.7. Социјално - економски фактори

Во сложените системи на природните ресурси, минералните сировини имаат извонредно значајна положба. Овие природни созданија се основен елемент на националното богатство и незаменлив дел на производните човечки сили и современото индустриско производство.

Истражувањето, експлоатацијата, припремата и примарната преработка

на минералните сировини имаат големо влијание и на човековата животна и работна средина, т.е. од тие причини и прашањата кои произлегуваат од ова влијание мораат да се земаат во предвид во текот на оценката на одредено наоѓалиште на некоја минерална сировина.

Во рамките на социјално - економските фактори на геолошко - економската оценка посебно треба да се посвети внимание на следните прашања:

- Социјално - економското значење на минералната сировина и нејзините производи;
- Стратегиското значење на минералната сировина и
- Минералните сировини и заштитата на човековата животна и работна средина.

16.8. Натурални и вредносни показатели

Натуралните и вредносните показатели претставуваат основни показатели на геолошко - економската оценка за комплексно согледување на сите квалитативни и квантитативни карактеристики на минералната сировина, билансот на резервите, векот на експлоатацијата, утврдување на вредноста на истражуваниот објект, технологија, пазар и изнаоѓање на неговата местоположба во економија за дадената минерална сировина во земјата.

Во натуралните показатели се дадени оние показатели кои се изразени во физички (натурални) единични мерки на пр. проценти, метри, тони, години и др.).

Овде се разликуваат две групи на показатели и тоа: натурални показатели во потесна смисла (кои се едноставни, лесно се мерат, лесно се пресметуваат) и натурални показатели во поширока смисла (многу повеќе сложени, често се пресметуваат со комбинирање на натуралните показатели во потесна смисла со вредносните показатели, многу се по бројни и др.).

16.8.1. Натурални показатели на геолошко - економската оцена во потесна смисла

- Геолошки резерви на минералната сировина

Геолошките резерви на минералните сировини се битен природен показател за геолошко - економската оценка. Пресметувањето на резервите на минералните сировини во наоѓалиштето Иберли е извршено по пат на извршените претходни геолошки, геофизички испитувања како и истражните работи. Геолошките резерви се пресметани по методата на паралелни профили, а според степенот на истраженоста на наоѓалиштето геолошките резерви во наоѓалиштето Иберли се пресметани во C_1 категорија (како можни) кои изнесуваат 2.753.180 t. и C_2 резерви (како веројатни) кои изнесуваат 1.000.000 t. или $C_1+C_2= 3.753.180$ t.

Додека пак спрема истражните работи и нивните квалитативни карактеристики кои се наоѓаат надвор од контурите на пресметаните резерви може слободно да се каже дека во рамките на контурите на залегнувањето на рудното тело на дадените профили можат да се очекуваат резерви од 5.000.000 t.

Покрај ваквата поделба геолошките резерви на минералните сировини во зависност од економичноста на нивната експлоатација односно употребната вредност се делат на билансни и вонбилансни резерви. Во тој поглед за резервите на наоѓалиштето Иберли во сегашниот степен на познавање на резервите, пазарните услови и трошоците за добивање и преработка на 1 t. руда можеме да ги издвоиме во билансни до условно билансни рудни резерви кои обезбедуваат минимална добивка.

- Средна содржина на корисните компоненти

Средната содржина на корисните компоненти претставува средна содржина на една или повеќе компоненти во рудното тело, одредена врз основа на податоците добиени при опробувањето во процесот на

истражувањето, пресметано по методата на пондерисана вредност, заради различните морфолошки карактеристики на рудното тело, нерамномерната промена на дебелината на рудното тело, нерамномерната промена на квалитетот на минералната суровина и др. Средната содржина на корисните компоненти за наоѓалиштето Иберли е дадена за цинкот, бакарот и железото, како основни компоненти кои се распространети во рудната маса. Нивните величини според извештајот за пресметката на рудните резерви од 1965 година се следните: Fe = 18,44%, Zn= 2,09% и Cu = 0,20%.

16.8.2. Натурални показатели на геолошко - економската оцена во поширока смисла

Минимална економска содржина (МЕС)

Минималната економска содржина претставува еден од поважните натурални показатели на геолошко - економската оцена на некое рудно наоѓалиште или негов дел, со која се одредува најниската средна содржина на корисни компоненти, која при експлоатацијата на наоѓалиштето ќе обезбеди рентабилност во работењето. Освен тоа МЕС е еден од најважните показатели при разграничувањето, односно поделбата на рудите на билансни и вонбилансни.

Пресметката на МЕС е прилично комплексен проблем, бидејќи зависи од голем број на променливи и заемно зависни фактори, а големо влијание за овој натурален показател има и општественото уредување на земјата како и ставот во поглед на рентабилноста, односно економскиот ефект кој се очекува од користењето на наоѓалиштата на минерални суровини.

Економската вредност на рудата за нашиот случај треба да ја одредиме на ниво на продуктивноста на рударско – флотацискиот погон, пазарната цена на единица производ на корисните компоненти се намалува за вредноста на трошоците на металуршката преработка која во нашиот случај изнесува 22% од вредноста на 1t метал за Zn, Cu и

Fe. Освен тоа од пазарната цена на готовиот производ се одземаат и трошоците за транспорт на концентратот од подтројките до металопреработувачите.

Како најприфатлива, односно најкористена формула за пресметка на МЕС е формулата дадена од страна на Гудалин, каде пресметката се врши по образецот:

$$C_{\min} = \frac{100 \cdot T_{e+p}}{K_r \cdot K_p \cdot K_{mp} \cdot (T_{cm} - T_m - \frac{100 \cdot T_T}{C_k \cdot K_{mp}})}$$

каде е:

C_{\min} - минимална економска содржина (%);

T_{e+p} - трошоци за откопување и флотациска преработка на 1 тон руда, односно варијабилни и фиксни трошоци на производство (US\$);

K_r - коефициент на искористување при откопување (%), кој е еднаков на $(1 - R)$, каде R е разблажување при откопување (%);

K_p - Коефициент на флотациска преработка, односно збогатување (%)

K_{mp} - коефициент на искористување при металуршка обработка;

T_{cm} - пазарна цена на готов производ (метал) (US\$);

T_m - трошоци за металуршка преработка на тежинска единица, готов производ (US\$);

T_T - транспортни трошоци за 1 тон концентрат во топилница (US\$);

C_k - содржина на корисна компонента во концентратот (%).

Именителот од формулата за пресметка на МЕС по Гудалин, всушност претставува вредноста на 1 тон метал во рудата. Ако рудата е со комплексен состав, како во нашиот случај, пресметката на вредноста на 1 тон метал се врши за секоја компонента поединечно или се користи

формулата за преведување на компонентите кои се со помала застапеност во однос на една од главните компонентни руди и се врши на истиот принцип.

Во нашиот случај, при пресметката на МЕС, вредностите на бараните параметри во пресметките ќе ги пресметаме само параметрите за Zn. Дадените параметри се земени од извештајот изработен од страна на Глигоров (1988), цените на металите се земени од Лондонската берза за метали од јануари 2018 година.

Применувајќи ги вредностите за секој симбол како што се дадени напред можеме да го пресметаме МЕС за водечкиот по пазарна вредност метал, а тоа е цинкот, кој изнесува:

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1,0 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789,58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right)} = \frac{2000}{0,798 \times \left(2799,42 - \frac{3000}{45,6} \right)} =$$
$$= \frac{2000}{0,798 \times (2799,42 - 65,79)} = \frac{2000}{0,798 \times 2733,63} = \frac{2000}{2181,44} = 0,91\%$$

Според пресметката на рудните резерви средната содржина на Zn изнесува 2,09% додека со пресметката по оваа равенка *MES* за цинкот изнесува 0.91%.

За пресметката на економската вредност на единица производ на корисната компонента во рудата во нашиот случај како краен производ концентрат ја користиме следната равенка:

$$P_{ck} = K_r \cdot K_p \cdot K_{mp} \cdot \left(T_{cm} - T_m - \frac{100 \cdot T_r}{C_k \cdot K_{mp}} \right)$$

каде што се:

P_{ck} - цена на чинење на 1t концентрат

Останатите ознаки се исти со ознаките претходно дадени при пресметката на минималната економска содржина.

Бидејќи од наоѓалиштето Иберли се предвидува добивање на готови производи на ниво на концентрат потребно е да се пронајде вредноста на 1 t. концентрат за секој елемент посебно.

Од претходната равенка цената на концентратот на цинкот е:

$$K_r = 100\%; K_p = 84\%; K_{mp} = 95\%; C_k = 48\%; T_T = 10 \text{ US\$/t}; T_{cm} = 3589 \text{ US\$/t}; T_m = 142 \text{ US\$/t}$$

$$P_{\text{ckZn}} = 1,0 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789,58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0,798 \times \left(2799,42 - \frac{3000}{45,6} \right) =$$

$$0,798 \times (2799,42 - 65,79) = 0,798 \times 2733,63 = 2181,44 \text{ US\$/t}$$

-

Од наведеното произлегува дека во моментот вредноста на 1t. цинк концентрат со квалитет од 48% изнесува **2181.44 US\$/t**.

За да ја пресметаме вредноста на концентратот на бакарот ни се потребни следните елементи:

$$K_r = 100\%; K_p = 80\%; K_{mp} = 95\%; C_k = 17\%; T_T = 30 \text{ US\$/t}; T_{cm} = 7100 \text{ US\$/t}; T_m = 1202,52 \text{ US\$/t}$$

Од тука произлегува да вредноста на 1t. бакарен концентрат изнесува:

$$P_{\text{ckCu}} = 1,0 \times 0,80 \times 0,95 \left(7100 - 1562 - \frac{100 \times 30}{17 \times 0,95} \right) = 0,76 \times \left(5538 - \frac{3000}{16,15} \right) =$$

$$0,76 \times (5538 - 185,76) = 0,76 \times 5532,24 = 4067,70 \text{ US\$/t}$$

$$P_{\text{ckCu}} = 4067,70 \text{ US\$/t концентрат}$$

Од наведеното произлегува дека во моментот вредноста на 1t. бакарен концентрат со квалитет од 17% изнесува **4067.70 US\$/t**.

За да би ја дознале цената на концентратот на железото потребни се следните елементи:

$$K_r = 100\%; K_p = 85\%; K_{mp} = 92\%; C_k = 57\%; T_T = 30 \text{ US\$/t}; T_{cm} = 355 \text{ US\$/t}; T_m = 78,1 \text{ US\$/t}$$

Од тука произлегува дека вредноста на 1t. концентрат на железо изнесува:

$$P_{ckFe} = 1.00 \times 0.85 \times 0.92 \left(355 - 78.1 - \frac{100 \times 30}{57 \times 0.92} \right) = 0,782 \times (276.6.9 - 19.06) =$$
$$= 0,78 \times 57.208 = 44.62 \text{US\$/t}$$
$$P_{ckFe} = 44.62 \text{US\$/t. концентрат}$$

Од наведеното произлегува дека во моментот вредноста на 1t. железен концентрат со квалитет од 57% изнесува **44.62 US\$/t.**

Според досегашниот степен на познавањето на наоѓалиштето и квалитетот на минералните сировини се работи за добивање на три корисни елементи (полиметалично наоѓалиште), од кои како водечка компонента е Zn со својата пазарна вредност а како споредни - секундарни се Cu и Fe.

Со оглед дека во текот на експлоатацијата не е можно идеално откопување, бидејќи доаѓа до мешање на јаловината со рудната маса, затоа и ќе се направи пресметка на 10 варијанти кога процентот на разблажување ќе биде 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% и 45%.

Економската вредност на 1t. Zn метал во рудната маса во случајот кога не е земено во предвид разблажување изнесува:

$$P_{ckZn} = 2181.44 \text{ US\$/t}$$

а минималната економска содржина како монометал

$$C_{\min Zn} = 0.91\%$$

Во случај кога разблажувањето би било 5% тогаш економската вредност на 1t. метал (монометал) во рудата и минималната економска содржина би изнесувале:

$$P_{ckZn} = 0,95 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0,758 \times 2733.63 =$$
$$= 2072.09 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{2072.09} = 0.96\%$$

За разблажување од 10% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,90 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0,7182 \times 2733.63 =$$
$$= 1953.29 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1963.29} = 1.03\%$$

За разблажување од 15% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,85 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.678 \times 2733.63 =$$
$$= 1854.22 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1854.22} = 1.07\%$$

За разблажување од 20% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,80 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.638 \times 2733.63 =$$
$$= 1744.05 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1744.05} = 1.15\%$$

За разблажување од 25% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,75 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.598 \times 2733.63 =$$
$$= 1634.71 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1634.71} = 1.22\%$$

За разблажување од 30% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,70 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.559 \times 2733.63 =$$
$$= 1528.099 \text{US\$/t}$$

$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1528.099} = 1.31\%$$

За разблажување од 35% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,65 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.519 \times 2733.63 =$$
$$= 1418.75 \text{US\$}/t$$
$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1418.75} = 1.41\%$$

За разблажување од 40% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,60 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.479 \times 2733.63 =$$
$$= 1309.41 \text{US\$}/t$$
$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1418.75} = 1.41\%$$

За разблажување од 45% изнесува:

$$P_{ckZn} = 0,55 \times 0,84 \times 0,95 \left(3589 - 789.58 - \frac{100 \times 30}{48 \times 0,95} \right) = 0.439 \times 2733.63 =$$
$$= 1200.06 \text{US\$}/t$$
$$C_{\min} = \frac{100 \times 20}{1418.75} = 1.67\%$$

Од напред направената пресметка произлегува дека МЕС за Zn монометал е функционално зависна од процентот на разблажувањето, кога другите показатели се непроменливи. Доколку се променливи квалитетот на готовите производи, коефициентот на искористувањето на пазарната вредност на единица производ тогаш и МЕС е функционално е зависна од овие промени во плус или минус. Во овој случај е земено дека квалитетот на концентратот е непроменлив, коефициентот на искористување при обогатувањето и металуршката преработка да е непроменлив, пазарната цена да е непроменлива и транспортните трошоци да се непроменливи, додека променлив е само коефициентот на разблажувањето.

- **Минимална економска содржина на откопувањето (гранична содржина ГС)**

Граничната содржина претставува најниска содржина на корисните компоненти во единичните проби по кои се одредува границата (контурата) на рудното тело или откопен блок од околните карпи кои се со неекономична содржина за минералната суровина.

Големината на граничната содржина на корисната компонента како параметар служи за одредување на положбата на границата помеѓу рентабилниот дел на рудното тело во случај на нивен постепен премин во околната карпа и може да биде пресметан на сличен начин како и МЕС со методата на варијанти.

Големината на минималната содржина при откопувањето (ГС) зависи во голема мерка од содржината на корисната компонента во прв ред од МЕС, но тој не може да биде поголем од МЕС ниту пак помал од отокот во јаловината туку треба да е поголем од отокот а помал од МЕС.

Намалувањето на долната граница на содржината на корисната компонента и воведувањето на посиромашните партии во процесот на производството имаат низа од позитивни и негативни страни.

Со одредувањето на ГС на корисната компонента позитивни страни се тие што се овозможува продолжувањето на времетраењето на експлоатацијата, во случај на искористување на преработувачките капацитети со воведувањето на посиромашните рудни маси доаѓа до потполно нивно искористување, а со тоа и до намалување на трошоците по единица производ, се овозможува продолжување на амортизациониот век, зголемување на физичкиот обем на производството, се постигнува потполно искористување на наоѓалиштето.

Како негативни особини кои се јавуваат при воведувањето на посиромашните рудни маси е намалувањето на средната содржина на

корисната компонента, се намалува доходот по единица производ, се намалува процентот на искористувањето во процесот на припремата на минералната сировина и др.

Кога се одредува големината на граничната содржина од посебно значење е со кои трошоци по единица производ треба да биде оптеретена минералната сировина која спрема својата содржина се наоѓа под МЕС. Економичноста при експлоатацијата се засновува врз големината на МЕС. Откопувањето на минералната сировина чија содржина е пониска од МЕС не може да биде следена со извесна добивка, туку истата треба да ги покрие само трошоците настанати во врска со нејзиното откопување и преработка. Овие трошоци не би требало да ја опфаќаат амортизацијата на објектите кои се изградени без разлика на тоа дали ќе се откопува или преработува минералната сировина под МЕС како и сите постојани трошоци кои би биле направени без оглед на количината на минералната сировина со ГС.

ГС не мора да биде еднаква во сите делови на едно наоѓалиште ниту пак ќе биде непроменлив во текот на подолг временски период. Односно истиот е функционално зависен како и МЕС од промената на рударско - техничките услови, технолошките услови, пазарните услови и др.

При одредувањето на ГС треба да се терети со трошоци приближно 45% од вкупните трошоци за експлоатација, транспорт до капацитетот за обогатување и трошоците за обогатување.

ГС ќе се одреди преку равенката која е користена и за МЕС.

Во наши случај по методот на аналогија каде што зедеме дека севкупните трошоци за добивање и преработка на 1t руда е 20 US\$/t . тогаш 1t. руда со ГС ќе ја третираме со 9.09 US\$/t .

На тој начин применувајќи ја равенката за пресметка на МЕС ги добиваме следните резултати за различен процент на разблажување:

Во случај кога не е земено разблажување изнесува:

$$P_{ckZn} = 2181.44 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1418.75} = 0.42\%$$

За разблажување од 5% изнесува:

$$P_{ckZn} = 2017.09 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{2072.09} = 0.44\%$$

За разблажување од 10% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1953.29 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1953.29} = 0.46\%$$

За разблажување од 15% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1854.22 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1854.22} = 0.49\%$$

За разблажување од 20% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1744.05 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1744.05} = 0.52\%$$

За разблажување од 25% изнесува:

$$1634.71 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1634.71} = 0.56\%$$

За разблажување од 30% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1528.099 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1528.099} = 0.59\%$$

За разблажување од 35% изнесува:

$$1418.75 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1418.75} = 0.64\%$$

За разблажување од 40% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1309.41 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1309.41} = 0.69\%$$

За разблажување од 45% изнесува:

$$P_{ckZn} = 1200.06 \text{ US\$/t}$$

$$G_s = \frac{100 \times 9.09}{1200.06} = 0.76\%$$

Од пресметката се гледа дека не е можно да се одреди соодветната содржина која ќе послужи за одредување на контурите на рудните тела, туку преку одредувањето на рентабилната МЕС со помошта на варијанти ќе биде одреден и горниот слој на ГС, додека долната содржина треба да биде одредена по завршувањето на деталните истражувачки работи

Економска оценка на наоѓалиштето Иберли

Методологијата за пресметката на економската оценка кај нас датира во почетокот на шеесетите години во периодот на интензивните геолошки истражувања и истата е поставена од страна на Милутиновиќ (1961).

Методологијата на Милутиновиќ претставува систем на повеќе карактеристични синтетски показатели кои се појавуваат во пет фази а се применуваат за вредносна оценка на активни рудници, потоа рудници во изградба, рудници и наоѓалишта со одложена експлоатација.

Основни елементи на економската оценка по методологијата на Милутиновиќ се:

- базен износ - доход, бруто личен доход и амортизација;

- нормална интересна стапка;
- време на експлоатација на наоѓалиштето;
- корективен фактор и
- стапка на промена на продуктивноста.

Комплетната методологија на економската оцена се состои од пет развојни фази при што една со друга се надоврзуваат, со што се овозможува да се врши економска оцена за сите стадиуми на истражување и експлоатација.

Во првата развојна фаза се врши дисконтирање на основната вредност $D-BLD+A$ со помош на нормалната интересна стапка. Добиената вредност понатаму се повторно дисконтира со помош на корективната интересна стапка, при што се добиваат две равенки кои се изразуваат со EO_1 и EO_2 :

$$EO_1 = \frac{D - BLD + A}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^m}$$

EO_1 – Сегашна економска оцена на наоѓалиштето, US\$.

D – доход, US\$.

BLD – бруто личен доход, US\$.

A – амортизација, US\$.

P – нормална интересна стапка, %

T – број на годините на експлоатацијата

Меѓутоа ова се однесува за после една година на работење, а со оглед да наоѓалиштето треба да биде експлоатирано повеќе години, тргнувајќи од годишните вредности на доходот, односно вишокот на трудот и амортизацијата и користењето на таблицата на интерес се добива следната практична и применлива равенка:

$$EO_1 = (D - BLD + A) \times IV_p^t \text{ каде што е:}$$

IV_p^t - таблична вредност на четвртата таблица од интерес на интерес за “t” години и “p” нормална интересна стапка.

За да се пресмета вредноста на EO_1 ќе се послужиме со методата на аналогија за три варијанти и тоа: кога не се зема во предвид разблажување, кога се зема разблажување од 10% и кога се зема разблажување од 20% во текот на експлоатацијата.

Случај без да се зема разблажување:

$$D = 5\,731\,624.161 \text{ US\$}$$

$$БДД = 4\,012\,136.91 \text{ US\$}.$$

$$A = 1\,719\,487.25 \text{ US\$}$$

$$P = 10\%$$

$$T = 12 \text{ год}$$

$$\begin{aligned} EO_1 &= (5\,731\,624.161 - 4\,012\,136.91 + 1\,719\,487.25) * 9,1 = \\ &= (1\,719\,487.25 + 1\,719\,487.25) * 9,1 = (3\,438\,974.5 * 9,1 = \\ &= 31\,294\,667.95 \text{ US\$} \end{aligned}$$

Меѓутоа во пресметката мора да се внесе и корективната интересна стапка па спрема тоа се добива следниот израз:

$$EO_2 = \frac{EO_1}{\left(1 + \frac{P_1}{100} IV_p^t\right)}$$

Каде што симболите се исти како и во претходната равенка:

EO_2 – Сегашна економска оценка на наоѓалиштето за вториот комплекс:

$$EO_2 = \frac{31\,294\,667.95}{\left(1 + \frac{10}{100} * 9.1\right)} = 16\,384\,642.91 \text{ US\$}$$

$$EO_2 = 16\,384\,642.91 \text{ US\$}$$

Во втората развојна фаза на економската оценка во симболите EO_3 и EO_4 се вклучува и стапката која треба да ја изрази промената на продуктивноста на наоѓалиштето, средствата и трудот. На тој начин се

обезбедува разрешување на два проблема: променливост (нееднаквост) на основните базни износи и утврдување на нивните промени, а кои се условени од промената на природните, техничките и работните услови.

Во третата развојна фаза на економската оценка на наоѓалиштето ќе пробаме на соодветен начин да го оцениме наоѓалиштето кое не се наоѓа во експлоатација туку како да е во фаза на изградба со претпоставени параметри како и за првата развојна фаза, и тоа само во случај на пораст на продуктивноста по аритметичка прогресија при што равенката гласи:

$$EO_5 = \frac{(D - BLD) \times (IV_p^t + \frac{100^2 \times d}{P} \times (IV_p^t - t \times II_p^t))}{\left(1 + \frac{P_1}{100} \times IV_p^t\right)}$$

Каде што EO_5 – е сегашна вредност, US\$

Поаѓајќи од оваа равенка и применувајќи ги вредностите за поедините симболи како и кај EO_1 се добива да е сегашната вредност на наоѓалиштето Иберли е следната:

$$EO_5 = \frac{1719487.251 \times 9.1 + \frac{100^2 \times 5}{10} \times (9.1 - 1.04)}{1.91} = 8213253.39 \text{ US\$}$$

Четвртата развојна етапа во методологијата на економската оценка се применува во следните два случаја:

- за оценка на наоѓалишта за кои се предвидува дека ќе бидат експлоатирани после одредено фиксирано време по извршената оценка, и
- за оценка на наоѓалиштето со низок степен на истраженост каков што е нашиот случај, со време на одложена експлоатација до пет години, ние усвојуваме 10 години во однос на денот на оценката на наоѓалиштето.

Во вакви случаи неминовно се наметнува прашањето на одредување на два нови елементи и тоа: бројот на години кои ќе поминат од моментот кога се врши оценката до почетокот на идната експлоатација (t_1) и корективна каматна стапка (p_2) за периодот на одложена експлоатација, кај корективен фактор кој во нашиот случај го земаме 10%.

Пресметката на економската оцека во ваквите случаи се врши преку следната равенка EO_7 каде што порастот на стапката на продуктивноста е по аритметичка прогресија и гласи:

$$EO_7 = \frac{EO_5}{\left(1 + \frac{P_2}{100}\right)^{t_1}}$$

Каде што се:

EO_7 – сегашна економска оценка на наоѓалиштето, US\$,

P_2 – корективна каматна стапка за период на одложена експлоатација на оценуваната наоѓалиште, 10%,

T_1 – број на години на одложена експлоатација од моментот на оценувањето, 10 години.

Поаѓајќи од оваа равенка и применувајќи ги вредностите за поедините симболи од претходните ревенки се добива дека сегашната вредност на наоѓалиштето Иберли е следната.

$$EO_7 = \frac{8213253.39}{1.111} = 7392667.32US\$$$

Од тука произлегува дека наоѓалиштето Иберли и по одложувањето на на експлоатацијата за период од 10 години има вредност според пазарните цени на готовиот производ и трошоците на работењето на денешен ден, односно кога се врши пресметката на економската (вредносната) оценка на наоѓалиштето.

Бидејќи претходно напомниме дека ќе извршиме економска оценка во три случаи од кои првиот е веќе обработен, а вториот ќе се пресмета во случај кога кога разблажувањето изнесува 10%. Пресметката ќе се

изврши само преку равенките EO_5 и EO_7 . Во овој случај се менуваат само параметрите доход и личен бруто доход и векот на траењето на експлоатацијата, додека останатите параметри се непроменливи.

$$D = 4\,634\,816.11 \text{ US\$}$$

$$BLD = 3\,244\,371.27 \text{ US\$}.$$

$$P = 10\%$$

$$P_1 = 10\%, P_2 = 10\%,$$

$$T = 13 \text{ год.}$$

$$d = 5\%.$$

$$EO_5 = \frac{1390433.73 \times 9.1 + \frac{100^2 \times 5}{10} \times (9.1 - 1.104)}{1.91} = 6645511.49 \text{ US\$}$$

$$EO_5 = 6\,645\,511.49 \text{ US\$}$$

$$EO_7 = \frac{EO_5}{\left(1 + \frac{P_2}{100}\right)^{t_1}} = \frac{6645511.49}{1.111} = 5981558.50 \text{ US\$}$$

$$EO_7 = 5\,981\,558.50 \text{ US\$}$$

Третиот случај за пресметка на економската (вредносна) оценка на наоѓалиштето е кога разблажувањето е 20% и кога порастот на продуктивноста е по аритметичка прогресија, во случај кога дододот, бруто личниот додод и векот на експлоатацијата се променливи, додека останатите вредности се непроменливи.

И во овој случај ќе извршиме пресметка само по EO_5 и EO_7 чија вредност изнесува:

$$D = 3\,657\,989.26 \text{ US\$}, BLD = 2\,560\,592.48 \text{ US\$}, P = 10\%, P_1 = 10\%, P_2 = 10\%, T = 15 \text{ год.}, d = 5\%, T_1 = 10 \text{ год.}$$

$$EO_5 = \frac{1097396.78 \times 9.1 + \frac{100^2 \times 5}{10} \times (9.1 - 1.383)}{1.91} = \frac{9986310.698 + 385850}{1.91}$$

$$EO_5 = 5\,430\,450.63 \text{ US\$}$$

$$EO_7 = \frac{EO_5}{\left(1 + \frac{P_2}{100}\right)^{t_1}} = \frac{5430450.63}{1.111} = 4887894.36US\$$$

$$EO_7 = 4\,887\,894.36\text{ US\$}$$

Како што се гледа и од оваа пресметка со земање во предвид на разблажување од 10% и 20% произлегува дека наоѓалиштето Иберли може рентабилно да работи.

Сепак е потребно да се напомене дека сите овие податоци имаат ориентационен карактер односно можат да послужат само за изготвување на проект за дополнителни геолошки истражни работи, а не за изготвување на студии и инвестиционо - техничка документација за отворање и разработка на наоѓалиштето.

17.0.3 АКЛУЧОК

Врз основа на податоците изнесени во магистерската работа, а се однесуваат на металогенетските и економските карактеристики на наоѓалиштето Иберли можат да се извлечат следните заклучоци:

Наоѓалиштето Иберли е контактено - метасоматски (скарновски) тип на оруднување од полиметаличен карактер и се наоѓа во Вардарската зона на контактот помеѓу гранитите и мермеризираните варовници во непосредна близина на Демир Капија. Од металогенетски аспект со оглед на должината на контактната зона можат да се очекуваат повеќе мали до средни рудни тела (наоѓалишта) на полиметалично Zn, Cu, Fe оруднување. Дебелината на рудните тела е доста променлива и се движи од 2,00 до 28,00 m.

Во генетска смисла наоѓалиштето Иберли е настанато во фазата на асцедентните процеси при што е условено создавањето на асцедентната минерализација која може да се раздели во три стадиуми. Во првиот стадиум се создадени скарновските минерали: циркон, сфен, андрадит, јохансенит, биотит, хорнбленда, везувијан и др. Во вториот хидротермалниот процес се создадени: епидотот, хлоритот, кварцот, калцитот, шелитот, рутилот, магнетитот, молибденитот, сфалеритот, халкпиритот, пиритот, гринокитот, хематит, самороден бизмут, бизмутинит, галенобизмутинит, галенит, тетраедрит, џемсонит, марказит и опал. Во третата и последна фаза, фазата на супергените раствори се карактеристични оксидационите производи на горните минерали од кои се забележани лимонит, азурит и малахит.

Минералошко – петрографските испитувања укажуваат на присуство на карпи кои претрпеле контактено метаморфни промени, термоконтантни промени - скарн, како и ситнозрнаст калцитски мермер, додека геохемиските испитувања укажуваат на обогатување или осиромашување на елементите карактеристични за скарновите.

Според досегашните сознанија, водечки и воедно најзначајни рудни минерали се магнетит, хематит, магхемит, халкопирит, сфалерит, бизмутинит и мартит. Како постојани придружници на овие минерали се јавуваат пирит, хематит - мартит, хематит - спекуларит, лимонит, гетит, малахит, хлкозин и др. Од нерудните минерали најзастапени се гранатот, амфиболот, пироксенот, епидотот и кварцот.

Основни компоненти кои можат да се добијат од ова наоѓалиште се производи на цинкот, бакарот и железото. Средната содржина на корисните компоненти изнесува: за Zn = 2,09%, Cu = 0,20% и Fe = 18,44%.

Според досегашниот степен на истраженоста на наоѓалиштето и количината на пресметаните C_1 рудни резерви и оценетите C_2 рудни резерви со пресметката се овозможува во моментов да наоѓалиштето Иберли во период од 16 години има капацитет од цца 221 000 t/год., односно векот на траењето на експлоатацијата е функционално зависен од процентот на разблажувањето. Но најповолен е во пределот на разблажувањето од 10 - 20 %.

Добиените податоци од геолошко - економската оценка било по методологијата на варијанти, методологијата на сегашната вредност без земање во предвид на временскиот фактор, методологијата на сегашната вредност со земање во предвид на временскиот фактор во услови на изградба или одложена експлоатација произлегува дека наоѓалиштето Иберли може рентабилно да работи во зависност од процентот на разблажувањето а под услов да другите вредности (фактори) се непроменливи во границите до 20 - 25% разблажување.

Препорака е, за наоѓалиштето Иберли е потребно да се предвидат и да се направат дополнителни детални геолошки истражувања како анализи и изработка на рудно - микроскопски препарати и одредување на нивниот хемиски состав се со цел за добивање на подетални

податоци со кои би се одредил минералошкиот и хемискиот состав, квалитетот на минералната суровина и рудните резерви, што понатаму би се изработиле инвестициони и технички студии за негово отворање и експлоатација на минералните суровини од наоѓалиштето Иберли.

18.0. ЛИТЕРАТУРА

Агошков, М. ., Малохов, Г. М., (1966), “Подземна разработка на рудни месторожденија“ Москва.

Антонијевиќ, И., Ѓорѓевиќ, М., (1955), “Резултати геолошко - петрографски испитувања у области Валандова“ Стручен фонд на Геолошки завод Скопје.

Богоевски, К., Денковски, Ѓ., Бандилов, Л., (1990), Металогенија на јурските гаранитоиди во Градешка Планина. XXII конгрес на геолозите на Југославија, Охрид, стр. 750.

Борзунов, Б. М., (1965), “Геолого - промишленија оценка месторожденија дерудново минералново сирја“ Москва.

Глигоров, В., (1971), “Фактори на геолошко - економска оценка на Добревско рудно лежиште и можни ефекти за зголемување на производството во Пробиштип“.

Глигоров, В.,(1988), Анализа на резултатите од одсегашните истражувања на лежиштето Иберли со детален предлог за понатамошни истражни работи со посебен осврт на геолошко – економската (вредносна) оценка во стадиум на претходни истражувања. РО Макметал – инженеринг – Скопје. Стр. 102.

Гудалин, Г., (1967), “Предпроектнаја економическаја оценка рудних месторожденија“ Москва.

Иванов, Т., (1966) Металогенија Вардарске зоне. Реферати VI саветовања, Охрид. Стр. 424.

Иванов, Т., Чулев, Г., (1962), “Извештај за истражните работи во Буковска Река“. Стручен фонд на Геолошки завод Скопје.

Иванов, Т., Чулев, Г., (1963-1964) “Извештај за истражните работи во Буково“. Стручен фонд на Геолошки завод Скопје.

Иванов, Т., Иванова, В., Денковски, Ѓ., Чулев, Ѓ., (1965), “Извештај за истражните работи во Буково и локалностите Баркли, Конче“, Геолошки завод Скопје.

- Јанковиќ, С., (1957), “Опробавање и прорачун резерви минералних сировина“ Издање геолошког завода Србије.
- Јанковиќ, С., (1960) “Економска геологија“ I део – Београд.
- Јанковиќ, С., Д. Миловановиќ, (1985), “Економска геологија и основи економике минералних сировина“, Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду.
- Јанковиќ, С., (1981), Лежишта минералних сировина “Генеза рудних лежишта“. Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду.
- Jankovic, S., Serafimovski, T., Jelenkovic, R., Cifliganec, V., (1997), Metallogeny of the Vardar zone and Serbo-Macedonian Mass. Symposium-Annual Meeting, Proceeding, 29-67, Dojran.
- Милутиновиќ, В., (1961), “Економска оцена рудника и лежишта обојених метала“ Београд.
- Милутиновиќ, В., (1965), “Рудничка економија“ Београд.
- Мишел, Б. П., (1936), “Извештај о терену Ненадовиќ код Демир Капије“. Стручен фонд на Геолошки завод СРМ – Скопје.
- Павловиќ, С., (1948) “Претходни извештај о испитивању појава азбеста у области Демир Капије. Стручни фонд Геолошки завод – Скопје.
- Павловиќ, С., (1953), Лежишта азбеста у околини села Градеца (Демир Капија) Стручни фонд Геозавод - Скопје.
- Павловиќ, М., (1940), Извештај о прегледном геолошким испитивања на листу “Штип“ 1: 100 000, Годишњак Геолошког института. Југославија, Београд.
- Павловиќ, М., (1940), Геолошки састав и тектонски положај планине Серте на листу “Штип“. Записници Српског Геолошког друштва.
- Петуников, Г., (1931) “Експозе о рудиштима бакра у Јужној Македонији (Југославији) општина Демир Капија и Бистриничке. Стручни фонд на Геолошки завод СРМ – Скопје.
- Пергетер, С. Е., (1936), “Извештај о Демир Капије – Македонија.

- Стручен фонд на Геолошки завод СРМ – Скопје.
- Петровиќ, М., (1963), “Отворање разрада и методе откопавање“
Београд.
- Прокофеев, А. П., (1955), “Оконтуривание рудних тела при подсчете
запасов“ Москва.
- Серафимовски, Т., Јеленковиќ, Р., (1997), Наоѓалишта на металични
минерални суровини, Рударско-геолошки факултет-Штип, 282
стр.
- Серафимовски, Т., (2000), Рудни наоѓалишта, Рударско-геолошки
факултет-Штип, 130 - 134 стр.
- Серафимовски, Т., (1990), Металогенија на зоната Леце-Халкидик
Докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет-Штип, 380
стр
- Серафимовски, Т., (1993), Структурно-металогенетски карактеристики
на зоната Леце Халкидик: Типови на наоѓалишта и реонизација,
РГФ-Штип, 328 стр.
- Спасовски, О., (2001): Типогенетски карактеристики на
титаномагнетитите во Република Македонија. Докторска
дисертација, Рударско – геолошки факултет Штип (318 стр).
- Spasovski, O., (2005), Ilmenite-magnetite occurrences in the south part of
the Vardar zone. 14th Congress of Geologists of Serbia and
Montenegro, Novi Sad.
- Спасовски, О., Шпритова, К., (2016), Геохемиски карактеристики на
скарновите од наоѓалиште Иберли. Зборник на трудови –
ПОДЕКС-ПОВЕКС IX^{то} Стручно советување, Струмица.
- Стојанов, Р., (1960), “Геолошки извештај за истражните работи на
рудните појави на бакар и цинк – Буковска Река кај село Иберли“.
Стручен фонд на Геолошки завод Скопје.
- Страчков, М., Стојанов Р., (1961), “Извештај за истражните работи во
Буковска Река. Стручен фонд на Геолошки завод Скопје.

- Страчков, М., Христов, С., (1961), “Геолошки елаборат за рудните појави Буковска Река кај с. Иберли и неговата поширока околина“
Геолошки завод Скопје.
- Страчков, М., Ивановски, Т., Пенџерковски, Ј., Ракичевиќ, Т., Христов, С., (1966), Тектоника на Вардарската зона во пределите на СР Македонија и некои општи прашања во врска со нејзината градба. Реферат VI Саветовање геолога СФРЈ, Охрид.
- Stojanovic , M., (1698), Annual report on regional geological research of East Macedonia. Professional fund of Geological Institute of the Republic of Macedonia .
- Страчков, М., (1963), Тектонска градба на Градешките Планини и блиската околина. Трудови на Геолошкиот завод, Скопје, св. 10.
- Стојанов, Р., и Арсовски, М., (1960), “Извештај за детално геолошко картирање на појавите на азбест кај село Иберли. Стручни фонд Геозавод – Скопје.
- Стојанов, Р., (1961), Програма за истражните работи на бакар во Буковска Река - Иберли. Стручен фонд Геозавод – Скопје.
- Стојанов, Р., (1961), Програма за истражни работи на азбест кај село Иберли. Стручни фонд Геозавод – Скопје.
- Тасев, Г., (2003), Полиметаличните минерализации поврзани со Терциерниот магматизам во Република Македонија. Магистерски труд, Рударско-геолошки факултет-Штип, Универзитет - Св. Кирил и Методиј - Скопје, 176 стр.
- Тучан, Ф., (1935) Извештај о минералошко - петрографској екскурзији у Јужној Србији. Весник Геолошког института Краљевине Југославије, книга IV, св.1, Београд.
- Тучан, Ф., (1949), Принос познавања минералошко - петрографских прилика југоисточне Македоније. Југословенска Академија знаности у умјетности – Загреб.
- Чабриќ, М., (1930), “Приказ рудних појава левог крака чела Иберлијске реке у атару општине Бистриничке у срезу Неготинском бановине Вардарске. Стручни фонд на Геолошки завод – Скопје.

Чифлиганец, В., (1993), Рудишта и појави на бакар во Република Македонија: типови и реонизација. Рударско – геолошки факултет – Штип.

Чулев, Г., Бандилов, Л., Хаџипетрушев, Б., (1974), “Завршен годишен извештај за извршените геолошки работи на металогената област Конечки Планини“ Геолошки завод Скопје.

Шпритова, К., (2016), Минералошко - петрографски и геохемиски карактеристики на скарновите од наоѓалиштето Иберли. Зборник на трудови - Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија, Струга.

Шпритова, К., Чиче, Ф., Ефнушев, Љ., (2016), Закон за минерални суровини со осврт кон геолошките истражувања. Зборник на трудови – ПОДЕКС - ПОВЕКС IX^{то} Стручно советување, Струмица.

Schneiderhohn, H., (1955), “Рудни лежишта Јена. (Превод на Полски јазик – Варшава 1962).

ВНТЕ, С., (1937), Извештај о рудним теренима у оквиру Демир Капије. Стручни фонд Геолошки завод Скопје.