



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**IX<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '16**

Струмица  
11 – 13. 11. 2016 год.

## **ГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СКАРНОВИТЕ ОД НАОГАЛИШТЕТО ИБЕРЛИ**

**Кика Шпритова<sup>1</sup>, Орце Спасовски<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Министерство за економија на Р. Македонија - Сектор за минерални сировини,  
Скопје, Р. Македонија

<sup>2</sup>Универзитет „Гоце Делчев“, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Р. Македонија

**Апстракт:** Во рамките на овој труд ќе бидат прикажани геохемиските карактеристики на карпестите маси кои учествуваат во геолошката градба на полиметаличното наоѓалиште Иберли. Податоците добиени со лабораториските испитувања 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 укажуваат на обогатување или осиромашување на елементите карактеристични за скарновите.

**Клучни зборови:** Иберли, геохемиски испитувања, бакар, железо, цинк, гранат епидотски скарн, калцитски мермер.

## **GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE DEPOSITS OF SKARN IN IBERLI**

**Kika Spritova<sup>1</sup>, Orce Spasovski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ministry of Economy of R. Macedonia-Sector for Mineral Resources, Skopje, R. Macedonia

<sup>2</sup>University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences, Stip, R. Macedonia

**Abstract:** In this paper will be presented the geochemical features of rock masses that participate in the geological structure of the polymetallic the Iberli deposit. The data obtained from laboratory test mainly relate to the representative samples taken immediately before entry in undermine III/1, haldata before the above mentioned undermine, as well as samples taken from the haldata of undermine II/1. The geochemical tests point out to enrichment or depletion of the elements typical for skarns.

**Keywords:** Iberli, geochemical exploration, copper, iron, zinc, garnet, epidote skarn, calcite marble.

### **1. ВОВЕД**

Рудното наоѓалиште Иберли се наоѓа северо-источно од Демир Капија на 10км, воздушно растојание од ова населено место. 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 појавите се протегаат во правец СЗ-ЈИ. Должината на минерализацијата која е констатирана изнесува 1km, додека хидротермалните измени кои го пратат контактот помеѓу гранитот и мермерот се протегаат на многу голема должина повеќе од 4km.

Подрачјето се дренира од Буковска река и нејзините притоки која тече скоро во правец И - З и сите овие реки и притоки имаат вода преку целата година но нивото 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 воглавно рамномерно ја хранат со вода преку целата година Буковска река.

Во поглед на орографијата теренот има главно ерозивен карактер. Главниот планински ланец на Градешки планини се протега во правец север - северозапад, југ - југоисток.

Во периодот 1960 до 1965 година [2],[3],[4],[5],[6],[7], а покасно во текот на 1974 година [8] на наоѓалиштето Иберли се вршени регионални и полудетални геолошки истражувања по пат на рударски истражни работи со 5 истражни поткопи со кои наоѓалиштето е истражено во приповршинскиот дел, вршено е длабинско дупчење на потесното подрачје на протегање од 1000 до 1500 метри како и неколку дупнатини во СЗ дел од наоѓалиштето.

Во поново време наоѓалиштето Иберли од минералошко – петрографски и хемиски аспект е проучувано од страна на Шпритова К. (2016).

## **2. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ НА НАОЃАЛИШТЕТО ИБЕРЛИ**

Во геолошката градба на наоѓалиштето Иберли и неговата поширока околина главо учествуваат три комплекса на карпи и тоа:

- Комплекс на метаморфни карпи;
- Магматски карпи и
- Асцедентни – изменети карпи.

**Комплекс на метаморфни карпи** - Во комплексот на метаморфни карпи на наоѓалиштето Иберли се застапени: мермери, шкрилци, песочници, кварцити, микашисти и гнајсеви. Сите овие карпи се од седиментно потекло кои претрпеле степен на метаморфоза т.е. од тие причини се сврстуваат во овој комплекс.

**Магматски карпи** - Голем дел од непосредната околина на наоѓалиштето е изградена од магматски карпи, од кои се најзастапени: гранити, ефузивни карпи кои се јавуваат како мали жични типови, со мало протегање и мала дебелина и обично се јавуваат како пробои во самиот гранит. По својот петрографски состав и структура тие претставуваат ефузивен еквивалент на гранитот.

Меѓу ефузивните карпи издвојуваме гранодиорит - порфири, кварц - порфири и кератофири и дијабази.

**Асцедентно изменети карпи** - На контактот помеѓу гранитите и мермерите имаме развиени асцедентни промени. Тие се окарактерисани со образување на скарнови, скарноиди околу скарнови зони силификација, хлоритизација, опализација.

Главниот развој на хидротермалните асцедентни измени и зоната на скарнови е врзана за контактот помеѓу гранитот и мермерната маса.

Зоната на скарнови е најдобро развиена во долината на Буковската река каде теренот најдлабоко е засечен со ерозионите процеси додека оддалечувајќи се од оваа долина, зоната на скарнови постепено им отстапува место на другите

хидротермални измени какви што се скарноидите околу скарновите зони, силификацијата, опализацијата и др.

Во скарновите во подлабоките делови е врзана и рудната минерализација пропратена со магнетит, свалерит, халкопирит, пирит и др.

**Скарнови** - Скарновите главно се развиени во долината на Буковска река и постепено одејќи кон југ и север се повлекуваат и се заменети со останатите асцедентни изливи.

Меѓу скарновите разликуваме едноскарнови и егзоскарнови. Ендоскарновите се сосема слабо развиени додека егзоскарновите врзани за мермерите се далеку повеќе развиени.

Ендоскарновите настануваат со трансформацијата на магматската карпа и во нив покрај останатите минерали кои се карактеристични за скарновите како: гранат, пироксени и др. имаме и реликти на магматската карпа кои се тешко подложни на метасоматски процеси а во прв ред циркон.

Егзоскарновите настанале за сметка на потиснување на мермерот каде на места на калцитот се створени пироксени, гранати или пироксени и гранати заедно а во некои е запазен и везувијан.

Минерализацијата на корисните компоненти (магнетит, сфалерит, халкопирит и др.) северно и јужно од Буковска река е врзана за подлабоките делови на теренот односно сеуште не е раскриена со ерозионите процеси.

**Скарноиди** - На скарновите имаме наложена хидротермална акција во која температурата е опадната и за сметка на минералите на скарновите имаме стварање на минерали кои се понискотемпературни од минералите на скарновите. Сите овие нови минерали настануваат за сметка на распаѓањето на минералите на скарновите.

**Околу скарновски карпи** - По своето потекло овие карпи претставуваат метасоматски карпи кои ги пратат скарновите. Во нивниот состав влегуваат калцит, кварц, фелдспат, сфалерит, рудни минерали, хлорит, епидот, апатит, опалит а покрај нив наоѓаме и по некој минерал од скарновите како везувијан. Овие карпи се образувани кога температурата на процесот е уште повеќе опадната и кога во асцедентните раствори игра се поголема улога водата.

Асцедентните процеси даваат продукти кои имаат зонарен распоред во просторот и при кој за најдлабоките делови се врзани скарновите со рудната минерализација понатаму доаѓаат скарноидите и на крај имаме околу скарновски зони кои се одликуват со епидотизација, хлоритизација, силификација, опализација.

Зонарноста е врзана главно за опаѓање на температурата во просторот во однос на магматскиот центар во кои се врши депонирање на рудоносните раствори.

### 3. ГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Локалниот геохемиски фон на веќе истражуваното наоѓалиште Иберли 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 третирани 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, а 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.

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: испод Бели Рид до Сиври Тепе имаме геохемиски аномалии од втор степен на површина сса  $40\text{m}^2$ , 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  $300\text{m}^2$ , која се преклопува и со геофизичките аномалии. Самото наоѓалиште многу добро е оквирено, 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 анклавии на мермери. Аномалиските вредности овде се од втор степен.

**Геохемиски аномалии 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  $300\text{m}^2$ . Помеѓу вододелниците на река Рџавица исто така има аномалиски вредности од втор и трет степен на површина од  $300\text{m}^2$ .

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, додека на бакар изнесуваат до 240 ppm што претставува трета аномалиска вредност, споредувајќи ги со вредностите на регионалниот фон. Југоисточно од Сиври Тепе аномалиските вредности на Cu – Zn главно се поклопуваат. 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 ката 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 1 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 *Si* 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 даде следните резултати и тоа: *Si* изнесува од 0,6% до 3,76%, *Zn* изнесува 3,85% и *Fe* изнесува 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.

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*, *Va* и *Cr*.

**Табела 1.** Резултати од извршени испитувања на примероци земени од наоѓалиштето Иберли (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	<b>11</b>	<b>2230</b>	<b>2290</b>	<b>19</b>	<b>397</b>	<b>3</b>	<b>30</b>
Fe (%)	<b>21.7</b>	<b>10.65</b>	<b>10.05</b>	<b>24.4</b>	<b>3.56</b>	<b>2.06</b>	<b>2.12</b>
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	<b>2.92(%)</b>	<b>1.64(%)</b>	318	39	26	52
Au	0.013	0.006	<0.005	0.02	<0.005	<0.005	<0.005

Од изнесените податоци за геохемиските карактеристики на наоѓалиштето Иберли може да се констатира дека во ова наѓалиште 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 репрезентавни примероци земени од спомнатото наоѓалиште. Но сепак иако станува збор за мал број на испитувања, истите укажуваат на еден единствен заклучок дека наоѓалиштето Иберли заслужува внимание од хемиски и геохемиски аспект.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на претходно изложеното за наоѓалиштето Иберли може да се заклучи дека геохемиските испитувања укажуваат на обогатување или осиромашување на елементите карактеристични за скарновите.

Од изнесените податоци за геохемиските карактеристики на наоѓалиштето Иберли може да се констатира дека во ова наѓалиште 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 репрезентавни примероци земени од спомнатото наоѓалиште како што се рудно - микроскопски испитувања, односно детално одредување на нивниот хемиски и минералошки состав се со цел добивање на подетални податоци за минералошкиот и хемискиот состав на наоѓалиштето Иберли.

Но сепак, иако станува збор за мал број на испитувања, истите укажуваат на еден единствен заклучок дека наоѓалиштето Иберли заслужува внимание од хемиски и геохемиски аспект.

## **КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Глигоров, В.: *Анализа на резултатите од досегашните истражувања на лежиштето Иберли со предлог за понатамошни истражни работи со посебен осврт на пресметка на геолошко - економска (вредносна) оценка во стадиум на претходни истражувања*, Стручен фонд на РО “Макметал – Инженеринг“, Скопје, 1988;
- [2] Иванов. Т., Чулев, Ѓ.: *Извештај за истажните работи во Буковска река*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1962;
- [3] Иванов. Т., Чулев, Ѓ.: *Извештај за истажните работи во Буково*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1963;
- [4] Иванов. Т., Чулев, Ѓ.: *Извештај за истажните работи во Буково*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1964;
- [5] Иванов. Т., Иванова, В. Денковски, Ѓ., Чулев, Ѓ.: *Извештај за извршените работи во Буково и локалностите Баркли и Конче*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1965;
- [6] Стојанов, Р.: *Извештај за истажните работи на рудните појави на бакар, цинк и железо – Буковска река кај с. Иберли*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1960;
- [7] Страчков, М., Христов, С.: *Геолошки елаборат за рудните појави Буковска река кај с. Иберли*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1961;
- [8] Чулев, Ѓ., Хаџипетрушев, Б.: *Завршен годишен извештај за извршени геолошки работи на металогената област Конечки Планини*, Стручен фонд на Геолошки завод Скопје, 1974;
- [9] Шпритова, К.: *Минералошко – петрографски и хемиски карактеристики на наоѓалиштето Иберли*, Трет геолошки конгрес на Македонија - Струга, 2016.