УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

Катедра за наоѓалишта на минерални суровини

Штип

Никола Богатиновски

ГЕОЛОШКО, МОРФОЛОШКО И ЕКОНОМСКО МОДЕЛИРАЊЕ НА РУДНАТА ЖИЦА БР. 4, ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК „ЗЛЕТОВО“

-МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

Штип, 2017

Комисија за оценка и одбрана:

Ментор: проф. д-р Тодор Серафимовски
редовен професор на Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип

Член: проф. д-р Орце спасовски
редовен професор на Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип

Член: проф. д-р Горан Тасев
вонреден професор на Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип

Научно поле: **Геологија, металогенија, економска геологија**

Научна област: **Наоѓалиште на минерална суровина**

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

Благодарност

Секогаш ќе има нови истражувања и истражувачи, коишто ќе ја продолжат работата на генерациите преднив, бидејќи тргнуваме од непознатото за да го спознаеме познатото.

Но пред сè, голема благодарност должам на мојот ментор проф. д-р Тодор Серафимовски за сите корисни совети, за сите насоки, за сите сугестии. Благодарност оти ме водеше низ целокупниот процес на изработка на овој труд.

Исто така, искрена благодарност и на проф. д-р Горан Тасев за несебично укажаната помош и корисните совети со кои овој труд го има добиено конечниот изглед.

Благодарност на Геолошката служба на рудникот „Злетово“, која ми дозволи пристап до податоците и ми даде првични насоки кои ми беа корисни при изработката.

Благодарност до компанијата „ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ“ ДООЕЛ - Скопје во која сум вработен, за разбирањето и техничката поддршка.

И најголема благодарност до моите родители и семејство кои се неисцрпен извор на разбирање и поддршка во мојот живот.

ГЕОЛОШКО, МОРФОЛОШКО И ЕКОНОМСКО МОДЕЛИРАЊЕ НА РУДНА ЖИЦА БР. 4, ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК „ЗЛЕТОВО“

Краток извадок

Минералната суровина е добро, од општ вид, сопственост на Република Македонија. Минералната суровина е необновливо богатство кое треба рационално да се користи и со него треба правилно да се стопанисува. Повторното рестартирање на рудниците за олово и цинк „Злетово“ од страна на компанијата „БУЛМАК 2016“ ДООЕЛ - Пробиштип ја наметнува потребата за согледување на геолошките рудни резерви со кои располага наоѓалиштето „Злетово“, нивна категоризација, класификација и утврдување на можноста за нивна експлоатација. Една од рудните жици на која е потребно да се насочи вниманието е рудната жица бр. 4, која припаѓа на минерализирани структури од I-ред. Моментално оваа рудна жица не се експлоатира, иако се уште располага со значителни количини на рудни резерви со одличен квалитет. Со геолошко, морфолошко и економско моделирање на рудните резерви од рудната жица бр. 4, ќе се добие претстава за економските ефекти кои би се добиле со повторната експлоатација на оваа рудна жица. Врз основа на овие економски ефекти би можело да се пристапи кон планирање, проектирање и изведба на нови истражни работи, разработка и експлоатација на минералната суровина што ја носи рудната жица бр. 4.

Клучни зборови: рудни резерви, категоризација, класификација, експлоатација, економски ефекти.

GEOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND ECONOMIC MODELING OF THE ORE VEIN No. 4 FROM THE MINES FOR LEAD AND ZINC "ZLETOVO"

Abstract

Mineral resource is a common good, owned by the Republic of Macedonia. Mineral resource is non-renewable wealth which should rationally be used and properly managed. With restarting the mines for lead and zinc "Zletovo" by the company "BULMAK 2016 'Ltd.-Probishtip implies the need to review the geological reserves available in deposit "Zletovo", their categorization, classification and the possibility of exploitation. One of the ore vein that needs attention is the ore vein No. 4, which belongs to mineralized structures of I-order. At this point, this ore vein is not exploited, but still has significant quantities of ore reserves with excellent quality. With geological, morphological and economic modeling of the ore of the ore vein No. 4, we will get idea about the economic effects that would be gained by re-exploitation of this ore vein. Based on these economic effects could be approached to planning, design and construction of new research activities, development and exploitation of the ore that carries the ore vein No. 4.

Keywords: ore reserves, categorization, classification, exploitation, economic effects.

СОДРЖИНА

ВОВЕД

Металичните минерални суровини имаат огромно значење и посреден придонес во развојот на Република Македонија, покрај ова имаат уште поголемо непосредно значење од социо-економски аспект. Градот Пробиштип своето основање и развој го должи токму на рудникот „Злетово“. Поради ова, значењето на рудникот „Злетово“ е немерливо, како за општината Пробиштип на чија територија се наоѓа, така и за Република Македонија.

Во минатиот период се извршени голем број на истражувања и испитувања, економски анализи итн. на наоѓалиштето „Злетово“. Сите овие анализи го опфаќале наоѓалиштето во целина, притоа не водејќи сметка дека наоѓалиштето е изградено од рудни жици кои имаа различна економска вредност и удел во економскиот бенефит од експлоатацијата. Потребата од елементирање на наоѓалиштето на рудни жици и нивна анализа, поединечно, се огледа во фактот што сите тие се со различна содржина, моќност, услови за експлоатација, а со тоа и различна економска вредност. Со геолошко, морфолошко и економско моделирање на рудната жица бр. 4, ќе се обидеме да го свртиме вниманието на рудните жици како единки кои го градат наоѓалиштето, на кои потребно е да се посвети внимание поединечно за да се постигнат подобри резултати во работењето на рудникот како целина.

Целта на овој магистерски труд е, преку комплексно моделирање на рудната жица бр. 4 од Рудниците за олово и цинк „Злетово“, да се даде едно комплексно согледување на најважните параметри и фактори од кои зависи експлоатацијата, како минералната суровина од оваа рудна жица може најекономично да биде експлоатирана и кои се економските придобивки кои ќе се постигнат при тоа. За оваа цел ќе се пристапи кон геолошко, морфолошко и економски моделирања на оваа рудна жица, подетално ќе се разработи пресметката на рудните резерви, нивна категоризација и класификација, ќе се прикажат губитоците и разблажувањето, кое ќе го следи процесот на експлоатација итн. Со примена на современ софтверски пакет Маптек вулкан (Maptek Vulcan) ќе извршиме 3D моделирање на рудната жица, со што најцелосно ќе се добие претстава за морфологијата на рудната жица со сите промени на протегањето и падот на рудната жица во просторот.

I. Металогенетска припадност на наоѓалиштето „Злетово“

Рудната жица бр. 4, е составен дел на наоѓалиштето „Злетово“, кое се наоѓа на просторот помеѓу Кратово и Злетово во западните делови на Осоговскиот планински масив во СИ Македонија. Површината на која, повеќе децении успешно се истражува и експлоатира олово-цинкова руда изнесува околу 20km^2. Наоѓалиштето „Злетово“ припаѓа на Злетовското рудно поле, односно рудниот реон Кратово-Злетово, кој претставува една од главните металогенетски единици во зоната Леце-Халкидик.

I.1. Зона Леце-Халкидик

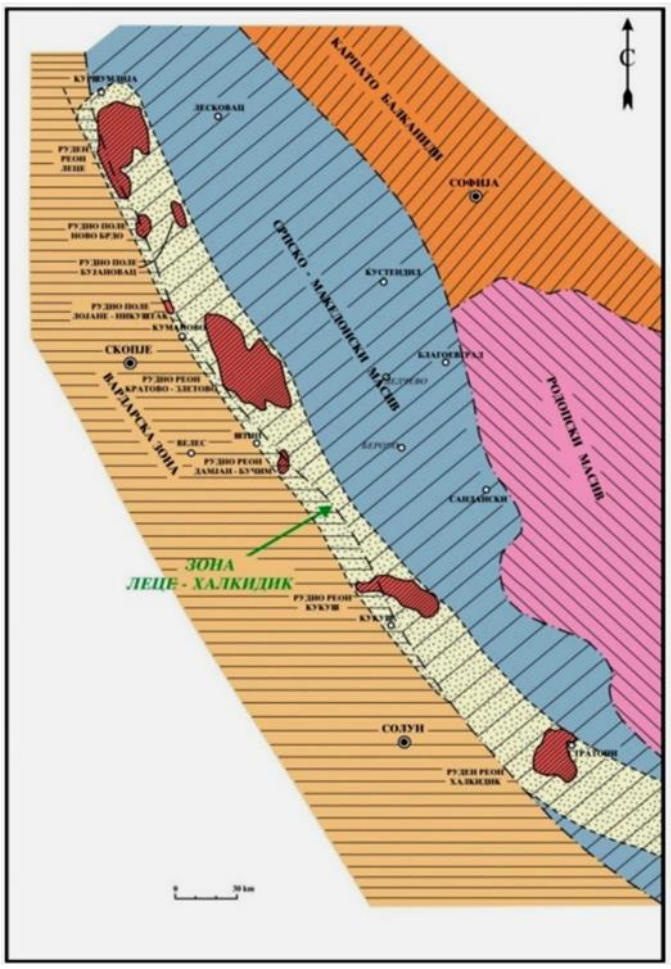
За металогенетската зона Леце-Халкидик се поврзани бројни специфичности и обележја по кои истата е дефинирана и ограничена како посебна металогенетска единица, која влегува во составот на Српско-македонската металогенетска провинција.

Српско-македонската металогенетска провинција, со општа ориентација ССЗ-ЈЈИ, е сместена во централните делови на Балканскиот Полуостров, помеѓу Динаридо-Хеленидите на запад и Карпато-Балканидите на исток. Имено таа е распространета јужно од Алпите на територииите на Србија, Македонија, зафаќа делови од југозападна Бугарија, Грција па се до западна Турција. Основното металогенотско обележје на Српско-македонската металогенетска провинција го сочинуваат полиметаличните оруднувања (Pb, Zn, Cu, Mo, As-Sb и др.), распространети во неколку металогенетски зони, области и реони, а просторно, временски и генетско-парагенетски поврзани со терциерниот интермедиерен до кисел вулканогено-интрузивен магматизам (Серафимовски, 1993).

Една од најзначајните металогенетска единица од понизок ранг, која во целост ја одразува структурно-геолошката, тектоно-магматската и металогенетската градба на Српско-македонската металогенетска провинција, е металогенетската зона Леце-Халкидик. Оваа тесна но изразито издолжена металогенетска зона, ги зазема средишните делови на Српско-македонската металогенетска провинција. Нејзината просечна широчина изнесува 30-35km, а по должина се протега неколку стотина километри, почнувајќи од Леце на северозапад па до источен Хаклидик на југоисток. После реонот источен

Халкидик, истата тоне во Егејското Море и продолжува кон Измир и западна Анадолија, Турција.

Просторно, металогенетската зона Лече-Халкидик е локализирана во граничното подрачје помеѓу Српско-македонскиот масив и Вардарската зона, притоа заземајќи ги источните делови на Вардарската зона и западните делови на СММ (слика 1).



Слика 1. *Регионална геотектонска и металогенетска положба на металогенетската зона Лече-Халкидик (Серафимовски, 1990);*

Figure 1. *Regional geotectonic and metalogenetic position of the metalogenetic zone Lece-Halkidiki (Serafimovski, 1990);*

Металогенетската зона Лече-Халкидик се карактеризира со појавата на терциерен вулканогено-интрузивен магматизам, за кој просторно и генетски се поврзани најзначајните наоѓалишта и појави на Pb, Zn, Cu, As, Sb, Fe и др. Оруднувањето во оваа металогенеска зона е распоредена во неколку рудни реони и рудни полиња, кои просторно залегнуваат како во СММ, така и во Вардарската зона, еден од најзначајните е рудниот реон Кратово-Злетово.

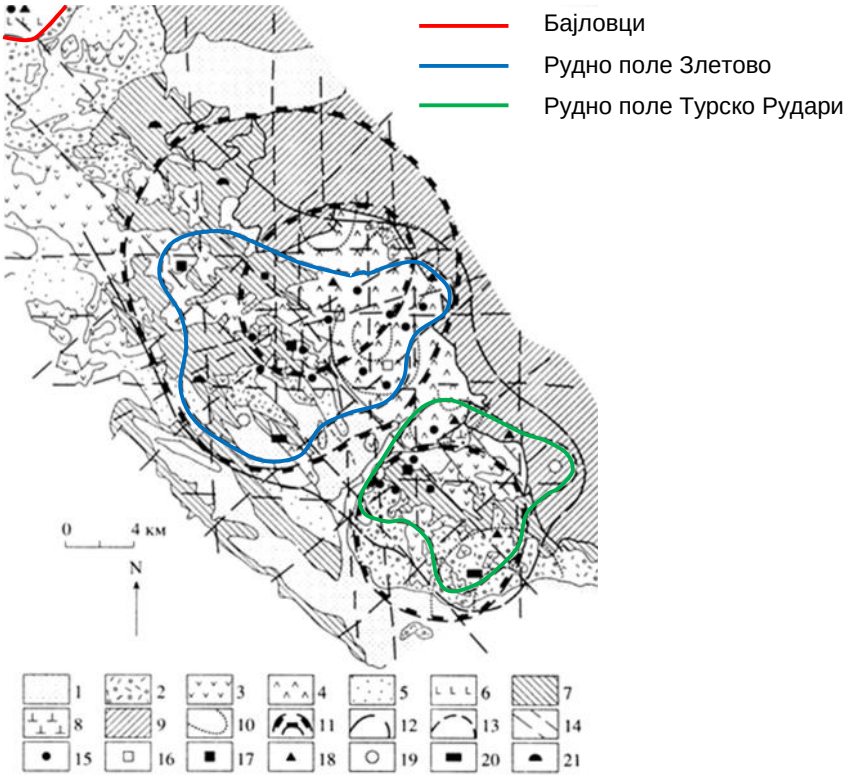
I.2. Руден реон Кратово-Злетово

Рудниот реон Кратово-Злетово влегува во составот на металогенетската зона Лече-Халкидик, односно, приближно ги зазема нејзините средишни делови и со површина од околу 500km^2 и преставува еден од најголемите и воедно доста значаен руден реон во рамките на оваа металогенетска единица.

Ова вулканско подрачје се карактеризира со интензивно развиен терциерен магматизам, за кое што просторно и парагенетски се поврзани бројни и разновидни наоѓалишта и појави на метални и неметални минерални суровини преставени со Pb, Zn, Cu, Ag, Au, U, Ba, самороден сулфур, хидрокварцити, алунит, опалски бречи и др., контролирани од раседни структури со правец на протегање СЗ-ЈИ, ССЗ-ЈЈИ, СИ-ЈЗ и структурите на вулканските апарати.

Оруднувањето во овој руден реон е создавано за време на младоалпската металогенетска епоха (Штаерска фаза), а просторно генетски и парагенетски е поврзано за раседни структури, структурите на вулканските апарати и терциерните вулкански формации. Вулканската активност започнала најверојатно кон крајот на Еоцен, додека оруднувањето е создавано главно за време на Миоцен во рамките на хидротермалниот стадиум на рудо–образување. Создадени се бројни наоѓалишта и појави на Pb-Zn жичен тип, Cu-жичен тип, Cu, Au-штокверкно-импрегнациски тип, U-жичен тип, како и бројни неметални минерални суровини.

Базирајќи се на податоците од досегашните истражувања и проучувања, како и резултатите на морфоструктурните и металогенетски испитувања во рамките на Кратовско-злетовскиот руден реон издвоени се три рудоносни локалитети во кои доаѓа до концентрација на поголем број на наоѓалишта и појави на метални и неметални минерални суровини, просторно поврзани за адекватни структури и поедини вулкански и вулкано-седиментни карпи. Тоа се рудните полиња: Злетово, Турско Рудари и појавите на Pb-Zn и U во околината на Бајловци (слика 2).



1. Палеогени и Неогени седименти, 2. Вулкански бречи, 3. Андезити, 4. Игнимбрити со дацитски состав, 5. Игнимбрити со андезитски состав, 6. Трахити, 7. Хлорит-серицитски шкрилци, 8. Кварц-монцонитски порфири, 9. Кристалести шкрилци, 10. Локални вулкански структури, 11. Периклинални форми и вулкански калдери, 12. Контури на рудниот реон, 13. Контури на рудните полиња, 14. Напукнати зони, 15-21 Рудни наоѓалишта: 15. Pb-Zn, 16. Cu, 17. Cu-Au, 18. U, 19, Самороден сулфур, 20, Кварцити, 21. Опализирани бречи.

***Слика 2**. Металогенија на рудниот реон Кратово-Злетово (Серафимовски, 1993);*

***Figure 2.** Metallogeny of Kratovo-Zletovo ore District (Serafimovski, 1993);*

Злетовското рудно поле е лоцирано во централните делови на рудниот реон Кратово-Злетово и според обемноста, разновидноста и просторниот распоред на рудната минерализација, претставува најголемо и најзначајно рудно поле во рамките на овој руден реон.

I.3. Злетовско рудно поле

Злетовско рудно поле го зафаќа просторот помеѓу Кратово и Злетово во должина од 10km и ширина од 4,5km. Ендогената рудна минерализација е локализирана главно во рамките на игнимбритскиот комплекс со дацитски состав и миоценската вулканогена серија (пробиена со дајкови и некови на дацито-андезити), просторно поврзана за раседните структури и структурите на вулканските апарати. Површината на теренот во која е ограничено рудното поле Злетово изнесува околу 60km^2. Во склопот на Злетовското рудно поле се наоѓа наоѓалиштето на олово и цинк „Злетово“, кое зазема површина од десетина km^2 и во фаза на експлоатација е повеќе од 70 години.

II. Моделирање на геолошките процеси

Со моделирањето на геолошките процеси ќе бидат опфатени најважните фактори што довеле до обликување на просторот во кој е локализирана минерализацијата и кои најмногу влијаат на морфологијата на рудните жици, Процеси што довеле до оформување на литостратиграфската градба на теренот, рудообразување, создавање на минералната парагенеза итн.

II.1. Процеси што довеле до оформување на литостратиграфската градба на теренот

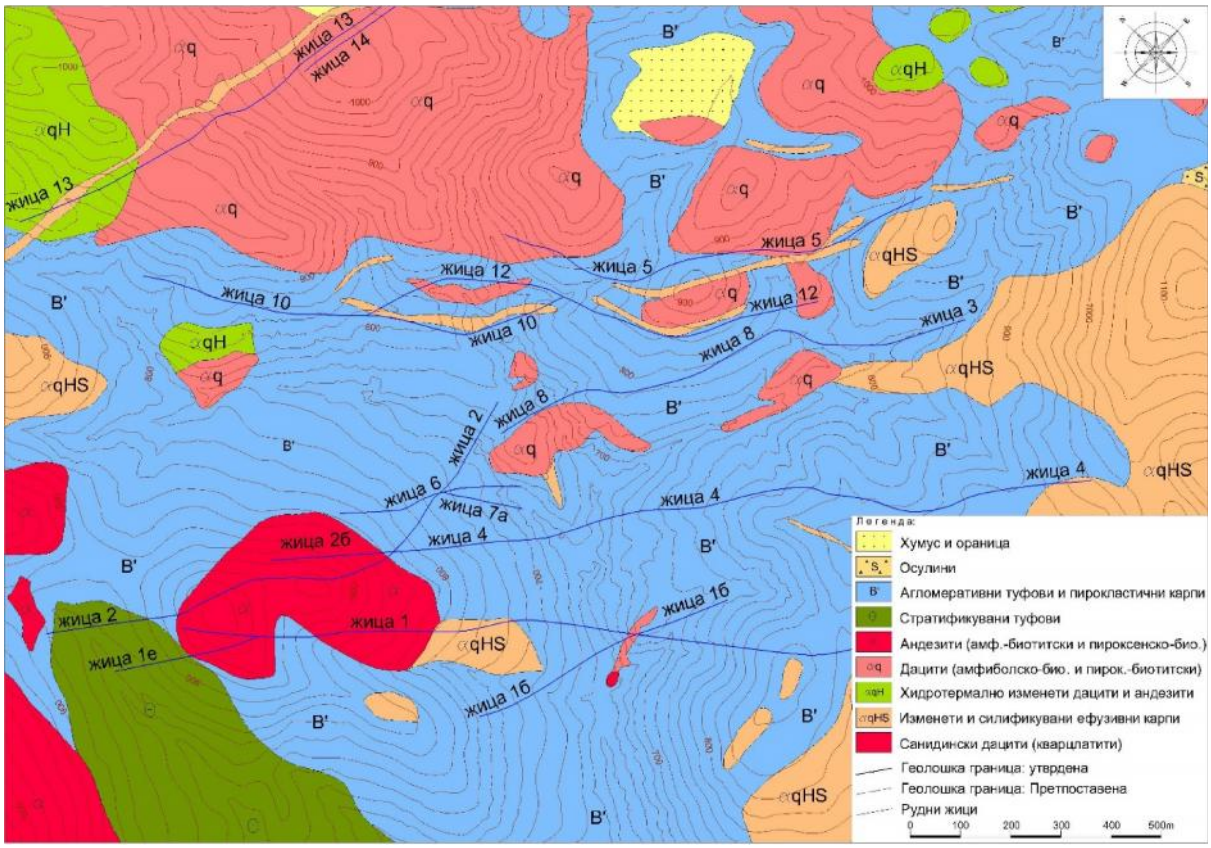
Создавањето и просторниот распоред на рудните жици од рудниците за олово и цинк „Злетово“, претставува спрега на комплексни процеси, услови и влијанија кои тесно се поврзани со геоисториската еволуција на геопросторот. Комплексноста и разновидноста на тектонските елементи и стратиграфските односи на просторот каде се лоцирани олово-цинковите рудни жици е неспорно присутна, но реконструкцијата на процесите кои ги дале овие манифестации преставува комплексен проблем за чие делумно или приближно решавање во денешни услови е потребно регионално поврзување на информациите, податоците и теоретско-научна интерпретација.

Иако во минатото се следеле неколку теории за обликувањето на просторот, во последните години овие теории се напуштени и примат и е дадено на теоријата за тектоника и движење на плочите. Следејќи ги основните правила на тектониката на плочи за еволуцијата на земјината кора можат да се издвојат неколку основни фази: интерконтинентално рифтување, раздвојување на интерконтиненталните плочи, отворање (создавање) на океанска кора и субдукција на плочите. Овие процеси се многу значајни за толкување на местото и начинот на создавање на магмите кои ги дале терциерните вулкано-интрузивните формации за кои се поврзани полиметаличните оруднувања во Кратовско-злетовската вулканска област. После затварањето на океанот Тетис кој егзистирал на овие простори и субдукцијата на океанската кора, настанало судрување на африканската и европската континентална плоча. Меѓутоа силите кои довеле до подвлекување, продолжиле да дејствуваат и понатаму. Како последица на делување на тие сложени сили на компресија, настанало сложено структурно-тектонско обликување кое се манифестира во поширок

регион од подрачјето на колизија. Како разлутат на тоа, со судирање на континенталните блокови, доаѓа до загревање на тие простори под влијание на меѓусебното триење и дејство на топлите токови од горната обвивка. Овие процеси довеле до делумно топење на здебелените делови од земјината кора и до создавање на гранитски и гранодиоритски магми, кои се движеле нагоре кон зоните со помален притисок. Овие процеси се мошне значајни и за толкување на настанувањето на магмите кои ги дале вулканогено-интрузивните комплекси од Кратовско-злетовската вулканска област за која се поврзани и олово-цинковата минерализација од наоѓалиштето „Злетово“.

II.2. Литостратиграфска градба на теренот

Со досегашните бројни и долгогодишни геолошки истражувања и проучувања на теренот се утврдени сложени литостратиграфски односи кои ги сочинуваат различни типови на карпи со различен состав и услови на настанување (слика 3).



Слика 3. *Литостратиграфска градба на наоѓалиштето „Злетово“;*

Figure 3. *Lithostratigraphy at the deposit „Zletovo“;*

Карпите кои влегуваат во литостратиграфската градба на теренот можат да се поделат врз основа на начинот на кој се настанати (Блечиќ Н. 1982), староста, значењето за локализирање на минерализацијата итн. Во понатамошниот дел синтезно ќе ги прикажеме најважните литолошки членови кои ја градат литостратиграфската градба на теренот.

II.2.1. Преткамбриумски метаморфни карпи

Преткамбриумските метаморфни карпи, ја чинат подлогата на теренот. Во вулканските карпи се среќаваат во вид на анклави со димензии од 10-29cm, поретко и поголеми и имаат палеозојска старост.

Според литолошкиот состав тоа се: гнајсеви (биотит-мусковитски) и микашисти со прослојци на кварцити и сочива на афиболити и метадијабази.

II.2.2. Рифеј-камбриски метаморфен комплекс

Рифеј-камбрискиот метаморфен комплекс, го сочинуваат карпите од седиментно-вулканска серија која е метаморфизирана до фација на зелени шкрилци. Карактеристично за овие карпи е тоа што се повеќе или помалку албитизирани и лежат конкордантно преку преткамбриските карпи.

Од досегашните истражувања на теренот може да се заклучи дека подлогата на вулканскиот комплекс е изградена од метаморфни карпи, кои според најновите геофизички испитувања се наоѓаат на поголема длабочина.

II.2.3. Мезозоиски карпи

Мезозоиските творби се претставени со магматски типови на карпи. Тоа се во прв ред серпентинити и гранитоиди, со досегашните истражувања во рамките на игнимбритскиот комплекс во Добрево се утврдени и анклави на гранодиорити (Шоптрајанова, 1965), за кои Ѓорѓевиќ и др. (1982) сметаат дека по составот и условите на настанување се слични со штипските гранити.

II.2.4. Терциерни карпи

Во наоѓалиштето „Злетово“ и непосредната околина присутни се терциерни вулкански, субвулкански и вулканогено-седиментни карпи, чиј состав одговара на една гранодиоритска магма, односно на нејзините вулкански еквиваленти дацити и андезити.

Овој пространи и разновиден вулкански комплекс се карактеризира со бројни и сложени вулкано-структурни форми и различни типови на вулкански и вулкано-седиментни карпи, кои се појавуваат во вид на дајкови, некови, купи, стратификувани серии и дебели изливи на лави. Од вулканските претставници во рамките на овој вулкано-седиментен комплекс (слика 3) најзастапени се: дацитите, андезитите, игнимбритите од дацитски и андезитски состав, кварцлатитите, различни видови на вулкански туфови и бречи, силно хидротермално изменети карпи од вулканско потекло (дацито-андезити) и др.

-Стратификувани туфови

Стратификуваните туфови настанале од вулканскиот пепел таложен во водена средина, во плитководна-крајбрежна област. На теренот лесно се разликуваат од другите вулкански туфови и услоени карпи, бидејќи се зафатени со хидротермални промени, а и по траги на оруднување. На поедини места постепено поминуваат во лапоровидни туфни песочници, кои се обично тенко плочести и имаат убава пелитска текстура. Имаат пад кон ЈЗ под агол 15-25^{o}. Бојата, најчесто им е бела, до жолтеникава и црвеникаво бела. На контактот со дацито-андезитите, односно агломеративните туфови тие се променети, лимонитизирани, а понекогаш и пиритизирани.

-Дацити

Дацитите се афиболско-биотитски и пироксенско-биотитски. На теренот помеѓу Злетово и Кратово овие карпи имаат големо распространување. Особено се застапени во источниот дел на теренот околу с. Лесново, а се појавуваат во облик на големи пробои во Добревските Јами.

Во непосредна близина на с. Добрево, дацитите се појавуваат на повеќе места во вид на помали изданоци, кои го пробиваат туфниот покривач. На други делови од теренот ги изградуваат висински најистакнатите делови на теренот, изградувајќи најчесто куполести и заоблени форми.

Макроскопски набљудувани, тоа се карпи со сива до сивозелена боја, компактни, жилави и тешко кршливи. Имаат порфирска структура, но некои автори таа структура често ја определуваат како кластична. Во нивниот состав влегуваат: фенокристали на плагиоклас, кварц и понекогаш на санидин, а од фемските минерали: афиболи, пироксени и биотит. Понекогаш количината на санидинот и кварцот се зголемени, па прават преод кон кварцлатити. Од акцесорните и секундарните минерали најзастапен е магнетитот. Во овие карпи често можат да се најдат анклави од метаморфни карпи, како и парчиња од некои постари генерации на вулкански и магматски плутонски карпи (гранодиорити).

-Андезити

Андезитите се амфиболско-биотитски и пироксенско-биотитски. Овие карпи ги изградуваат источните и североисточните делови на планината Плавица и ридовите Атанас, Градиште и Гола Чука. Обично се цврсти, свежи карпи со сива до темносива боја и имаат порфирска структура. Понекогаш се испукани, а во пукнатините често се воочуваат продукти на каолинизација и серицитизација.

Од фенокристалите најчесто се маркантни плагиокласите од редот на андезин кои имаат зонарна градба. Фемските минерали се нешто поретки, а меѓу нив доминираат биотити, афиболи и пироксени. Од секундарните минерали главно се појавуваат оксидите на железо кои во основната маса најчесто се појавуваат како продукти на трансформација на фемските минерали. На теренот е многу тешко да се разликуваат амфибол-биотитските од пироксен-биотитските андезити, бидејќи преодите се постепени.

И преодот помеѓу дацитите и андезитите честопати е постепен, така што границата помеѓу нив тешко може да се воспостави. И кон длабочина во рударските работи и дупнатините е воочена голема сличност помеѓу нив, така што може да се смета дека подлабоките делови на вулканскиот комплекс е изграден од дацито-андезити. Во поново време врз основа на микроскопските испитувања се групирани во игнимбрити со дацито-андезитски состав. Исклучок претставуваат младите пробои на кварцлатити и пробоите на некои жилни карпи, кои лесно можат да се одвојат од главната маса на вулканитот.

Дацито-андезитите најчесто се зафатени со пропилитизација, која најчесто ги опфаќа боените состојки: биотитите, пироксените, амфиболите при што се образува хлорит, од кого карпите добиваат зеленикава боја.

-Хидротермало променети дацити и андезити

Оваа група карпи ја прават дацити и андезити кои се силно зафатени со хидротермални промени. Често овие карпи преминуваат во типични дацити па тие прават поголема маса од овој комплекс, а понекогаш поради изменетата боја, интензивното распаѓање и лесното трошење личат на туфови. Кај нив е застапено плочесто лачење, порфирска структура и вклопени анклави од постари шкрилести и магматски карпи. Имаат сива-жолтеникава до црвеникава боја, поретко темносива и зеленикава. Хидротермалните промени се силно изразени и се манифестираат со интензивна каолинизација на салските минерали, додека фемските се обично сочувани и делумно изменети.

-Пирокластични карпи и вулкански туфови

Овие карпи имаат широко распространување особено помеѓу с. Добрево, источните падини на Плавица, Близанци, с. Луково и с. Лесново. По својот изглед тие најчесто се агломеративни, игнимбритски токови или покриви во кои се наоѓаат топчести или јајчести цврсти парчиња на дацити или адезити. Немаат сосема јасно изразена стратификуваност, туку само извесна банковитост, која се јавува како последица на повеќефазното изливање и исфрлање на материјал. Нивната положба во однос на дацитите и андезитите е таква што се добива впечаток дека лежат преку дацитите и андезитите во вид на покриви, па изгледа како дацитите и андезитите да „извираат“ од под нив на места каде се посилно еродирани или имаат мала дебелина.

По својот изглед се најчесто карпи со светло сива до црвеникава боја, понекогаш трошни и со многу хетероген состав. Во нив често се наоѓаат анклави од постари вулкански карпи или карпи од метаморфниот комплекс кои ја прават подлогата на вулканските карпи (слика 4). Релативно слабо се цементирани па затоа се неотпорни кон надворешните влијанија. Меѓутоа понекогаш можат да се најдат и многу цврсти и компактни вариетети на овие карпи, кои многу малку личат на туфови, односно прават преод кон дацито-андезити.

***Слика 4**. Пирокластични карпи и вулкански туфови;*

***Figure 4**. Pyroclastic rocks and volcanic tuffs;*

Што се однесува пак за агломеративните карпи и вулкански туфови во поглед на минерализацијата, може да се констатира дека тие претставуваат неповолна средина за локализација на оруднувањето.

-Санидински дацити (кварцлатити)

Се појавуваат на повеќе места на теренот помеѓу Злетово и Кратово во облик на субвулкански пробои низ дацито-андезитите, а најчесто низ нивните пирокластични и вулкански карпи. Најголеми маси од овие карпи се наоѓаат во околината на Кратово и Шлегово. Овој вид на субвулкански карпи е констатиран и на левиот брег на Добревски Поток во близина на управната зграда во Добрево. Санидинските дацити се издигаат од околните карпи во вид на дајк околу 30m во висина, со пречник од 50 x 20m (слика 5).

***Слика 5**. Кварцлатитски дајк „Штура“;*

***Figure 5**. Kvarclatite dyke „Stura“;*

Тоа е свежа карпа со светла сива боја, со крупни фенокристали на санидин, зрнест кварц и биотит со правилен хексагонален облик. Имајќи го во предвид фактот дека кварцлатитот во овој предел, помеѓу хоризонтите 560 и 510, извршил пробој низ рудната жица број 1 и на неа извршил термомета–морфни промени од првата гелна фаза на рудната жица, додека минералите од подоцнежната фаза останале неизменети, можеме да констатираме дека се работи за интрузивен дајк.

Со проучување на терциерниот магматизам, се утврдило дека магмите кои ги дале терциерните вулканогено-интрузивните комплекси се настанати со парцијално топење на корените делови на континенталната кора, следени со примеси од горната обвивка. На ова укажуваат и односите на изотопите на стронциумот во вулканските карпи.

II.2.5. Квартерни творби

Најмладите творби кои се констатирани во поширокаата околина на наоѓалиштето „Злетово“ се алувијални и делувијални седименти.

- Поголеми алувијални наноси се наоѓа на ридот Вошула кај с. Добрево, кои преставуваат остаток од старите речни тераси од Добревскиот поток. Алувијалните седименти се констатирани и во долниот тек на Добревски Поток и најчесто се преставени со заоблени парчиња на вулкански карпи, чакали и песоци со различен гранулометриски состав.

- Делувијалните наслаги, се настанати со натрупување на сипарскиот и дробинскиот материјал, со остри рабови, ретко заоблен, депониран на падините на ридовите.

II.3. Вулканизам и вулкански процеси

Терциерниот вулканизам во Кратовско-злетовската област се одликува со повеќе фазна активност и разновидност на исфрлениот материјал. Според сите досегашни проучувања може да се резимира следното: вулканскиот комплекс од Кратовско-злетовската област го чинат вулкански, субвулкански и вулканогени-седиментни литолошки членови кои потекнуваат од една гранитоидна магма. Појавата на субвулкански пробои од риодацити

(кварцлатити и санидински дацити), како кисели преставници и лабрадорско-аугитски андезити и базалти како базични, зборува за асоцијацијата: риолит-дацит-андезит-базалт со многубројни постепени преоди помеѓу нив. Оттаму се наметнува констатацијата за повеќе фазен вулканизам, поврзан најверојатно за старите реактивирани структури во новонастанатите раседни зони, на контактот на структурно тектонските единици: Српско-македонскиот масив и Вардарската зона.

Еволуцијата на овој главно интермедиерен калко-алкален магматизам започнал најверојатно уште во горен еоцен и со извесни прекини, вулканската активност се манифестирала се до квартер. Сепак главните манифестации се одвивале за време на олиго-миоцен кога по пат на експлозија, екструзија и ефузија било исфрлено огромно количество на пирокластичен и лавичен материјал, следен со субвулкански-вулкански пробои на дацито-андезити. Присуството и активноста на експлозивно-ефузивната фаза се карактеризира со формирање на игнимбритски комплекс, додека при екструзивната фаза доаѓало главно до образување на субвулкански-вулкански дајкови и некови. Поради зголемената вискозност на веќе делумно искристализираната магма, брзото ладење и зачепувањето на главните доводни канали, биле формирани и екструзивни вулкански купи. Доцната ефузивна фаза се карактеризира со мирни изливи на андезити претежно во западните делови на вулканската област. Сите овие вулкански активности со своите полифазни и циклични манифестации придонеле да се формира сложениот Кратовско-злетовски вулканогено-седиментен комплекс, во кој покрај различните типови на карпи доминираат бројни и разновидни морфолошки вулкански облици од редот на вулкански купи, дајкови, некови, изливи на лави, калдери и др. Центрите на овие сложени вулкански структури се поврзани претежно за главните линеаменти, дислокациски структури со генерален правец на протегање СЗ-ЈИ до ССЗ-ЈЈИ, кои послужиле како доводни канали за магматизмот и минерализацијата на овој простор. Според петролошкиот состав овие карпи во источниот дел имаат дацитски карактер, а одејќи кон запад тие поминуваат во андезити. Фазите на вулканската активност во Кратовско-злетовската вулканска област поврзани се за тектонските движења на алпскиот ороген, кои во оваа област предизвикале раседни-структурни облици.

II.4. Значењето на структурите во минерализационите процеси

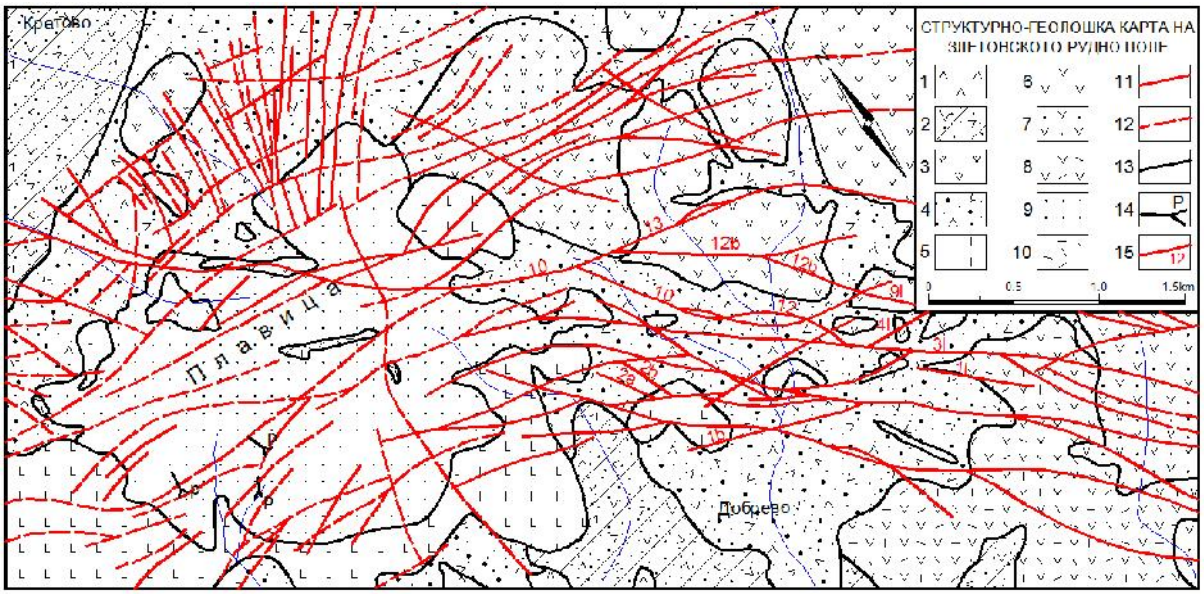
Структурно-тектонските карактеристики го определуваат оформувањето и локализацијата на оруднувањето во наоѓалиштето „Злетово“, условувајќи го однапред обликот на оруднувањето во вид на рудни жици и нивното разместување во просторот.

За утврдување на структурната градба на теренот, потребно е да се погледне пошироката околина, односно да се следи принципот на разгледување од пошироко кон потесно подрачје (рудно поле - рудно наоѓалиште). Следејќи го овој принцип, врз основа на структуролошките проучувања кои се извршени во Злетовското рудно поле, односно наоѓалиштето „Злетово“, утврдено е дека сите раседни структури во оваа област, врз основа на правецот на протегање, можат да се издвојат во три основни системи (слика 6):

-раседи ССЗ-ЈЈИ до С-Ј;

-раседи ИСИ-ЗЈЗ до И-З;

-раседи ССИ-ЈЈЗ;

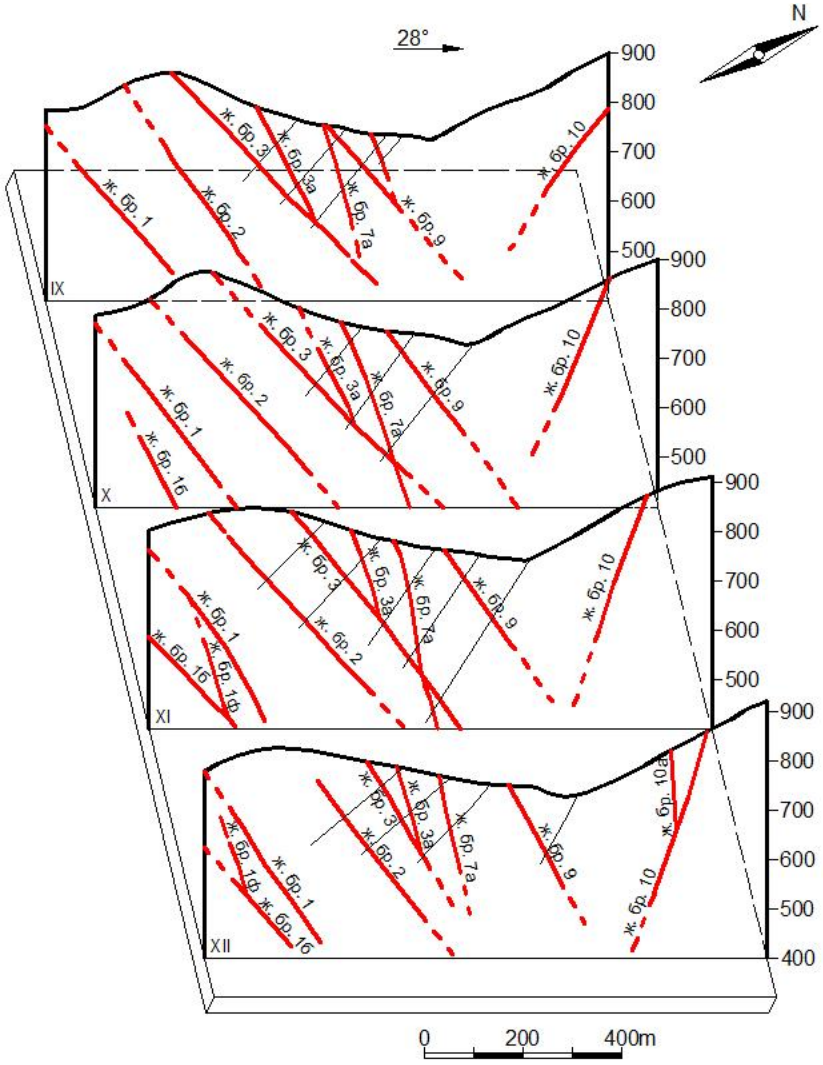


1-Лабрадор-аугит. андезит-базалти; 2-Стратификувани туфови; 3. Санидински дацит (кварцлатит); 4-Пирокластични карпи и вулкански туфови; 5-Андезити (амфиболско-биотитски и пироксенско-биотитски). 6 Дацити (амфиболско-биотитски и пироксенско-биотитски); 7-хидротермално изменати дацити; 8-Хидротермално изменети и силификувани дацити; 9-Вулканогено-седиментни творби (силно хидротермално изменети и наместа оруднети); 10-Хидротермални кварцити; 11-Рудна структура, утврдена со рударска работа или на површината на теренот; 12-Рудна структура, утврдена со длабинско дупчење или со геофизички испитувања; 13-Геолошка граница, утврдена; 14-Влез во рударска работа. 15-Рудна жица со број во рамките на рудникот "Злетово";

***Слика 6**. Структурна карта на Злетовското рудно поле (Ракич С., 1978);*

***Figure 6**. Structural map of Zletovo ore field (Rakic S., 1978);*

Најголем дел од овие раседни структури имаат стрмни падови до вертикална положба со пад кон СИ, а еден дел кон ЈЗ, со пад од 40 до 90° (слика 7).



Слика 7*. Кулисен блог дијаграм на наоѓалиштето „Злетово“ (Серафимовски Т., 1990);*
Figure 7*. Curtain block diagram of the “Zletovo” deposite (Serafimovski T., 1990);*

Според учеството и значењето кое го имаат за структурните карактеристики на теренот во оваа подрачје, доминантно место заземаат раседите со правец на протегање ССЗ-ЈЈИ со пад кон СИ. На овој систем припаѓаат интензивни лонгитудинални дислокации кои го одразуваат општиот геотектоски склоп на Динаридите на овој простор. Се уште се присутни повеќе толкувања за дефинирање на положбата на раседите, што зборува за недоволната изученост на ова прашање, иако со направените структуролошки испитувања се дефинирани две фази на тектонска активност (предрудна и послерудна).

- Предрудна тектонска активност

Првата фаза на тектонска активност се карактеризира со мали пликативни форми, а дисјуктивната тектоника се карактеризира со пукнатини на лизгање, тензиони пукнатини и раседи.

Раседните структури имаат големо значење во формирањето на наоѓалиштето, бидејќи низ нив се вршела циркулацијата на рудните раствори со кои е транспортирана рудната компонента. Предрудните раседни структури се создадени пред и во текот на вулканските фази, низ кои се втиснати дајкови кои генерално ги следат раседните структури. Настанатите тектонски деформации имаат различна тектонска положба во кои е депонирано полиметалично оруднување кое може да се следи на големо растојание од Кратово, преку Злетово па се до Кочанско Поле. Исто така присутно е вкрстување на структурите како по протегање така и по пад, но на местата на пресекување нема зголемување на концентрацијата на корисните компоненти што е карактеристично за други наоѓалишта. Старосните граници помеѓу споменатите системи се се уште недоволно разјаснети, иако постојат индиции дека раседните структури и минерализацијата имаат временска сукцесија на создавање. Врз основа на студиските структуролошки проучувања се наведува мислењето дека создавањето на раседните структури е вршено по следниот редослед: СЗ-ЈИ потоа И-З и СЕ-ЈЗ. Меѓутоа, ако се набљудува пределот на Плавица (слика 6), се воочуваат структури кои се со поинакво протегање и кои конвергираат кон централниот дел, градејќи радијални структурни правци. Присуството на прстенестите структури околу Плавица се толкуваат како последица на продор на плутон или поголема екструзивна маса. Оваа претпоставка за втиснување на магматски маси досега не е потврдена, но постоењето на кварцлатитски пробој кој е настанат со делумни движења во стариот фундамент, наведува на условите кои се карактеристични за криптобатолитски стадиум. Присуството на субвулкански интрузии, вклопените анклави од гранодиорити и геофизичките гравиметриски испитувања кои укажуваат на суфицит на маса на овој простор (позитивна гравиметриска аномалија), ја потврдуваат ваквата претпоставка.

Секако треба да се има предвид и дејството од празнењето на вулканското огниште врз севкупната градба на просторот, бидејќи тоа

празнење е вршено по должина на веќе постоечките линиаменти кои служеле како доводни канали за големите вулкански ерупции. Еруптивниот материјал се сливал и ги заполнувал настанатите депресии, каде истовремено се вршело интензивна седиментација во субмарински, субакватски и лимнички услови.

- Пострудна тектонска активност

Што се однесува на интерудните и пострудните тектонски активности, може да се рече дека тие се присутни на некој начин во самите рудни жици. Така на пример во подината и кровината се воочуваат раседни огледала со вертикални стрии и извесни движења по должина на нив. Овие движења се пострудни, започнуваат од образуваните тектонски тензиони пукнатини, продолжувајќи да постојат за време на оруднувањето (интерудни) и по формирањето на минерализацијата (пострудни). Со досегашното истражно-експлоатациско отварање на наоѓалиштето се заклучува дека овие појави не се манифестираат во поголеми размери, при што нема позначајни движења и прекин во континуитетот на рудните жици. Движењето вообичаено е од 10 до 20cm, особено во СЗ делови на наоѓалиштето каде со напречни раседи рудните жици се пресечени и раздвоени околу 10cm. Злетовските рудни жици се карактеризираат со голема морфолошка постојаност како по протегање така и по пад, без некои позначајни повивања, бидејќи на местата на пресекување се откриени нормални продолжетоци на други раседни структури. На овие места во голем број на случаи се вкрстуваат два системи на големи раседни структури, бидејќи рудните жици се оформени во постојните системи на раседи кои меѓусебе се сечат во просторот, а постоењето на апофизите се толкува како делови од рудните жици кои имаат свое продолжение на спротивна страна.

II.5. Алтерациски процеси

Во процесот на создавање и просторен распоред на оруднувањето, под дејство на хидротермалните раствори доаѓа до различни промени на околните карпи. Понекогаш ваквите измени се така изразени што во целост го изменуваат првобитниот состав на карпите. Хидротермалните промени се проучувани како на површината така и во јамските работи, врз основа на што може да се каже дека измените се многу сложени и многубројни, вршени во еден широк временски дијапазон кој ги опфаќа предрудните, интерудните и пострудните фази на рудообразување.

Врз основа на испитувањата на околурудно изменетите карпи во непосредна близина на рудните жици и во јамите на Добрево, можат да се издвојат следниве типови измени на карпите:

- Предрудни (пропилитизација);

- Промени синхрони на минерализацијата (К-метасоматоза, пирофилитизација, силификација, каолинизација, алунитизација, пиритизација);

- Пострудни промени (аргилитизација, силификација, лимонитизација);

Користејќи ги претходно добиените сознанија за видовите и степенот на преобразба на карпите накратко ќе се задржиме на најважните хидротермални промени на карпите.

-Пропилитизација

Пропилитизацијата е екстензивна алтерација која го зафаќа пространиот комплекс на вулкански и вулканокластични карпи. Пропилитизацијата се одвивала за време на нерудното постмагматско дејство на хидротермите, обично на крајот на формирање на вулканогениот комплекс. Оруднувањето со своите околурудни метасомати, се надоврзува на минералната асоцијација настаната во пропилитскиот процес. Пропилитизацијата ги зафаќа периферните околурудни промени, постепено преминувајќи во неизменета карпа. Обично се карактеризира со создавање на хлорит и епидот од боените минерали, во присуство на карбонати и создавање на пирит. Хлоритот е најмаркантен минерал на пропилитската асоцијација, фелдспатите при пропилитизацијата остануваат скоро потполно свежи.

-К-метасоматоза

К-метасоматоза е појава која е специфична за сите наоѓалишта од жичен тип на олово, цинк и бакар во нашата земја. Се манифестира како К-фелдспатизација и серицитизација. К-метасоматоза е во непосредна врска со оруднувањето, односно е сингенетски процес.

К-фелспатизација се карактеризира со создавање на адулар. Карпите зафатени со овој процес се главно поцврсти од неизменетите и серицитизирани карпи и обично преставуваат маргини на рудните жици со постепен преод во серицитска карпа. Овој процес и покрај интензивната калиска метасоматоза, на ова подрачје не е многу силен, како би можело да се очекува врз основа на количината на приведените К-компоненти.

Серицитизацијата е многу позначаен К-метасоматски процес и ја преставува непосредната околина на рудните жици. Со овој процес се врши потиснување на фенокристалите и кристалите на фелдспатот, а во посебни случаи при интензивна серицитизација и потполна замена на карпестите маси со серицит.

-Пирофилитизација

Пирофилитизацијата често настапува заедно со серицитизацијата, а понекогаш самостојно. Пирофилитот обично тешко се разликува од серицитот, но кога се појавува во карактеристични лушпести радијални натрупувања може микроскопски да се одвои од серицитот.

-Силификација

Силификацијата е екстензивен процес кој се карактеризира со создавање на млазови, жилички, зони, а понекогаш и самостојни кварцни тела (монокварцити). Тоа е повеќефазен процес кој се појавува за време на минерализацијата, но и пострудно кога кварцните жици ги сечат минерализи–раните карпести маси. Поради тоа, овој процес не е сигурна индикација за минерализацијата. Кварцот е најзастапениот минерал во силификуваните рудни жици (на пример жиците 10 и 12) и обично е придружуван од сите алтерациски минерали, од високотемпературните (адулар, пирофилит) до нискотемпературните (адулар, јарозит).

-Каолинизација

Каолинизацијата е интересен процес, бидејќи каолинот како метасоматски минерал се среќава во високотемпературната асоцијација со дунит и дијаспор. Во други случаи тоа е хидротермален процес врз фенокристалите на фелдспатот во стаклеста маса, во самите салбанди или вклопени парчиња карпи во рудните жици и притоа се појавуваат минерали на глина како земјаста маса (каолин). Во наоѓалиштето „Злетово“, каолинизација е посебно изразена на непосредниот контак на рудните жици со околните карпи, или недалеку од нив. Со постепено оддалечување од рудните жици, нејзиниот интензитет постепено ослабува. Во општ случај, може да се прифати дека дебелината на каолинизираните салбанди зависи од дебелината на рудните жици. Карпите со потполно каолинизирани алумосиликати можат да преставуваат автохтоно наоѓалиште на каолин. Поради сето ова, може да се претпостави дека каолинизацијата може да послужи како индикатор за истражување на ова подрачје.

- Алунитизација

Алунитизација е процес покарактеристичен за изменетите карпи од плавичкото подрачје. Во плитките делови се појавуваат заедно со јарозит, додека во подлабоките делови му се придружуваат дијаспор, каолин, зунит. Листестите алунитски агрегати ги потиснуваат фенокристалите на фелдспат односно потполно ги заменуваат.

- Пиритизација

Пиритот е скоро редовен минерал во сите рудни жици во наоѓалиштето „Злетово“. Неговата количинска застапеност е различна во различни делови на рудните жици, понекогаш кога рудните жици исклинуваат, односно кога другите минерали (рудни и придружни) скоро потполно отсуствуваат, пиритот го означува постоењето на рудната структура. Просторно, пиритот е најмногу застапен минерал во силно хидротермално изменетите зони на Плавица каде што се појавува примарно, делумно и секундарно како продукт на субакватски есхалации. Во незначајни количини (трагови) се среќава и во пропилитизираните дацито-андезити.

Останатите процеси на хидротермални измени или пострудни промени најчесто од површински тип, не се посебно карактеристични или значајни.

II.6. Минерална асоцијација во наоѓалиштето „Злетово“

Минералниот состав, структурно-текстурните карактеристики, парагенетските односи и типови на оруднување во наоѓалиштето „Злетово“ се детално проучувани. Врз база на досегашните испитувања, утврден е комплексен минерален состав што го сочинуваат околу 40 минерали, сукцесивно образувани во неколку рудоносни фази во рамките на хидротермалниот стадиум, градејќи притоа сложени парагенетски односи.

Со микроскопски испитувања утврдено е ориентационото учество на рудни и нерудни минерали во рудата (Ефремов И., 2002):

-рудни минерали..... 7,00%
-глиновити компоненти..... 19,40%
-кварц..... 28,60%
-карбонати..... 16,40%
-серицит..... 18,00%
-барит..... под 10,00%

Врз основа на податоците кои се добиваат со редовни опробувања на рудата (дневните, месечните и годишните композити), како и врз основа на некои поранешни податоци, просечната застапеност на поедини елементи е:

Pb…….. 4,00-6,00%
Zn…….. 2,00-3,00%
Cu…….. 0,10-0,15%
Fe…….. 6,50-8,00%
Mn…… 2,00-3,50%
SiO_2…….. 38,00-48,00%
As…….. 0,03-0,05%
Bi…….. 0,04-0,06%
Cd…….. 0.01-0,02%
S…… 4,50-5,50%
Ag…….. 50-70gr/t
Al_2O_3…….. 5,00-6,00%
$CaCO_3$…….. 1,50-2,00%
$MgCO_3$…….. 1,20-1,50%
P…….. 0,04-0,043%
Sb…….. 0,035-0,040%

За подетално проучување на застапените минерали како и утврдување на нивните структурно-текстурни карактеристики, се извршени опробувања и анализи на примероци од различни хоризонти во наоѓалиштето (Серафимовски Т., 1990). За проучување се земени проби за микроскопски проучувања и испитувања со помош на електронска микросонда, а од примероци со

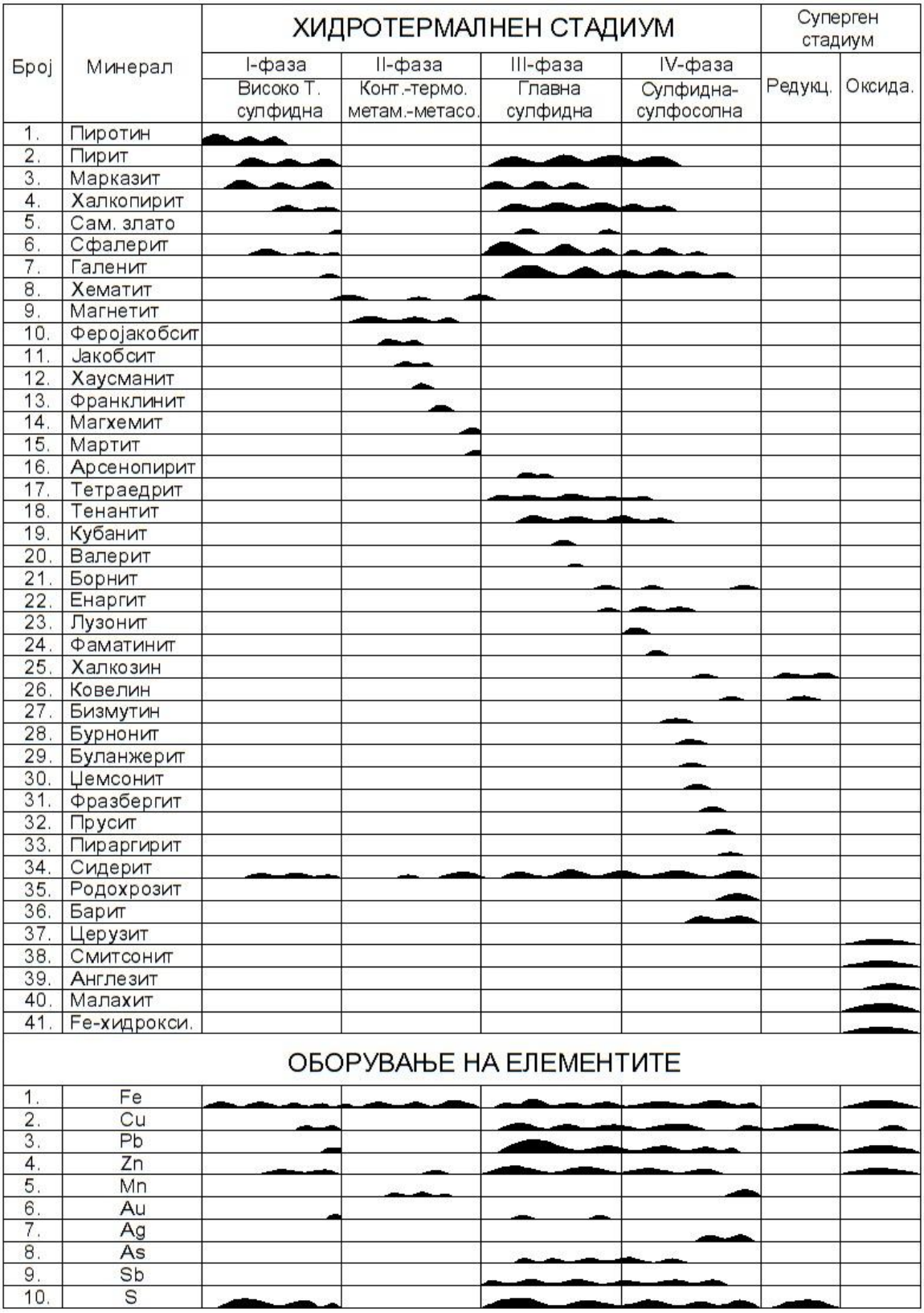
сулфидна и сулфосолна минерализација се одбрани делови за изработка на препарати. Полираните препарати најпрво се проучувани со помош на ZEISS Axiolab Polirizing микроскоп опремен со фотографски апарат. Потоа препаратите се анализирани за S, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, As, Ag, Cd, In, Sn, Hg, Pb и Bi со помош на WDS електронска микросонда, опремена со CAMECA/CAMEBAX опрема. Врз основа на испитувањата и анализата е потврдена комплексна минерална парагенеза од Pb-Zn минерализација. Се утврдени повеќе од 40 рудни и нерудни минерали, настанати со кристализација од рудоносни хидротермални раствори во неколку рудоносни фази.

Галенит (слика 8) и сфалерит (слика 9) се главни рудни минерали во Злетовското Pb-Zn наоѓалиште, следени се од страна на пирит, халкопирит, тетраедрит, тенантит, марказит, сидерит и помалку од барит, пироморфит, енаргит, борнит, арсенопирит и халкозин. Магнетит, јакобзит, хематит, хаусманит се појавуваат само понекогаш. Детектирани се и други минерали кои се појавуваат во многу мала застапеност и кои немаат некакво економско значење.

***Слика 8**. Галенит и барит „Злетово“;*
***Figure 8**. Galena and barite „Zletovo“;*

***Слика 9**. Сфалерит и барит „Злетово“;*
***Figure 9**. Sphalerite and barite „Zletovo“;*

Прегледот на рудните минерали, нивниот сукцесивен ред на издвојување во поедините рудоносни фази, како и оборувањето на позначајните елементи кои влегуваат во составот на поединте главни минерални видови, е даден во дијаграмот на сукцесија на рудните минерали (слика 10) од наоѓалиштето „Злетово“ (Серафимовски Т., 1990).



***Слика 10**. Дијаграм на сукцесија на рудните минерали од наоѓалиштето „Злетово“ (Серафимовски, 1990);*

***Figure 10**. Diagram of paragenetic sequences in the „Zletovo“ ore deposit (Serafimovski, 1990);*

Со испитување со електронска микросонда добиени се резултати за хемискиот состав на сфалерит, пирит, арсенопирит и галенит од наоѓалиштето „Злетово“ (табела 1).

***Табела 1**. Резултати од испитувањето со електронска микросонда (Серафимовски, 1990) на сфалерит (1-10), пирит (11,12), арсенопирит (13) и галенит (14, 15) од наоѓалиштето „Злетово“ (во %);*

***Table 1**. Results of electron microprobe analyses (Serafimovski, 1990) of sphalerite (1-10), pyrite (11, 12), arsenopyrite (13) and galena (14-15) from the Zletovo ore deposite (in %);*

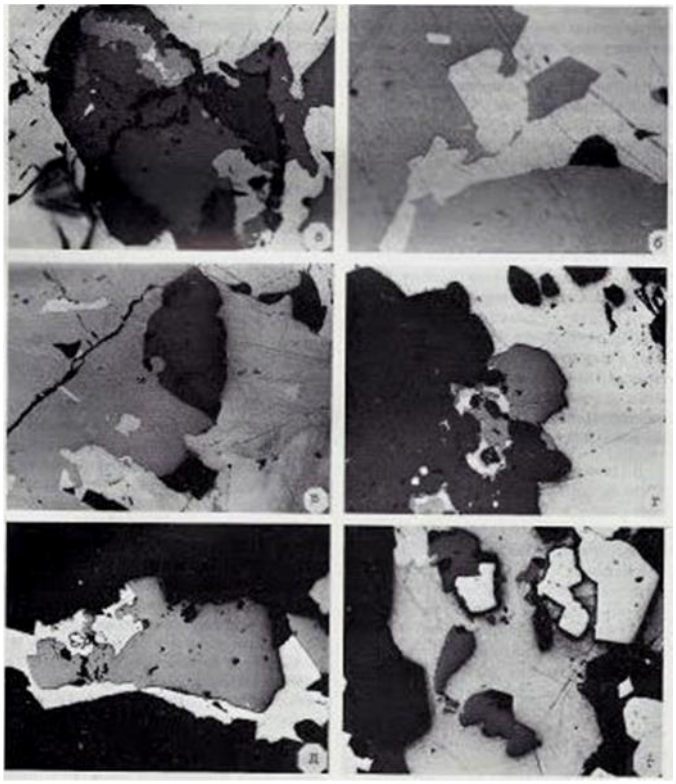
Бр. на проба	Елементи										
	S	Mn	Fe	Cu	Zn	Ga	As	Cd	Sb	Pb	Збир
1	30,5	0,0	0,3	0,0	68,7	0,0	0,0	0,5	0,0	/	100,0
2	31,0	0,0	0,4	0,0	67,8	0,3	0,0	0,5	0,0	/	100,0
3	30,3	0,0	0,6	0,0	68,0	0,0	0,0	0,0	0,1	/	100,0
4	30,4	0,0	6,5	0,0	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0	/	100,0
5	34,2	0,1	0,4	0,0	65,3	0,0	0,0	0,0	0,0	/	100,0
6	38,5	0,2	0,8	0,0	58,8	0,0	0,8	0,4	0,0	/	100,1
7	40,4	0,0	0,6	0,0	59,6	0,0	0,0	0,0	0,0	/	100,1
8	30,7	0,0	0,5	0,0	58,5	0,0	0,0	0,3	0,1	/	100,1
9	35,0	0,0	0,0	0,0	64,7	0,0	0,0	0,3	0,0	/	100,0
10	30,7	0,0	2,8	3,7	62,7	0,0	0,0	0,0	0,1	/	100,1
11	51,8	0,0	47,5	0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	/	100,1
12	49,2	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	/	100,1
13	23,1	0,0	37,1	0,2	4,1	0,0	35,0	0,0	0,6	/	100,1
14	20,5	/	/	/	1,0	/	/	/	/	78,6	100,1
15	20,5	/	/	/	1,1	/	/	/	/	78,6	100,1

За да се стекне покомплексен впечаток за најважните минерални видови во понатамошниот преглед подетално ќе ги прикажеме нивните најзначајни карактеристики.

-Сфалерит

Сфалеритот се појавува во неколку генерации, некои од нив покажуваат структури на издвојување на халкопирит со распаѓање на цврстиот раствор, сфалерит-халкопирит. Многу често е со метаколоидна до коломорфна и зонална структура со внатрешна рефлексија. Кристалната структура е многу ретка, најчесто се наоѓа кај галенитот, халкопиритот и тенантитот. Понекогаш сфалеритот метасоматски го заменува галенитот и како да е заробен во нив, а понекогаш сфалеритот е катакластичен и интерстициски е заменет со кварц, галенит, тенантит и други минерали. Сфалеритот е исто така мирмекитски испреплетен со галенит, халкопирит, тетраедрит и останати минерали

(слика11). Составот на сфалеритот од наоѓалиштето „Злетово“ е блиску до средните вредности кои теоретски се одредени за сфалерит (Criddle and Staley, 1986). Исклучок е содржината на Fe, кое во некои сфалерити се движи до 6,5% (табела 1). Со зголемувањето на содржината на Fe, сфалеритите содржат и мала концентрација на Mn и Cd.



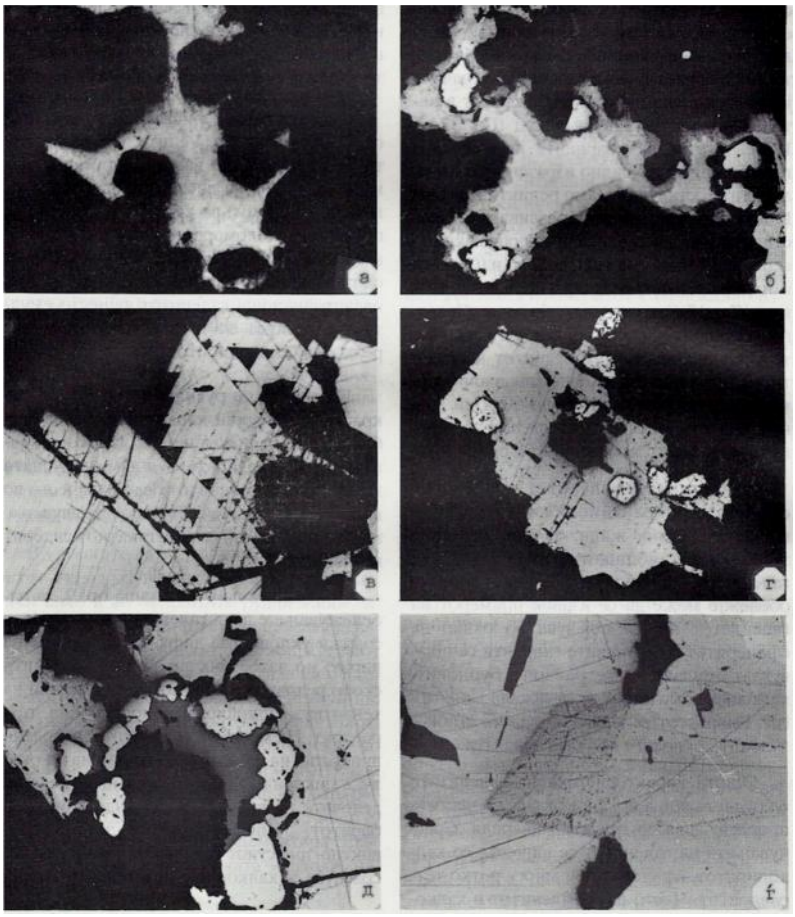
Слика 11. *Микро-морфолошки облици и појави на сфалерит од наоѓалиштето „Злетово“ (Серафимовски, 1990);*

Figure 11. *Micro-morfologic shapes and the occurrence model of sphalerite in the „Zletovo“ ore deposit (Serafimovski, 1990);*

За рудната жица бр. 4, е карактеристично тоа што на местата каде постои поинтензивна појава на галенитски агрегати, сфалеритот се појавува во вид на емулзионо-мирмекитски форми.

-Галенит

Галенитот е пронајден во неколку генерации. За разлика од сфалеритот покажува повисок степен на кристалитет и многу често се појавува во добро развиени кристали. Микроморфолошките карактеристики на галенитот, неговиот однос и односот со останатите минерали се прикажани на слика 12.



***Слика 12**. Микро-морфолошки облици и појави на галенит од наоѓалиштето „Злетово“ (Серафимовски, 1990);*
***Figure 12**. Micro-morfologic shapes and the occurrence model of galena in the „Zletovo“ ore deposit (Serafimovski, 1990);*

Најубавите кристали на галенит можат да бидат пронајдени во празните простори во жиците, шуплините и раседните зони. Понекогаш кристалите на галенит се катаклизирани и во нив се има развиено добро изразен кливаж или се заменети од страна на кварц (слика 20,а). Понекогаш степенот на замена на галенитот од страна на кварцот е толку голем што се останати само фрагменти од примарните галенити. Во некои случаи галенитите се развиваат помеѓу пиритските зрна и вклопуваат пиритски остатоци, бурнонит или други сулфосоли. Галенитите се понекогаш потиснати од страна на сфалерит, тетраедрит, тенантит, но исто така со овие минерали понекогаш е мирмекитски сраснат и се формираат емулзии. Во одредени случаи можат да се забележат издвојувања од пирит, арсенопирит и други сулфиди и сулфосоли. Составот на галенитот од наоѓалиштето „Злетово“ е многу близок до теоретски одредениот состав за галенит. Со микросонда е одредено присуство на Zn и Ag во структурата на галенитот (табела 1).

Основна карактеристика на галенитите од рудната жица бр. 4 е што истите на места се појавуваат во вид на дифузни, а локално и во дисперзни агрегати (големина до 3,5mm) во кои редовно се појавуваат коломорфни, а понекогаш и атоласти форми на ресорбиран сфалерит од поранешната гел-смеша. Во рамките на оваа рудна жица галенитот најчесто емулзионо сраснува со тетраедритот, а многу ретко и со халкопиритот.

- Пирит

Пиритот, заедно со галенитот и сфалеритот преставува еден од најинтензивно и екстензивно застапен минерал во наоѓалиштето „Злетово“. За него е карактеристично појавувањето во сите морфолошки типови на оруднување, во сите рудни жици и оди во асоцијација скоро со сите констатирани минерали во наоѓалиштето. Настанува полифазно во различни минерализациони средини. Пиритот гради микрожилчести-мрежести типови, поретко гнездасти концентрации и тоа претежно околу заостанатите изменети силикати или околу агрегатите на кварц од постарите генерации.

Пиритот локално гради колоидно-коломорфни концентрации, пратени со мали количини од енаргит и халкопирит, а во трагови галенит и сфалерит. Пиритот локално ги задржува типичните форми кои укажуваат на настанувањето преку марказит, како и на кристализации од колоидни раствори. Постојат констатирани случаи кога побогатите концентрации на пирит ги пратат неправилни ситнозрни и на места гнездасти агрегати на сфалерит, галенит, тетраедрит, локално со нив сраснати халкопирит и енаргит со појави на тенатит. Треба да се наведе дека во агрегатите на поранешните гел-пирити најчесто во вид на субмикроскопски вклопувачи заостанува галенитот. Во рудните структури кои навлегуваат поблиску до Плавичкиот апарат, пиритите се карактеризираат со идеобластичен развиток, следени со кварц и сидеритски карбонати. Пиритските агрегати локално се следени со енаргит, тетраедрит, халкопирит и др.

II.7. Генетски процеси

Создавањето и просторното разместување на олово-цинковото оруднување во наоѓалиштето „Злетово“, преставува сложен, повеќефазен и временски долготраен процес, непосредно поврзан со еволуцијата на терциерниот вулканизам на ова подрачје. Терциерната магматска активност започнала кон крајот на Еоцен и со извесни прекини била манифестирана се до Плиоцен, а оруднувањето полифазно е создадено во текот на Миоцен. Рудната минерализација просторно и генетски е поврзана за раседните структури со правец на протегање СЗ-ЈИ до ССЗ-ЈЈИ и ИСИ-ЗЈЗ, локализирана главно во игнимбрити од дацитски состав и дацито-андезити.

Рудоносните раседни структури имаат полиген карактер, а нивното формирање е во непосредна врска со реактивирање на постарите дислокации, регионалните тектонски напрегања и контракциите настанати при ладењето на вулканските карпи.

Олово-цинковото оруднување е создадено во хидротермалниот стадиум на образување главно со заполнување на пукнатините, прслините и бречираните партии, а на места се формирани и импрегнациски и штокверкно-импрегнациски минерализации како продукт на метасоматските процеси. Рудните тела се во облик на рудни жици, следени со импрегнациска минерализација, претежно во салбандите, односно на контактот на рудните жици со околните карпи.

Резултатите од досегашните многубројни истражувања и проучувања укажуваат дека, олово-цинковото оруднување е формирано во субвулканско ниво, при што според условите на настанување, истото се вбројува во групата на субвулканско-хидротермално рудно наоѓалиште. Рудната жица бр. 4 е составен дел на наоѓалиштето „Злетово“ и условите кои влијаеле на создавањето на минерализацијата во наоѓалиштето во целост влијаеле и на создавањето на оваа рудна жица.

Посебен проблем во објаснувањето на генезата на наоѓалиштето “Злетово” преставува потеклото на хидротермалните раствори кои биле носители на рудната прарагенеза. Така на пример, според условно наречениот „Класичен модел“ на објаснување на генезата на Злетовското рудно

наоѓалиште, продуктивната хидротермална минерализација настанала со депонирање од хидротермални раствори, кои се генерирани од длабоки извори. Генератор на хидротермите биле длабоките огништа, кои со ладење на магматските карпи се загревале. Така регенираните хидротерми, на патот на циркулацијата го одложувале својот товар (растворени минерални материи), најчесто поради намалување на температурата на околните карпи, а можеби и поради контактот со површинските води, кои имале многу поинаков состав.

Н. Блечиќ (1980), врз основа на испитувањето на гасно-течните инклузии од рудните минерали, дава свое мислење за физичко-хемиските услови во Злетовското рудно наоѓалиште. Според тој модел (Адијабатски или авторски „NB“ модел), нема потреба да се „трага“ за длабок генератор на хидротермите, бидејќи не е логично да се замислат празни простори и отворени пукнатини во карпите на вулканската серија. Овие отворени пукнатини и меѓузрнеста порозност не можат да преставуваат вакум, туку логично е да се претпостави дека биле заполнети со агресивни флуиди, кои довеле до своевидна рафинација на петрогените минерали, изложувајќи ги од нив сите геохемиски страни атоми, како што се атомите на основните и придружни корисни елементи во Злетовското наоѓалиште: олово, цинк, бакар, сребро, бизмут, злато и др. Според тоа, резервоарот на рудните елементи бил во самите вулкански карпи, а не во некои хипотетички длабоки огништа.

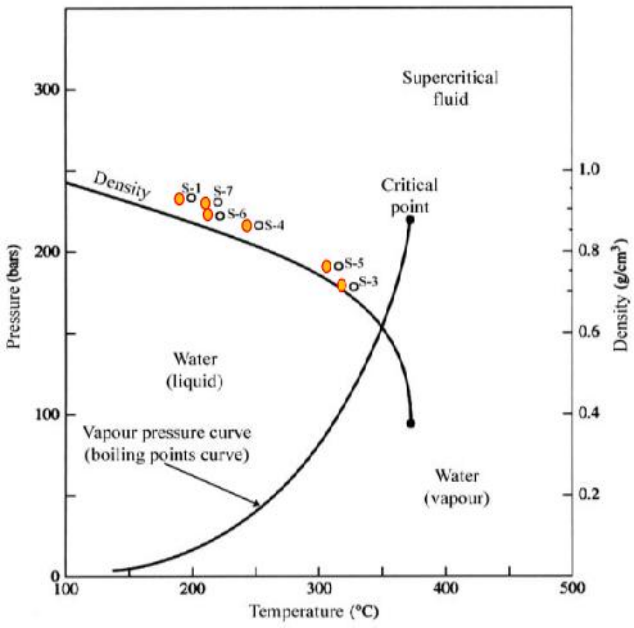
Со испитувањата на флуидните инклузии од шест минерали на кварц од рудните жици 2, 3 и 8 од страна на Тасев Г. и Серафимовски Т. (2012), се добиени податоци со кои во голема мера се дефинирани условите во кои е настаната минерализацијата и карактерот на рудоносните раствори.

Во текот на анализите биле анализирани неколку параметри од флуидните инклузии, како што се: Th-температура на хомогенизација, Tm-температурата на топење на последниот кристал од мраз, саленитетот (во % NaCl), густината, притисокот, определување на примарно или секундарно потеклото на инклузиите итн.

Степенот на исполнетост на проучуваните флуидни инклузии е доста висок и се движи од 0,7 до 0,9. Флуидните инклузии се изградени од две фази (L + V) со 10 до 15 vol.% гасна фаза. Сите анализирани инклузии се

хомогенизирани до течна фаза. Соленоста на растворот, генерално е низок и се движи 1,7-11,8 wt% NaCl equiv., во просек 4,4-8,6 тежински % NaCl equiv.

Температурата на хомогенизација (Th), во повеќе од 120 флуидни инклузии од шест примероци на кварц, е во опсег од 109 до 368^{o}C. Овој опсег на температури на хомогенизација покажува висока конзистентност имајќи го во предвид опсегот од 150 - 350^{o}C утврден од страна на поранешни студии (Блечиќ, 1983). Температурата на создавање на минерализацијата е одредена со пресметка преку стабилните изотопи на сулфурот, за сулфид-сулфид и сулфид-сулфат минералните парови (Ohmoto and Rye, 1979; Ohmoto, 1986; Rye et al., 1974; Shelton and Rye, 1982; Brownlow, 1996). Резултатите се во опсегот 134 - 307^{o}C, кој одговара на опсегот на температурите добиени со проучување на флуидните инклузии. Податоците добиени со проучување на флуидните инклузии се искористени за креирање на дијаграм на односите помеѓу температурата, притисокот и густината на растворите (слика 13).

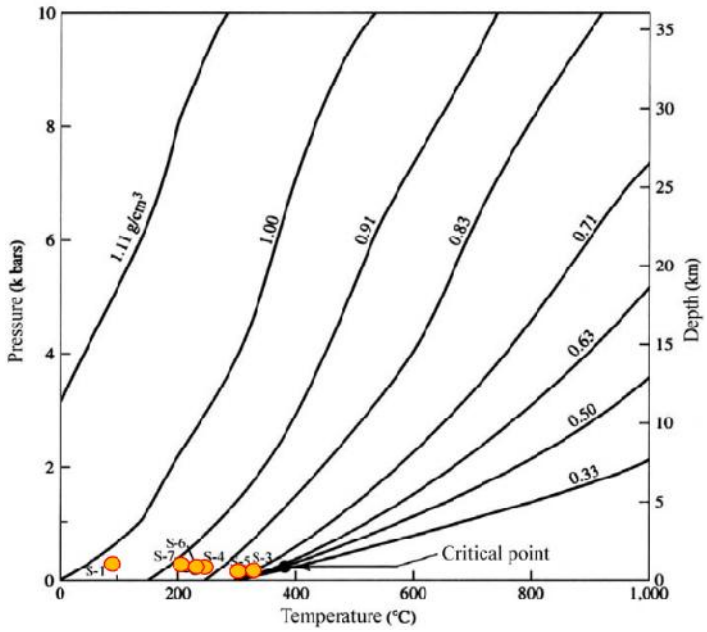


***Слика 13**. Промени во густината и притисокот на пареа од вода во течна состојба (Verhoogen et al, 1974; Тасев, 2003);*

***Figure 13**. Changes in density and gas pressure of the liquid water (Verhoogen et al., 1974; Tasev, 2003);*

Притисокот во време на формирањето на анализираните флуидни инклузии се чини дека бил доста висок и се движи од 175 до 240 бари. Со оглед на физичко и хемиски услови густината на растворите е во опсег од 0,7 - 0,95g/cm^{3}.

Во директна корелација со податоците погоре е исцртан дијаграм на кој е прикажан односот на температурата, притисокот и длабочината на создавање (слика 14).



***Слика 14**. Промена на густина на раствори во наткритична состојба како функција од притисокот и температурата (Best, 2002; Тасев, 2003);*

***Figure 14**. Density changes of supercritical fluid as a function of pressure and temperature (Best, 2002; Tasev, 2003);*

Како што може да се види од сликата 14, на палеодлабочината на минерализација (во време на создавањето на флуидните инклузии; Roedder, 1984) се движи помеѓу 1,0 и 1,5km, кој во голема мера е во согласност со длабочина поголема од 1,0km според податоците дадени од Блечиќ (1983) и покажува дека минерализацијата е создадена во субвулканско ниво и под силно влијание на литостатички и хидростатички притисоци.

Врз основа на овие податоци, добиени со проучување на флуидните инклузии во минерали на кварц кои се поврзани со жичната минерализација од рудникот Злетово може да се заклучи дека се доста слични на податоците презентирани од страна на Блечиќ (1983) со одредени разлики во концентрацијата на NaCl (10-25%wt NaCl eqvi.), што веројатно се должи на анализа на флуидни инклузии во клеофан (вариетет на сфалерит) и барит во неговите студии.

III. Моделирање на морфолошките форми

Од моделирањето, односно од познавањето на морфолошката форма на рудното тело, во голема мера зависи начинот на експлоатација и изборот на откопната метода. Теренот во кој е формирано Злетовското олово-цинково наоѓалиште е изграден од вулкански карпи, во кои преовладуваат хидротермално изменети игнимбрити од дацитско-андезитски состав. Морфолошки, Злетовското рудно наоѓалиште е преставено со рудни жици, импрегнациски зони и рудни тела од штокверкно-импрегнациски тип. Најголемо значење имаат рудните тела во облик на рудни жици, додека импрегнациските и штокверкно-импрегнациските рудни тела се појавуваат како придружни на рудните жици (Ефремов И. 1993).

III.1. Носечки рудоносни тела

Со деталното геолошко истражување на наоѓалиштето и непосредната околина, откриени се 16 поглавни рудни жици, број кој не е дефинитивен бидејќи со отворањето на наоѓалиштето се пронаоѓаат и дефинираат нови рудни жици.

По своето геолошко-економско значење, рудните жици можат да се поделат на главни (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7а, 8, 9,10, 12, 2а.) и од помалку значајни (1а, 1б, 1ц, 1л, 8б, 10а, 12а, 12б, 11, 13 и 14). Оваа поделба е направена врз основа на содржината на корисните компоненти и положбата во просторот.

Рудните жици делумно се создадени со заполнување на тектонските пукнатини, а делумно со потиснување на околните карпи. Поради тоа, во зависност од метасоматските процеси, рудните жици покажуваат многу променлив облик, како по протегање така и по пад. Дебелината е мошне различна, променлива и варира од неколку сантиметри до 5m и повеќе. Промената на дебелината настанува често, односно на кратко растојание, а нерамномерни се и преодите на рудните жици во околните карпи. Во многу делови на наоѓалиштето, преодите во околните карпи се карактеризираат со појава на импрегнациска зона со различна дебелина, од десетина сантиметри до 2m, а понекогаш и повеќе.

Поволноста на литолошкиот состав на средината за локализација на оруднувањето во оваа област се одразува првенствено од аспект на механичките, а помалку од аспект на хемиските особини на средината. Карактеристично е дека оруднувањето во најголем дел е локализирано во пирокластити од типот на игнимбрити и во кристалокластични туфови. Компактноста на игнимбритските карпи овозможила формирање на отворени пукнатини по кои циркулирале хидротермалните раствори и во кои е вршено депонирање на рудната супстанција, додека помалку компактните карпи во тој поглед биле помалку погодни, па затоа и оруднувањето во нив не е депонирано. Хемискиот фактор на средината имал второстепено значење за депонирање на рудната маса од хидротермалните раствори.

III.1.1. Морфолошки карактеристики на рудната жица бр.4

Рудната жица бр. 4 се карактеризира со различни морфолошки облици на оруднување (оруднување во вид на рудна жица, оруднети жиличасто-импрегнациски зони, штокверкно-жиличести рудни тела и сл.

Оруднувањето во вид на рудна жица, е доминантен тип на оруднување и има најголемо значење, додека останатите форми се многу помалку застапени. Рудната жица бр. 4, се одликува со плочеста форма со две димензии кои се многу поголеми во однос на третата (дебелината). Дебелината на рудната жица покажува најголема променливост во просторот и зависи од предиспозицијата на структурната градба, додека литолошкиот состав на средината како да нема поголемо влијание. Протегањето на рудната жица бр. 4 изнесува преку 2 500m, со континуитет по пад повеќе од 500m, досега со истражните работи не е утврдена промена во минерализацијата и моќноста-дебелината на рудната жица во длабина што зборува за значењето и перспективноста на оваа рудна жица. Дебелина варира од неколку десетина cm до нешто повеќе од 2,0m, во пресметаните геолошки рудни резерви просечната моќност изнесува 1,47m (точка VI.4.3.).

Врз основа на многубројните мерења на елементите на пад во истражните рударски работи изведени по рудната жица бр. 4 и нивната статистичка обработка (табела 2), структурната градба на рудната жица бр. 4 ја чинат структури со протегање СЗ - ЈИ (330 - 150^{o}) до ССЗ - ЈЈИ (300 – 120^{o}) и

пад кон СИ од 45 до 60°. Промената на протегањето и падот на оваа рудна жица настанува на кратко растојание, без некои претходни индикации.

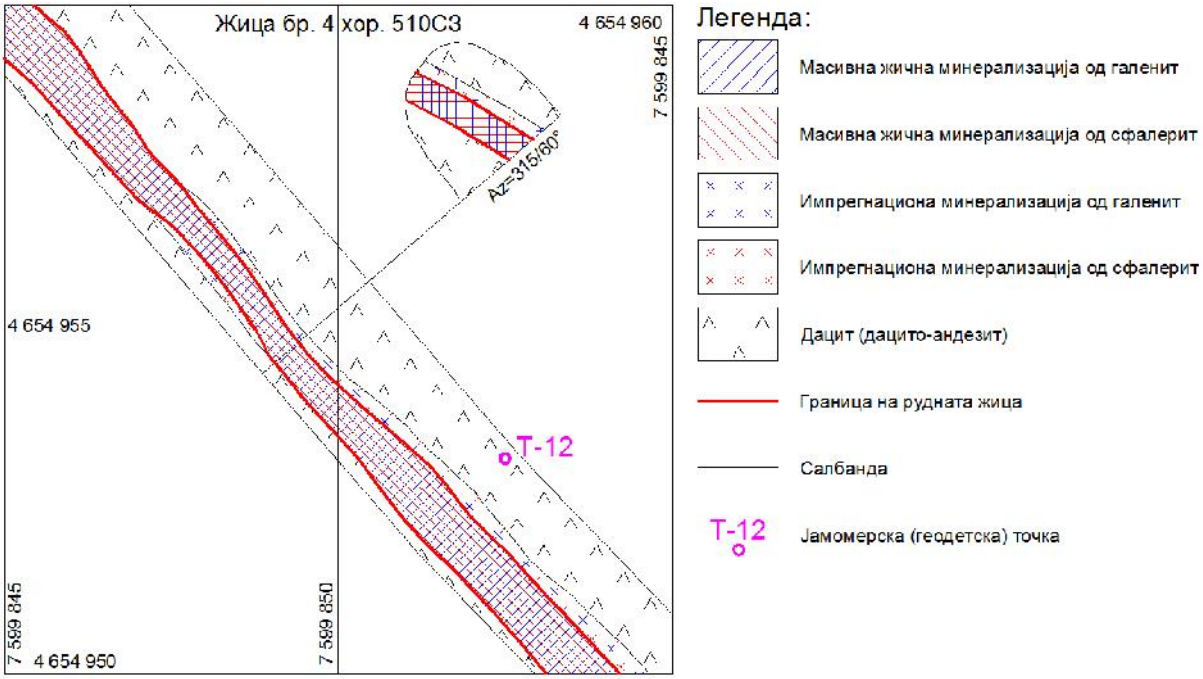
***Табела 2**. Азимут на рудната жица бр. 4, во рударските истражни работи;*

***Table 2**. Azimuth of ore vein No. 4, in the underground mining corridor;*

Азимут на рудната жица бр. 4, во рударските истражни работи								
жица	Хоризонт	број на интервали	вкупен број на мерења	средна густина на мерење (m)	Азимут (°)	Паден агол (°)	Средни пондерирани елементи на пад (°)	Промена на среден агол по должината помеѓу хоризонт
4	Сума	8	135	28	345-80	38-68	36\50	
	625	2	30	29	2-70	48-63	38\48	+7°\10m
	580	1	39	35	13-80	40-58	44\49	+26°\10m
	535	3	55	27	350-75	40-60	36\50	+1°28”\10m
	490	2	17	16	345-50	38-88	23\55	

Рудната жица и покрај ваквата варијабилност се одликува со задоволителна морфолошка постојаност, со оруднети делови од околу 87% (точка IV.1) и коефициент на варијации од околу 108 за оловото и 71 за цинкот (точка IV.2).

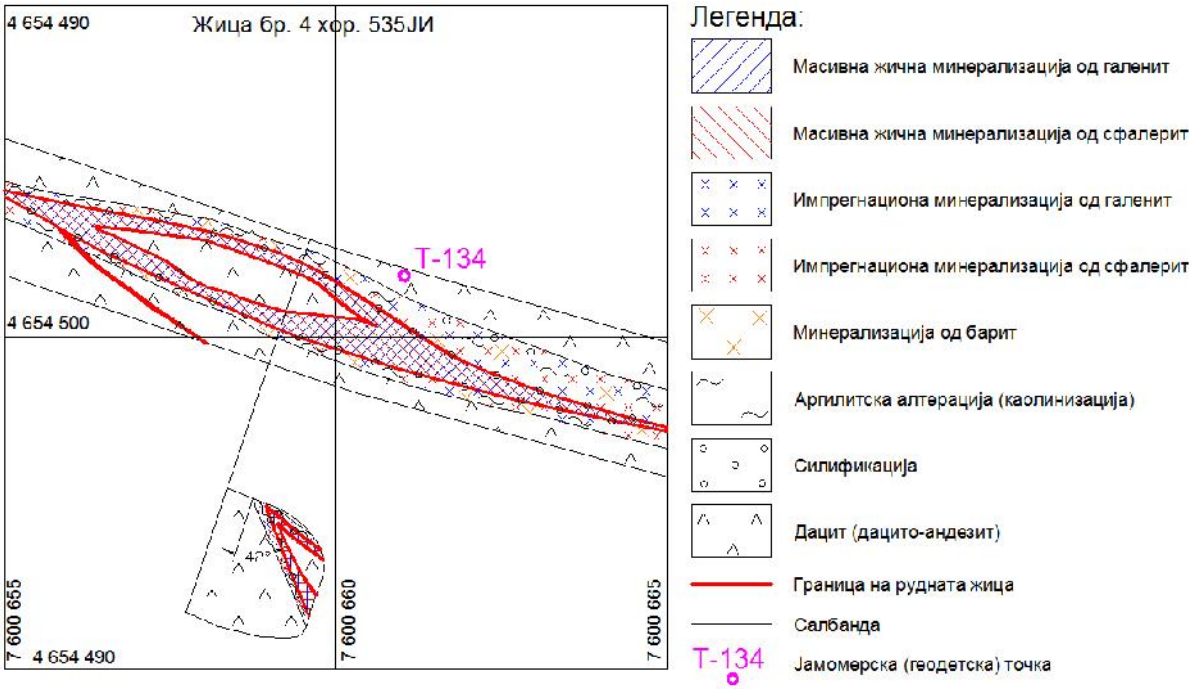
Рудната жица е настаната со заполнување на тектонските пукнатини и со метасоматско потиснување на околните карпи. Во зависност од метасоматските процеси покажуваат многу променлив облик по протегање и пад, со чести промени во дебелината и минералната градба. Дебелината е променлива на кратко растојание, понекогаш образувајќи сочивни облици, со потесни делови помеѓу нив што и дава на рудната жица изглед на „бројаници“. Неретко рудната жица се разгранува во неколку потенки рудни жици, кои се одвојуваат една од друга, а просторот помеѓу нив е интензивно алтеризиран и оруднет со импрегнациска минерализација. Карактеристично е присуството на каолинизиран контакт помеѓу рудната жица и околните карпи кој е наречен „салбанда“. Моќноста на овој контакт е различен во различни делови на рудната жица, од неколку cm до 1m поретко и повеќе што зависи од дејството на хидротермите на околните карпи (слика 15).



***Слика 15**. Морфологија на рудната жица бр. 4;*

***Figure 15**. Morphology of the ore vein No. 4;*

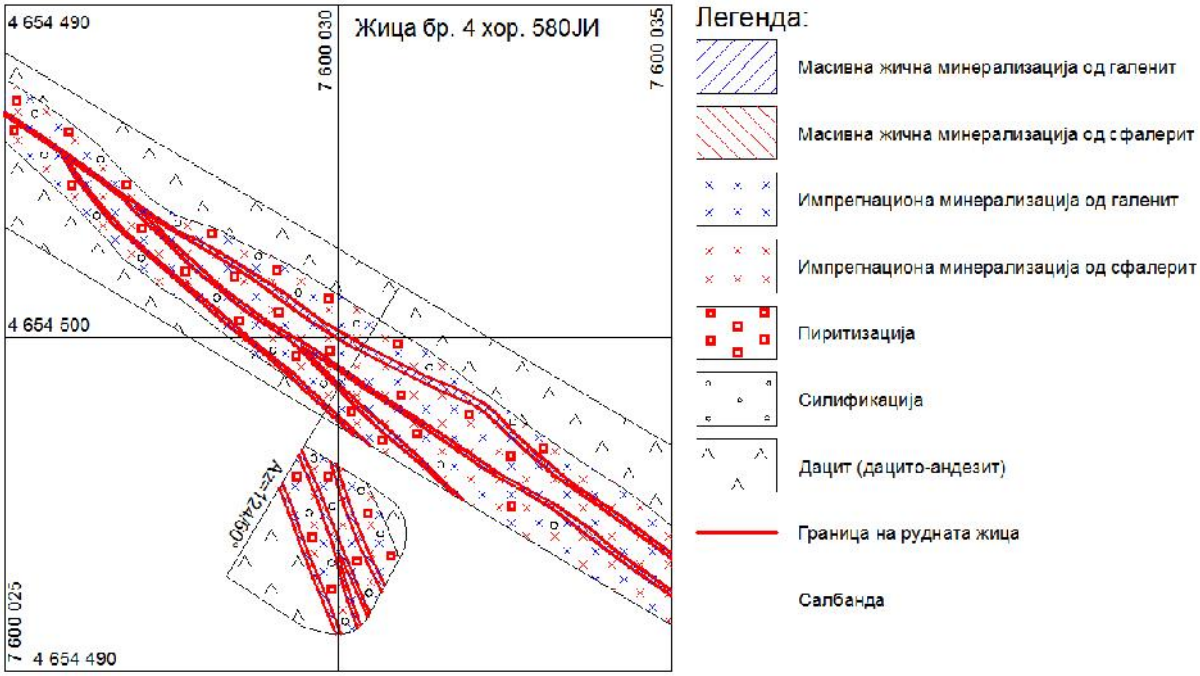
Локално рудната жица гради мали сочива, кои не се изменети и се без минерализација. Причината за ваквата појава треба да се бара во неповолноста на средината за метасоматските процеси, или сложениот систем од раседи и раседнување на средината (слика 16).



***Слика 16**. Гранење на рудната жица бр. 4 и создавање на сочиво;*

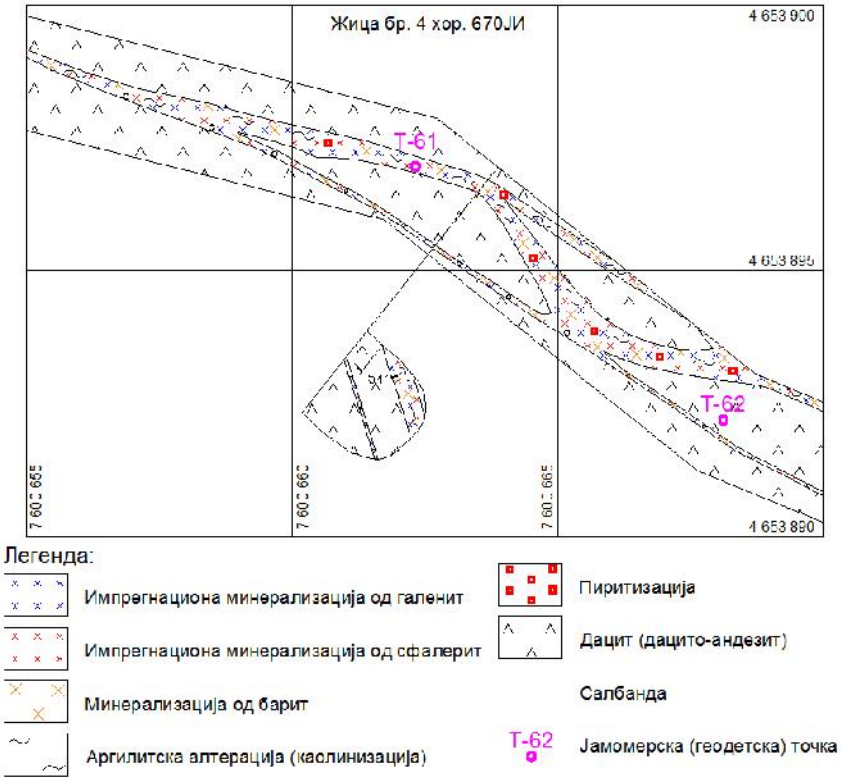
***Figure 16**. Branching of ore vein No. 4 and creating lenses;*

Во поедини делови од рудната жица, локално, се појавуваат сложени разгранувања во системи од здробени зони (пукнатински системи) во вулканските карпи, каде максималните концентрации на оруднувањето е локализирано во оруднетите пукнатини, а помеѓу нив и кон околните карпи се појавува импрегнационо оруднување со интензивна измена на средината (слика 17).



***Слика 17**. Жилчесто-импрегнациски тип на минерализација на рудната жица бр. 4;*
***Figure 17**. Small vein-Impregnating type of mineralization in the ore vein No. 4;*

Поретко минерализацијата во рудната жица бр. 4 е преставена со импрегнациски тип, содржината на корисните компоненти е намалена до степен на маркација. Во овие делови протегањето на рудната жица во однос на околните карпи е означена со постоење на силно изменети структури и импрегнациски зони со различна дебелина (cm до 2m), во зависност од интензитетот на влијанието на хидротермите (слика 18). Овој тип на минерализација се карактеризира со гранење на рудната структура, во помали импрегнациски жици, кои понекогаш повторно се спојуваат, што на рудната структура и дава многу сложен изглед. Следењето на ваквите структури и насочувањето на рударските работи преставува голем проблем за стручните лица на рудникот „Злетово“.



***Слика 18**. Импрегнациски тип на минерализација со силна алтерација на околните карпи;*
***Figure 18**. Impregnating type of mineralization with strong alteration of surrounding rock;*

На површина на теренот рудната жица бр. 4 има видливи изданоци, со присуство на оксидни железно – манганови минерали (слика 19), главните рудни минерали (галенит и сфалерит) се излужени при што се останати само скелетни форми на нивно место.

***Слика 19**. Изданок на рудната жица бр. 4 на површината на теренот, со околурудни измени;*
***Figure 19**. Ore vein No. 4 on the surface, surrounded with alterations;*

Во јамските работи минерализацијата е со лентовидна градба, ендрокристални форми во централните делови и несиметрично коломорфни агрегати во повлатата. Подината и кровината на рудната жица од околните карпи е раздвоена со раседни огледала, со манифестации на интер и пострудни движења во планарна форма, која нема поголем одраз врз севкупната морфолошка постојаност на оруднувањето.

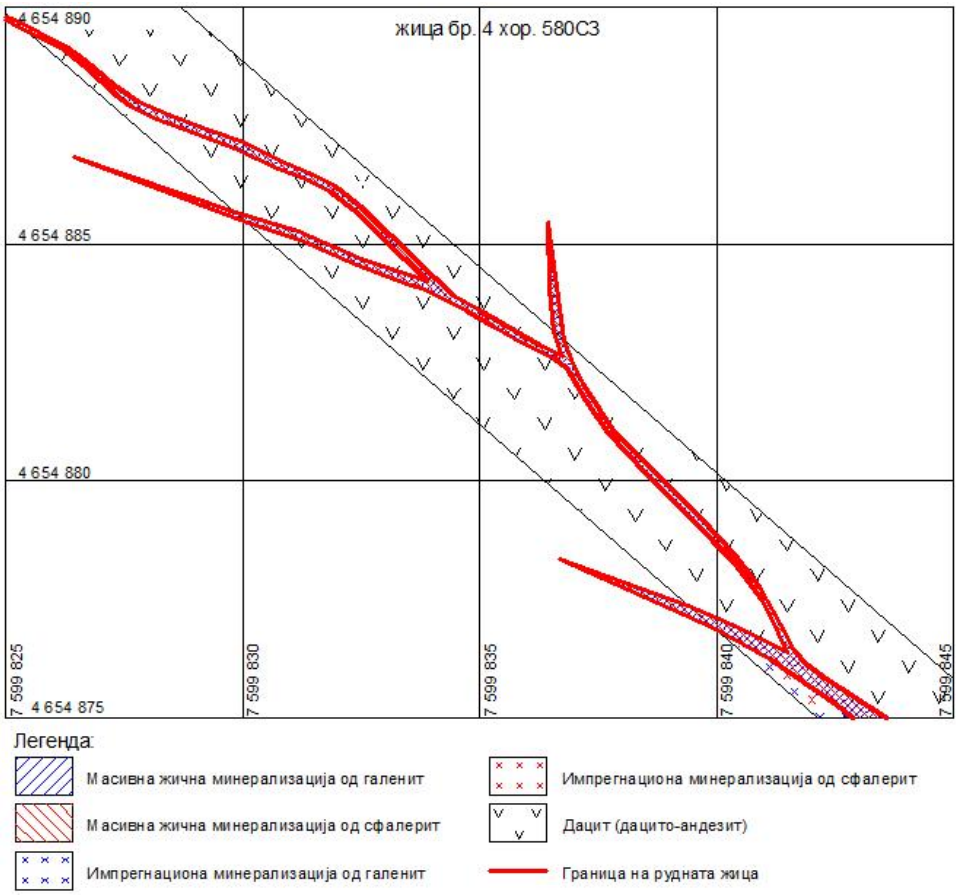
Од сето ова произлегува дека морфолошките облици на оруднувањето во рудната жица бр. 4, се во тесна врска со структурните и магматските фактори и нивната поврзаност со минерализационите процеси.

III.2. Секундарни разгранувања и апофизи

Локализацијата на оруднувањето во вулканските карпи и нивните туфови е во облик на рудни жици, кој е најчест но не и единствен облик на појавување.

Рудните жици најчесто се паралелни меѓу себе, локално лачно се повиваат, а наместа и се вкрстуваат (обично под остар агол). Ваков случај имаме меѓу рудната жица бр. 4 и рудната жица бр. 2 во северозападното крило. По овој пресек како нормално продолжение на рудната жица бр. 4 е апофизата 2б. Иако со своите структурно-текстурни карактеристики, минералниот состав и останатите свои карактеристики во целост одговара на рудната жица бр. 4, поради подоцнежното откривање оваа апофиза неосновано е наречена 2б. На пресекот нема зголемување на моќноста на рудните жици или зголемување на содржината на корисните компоненти што претставува уште една од карактеристиките на наоѓалиштето „Злетово“.

Доста чест случај е бочното разгранувањето на главната рудна жица, при што доаѓа до формирање на апофизи обично со мали размери кои поретко имаат поголемо значење. Вакви случаи се доста чести и кај рудната жица бр. 4 (слика 20). Апофизите се разгранувања од главните рудни жици и се делови од постојните системи на рудните структури, со што се потврдува континуитетот на рудните жици и во позадина од пресекот на главната структура. Ова појава овозможува разјаснување на структурната градба и појавувањето на рудните структури во самото наоѓалиште, а со тоа и реална претпоставка за насочување и изведување на истражните работи со кои се отвора перспектива за зголемување на рудните резерви.



Слика 20. *Гранење на рудната жица бр. 4 во странични апофизи;*

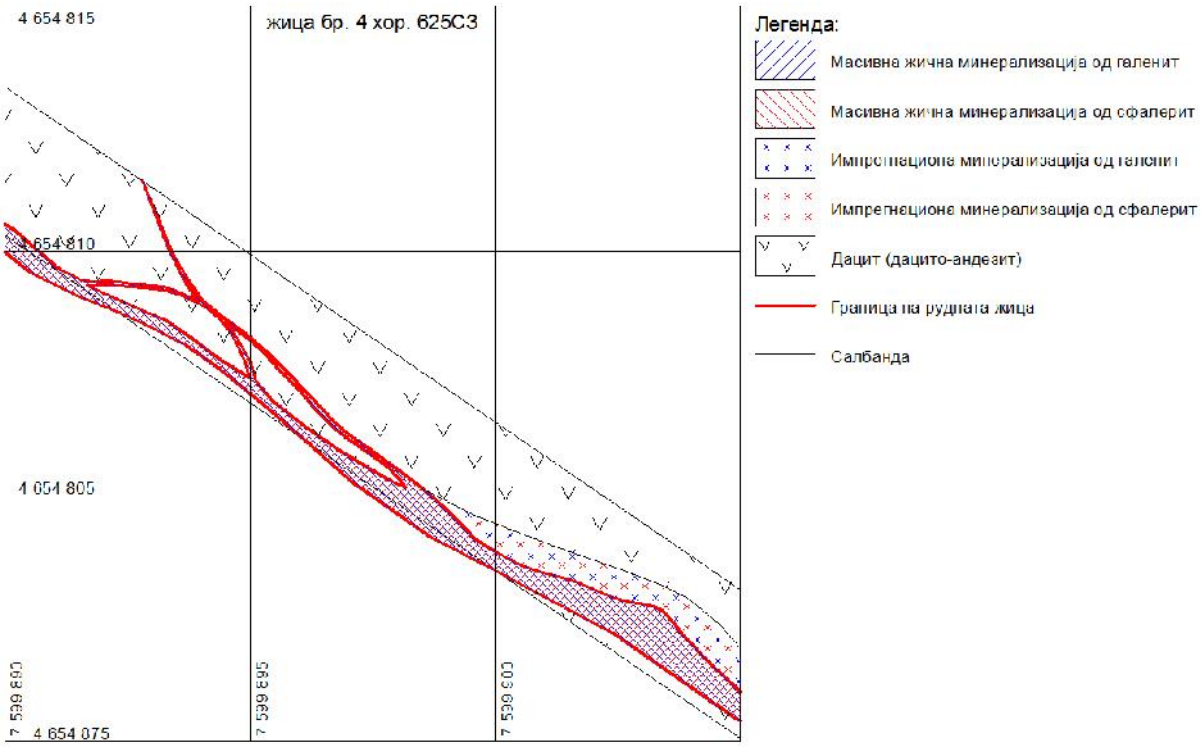
Figure 20. *Branching of the ore vein No. 4 in lateral apophyses;*

Друга важна особина е непостоењето на зголемени концентрации на корисните компоненти на местата на вкрстување на рудните структури, оваа карактеристика може да се искористи при истражувањето и дефинирање на други слични наоѓалишта во светот.

III.3. Анклави и придружни импрегнации

Рудните жици имаат плочеста форма, доста издолжени по протегање и пад со мала дебелина во однос на останатите димензии, која е променлива на кратко растојание, понекогаш образувајќи сочивни облици со потесни делови помеѓу себе градејќи систем на „бројаници“.

Сочивните делови кои се издолжени, градат здебелувања во вид на рудни столбови, со неправилна форма, а стеснетите делови помеѓу сочивата („безрудни окна“) имаат мали концентрации на корисни компоненти кои честопати се сведуваат во траг. Ваквите појави се доста карактеристични за рудната жица бр. 4 (слика 21).



Слика 21. *Анклави, придружна импрегнациска минерализација и околорудни измени;*
Figure 21. *Enclaves, associated impregnation mineralization and wall-rock alterations*;

Бројот на овие „столбови“ и „окна“ се разликуваат од една до друга рудна жица, разлики постојат и во самите рудни жици, како по протегање така и по пад, без некои сличности во поглед на димензиите. Според тоа, дебелината на рудните жици во наоѓалиштето „Злетово“ изнесува од трагови до 10m, а во посебни случаи сметајќи заедно со импрегнациските зони и повеќе од 10m.

Карактеристично е постојаното присуство на каолинско-глиновиот материјал на контактот на рудните жици и околните вулкански карпи. Овој контакт кој е наречен “салбанда”, по дебелина е варијабилен кај поедини рудни жици и воопшто во целото наоѓалиште, што зависи од степенот на хидротермалните дејства на околните карпи. Најчесто се појавуваат на места каде рудната жица има поголема моќност и тоа обично се појавува во кровниот дел каде е поизразена и во кои честопати се забележуваат импрегнациски концентрации со штокверкни жилички. Овие појави се латерални ореоли на расејување, кои редовно го пратат оруднувањето чија дебелина се движи од неколку cm па до неколку метри.

Околните карпи одиграле посебна улога при локализацијата на оруднувањето, бидејќи механичкото движење овозможило образување на импрегнациски зони и жилички во околурудните делови при што е извршено метасоматско дејство на хидротермалните раствори врз околните карпи. Ова заполнување на постојните раседни структури во различни делови се одликува со различен карактер и се карактеризира со појава на бречоидна текстура. Парчињата од околните карпи се цементирани и импрегнирани со рудни и нерудни минерали од главната хидротермална фаза, создавајќи асоцијација на минерали кои на рудната структура и даваат бречоидна градба.

Бречоидната градба најмногу е застапена во периферните делови на рудните жици, додека во средина обично е исполнета со минерали од главната фаза на оруднување. Самиот распоред на корисните компоненти кај бречестата текстура е без некаков редослед, додека кај другите видови на текстура (особено кај лентовидната), корисните компоненти се појавуваат во вид на скоро меѓусебно паралелни траки, создадени по одреден редослед. Се констатирани и концентрично-лушпести гелни минерали, кои искристализирале околу парчињата на околните карпи со минерали од главната рудоносна фаза градејќи на тој начин годести текстури.

IV. Моделирање на техничките параметри

Техничките параметри се едни од најважните фактори кои го следат процесот на експлоатација, нивното правилно одредување, следење и контрола влијае на вкупното работење на рудникот, како и на економските придобивки. Понатаму со моделирање ќе бидат опфатени најважните технички параметри за рудната жица бр. 4 (коефициент на рудоносност, коефициент на варијации, губитоци и разблажување на рудата).

IV.1. Коефициент на рудоносност

Коефициентот на рудоносност го претставува односот на неоруднетиот дел со оруднетиот дел од рудното тело. Но кај рудните жици од рудникот „Злетово“, а со тоа и рудната жица бр. 4 не постои природен прекин на минерализацијата што во многу ја отежнува пресметката на коефициентот на рудоносност. За пресметка на коефициентот на рудоносност се користи формулата:

$$K = \frac{m_1}{m_2}$$

Каде што:

m_1 - неоруднет дел;

m_2 – оруднет дел;

Од геолошката служба на рудникот „Злетово“, располагаме со податоци од опробувањето на три хоризонти на рудната жица бр. 4 (650СЗ, 580СЗ и 400СЗ), односно 489 проби со резултати за содржината од хемиските испитувања на Pb и Zn.

Пробите се земени по методата на бразда на меѓусебно растојание од 2m. Со преглед на овие податоци се забележува дека многу мал број од пробите покажале ниски содржини, односно интервали кои би можеле да ги сметаме за неоруднети. Проблемот при одвојување на оруднетите интервали и интервалите кои не се оруднети се состои во тоа што природен прекин на минерализацијата речиси и да не постои. Одредени интервали сепак имаат ниски (занемарливи) содржини за Pb и Zn кои би можеле да ги сметаме за неоруднети, од друга страна се забележуваат бразди кои имаа мала должина односно мала моќност на рудната жица, додека содржините на Pb и Zn се интересни.

Поради сето она споменато погоре, при одвојувањето на оруднетите од неоруднетите делови на рудната жица ќе се послужиме со правилата за одредување на билансни и вонбилансни рудни резерви. Во досегашното работење на рудникот „Злетово“ се прифатени (усвоени) следниве параметри при одредувањето на билансните и вонбилансните рудни резерви: за содржината на Pb и Zn е усвоено долна граница 1%, односно за Pb+Zn е усвоено 2%, додека за минимална работна ширина е усвоена 1,2m. Затоа како критериум за детерминирање на неоруднетите делови од рудната жица бр. 4, се усвоени истите параметри кои долги години веќе се користат во рудникот „Злетово“. Резултатите од содржините за Pb и Zn со кои располагаме најпрво ги сведуваме на вредности кои би се добиле во минималната окопна ширина од 1,2m, притоа сите вредности кои се помали од збирната вредност за Pb+Zn=2% се сметаат како вонбилансни, односно ги усвојуваме како неоруднети. Со овој начин на споредување на податоците се детерминирани 62 проби кои се условно неоруднети од вкупно 489 проби, односно бидејќи пробите се земани на растојание од 2m вкупно 124m се неоруднети од опробаните 978m.

Со примена на формулата прикажана погоре се добива:

$$K = \frac{m_1}{m_2} = \frac{124}{987} = 0.8732$$

Со пресметката се добива дека коефициентот на рудоносност на рудната жица бр. 4 изнесува 0,8732, односно изразено во проценти 87,32% оруднетост, што преставува доста висок коефициент на рудоносност.

IV.2. Коефициент на варијации

За да се одреди содржината на корисните компоненти во некое наоѓалиште потребно е да се извршат опити по одредена метода. Точноста на добиените резултати од опробувањето на рудната маса зависи од низа фактори, од кои најзначаен е растојанието на кое се земани пробите. Доколку пробите се земаат на пократко растојание, тогаш и точноста на резултатите ќе биде поголема. Врз основа на ова може да се заклучи дека потребно е пробите да ги земаат на кратко растојание и со тоа ќе добијат најверодостојни податоци за содржина на корисните компоненти. Но од друга страна опробувањето мора

да има економска оправданост, како не би влијаело (значително) на трошоците за експлоатација.

Растојанието помеѓу пробите зависи од повеќе фактори: точноста на резултатите од опробувањето, цената на чинење, рамномерноста на оруднувањето, големината на рудните тела, методата на земање на проби и др. Најважен фактор од кој зависи растојанието на опробување е коефициентот на варијации (рамномерност на оруднувањето). Коефициентот на варијација преставува рамномерност на застапеноста на корисните компоненти во рудната жица. Во принцип кај рудните тела со поголем коефициент на варијации растојанието помеѓу пробите треба да биде помало, додека кај рудните тела кои се порамномерно оруднети растојанието на опробување може да биде поголемо.

Врз основа на резултатите добиени од хемиската лабораторија кои ни беа достапни, од земените проби по методата на бразда од хоризонтите 625С3, 580С3 и 400С3, извршивме пресметка на коефициентот на варијација за оловото и цинкот, а од должината на браздите и коефициентот на варијација за моќноста (дебелината) на рудната жица на овие три хоризонти.

За пресметка на коефициентот на варијација најпрво се пресметани средните аритметички вредности за содржината на оловото и цинкот, како и моќноста (дебелината) на рудната жица, со примена на формулата:

$$C^{-} = \frac{\Sigma C}{N}$$

Каде што:

C^{-} - средна аритметичка вредност;

N - вкупен број на проби/бразди;

ΣC/d – збир од средните содржини/должини;

Со примена на формулата погоре се добиени се следниве аритметички вредности:

$$C^{-}(Pb) = \frac{\Sigma C}{N} = \frac{4190{,}7}{489} = 8{,}57\%$$

$$C^{-}(Zn) = \frac{\Sigma C}{N} = \frac{1637{,}89}{489} = 3{,}35\%$$

$$C^{-}(d) = \frac{\Sigma \mathrm{d}}{N} = \frac{568{,}59}{489} = 1{,}16m$$

Од анализираните податоци се добиени средни аритметички вредности за содржината на оловото Pb=8,57% и цинк Zn=3,35%, додека средната аритметичка вредност за моќноста (дебелината) на рудната жица изнесува d=1,16m.

Понатаму потребно е да се одреди средно квадратно отстапување на вредностите, со помош на формулата:

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N-1}}$$

Каде што:

δ – средно квадратно отстапување;

X^2 – сума од квадратното отстапување на средните аритметички вредности;

Врз основа на оваа формула се добиени средното квадратно отстапување за оловото, цинкот и дебелината (моќноста) на рудната жица бр.4.

$$\delta(Pb) = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{41966,5}{488}} = 9,27\%$$

$$\delta(Zn) = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2741,41}{488}} = 2,37\%$$

$$\delta(d) = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{138,85}{488}} = 0,53\%$$

Од пресметките може да се забележи дека средното квадратно отстапување на содржината на оловото изнесува 9,27%, на цинкот 2,37%, додека на моќноста/дебелината 0,53%.

Врз основа на вредностите добиени погоре извршивме пресметка на коефициентот на варијација, според формулата:

$$V = \frac{\delta \cdot 100}{C^-}$$

Каде што:

V – коефициент на варијација;

Со примена на оваа формула се добива:

$$V(Pb) = \frac{\delta \cdot 100}{C^-} = \frac{9,27 \cdot 100}{8.57} = 108,21\%$$

$$V(Zn) = \frac{\delta \cdot 100}{C^-} = \frac{2,37 \cdot 100}{3.35} = 70,76\%$$

$$V(d) = \frac{\delta \cdot 100}{C^-} = \frac{0,53 \cdot 100}{1.16} = 45,87\%$$

Врз основа на пресметките на коефициентот на варијации добиено е дека оловото е најнерамномерно застапено со коефициент на варијации од 108,21%, цинкот со 70,76%, додека моќноста на рудната жица покажува најмала променливост во просторот со коефициент на варијација од 45,87%.

Бројот на проби кој е потребен за да се пресмета коефициентот на варијации, односно дали бројот на пробите кои ни се достапни се доволни за пресметка на коефициентот на варијации, може приближно да се одреди на основа на споредување на V со нејзината грешка m по следната формулата:

$$m = \pm \frac{V \cdot \sqrt{0.5 + \left(\frac{V}{100}\right)^2}}{\sqrt{n}}$$

Каде што:

m – грешка;

n – број на проби;

Коефициентот на варијација треба да биде најмалку 3 пати поголем од својата грешка. Во спротивно (V ≤ 3·m), добиените резултати не можат да се сметаат како доволно точни.

При одредувањето на коефициентот на варијација на рудната жица бр. 4, најголема променливост покажа Pb-то, затоа врз основа на оловото е извршена проверка дали бројот на пробите кои ни се достапни се доволни за пресметка на коефициентот на варијација. Со примена на формулата спомната погоре се добива:

$$m = \pm \frac{108{,}21 \cdot \sqrt{0.5 + \left(\frac{108{,}21}{100}\right)^2}}{\sqrt{489}} = 6{,}32\%$$

Врз основа на добиената вредност за грешката од 6,32%, се заклучува дека бројот на пробите кои беа достапни се доволни, односно добиените резултати се веродостојни, бидејќи коефициентот на варијација на оловото е три пати поголем од добиената грешка (108,21 ≥ 3·6,32).

Во пракса, многу често за одредување на растојанието помеѓу опробувањето се користат математички формули. Овој проблем многу широко е третиран во дисциплината Статистика на варијации. Во понатамошниот дел ќе презентираме неколку формули и врз основа на нив ќе дадеме пресметки со кои може да се одреди густината на мрежата на опробување и факторите од кои таа најмногу зависи при опробувањето на рудната жица бр. 4

(рамномерноста на оруднувањето, бараната точност на резултатите добиени од опробувањето итн.).

За да се одреди бројот на проби, односно растојанието на опробување на рудното тело, најпрво е потребно одредување на грешката (m) и релативната средна грешка (P) при одредувањето на средната аритметичка средина (C^-) за оловото и цинкот. Грешката (m) при одредувањето на средната аритметичка содржина (C^-) во рудната маса, е директно пропорционална на средното квадратно отстапување (σ), а обратно пропорционално на квадратниот корен на бројот на пробите (n):

$$m = \pm\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Каде што:

m – средна грешка;

Со примена на горната формулата се добива:

$$m(Pb) = \pm\frac{9.28}{\sqrt{489}} = \pm 0{,}42\%$$

$$m(Zn) = \pm\frac{2.37}{\sqrt{489}} = \pm 0{,}11\%$$

Од пресметките се гледа дека грешката на средната аритметички вредности за содржината на оловото изнесуваат ±0,42%, додека за цинкот ±0,11%.

Релативната средна грешка (P), пресметана во проценти во однос на аритметичката средина (C^-) е пресметана по формулата:

$$P = \pm\frac{m}{C}\cdot 100$$

Каде што:

P – релативната средна грешка;

Често (P) се нарекува показател на точноста на опробувањето. Врз основа на горната формула е добиено:

$$P(Pb) = \pm\frac{0{,}42}{8.57}\cdot 100 = \pm 4{,}89\%$$

$$P(Zn) = \pm\frac{0.11}{3{,}35}\cdot 100 = \pm 3{,}19\%$$

Со пресметката, релативната средна грешка за оловото изнесува 4,89%, додека за цинкот 3,19%.

Колку ќе биде дозволената грешка при опробувањето (P) зависи од повеќе фактори, како на пример: карактерот на оруднувањето, барањето кое се поставува при одредувањето на дозволената грешка на корисните компоненти, како и димензиите на рудните тела за кои се одредува. Кај богатите, рамномерно оруднетите рудни тела, грешката при опробувањето може да биде под 5%, кај сиромашните, нерамномерно оруднетите рудни тела, грешката обично се движи во граници 10-15%. Врз основа на нашата пресметка е добиена многу мала грешка при опробувањето што зборува за високото ниво на доверливост на резултатите кои се добиени.

Врз основа на резултатите кои се добиени погоре, можеме да го одредиме растојанието на опробување кое треба (требало) да се примени при опробувањето на рудната жица бр. 4, по формулата:

$$l = \frac{P^2}{V^2} \cdot L$$

Каде што:

l – растојание на опробување (m);

L - опробана должина во истражите ходници (m);

P – релативната средна грешка;

Со примена на формулата се добива:

$$l(Pb) = \frac{P^2}{V^2} \cdot L = \frac{4{,}89^2}{108{,}21^2} \cdot 978 = 1{,}99m \approx 2{,}0m$$

$$l(Zn) = \frac{P^2}{V^2} \cdot L = \frac{3{,}19^2}{77{,}76^2} \cdot 978 = 1{,}99m \approx 2{,}0m$$

Врз основа на овие пресметки се добива дека растојанието на опробување на рудната жица бр. 4 треба да изнесува 2,0m. Досега при опробувањето на рудната жица бр. 4, се применувало утврдениот начин на опробување по методата на бразда за целото наоѓалиште, односно растојанието помеѓу браздите во истражните работи изнесувало 2m, додека при контролното-експлоатационо опробување растојанието помеѓу браздите изнесувало 3m. Со пресметките направени погоре се потврдува оправданоста за применетото растојание за опробување, односно со ова растојание на опробување се добиени веродостојни податоци за содржината на оловото и цинкот во рудната жица.

Но, мора да се има предвид дека иако резултатите по овие формули се математички точни, можат во себе да содржат геолошки нелогичности. Ако доследно се применат овие формули се добива дека без разлика на големината, сите рудни тела можат да се опробуваат со ист број на проби. Од друга страна формуливе не го опфаќаат начинот на распределба на пробите во рудното тело итн.. Така на пример, пробите би можеле да се земат само од еден дел од рудното тело, додека во останатите делови да се земат ретки проби, а сепак математички вредностите да бидат точни.

Врз основа на сите пресметки направени погоре, резултатите сумарно се прикажани во табела 3.

Табела 3*. Одредување на коефициентот на варијации за рудната жица бр. 4;*

Table 3*. Determine the coefficient of variation for ore vein No. 4;*

Корисни компоненти	Средна аритметичка содржина	Средно квадратно отстапување	Коефициент на варијации	Грешки при одредување на сред. содржини	Релативна средна грешка	Растојание помеѓу пробите	Бр. на проби за пресметка	Вкупна должина од каде се земени пробите	Коефициент на варијација на дебелината
	Csr%	±σ	±V%	±m	±P%	L(m)	n	L	±Vd%
Pb Zn	8,57 3,35	9,27 2,37	108,21 70,76	0,42 0,11	4,89 3,19	2.00 2.00	489	978	45,87

IV.3. Губитоци и разблажување

Во однос на билансните рудни резерви во наоѓалиштата на минерални суровини, добиената руда секогаш покажува одредени разлики во поглед на количината и квалитетот. Разликата во количината на корисните компоненти содржани во рудата во однос на количината која се добива со експлоатацијата и преработката, го означува степенот на искористување на рудната маса изразен преку коефициентот на губитоци и разблажување.

Термините „разблажување“, „осиромашување“ и „губитоци“ на рудата многу често различно се дефинираат, толкуваат и одредуваат иако се работи за исти или прилично исти поими и појави. Класификацијата на овие поими кој ја предложил П. Радичевиќ („Техника бр. 2“, 1972), најмногу одговара на условите во рудникот „Злетово“ и како таква повеќе години се употребува при објаснување на овие прашања.

Во понатамошниот дел од овој труд подетално ќе се осврнеме на губитоците и разблажувањето, на рудата од рудната жица бр. 4 и нивно одредување.

IV.3.1. Губитоци на рудата

Губитоци на рудата, преставува губење, неискористување на дел од рудните резерви поради различни причини. Губитоците на рудата се поделени во две категории:

Губитоци во потесна смисла, преставува неискористен дел од рудните резерви, кој во наоѓалиштето останал неизваден, неоткопан (сигурносни и заштитни столбови, делови од рудните жици кои не се опфатени со експлоатацијата и др.).

Губитоци во поширока смисла, преставува дел од рудата која е изгубена во текот на експлоатацијата.

Поделбата на губитоците на рудата при откопувањето на губитоци во потесна и губитоци во поширока смисла, потребна е од причина што во прашање се две различни категории, имајќи ја предвид нивната природа и начинот на настанување (Ефремов И. 2002).

Во вредносна смисла тоа се две различни категории, затоа што на пример: губитоците во поширока смисла настануваат во процесот на работа, односно за таа количина на руда вложен е одреден труд кој има соодветна вредност, додека кај губитоците во потесна смисла вложени се само извесни средства за истражување.

Во поглед на дефинирањето постојат исто така разлики. Количината на руда која е опфатена со губитоците во поширока смисла неповратно е изгубена во текот на експлоатацијата, додека количината која е опфатена со губитоци во потесна смисла, може, под одредени услови да биде дополнително искористена односно откопана.

- Губитоци во потесна смисла

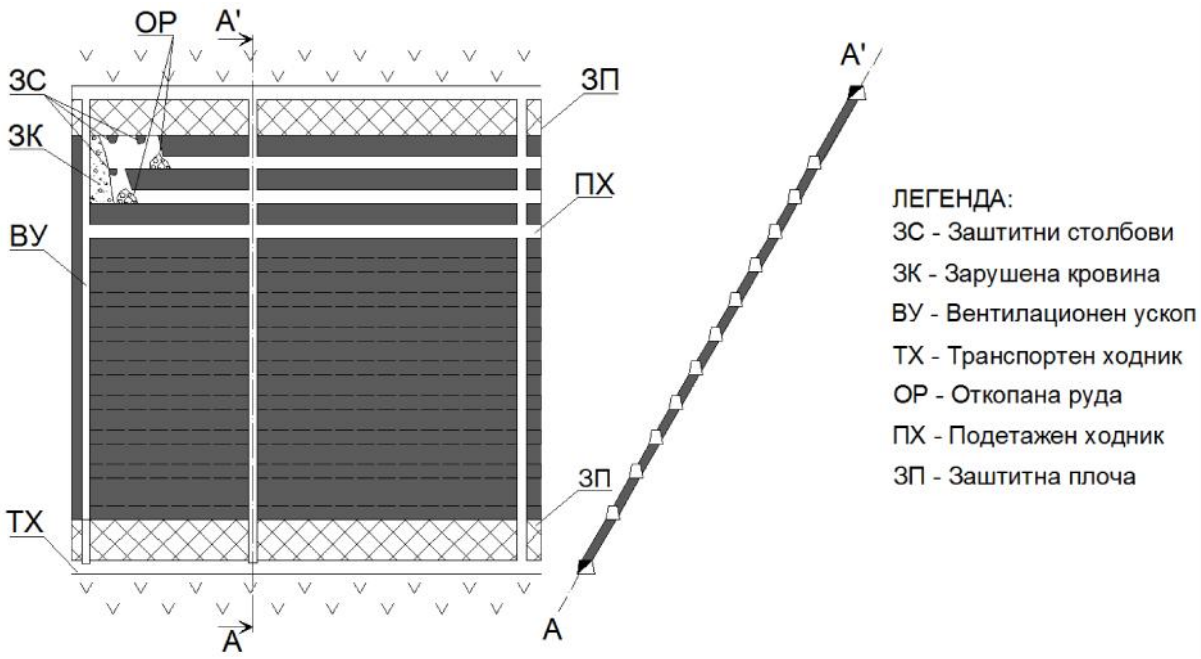
Губитоци во потесна смисла во рудникот „Злетово“ ја преставуваат онаа количина на руда која останува во сигурносните столбови, заштитните плочи и во страните на откопите.

Заштитните столбови трајно остануваат неоткопани при што преставуваат губиток на минералната суровина (слика 22).

Слика 22*. Оставени заштитни столбови;*

Figure 22*. Left protective pillars;*

Губитоци кои настанале поради оставање на заштитни плочи, кои се оставаат под и над хоризонтите (3-5m) од кои се врши подготовка и експлоатација на рудните блокови и тоа само во случаи кога се работи за насочени ходници по кои се врши транспорт на рудата (слика 23). Меѓутоа, доста голем број на овие заштитни плочи подоцна се експлоатираат пред дефинитивното напуштање на откопот, освен кај потенките и посиромашни делови на рудната жица.



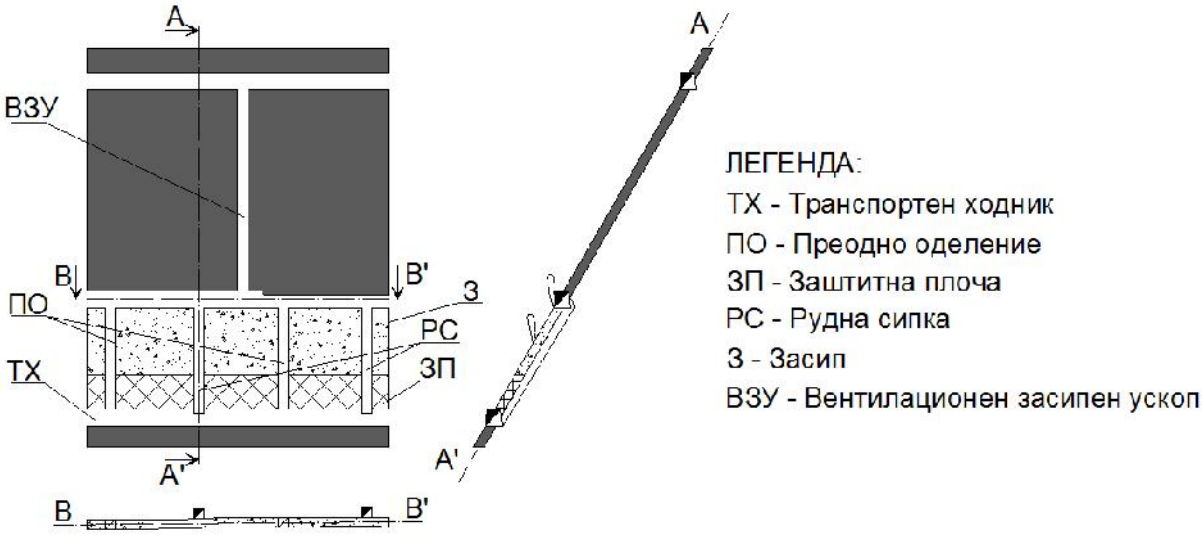
***Слика 23**. Подетажна метода за експлоатација, со приказ на заштитни столбови и плочи;*
***Figure 23**. Sublevel method of exploitation, with a display of protective pillars and plates;*

Губитоците на рудата која останува во страните на откопите не се чести кај рудната жица бр. 4, единствено е можно да се останати неексплоатирани слабо минерализирани импрегнациски зони.

- Губитоци во поширока смисла

Губитоци во поширока смисла имаат поголемо значење во рудникот „Злетово“, а со тоа и за рудната жица бр. 4. Губитоците кај рудната жица бр. 4 настануваат:

- При примена на класична метода на откопување (слика 24), губитоците настануваат поради паѓање на ситните фракции на кртите минерали (галенит, сфалерит) во засипот, поради несоодветната гранулација на рудата. Решението на овој проблем може да се бара во вештачко оневозможување на пропаѓањето на тие минерали во засипот со поставување на лимени плехови или ситен засип од површината на теренот. Овие губитоци тешко можат да се мерат и со преземање на погоре споменатите мерки можат да бидат занемарени.



***Слика 24**. Класична „Злетовска“ метода на откопување;*

***Figure 24**. Classic „Zletovo“ method of exploitation;*

- Губитоци кои настанале поради неправилно водена експлоатација, имаат големо значење бидејќи се работи за онаа количина на руда која останува во кровината на рудните блокови, каде должината на откопување не е во согласност со должината на оруднувањето, туку тоа се проценува од страна на недоволно стручни лица под чиј непосреден надзор се изведуваат овие работи.

- Губитоци кои настануваат поради неоправдано напуштање на веќе активните откопи, во такви случаи оправдувањето се бара во неповолните рударско-технички услови за работа на таквите откопи (иако би требало тие услови навреме да се обезбедат). Овие губитоци заедно со онаа количина на рудни резерви кои се истражени со рударски работи, а останале неоткопани во напуштените делови на наоѓалиштето, преставуваат најголеми губитоци од истражените рудни резерви во рудникот „Злетово“. Овие рудни резерви ги нарекуваме „блокирани рудни резерви“. Причината за ваквата состојба е исклучиво од субјективен карактер, затоа што отсекогаш се одело на тоа да се откопува побогата руда, со поповолни услови за експлоатација, за да се покрие ниската продуктивност и некои организациски слабости. Дел од овие рудни резерви, пред завршувањето на соодветните рударски работи и напуштањето на поедини делови од наоѓалиштето, би можеле рентабилно да се откопуваат, меѓутоа, подоцна за повторно активирање на тие откопи нема економска оправданост.

Овие губитоци во голема мера влијаат на осиромашување на наоѓалиштето и негово нерационално користење. И кога би прифатиле дека блокираните рудни резерви се вонбилансни, односно условно билансни, не можеме да усвоиме дека овие проценети резерви не преставуваат губитоци при откопувањето.

-Губитоците кои се појавуваат при транспортот на рудата до флотацијата се практично занемарливи, бидејќи рудата која паѓа од вагоните, со чистење на ходниците повторно се искористува.

- На крај да спомнеме дека, многу значајни се оние губитоци на корисните компоненти кои настануваат поради недоволното внимание при товарањето и транспортот на концентратот до преработувачите, недоволната точност на средствата за мерење на тежината, одредувањето на квалитетот и влагата, кои во доста голема мера влијаат на рационалното користење на минералната суровина.

-Пресметка на губитоците

Пресметката на губитоците кои настануваат во фаза на експлоатација може да се направи на повеќе начини. Во рудниците за олово и цинк „Злетово“ прикажувањето и пресметката на рудните резерви се изведува со помош на откопните карти, на кои рудните резерви се прикажуваат во вертикална рамнина. Овој начин на прикажување е најпогоден за пресметка и следење на експлоатацијата кај наоѓалиштата од жичен тип. На овие карти, рудните резерви се прикажуваат во вертикална рамнина како соодветна површина која помножена со средната дебелина на рудната жица ни го дава волуменот за тој руден блок. Овие вредности понатаму со множење со волуменската тежина на рудата ни ја дава количината на рудата за тој руден блок.

Коефициентот на губитоци на минералната суровина во рудникот „Злетово“ се пресметува по формулата на Јанковиќ С. и Миловановиќ Д., (1985):

$$К = \frac{P - P_1}{P}$$

Каде што:

P – површина опфатена со експлоатација (m^2);

P_1 – откопана површина (m^2);

Рудната жица бр. 4, во минатото се експлоатирала до 2001 година, во овој период со експлоатација била опфатена површина од 280 840m^2, од која е откопана рудна површина од 242 913m^2, површината која останала неоткопана изнесува 37 927m^2. Со примена на формулата прикажана погоре се добива:

$$К = \frac{280\,840 - 242\,913}{280\,840} = 0.135$$

Врз основа на пресметката, коефициентот на губитоци на минералната суровина изнесува 0,135, односно изразено во проценти 13,5%. Во оваа пресметка се земени податоци кои се регистрирани од страна на јамомерската служба, но имајќи ги предвид оставените заштитни столбови кои не се регистрирани, губитоците кои настанале со транспортот итн., можеме да констатираме дека губитоците се дури и поголеми.

Причините поради кои целата површина, која била опфатена со експлоатација не била откопана треба да се бара во намалување на содржината на оловото и цинкот, намалената моќност (дебелина) на рудната жица, неповолните физичко-механички карактеристики на средината итн.. Без разлика која и да е причината за сите неповолни фактори потребно е навреме да се предвидат и со низа мерки - истите да се анулираат, како на пример:

- При намалување на средната содржина на оловото и цинкот, не треба да се напушта откопот, туку преку намалување на откопната ширина и примена на соодветна механизација потребно е да се откопа и тој дел така што вкупното искористување би се зголемило.

- Исто така при неповолни физичко-механички карактеристики на средината потребно е перманентно да се подградува средината, оваа подграда при повлекување на откопот би се отстранувала и повторно би се користела.

- Појавата на подземна вода во голема мера влијае на стабилноста на средината. Подземните води потребно е да се зафатат и одводнат на соодветен начин со што процесот на експлоатација би се одвивал непречено, би се зголемила стабилноста на средината и би се откопала целата минерална суровина.

Сите овие мерки кои ги спомнавме, во комбинација и со други, би придонеле за намалување на губитоците, а со тоа и зголемување на вкупното искористување на минералната суровина.

Со долгогодишно следење на губитоците на минералната сировина од страна на Геолошката служба на рудникот „Злетово“, е добиена просечна вредност за губитоците од околу 10%. Со пресметката направена од наша страна се добиени поголеми вредности за губитоците кои настанале при експлоатацијата на рудната жица бр. 4, од просечните вредности за наоѓалиштето. При идната експлоатација на оваа рудна жица сите неповолни фактори за експлоатацијата потребно е навремено да се предвидат уште во време на проектирањето на новите рударски работи, со што губитоците на минералната суровина би се свеле на просечните за целото наоѓалиште.

При понатамошните пресметки на рудните резерви и геолошко-економската оценка на рудната жица бр. 4, за вкупните губитоци ќе биде земена вредност од 10%.

IV.3.2. Разблажување (осиромашување)

Разблажување на рудата, преставува намалување на содржината на корисните компоненти во откопаната рудна маса, во однос на содржината на корисните компоненти во рудното тело пред откопувањето.

Основни фактори од кои зависи степенот на разблажување на рудата при откопувањето на рудните жици од наоѓалиштето „Злетово“, а со тоа и на рудната жица бр. 4 се: геолошки и техничко-економски фактори.

- Геолошки фактори

Во поважни геолошки фактори спаѓаат:

- Обликот, големината и условите на залегнување на рудната жица, имаат доста големо значење за општата големина на таканаречената „планско“ разблажување. Особено, овој фактор е значаен при откопување на деловите на рудната жица со многу променлива морфологија (сочивни здебелувања и исклинувања на куси растојанија, импрегнациски зони итн.), поради што често е многу тешко ширината на откопот да се прилагоди на неа. Кај тенките делови на рудната жица, откопите се сведуваат на усвоената минимална работна

ширина од 1,20m (слика 25), со што разблажувањето е неминовно, меѓутоа истото може да се намали, доколку откопувањето на поедини делови од рудната жица би се вршело на селективен начин.

***Слика 25**. Тенка рудна жица во истражен ходник;*
***Figure 25**. Narrow ore vein in mining corridor;*

Залегнувањето на рудната жица на степенот на разблажување влијае на тој начин, што во деловите со поблаги падни агли постои поголема можност за рушење на кровниот, јалов материјал, кој и инаку тектонски е многу здробен (тектонската зона на дробење е редовно поизразена и помоќна во кровниот дел на рудните жици), додека кај пострмните делови на рудната жица оваа можност е помала.

- *Карактерот на контактот на рудната жица и околните карпи*. Општата карактеристика на салбандата на рудната жица бр. 4 е поголема или помала каолинизираност. Степенот на каолинизираност на салбандата и поедини делови од рудната жица е различна и по протегање и по пад и поради тоа треба да се води сметка за секој конкретен случај. Подебелите делови од рудната жица имаат и подебели салбанди и обратно. Каолинизираната салбанда особено е неповолна бидејќи се меша со рудата, го лепи галенитот и притоа го отежнуваат истоварањето на рудата низ рудните сипки.

- *Физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи*, досега не се посебно испитувани кај рудната жица бр. 4. Меѓутоа, општо познато е дека доколку тврдината на околните карпи е поголема од тврдината на рудата, тогаш и разблажувањето е помало и обратно. Од ова произлегува дека, уште пред подготовката на новите откопи треба претходно добро да се запознаат физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи, за да се избегне разблажувањето поради примената на несоодветна метода за откопување.

Инаку, најчест случај е рудните жици да се постабилни од околните карпи, односно од нивните каолинизирани салбанди. Ваквата нееднаква стабилноста негативно влијае на постојаноста на откопот, се зголемува несигурноста во работата поради чести одронување на крупни парчиња со неприлагодена гранулација, се појавува потреба од подградување, а посебно оваа нестабилност влијае на разблажувањето.

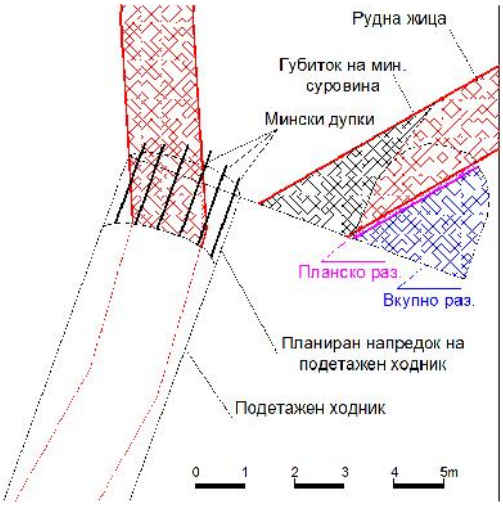
- *Пострудна тектоника*. Со досегашните истражени работи на рудната жица бр. 4 од наоѓалиштето „Злетово“, влијанието на пострудната тектоника на морфолошката постојаност на рудната жица (поголеми напречни раседи), е занемарлива. Меѓутоа, големо практично значење имаат синрудните движења кои различно се манифестираат во различни делови на рудната жица, особено во подинските делови, каолинизирани салбанди итн. Тоа се глатки раседни огледала во подината и кровината на рудната жица, по должина на кои при откопувањето често лизгаат поголеми блокови на руда и околни карпи.

Од претходно споменатото произлегува дека, геолошките услови неповолно влијаат на степенот на разблажување, а делумно и на губитоците на рудата при откопувањето. Поради тоа, треба да се посвети внимание и вложат напори за што поуспешно нивно совладување.

- Техничко-економските фактори

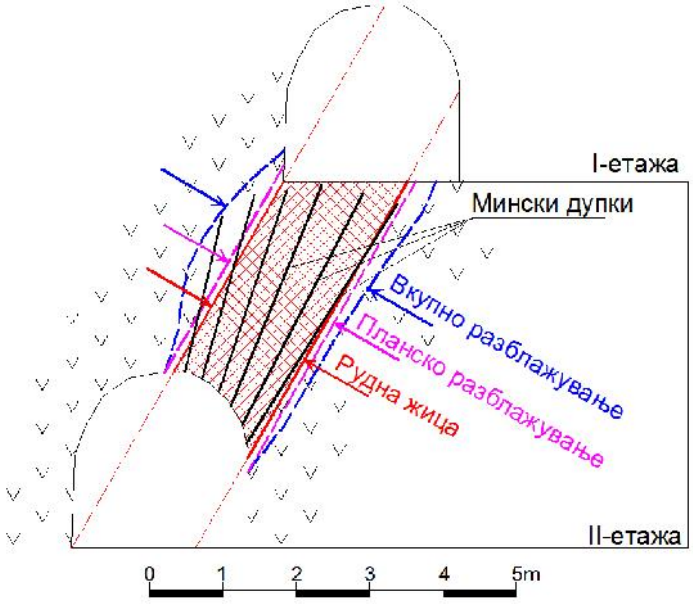
Помеѓу техничко-економските фактори, кои имаат посебно влијание на степенот на разблажување на рудата при откопувањето, ги издвојуваме:

- Распоредот на минските дупки при откопувањето. Преставува еден од најважните фактори за регулирање на приливот на јаловина во рудата. Според досегашното искуство може да се констатира дека, неправилниот распоред на минските дупки, нивната длабочина и полнење со експлозив, имаат најголемо влијание на степенот на разблажување во злетовското рудно наоѓалиште. Кај тенките и среднотенките делови на рудната жица бр. 4, минските дупки би се дупчеле во салбандите (подински и кровински каолинизирани зони), бидејќи тие зони се најлесни за дупчење поради малата тврдина. Затоа при минирањето доаѓа до соборување на каолинизираните и стерилни салбанди што доведува до проширување на откопите. Поради тоа содржината на корисните компоненти во откопаната рудна маса се намалува, а процентот на разблажување се зголемува. Приливот на јаловината во рудата исто така тесно е поврзана за длабочината на минските дупки, нивното полнење со експлозив и нивниот меѓусебен распоред. Состојбата се влошува ако минската дупка не ја следи рудната жица по протегање (слика 26) или по пад (слика 27), односно доколку аголот помеѓу нив и рамнината на рудната жица е различен.



Слика 26*. Случај кога минските дупки не ја следат рудната жица по протегање;*
Figure 26*. Case when mine holes do not follow the ore vein by spreading;*

На слика 26 е прикажан случај во кој минските дупки не ја следат рудната жица бр. 4 по протегање.



***Слика 27**. Случај кога минските дупки не ја следат рудната жица по пад;*

***Figure 27**. Case when mine holes do not follow the dip of ore vein;*

На слика 27 е прикажан случај во кој минските дупки не ја следат рудната жица бр. 4 по пад.

- *Интензитет на откопувањето*. Рудната жица бр. 4 во овој момент не се експлоатира, но во рудникот „Злетово“ интензитетот на откопувањето не е на задоволително ниво, а откопаната површина е доста поголема во однос на годишниот план за производство на руда. Поради слабиот интензитет на откопување (долго стоење на откопите), доаѓа до природно засводување на откопите, поголема нестабилност и рушење на салбандите поради сеизмичките потреси од минирањето. Поради долгото стоење на откопите и постојаното навлажување на каолинизираните салбанди од подземни води, доведува до поголем прилив на јаловина во рудата. Од погоре изнесеното, произлегува дека интензитетот на откопување има големо влијание на степенот на разблажување, односно со поинтензивно откопување разблажувањето се намалува и обратно.

- *Висина на откопите*. Висината на откопите има големо влијае на зголемување на разблажувањето, на пример: кај класичната „злетовска“ метода поголемата висина на откопите создава поголема слободна површина на страните, а со тоа поголема можност за нивно рушење. Поради тоа, временската дистанца помеѓу откопувањето на рудата и следното засипување на откопаниот простор да се сведе на минимум.

- *Методи на откопување*. Во минатото за експлоатација на рудната жица бр. 4 се применувала подетажната метода за откопување, претпоставуваме дека во иднина оваа метода ќе остане најприменувана при експлоатацијата на оваа рудна жица. Покрај подетажната метода постојат услови за примена на класичната метода за откопување, посебно во деловите каде имаме поголема нестабилност или мала ширина (моќност) на рудната жица со што би се намалило и разблажувањето при откопувањето.

Методата со засипување на празниот простор (класична „Злетовска“ метода) покрај своите добри страни за примена во деловите каде имаме поголема нестабилност или мала ширина на рудната жица, има и недостатоци кои неповолно се одразуваат на разблажувањето. Еден од најважните е неприлагодената гранулација на засипот, поради што во него се губи извесна количина на крти рудни минерали (галенит, сфалерит). Поради тоа, содржината на корисните компоненти во засипот, особено кај тенките делови на рудната жица, може да биде еднаков на содржината во откопаната руда. Решението на ова треба да се бара во простирање на лимени плехови пред секое минирање, а кај подебелите делови на рудната жица во обезбедување на засип со поповолна гранулација и горниот слој на засипот (околу 10cm) да се чисти и фрла во руда пред следното засипување. Во последно време, во рудникот „Злетово“ засипот се добива од подинските капитални ходници и од други рударски работи кои се изработуваат за таа цел. Искуството покажува дека, добивањето на засип од таканаречените „филинги“ не е најдобро решение, бидејќи со нивната изработка во кровината, а особено во подината на рудните жици кои се откопуваат, доаѓа до проширување и нарушување на стабилноста на откопите, односно до разблажување и губитоци на рудата. Не мал удел на разблажувањето има начинот на изработка на сипките. Имено, рудните сипки се вкопуваат во стерилните подински салбанди на рудните жици, па и оваа јаловина се меша со рудата. Истото се случува и во главните сипки и бункери за руда.

Подетажната откопна метода, како високо продуктивна метода во условите на Злетовското рудно наоѓалиште „дава“ и најголемо разблажување при откопувањето. Една од причините за тоа е поголемиот габарит на внесената механизација на овие откопи, при што, неминовно доаѓа до

внесување на поголема количина на јалова маса во откопаната руда. Меѓутоа, оваа неповолна состојба уште повеќе се влошува поради непочитување на договорената планирана ширина при изработката на етажните ходници и откопите.

- *Организација и техничка контрола при откопувањето*. Иако рудната жица бр. 4 не се експлоатира, сепак при идната експлоатација, организација и техничката контрола при откопувањето ќе имаат големо влијание на разблажувањето. Во работната организација се уште не се води доволна грижа за рационално користење на рудното богатство. Ова прашање главно станува актуелно само во оние случаи кога ќе се појави проблем во врска со влезот во флотација. Овој проблем во иднина ќе се појави во поизострена форма, бидејќи ќе се намали можноста да се екстрахира руда со екстра висок квалитет за да се покриваат организациските недостатоци, ниската продуктивност итн.. Целиот надзорно-технички кадар се уште не е доволно стимулиран за квалитетот на добиениот производ. Практичната техничка контрола не задоволува. Пред се, овде се мисли за распоредот, длабочината, наклонот, пречникот на минските дупки, квалитетот (видот) и количината на експлозивот. За овие прашања не постојат технички упатства кои би се засновале на долготрајни набљудувања за нивна оптималност во услови на Злетовското наоѓалиште, бидејќи нивното познавање и рационално вклопување во праксата би имало големо влијание врз подобрување на економските ефекти во работењето. Дупчењето и минирањето, претставуваат едни од основните процеси на разработка на жичните наоѓалишта. Потрошените средства за нив, учествуваат со висок процент во цената на чинење на еден тон откопана руда и имаат големо влијание на степенот на разблажување. Испитувањето и контролата на дупчачко-минерските работи треба перманентно да се вршат и прилагодуваат на конкретните рударско-геолошки услови во поедини делови од наоѓалиштето, односно рудната жица.

И покрај тоа што постојат планови за откопување на рудата, откопувањето во поглед на количината од поедини откопи се непланski. На тој начин се оневозможува да се откопува руда со приближно константна содржина на метали во влезната руда, кое неповолно се одразува врз искористувањето на металите во флотација. Ова доаѓа оттаму што активните

откопи се со нееднаква содржина на корисните компоненти па според тоа многу е важно експлоатацијата да се одвива по планот во поглед на количината на руда. И покрај тоа што постојат извесни препораки во врска со квалитетот на работата, тие во пракса при откопувањето не се спроведуваат. Практично јамските работници се стимулирани за количината (вагони), а не и за квалитетот на рудата. Ваквиот начин на наградување на работниците често пати може (не)свесно да ги поттикне работниците кон зголемување на разблажувањето.

Овде, значајно е да се напомене, дека од аспект на рационално користење на Злетовското рудно наоѓалиште, во иднина не би требало да се откопува руда со средна содржина поголема од средната содржина во наоѓалиштето за да се забави трендот на забележително и перманентно осиромашување на наоѓалиштето. При експлоатацијата постојат големи резерви за добивање на руда со задоволителен квалитет по пат на намалување на разблажувањето и можноста за селективно откопување.

-Регистрирање и пресметка на разблажувањето

При дефинирањето и пресметката на големината на разблажувањето, во рудникот „Злетово" се издвојуваат следниве видови на разблажување: планско разблажување, прекупланско и вкупно разблажување.

- *Планско разблажување*, преставува неминовно разблажување на руда–та кое се појавува поради усвоената минимална работна ширина од 1,20m на откопите, односно ја претставува разликата на корисните компоненти кои се содржани во рудните жици и содржината која се добива со разблажување на таа содржина при откопувањето со минимална работна ширина.

Планското разблажување се одредува уште во фаза на подготвителните работи за експлоатацијата, кога поради помалата дебелина на жицата, резултатите се сведуваат на минималната работна ширина од 1,20m. Со ова свесно се вклучуваат стерилни делови, со што се намалува првобитната содржина на корисните компоненти во рудната жица. Кај подебелите рудни жици од 1,20m, исто така се земаат до 5-10cm проширување, поради претпоставката дека тоа во процесот на експлоатацијата ќе се оствари. И овде првобитните добиени резултати се сведуваат на реално планираната работна

ширина. Овие податоци се пресметуваат и регистрираат во книгата за опробување како основен документ и се база за понатамошна надградба.

При пресметката на рудните резерви, содржината се одредува само за планската ширина на откопите, со однапред планирани параметри. Нормално, планското разблажување се појавува само кај деловите на рудните жици со дебелина помала од 1,20m. Усвоената минимална ширина на откопот од 1,20m не е базирана на некои посебни испитувања туку повеќе врз основа на искуство, иако во сегашните услови имајќи го предвид габаритот на механизацијата таа треба да биде поголема. Ова особено доаѓа до израз кај подетажната метода за откопување, каде при планирањето и проектирањето на подетажните ходници се користи работната ширината на механизацијата, дополнително зголемена за евентуалното подградување, што значително го зголемува планското разблажување.

- *Прекупланско разблажување*, преставува намалување на содржината на корисните компоненти во оборената рудна маса, кое настанало поради зголемениот, непланиран прилив на неоруднети делови од околните карпи. На овој начин се врши големо осиромашување на рудата предизвикано од непланиран, неконтролиран и нестручен приод во процесот на експлоатацијата.

-Вкупно разблажување, преставува вкупен прилив на јаловина, кој ја преставува разликата помеѓу дебелината на рудните жици и вистинската ширина на откопите. Вкупното разблажување преставува огледало на експлоатацијата, каде се содржани сите објективни и субјективни фактори.

Во рудникот „Злетово“ разблажувањето се регистрира и пресметува на два начини:

- Пресметка во која се зема односот помеѓу средната содржина во добиената руда и пресметаната средната содржина во рудниот блок пред откопувањето. Ваквиот начин на следење на разблажувањето се применува кај активните откопи. Податоците за ваквиот начин на пресметка се земаат од резултатите добиени со редовното експлотационо опробување.

-Разблажувањето се пресметува и преку односот на дебелината на рудната жица и планираната и остварената работна ширина (преку податоците од јамската книга за опробување) со помош на формулата:

$$R = \frac{d}{d_1} \cdot 100$$

Каде што:

R - разблажување (%);

d – дебелина на рудната жица (m);

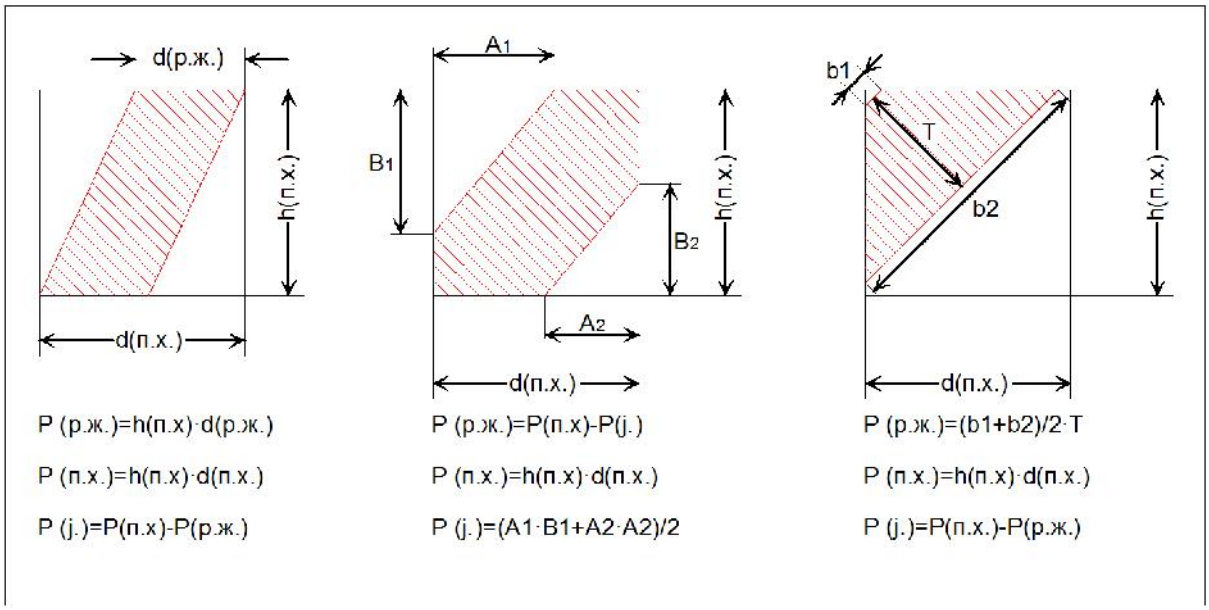
d_1- остварена откопна ширина на рудната жица (m);

Со оваа формула се пресметува разблажувањето на рудата во активните откопи и тоа најчесто во откопите каде се применува класичната „Злетовска“ откопна метода.

Но при примена на подетажната откопна метода разблажувањето настанува како при откопување во откопите, така и при изработка на подетажните ходници. Оваа откопна метода била најприменувана при експлоатацијата на рудната жица бр. 4 и сметаме дека при повторната експлоатација така и ќе остане.

Во рудникот „Злетово“ не се прават посебни пресметки за разблажувањето кое настанува при изработката на подетажните ходници во подетажната откопна метода, но во светот постојат примери каде тоа се прави и притоа во голема мера разблажувањето зависи од падниот агол на рудната жица, начинот на кој е пресечена рудната жица со подетажниот ходник итн.

Во понатамошниот дел од овој труд ќе презентираме еден начин за пресметка на разблажувањето во истражните (подетажните) ходници (слика 28) и врз основа на него ќе изведеме пресметка на планското разблажување на рудата кај рудната жица бр. 4. При пресметката на разблажувањето кое би настанало при изработката на подетажните ходници, ќе анализираме случаи во кои рудната жица бр. 4, би имала различен паден агол (од 45 до 60^o), додека моќноста би била константна 1,47m колку што изнесува просечната моќност во пресметаните рудни резерви (точка VI.4.3.). При пресметката, ширината на подетажниот ходник ќе биде земена 1,57m, односно на ширината на рудната жица бр. 4 ќе и додадеме 10cm (лево и десно по 5cm) колку и што се зема при пресметка на планското разблажување, додека висината ќе изнесува 2,5m колку што е и предвидено со подетажната откопна метода.



***Слика 28**. Начини на пресметка на планско разблажување на рудна жица со различен паден агол во истражен ходник;*

***Figure 28**. Methods for calculation of the planned dilution of ore vein with a different dip angle in the investigative corridor;*

Каде што:

P (ж) – површина на рудната жица (m^2);

P (х) – површина на подетажниот ходник (m^2);

P (j) – површина на откопаната јаловина (m^2);

h (х) – висина на подетажниот ходник (m);

d (х) – ширина на подетажниот ходник (m);

A_1 – пократката страна од формираниот триаголник на откопаната јаловина (m);

A_2 – подолгата страна од формираниот триаголник на откопаната јаловина (m);

b_1 – пократката страна од откопаната рудна жица (m);

b_2 – подолгата страна од откопаната рудна жица (m);

T – ширина на рудната жица (m);

Врз основа на морфологијата на рудната жица бр. 4, која е доста променлива со изразена салбанда и паден агол кој се движи од 45 до 60º, можни случаи на пресек на рудната жица со подетажен ходник се под Б и В од сликата 25.

- Случајот „А“ се однесува за рудна жица која е многу пострмна од рудната жица бр. 4 и затоа понатаму нема да биде анализиран.

- Случајот под „Б“ во услови на рудникот „Злетово“ е најповолен бидејќи рудната жица во целост ќе биде опфатена со подетажниот ходник и

оборувањето на рудата во откопот би било најлесно, затоа со овој случај ќе продолжиме со понатамошните анализи.

- Случајот „В“ од сликата 28 иако е можен сепак е многу неповолен, при што разблажувањето би било доста големо, како и губитоците на минералната суровина. Во ваков случај распоредот на минските дупки и правецот под кој тие би се дупчеле се многу неповолни при што зафаќањето и оборувањето на рудата би било многу тешко.

Врз основа на моделите прикажани на слика 28, планското разблажување при изработката на подетажните ходници се пресметува со помош на формулата:

$$R = \frac{\text{P (j)}}{\text{P (ж)}} \cdot 100$$

Каде што:

R – планско разблажување (%);

P (j) – површина на откопаната јаловина (m^2);

P (ж) – површина на рудната жица (m^2);

Врз основа на креираните модели во кои рудната жица има паден агол од 45 до 60^o и врз основа на нив добиените површини за рудата и јаловината при изработката на подетажните ходници, со пресметка по формулата прикажана погоре се добиени резултати за планско разблажување на рудната жица бр. 4 кои се презентирани во табела 4.

***Табела 4**. Планско разблажување во подетажен ходник на рудна жица бр. 4, со земање предвид на различни падни агли на рудната жица;*

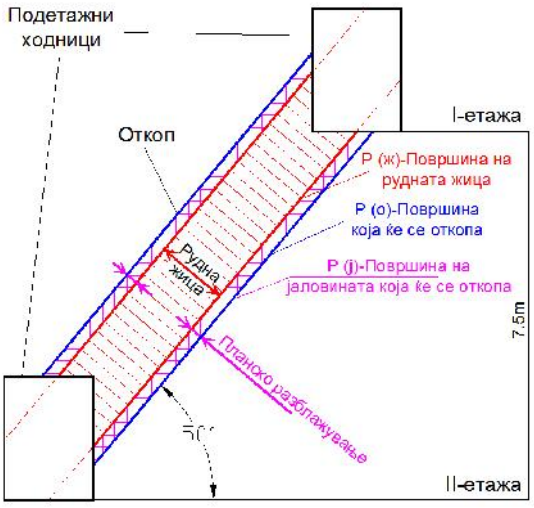
***Table 4.** Planned dilution in underlying corridor of ore vein no. 4, taking into consideration the different dip angles of ore vein;*

Планско разблажување на рудната жица бр. 4 при изработка на подетажен ходник, при различни падни агли										
Паден агол на руд. жица	A_1 во m	A_2 во m	B_1 во m	B_2 во m	h (x) во m	d (x) во m	P (ж) во m^2	P (x) во m^2	P (j) во m^2	Планско разблаж. (%)
a=60^o	0.80	0.52	1.40	0.99	2.50	1.57	3.108	3.925	0.817	26.3
a=55^o	0.98	0.56	1.40	0.80	2.50	1.57	3.015	3.925	0.910	30.2
a=50^o	1.25	0.51	1.49	0.61	2.50	1.57	2.838	3.925	1.087	38.3
a=45^o	1.40	0.61	1.40	0.61	2.50	1.57	2.759	3.925	1.166	42.3

Врз основа на табела 4, може да се забележи дека планското разблажување на рудната жица бр. 4 при изработка на подетажните ходници се движи од 26,3 до 42,3%, исто така може да се забележи дека колку е пострмен

падниот агол на рудната жица толку и разблажувањето е помало, односно колку е помал падниот агол на рудната жица толку планското разблажување се зголемува. Оваа анализа може да се користи при изработка на месечните плановите за експлоатација, врз основа на која многу пореално може да се предвидат содржините на оловото и цинкот во влезната руда во флотација, во зависност од тоа во која фаза на откопување се наоѓа рудниот блок.

Изработката на подетажниот ходник преставува само една фаза од подетажната метода на откопување, втората фаза е откопување со кровинско рушење на рудата (откоп). Во откопот се зафаќа многу помала површина на јаловина околу рудната жица па затоа и планското разблажување се очекува да биде помало. За да направиме споредба, колку би изнесувало тоа планско разблажување во откопите, пристапуваме кон моделирање на модели во кои ќе биде усвоено: дебелината на рудната жица би изнесувала 1,47m, ширината на откопување би била 1,57m односно само 10cm пошироко (лево и десно по 5cm) од рудната жица, висинската разлика помеѓу етажите да изнесува 7,5m колку што и изнесува проектираната висинска разлика помеѓу етажите во подетажната откопна метода во рудникот „Злетово“, единствено падниот агол на рудната жица би се менувал од 45 до 60º и притоа со откопот да биде опфатена целата рудна жица по висина. Врз основа на овие параметри се изработени модели (слика 29) во кои рудната жица би имала различен паден агол, од каде се добиени површините на рудата и јаловината кои би се откопала при различен паден агол на рудната жица бр. 4.



***Слика 29**. Модел со приказ на површините на руда и јаловина кои би се откопале;*

***Figure 29**. Model with areas of ore and waste rock that would be unearthed;*

Врз основа на изработените модели и добиените податоци за површините кои би се добиле за рудата и јаловината за различен паден агол на рудната жица извршивме пресметка на планското разблажување со примена на формулата прикажана погоре. Вредностите за планското разблажување се презентирани во табела 5.

***Табела 5**. Планско разблажување при откопување на рудна жица бр. 4, со земање предвид на различни падни агли на рудната жица;*

***Table 5**. Planned dilution in excavating of ore vein no. 4, taking into consideration the different dip angles of ore vein;*

Планско разблажување на рудната жица бр. 4 во откопите, при откопување на рудната жица со различен паден агол				
Паден агол на рудната жица	P (ж) во m^2	P (о) во m^2	P (ј) во m^2	Планско разблаж. (%)
a=60^o	9.65	10.30	0.65	6.7
a=55^o	10.11	11.82	0.71	7.0
a=50^o	11.58	12.44	0.86	7.4
a=45^o	12.70	13.69	0.99	7.8

Каде што:

P (ж) – површина на рудната жица (m^2);

P (о) – површина на откопот (m^2);

P (ј) – површина на откопаната јаловина (m^2);

Врз основа на табела 5, може да се забележи дека во откопите вредностите на планското разблажување се движат од 6,7 до 7,8%, притоа се забележува трендот за зголемување на разблажувањето со намалувањето на падниот агол на рудната жица, иако ова зголемување не е значително.

Доколку се направи синтеза на податоците од табела 4 и табела 5, со пресметување на вкупната количина на руда која би се откопала и вкупниот прилив на јаловина, со примена на формулата прикажана погоре би можело да се добие сумарното планско разблажување кое би ја следело експлоатацијата на рудната жица бр. 4 како при изработка на подетажните ходници така и во откопите. Во табела 6 се презентирани резултатите добиени за планското разблажување на рудата од рудната жица бр. 4.

***Табела 6**. Планско разблажување при различен паден агол на рудната жица бр. 4;*

***Table 6**. Planned dilution for different dip angles of ore vein no. 4;*

Паден агол на рудната жица	Површини кои би се откопале при изработка на подетажниот ходник			Површини кои би се откопале во откопите			Планско разблажување на рудната жица бр. 4 при изработка на подинските ходници и во откопите			
							Вкупно			Планско разблаж. (%)
	P (ж) во m^2	P (х) во m^2	P (ј) во m^2	P (ж) во m^2	P (о) во m^2	P (ј) во m^2	ΣP (ж) во m^2	ΣP (х+о) во m^2	ΣP (ј) во m^2	
a=60º	3.11	3.93	0.82	9.65	10.30	0.65	12.76	14.23	1.47	11.5
a=55º	3.02	3.93	0.91	10.11	10.82	0.71	13.13	14.75	1.62	12.3
a=50º	2.84	3.93	1.09	11.58	12.44	0.86	14.42	16.37	1.95	13.5
a=45º	2.76	3.93	1.17	12.70	13.69	0.99	15.46	17.62	2.16	13.9

Каде што:

ΣP (ж) – вкупна површина на рудната жица (m^2);

ΣP (х+о) – вкупна површина за откопување од под. ход. и откопот (m^2);

ΣP (ј) – вкупна површина на откопаната јаловина (m^2);

Врз основа на табела 6, може да се заклучи дека сепак планското разблажување не се зголемува значително при земање предвид на сумарното планското разблажувањето кое би настанало при изработката на подетажниот ходник и откопот. Врз основа на оваа табела се забележува трендот за зголемување на планското разблажување со намалувањето на падниот агол на рудната жица, сепак ова зголемување не е значително.

Со перманентно следење на разблажувањето во рудникот „Злетово“, за последните неколку години пресметаните средни вредности за планското, прекупланското и вкупното разблажување на рудата изнесува:

-планско разблажување…10,00%

-прекупланско……34,00%

-вкупно разблажување…..44,00%

Вредностите добиени од наша страна за планското разблажување се блиски, но сепак поголеми од просечните вредности за планското разблажување за рудникот „Злетово“ за последните години. Она што загрижува е добиениот високиот процент на прекупланското разблажување, ова разблажување е многу тешко да се предвиди, планира и контролира.

IV.3.3. Влијанието на губитоците и разблажувањето

Губитокот на рудата и разблажувањето на квалитетот на истата, заедно со продуктивноста на трудот, најмногу влијае врз економските ефекти при експлоатацијата на Злетовското рудно наоѓалиште, а со тоа и на рудната жица бр. 4, бидејќи предизвикува зголемување на трошоците за откопување, транспорт и преработка на рудата.

Со оглед на тоа дека, деловите со екстра висок квалитет на рудата главно се откопани, во иднина единствено решение за компензација на падот на квалитетот на рудата која ќе се експлотира, е намалување на разблажувањето во реални рамки и зголемување на продуктивноста на трудот.

Затоа, потребно е при експлоатацијата на рудната жица бр. 4, да се изберат такви системи за експлоатација кои покрај производството и цената на чинење по единица откопана руда, во себе ќе ги содржи и параметрите за рационално користење на рудното богатство.

V. 3D модел на рудната жица бр. 4 од рудникот „Злетово“

Решавањето на геолошките проблеми при истражувањето, развивањето и експлоатацијата на минералната суровина претставува основен проблем со кој се соочува секој рудник. Толкувањето, односно интерпретирањето на податоците отсекогаш претставувало предизвик, особено кај рудните тела (жици) кои имаат многу сложена морфологија. Поради ова, користењето на современи методи и средства за компјутерска симулација стануваат неопходен услов за обработка на податоците, со кои се осознаваат првичните економски и технолошки параметри за даденото наоѓалиште. Решавањето на геолошките проблеми како основа на еден системски пристап се врши со помош на компјутерски софтвери кои се дизајнирани за таа намена.

V.1. Подготовка на податоците

Во рудникот „Злетово“, од страна на геолошка служба се изработуваат голем број на карти и техничка документација. Картите се изработуваат како за целото наоѓалиште, така и за секоја рудна жица посебно (карти од детално геолошко картирање на истражните ходници, ускопи, ситуациони карти, откопни карти, геолошки столбови за истражните дупнатини итн.). Иако овие карти, ситуации и планови ги задоволуваат потребите при истражувањето и експлоатацијата на наоѓалиштето „Злетово“, сепак тие не овозможуваат просторен поглед (3D) на рудните жици и наоѓалиштето во целина. Напредокот на технологијата и усовршувањето на компјутерските софтвери овозможуваат современ 3D поглед на просторот, со што се овозможува подобро планирање и изведба на истражните и експлоатациските работи. Од оваа причина во овој магистерски труд со помош на компјутерскиот софтвер Вулкан (Vulcan) 7.5, од компанијата Маптек (Maptek), ќе изведеме 3D моделирање на рудната жица бр. 4, од наоѓалиштето „Злетово“. Но за да може да се започне со работа во овој или во кој било друг софтверски пакет, потребно е во истиот да се внесат голем број на параметри и податоци од истражните работи, соодветно организирани во табели.

При истражувањето и експлоатацијата на рудната жица бр. 4 се изведени рударски истражни работи и истражно дупчење.

- ***Рударски истражни работи***

На рудната жица бр. 4 се изработени истражни ходници по жица на неколку хоризонти. Со геолошкото картирање на истражните ходници се утврдува застапената минерализација, околурудните измени и алтерации, средината во која е сместено оруднувањето итн. Опробувањето на рудната жица е изведено по методата на бразда, во кровниот дел од истражните работи, на меѓусебно растојание од 2m. Со избивањето на браздите (10x2cm) по целата дебелина (моќност) на рудната жица се земани проби за хемиски испитувања, од каде е добиена содржината на оловото и цинкот. Ваквите податоци од страна на стручните лица од геолошката служба се внесуваат во посебни книги за опробување од каде што, понатаму се користат за пресметка на квалитетот на рудата по поедини хоризонти, пресметка на резервите итн. Овие податоци се користени за изработка на 3D модел на рудната жица бр. 4.

- ***Истражно дупчење***

Со истражното дупчење се има за цел откривање, проучување на структурната градба, литолошкиот состав, типовите на минерализација, опробување, одредување на квалитетот на рудата итн. Исто така со истражното дупчење се обезбедуваат основни податоци за рударско-геолошките, геомеханичките и хидрогеолошките карактеристики на поедини делови од рудната жица, податоци кои ја дефинираат средината за идните рударски активности.

За истражување на рудната жица бр. 4, се издупчени поголем број на истражни дупнатини, а со опробувањето се добиени податоци за содржината на оловото и цинкот.

Од дупнатините кои се издупчени за истражување на рудната жица бр. 4 на ситуационата карта се нанесени, а на нас ни беа достапни за анализа вкупно 22 дупнатини (B-130, B-213, B-212, B-487, B-488, B-489, B-490, B-491, B-541, B-542, B-2606, B-2607, B-2608, B-2609, B-2610, B-2761, B-2762, B-2764, B-2825, B-2826, B-2827 и B-2829). Сите овие дупнатини се изведени како од површината на теренот така и од истражни комори за дупчење и истите се карактеризираат со различна длабина, азимут на дупчење, агол на дупчење итн. Сите овие податоци за истражните дупнатини потребно е да бидат соодветно селектирани, групирани и внесени во соодветна компјутерска програма од каде

што подоцна ќе биде возможно внесување на податоците во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan).

Податоците од истражните дупнатини ги внесуваме и организираме во соодветни табели во програмот Микрософт ацес (Microsoft Access) и на тој начин формираме база на податоци (БП). Во програмот Микрософт ацес (Microsoft Access) создаваме три табели (Assays, Collars и Deviations).

Во првата табела **Assays** ги внесуваме податоците од геолошкото картирање на јадрото од истражното дупчење во неколку колони:

- име на дупнатината;
- издвоени интервалите по одреден критериум;
- литолошките единици кои се застапени;
- хемиските резултати од опробаниот дел на јадрото;

Во втората табела **Collars** ги внесуваме податоците од геодетското (јамомерско) снимање, при што во посебни колони издвојуваме:

- име на дупнатината;
- координати на дупнатината (x, y и z);
- азимутот на дупчење;
- аголот на дупчење;
- должина дупнатината;

Во третата табела **Deviations** потребно е да внесеме податоците од инклинометриски мерења на дупнатините. Од причина што во рудник „Злетово“ за достапните дупнатини не се извршени инклинометриски мерења, во оваа табела ги внесуваме податоците кои се однесуваат за почетокот на дупчење, иако од ваквите податоци во длабина може да има значителни отстапувања. Податоците во табелата Deviations се групирани во посебни колони во кои се внесува:

- име на дупнатината;
- должина на дупнатината;
- азимутот на дупчење на крајот на дупнатината;
- аголот на дупчење на крајот на дупнатината;

Оваа постапка за внесување на податоци ја повторуваме за сите дупнатини.

V.2. Софтвер

За 3D моделирање на рудната жица бр. 4, од рудникот за олово и цинк „Злетово“ ќе го користеме софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) на компанијата Маптек (Maptek). Софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) генерално се користи за планирање и проектирање на рудници со кој се обезбедува 3D модуларна визуелизација на геолошки модели и рударско планирање и проектирање. За моделирање на рудната жица бр. 4 ние ќе ја користиме верзијата Вулкан (Vulcan) 7.5 која е создадена во 2008 година.

Постапката за моделирање на дадената рудна жица опфаќа поголем број на операции кои се групирани во неколку фази:

- *Автоматизација на работната средина со внесување на геолошките и геодетски податоци во базата на податоци (БП);*

- *Изработка на топографија на теренот и хоризонтите;*

- *Изработување на контурите на рудната жица;*

- *Изработка на 3D модел;*

V.2.1. Автоматизација на работната средина со внесување на геолошките и геодетски податоци во база на податоци (БП)

Пред да започнеме со внесување на податоците за рудната жица бр. 4, најпрво потребно е да направиме штелување на самиот софтверски пакет (мерни единици во кои ќе работиме, координатниот систем кој ќе го користиме, одредување на границите на просторот итн.). Координатниот систем кој се користи во Република Македонија е Gauss Kruger zone 7, а овој координатен систем е користен и при изработката на техничката документација на рудникот „Злетово“, а истиот ќе го користиме при 3D моделирањето на рудната жица бр. 4. Во прозорчето **Project coordinate extents** го внесуваме распонот помеѓу минималните и максималните вредности Y и X координати и висинската разлика (Z), кој ја дефинираат големината на просторот. По внесувањето на потребните податоци се селектира **Finish** и со тоа е дефиниран просторот во кој ќе се врши моделирањето.

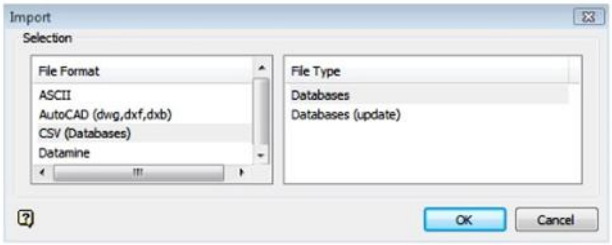
- ***Внесување на податоци во базата на податоци***

За внесување на податоците од истражните дупнатини, кои претходно ги организиравме во соодветни табели во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan), потребно е да се следат неколку чекори:

1. Се селектира **File>Import**;

2. Се селектира CSV формат на фајлот;

3. Се селектира **Databases file type**. И се селектира **Ok** (слика 30);



Слика 30. *Внесување на податоци во нова база на податоци;*

Figure 30. *Import data into a new database;*

4. Од ново отворената прозорче се избира редот во кој се содржани насловите на колоните и редот од кој започнува записот на податоците;

5. Во следното прозорче кое ни се отвора, потребно е да се селектираат колоните кои ќе бидат внесени, односно се создава поврзување помеѓу програмата и табелата во која се внесени податоците. Овој чекор е потребно да се изврши соодветно пред да се продолжи понатаму со селектирање **Next**. За полесно внесување на податоците програмата бара насловот на колоната од која се внесуваат податоците да има карактеристично име-клуч (Primary key) кое го препознава програмата и кое понатаму ќе се користи, на пример имињата на дупнатините да бидат во колоната насловена HOLDID. Откако ќе го завршиме овој чекор селектираме **Ok**, по што ни се отвора ново прозорче во кое се внесува името на базата на податоци под кое да биде зачувана, се селектира **Save the specification** и постапката се завршува со селектирање **Finish**.

Со ова постапка за внесувањето на податоците во базата на податоци во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) е завршена.

Пред да се започне со креирање на 3D моделот потребно е да се креираат неколку Layers (слоеви) во кој ќе бидат складирани различните Solid објекти. За потребите при креирањето на 3D моделот креираме посебен Layer за топографијата на теренот, за секој хоризонт (истражен ходник изработен по жица) посебен Layer, како и за рудната жица.

V.2.2. Изработка на топографијата на теренот и хоризонтите

За комплетирање на вкупниот изглед и креирање на 3D моделот на рудната жица бр. 4, потребно е најпрво да ги изработиме топографијата на теренот над рудната жица и рударските истражни работи (хоризонти).

- Креирање на топографијата на теренот

Софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) овозможува изработка на топографија на терен од било кои објекти (точки, линии, полигони итн..) за кои се познати Y, X и Z координатите. Топографијата на теренот над рудната жица бр. 4 е прикажана на ситуационата карта за оваа рудна жица со изохипси на висинско растојание од 5m. Од оваа карта е можно да се направи мрежа од линии, од која на пресечните места помеѓу мрежните линии би се добиле точки со познати Y и X координати, а од изохипсите би се отчитала вертикалната Z вредност. Ваквиот начин на одредување на точки со познати координати и висина е доста бавен и непрецизен, а од друга страна за да се долови сложеноста на теренот потребно е густината на мрежните линии да биде што поголема.

Поради оваа за изработка на топографијата на теренот, ќе се послужиме со уште еден софтвер Global Mapper v16.0. Global Mapper v16.0 - е достапна и лесна за користење ГИС апликација, која нуди пристап до голем спектар на топографски, теренски податоци и обезбедува задоволително ниво на точност на податоците. Од софтверскиот пакет Global Mapper екстрахираме податоци за топографијата на теренот над рудната жица бр. 4, преставени како точки со познати X, Y и Z координати кои ги внесуваме и зачувуваме во соодветен CSV формат и ги внесуваме во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan).

Откако точките со познати X, Y и Z координати, добиени од Global Mapper ќе бидат внесени во Вулкан (Vulcan) потребно е да се изврши

интерполација на просторот помеѓу точките. За оваа цел се селектира **Model>Triangle Surface>Create** при што ни се отвора прозорче од кое најпрво го избираме **Data Tab** кој контролира која базата на податоци ќе се проектира и каде се складира по креирањето.

Во **Data Tab** постои можност за избор на неколку опции, од кои избираме **Triangulate data in plan view** која овозможува креирање на хоризонтална и субхоризонтална триангулација на топографијата. Од останатите опции селектираме **Use Breaklines** и опцијата **Breakline tolerance** која не дозволува создавање на долги и тесни триаголници.

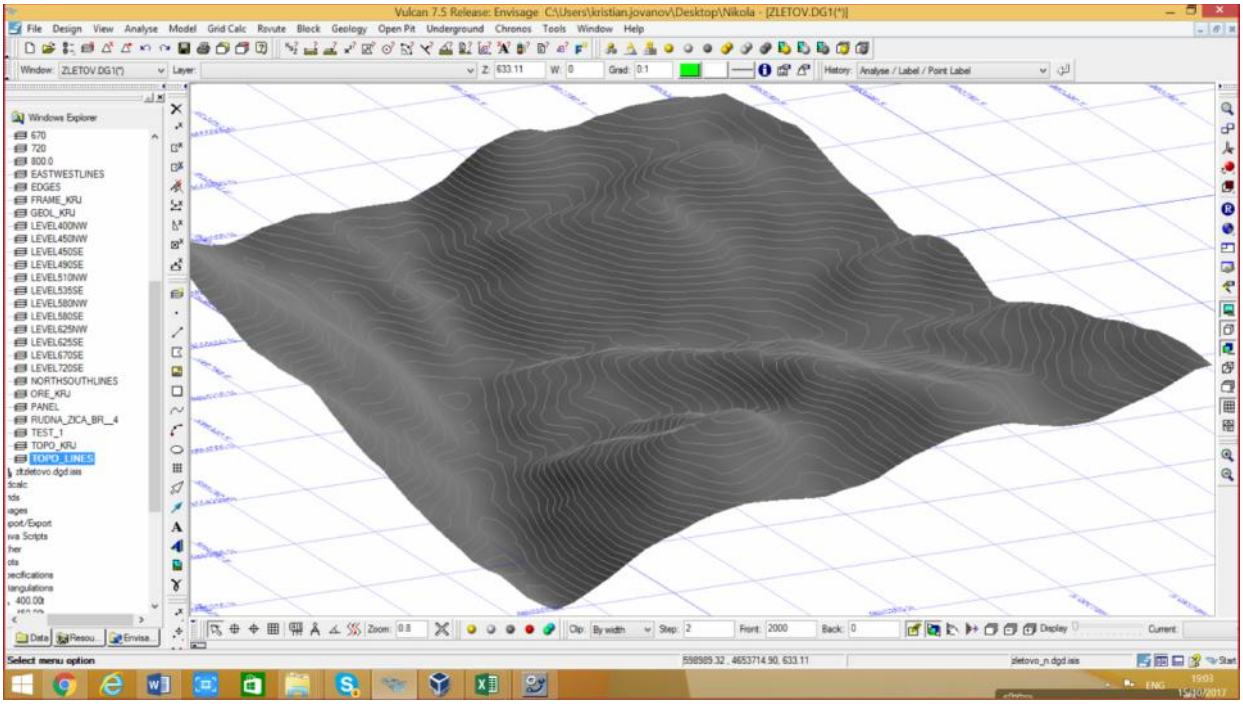
Boundary Tab дефинира како да се користат полигоните кои ги надминуваат границите. Од овој таб селектираме **Use boundary polygon as part of triangulation data** кој овозможува вклучување на точките од полигоните кога се креира топографијата.

Следниот таб е **Trending Tab** кој овозможува примена на регионалниот тренд на топографијата при интерпретацијата. Од овој таб селектираме **Apply polynomial trending** кој овозможува примена на околниот тренд на топографијата при интерпретацијата на податоците.

Од **Spurs Tab** селектираме **Generate spur strings**, со што би се создале линии кои се водилки и кои не дозволуваат создавањето на зарамнети врвови и долини помеѓу контурните линии кои имаа иста надморска височина и се селектира **Incorporate spurs in triangulation** за да се користат линиите водилки при креирањето на топографијата.

Condition Tab обезбедува контрола над поединечните триаголници, од овде се селектира **Prevent the formation on flat triangulates where possible** што овозможува отфрлање на триаголниците кои имаа темиња на иста контурна линија и **Trim the edge triangles** што овозможува ограничување на триаголниците до околните триаголници и оневозможува преклопување на истите.

Откако ќе завршиме со селекцијата на сите правила по кои сакаме да биде извршено креирањето на топографијата на теренот, едноставно селектираме **Ok** и софтверскиот пакет започнува со креирањето на топографијата на теренот (слика 31).



***Слика 31**. Приказ на топографијата на теренот над рудната жица бр. 4 во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan);*

***Figure 31**. Topography of the surface above the ore vein No. 4 in the software package Вулкан (Vulcan);*

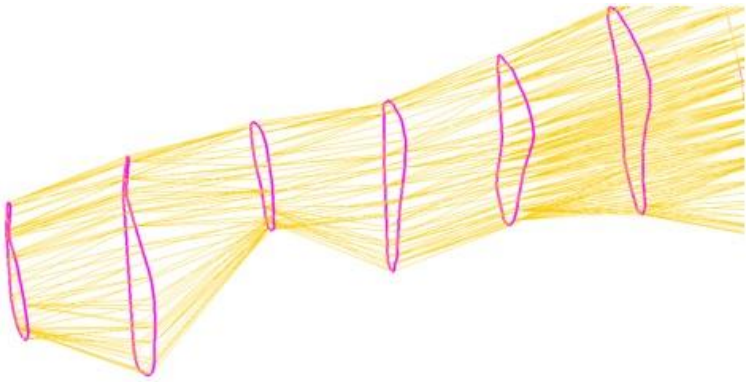
На изработениот модел на топографијата на теренот над рудната жица бр. 4 (слика 31) се прикажани и изохипси со кои е доловена сета сложеност на морфологијата. Вака изработениот модел на топографија на теренот го зачувуваме со соодветно име.

- ***Изработка на рударските истражни работи (хоризонти)***

Постојат повеќе техники за 3D моделирања, но само две се најчести, односно најчесто се користат. Една од нив користи полигони за да создаде **solid** модел, додека другата користи таканаречена **Boolean** операција со комбинирање на два постоечки триаголници. За изработка на рударските истражни работи (хоризонти) потребно е да се примени постапката со која површината на хоризонтите ќе се прикаже како триаголници, наречена **Triangle solid**. Solid триангулација најчесто се користи за да се прикажат рудни тела, тектонски структури или за планирање и проектирање на подземни или површински рудници.

За да се создаде solid модел со триангулација се користи алатката **Model>Triangle solid>Create**, со оваа алатка се градат непрекинати solid

модели со триангулација со помош на **strings** (водилни линии) или полигони кои го преставуваат телото на **solid** моделот помеѓу два соседни полигонални облици (слика 32).



***Слика 32**. Креирање на solid модел со триангулација од полигони;*

***Figure 32**. Build a triangulation solid from polygons;*

Самата постапка за креирање на solid модел со триангулација бара следење на неколку чекори:

1. Селектирање на **Model>Triangle solid>Create**;

2. Селектирање на параметарот со кој ќе се изврши креирањето на solid моделот;

3. Се селектира првиот полигон со лев клик;

4. Се селектира вториот полигон за триангулација;

5. Се избира боја со која ќе биде обоен solid моделот и со ова solid моделот помеѓу првите два полигона е креиран;

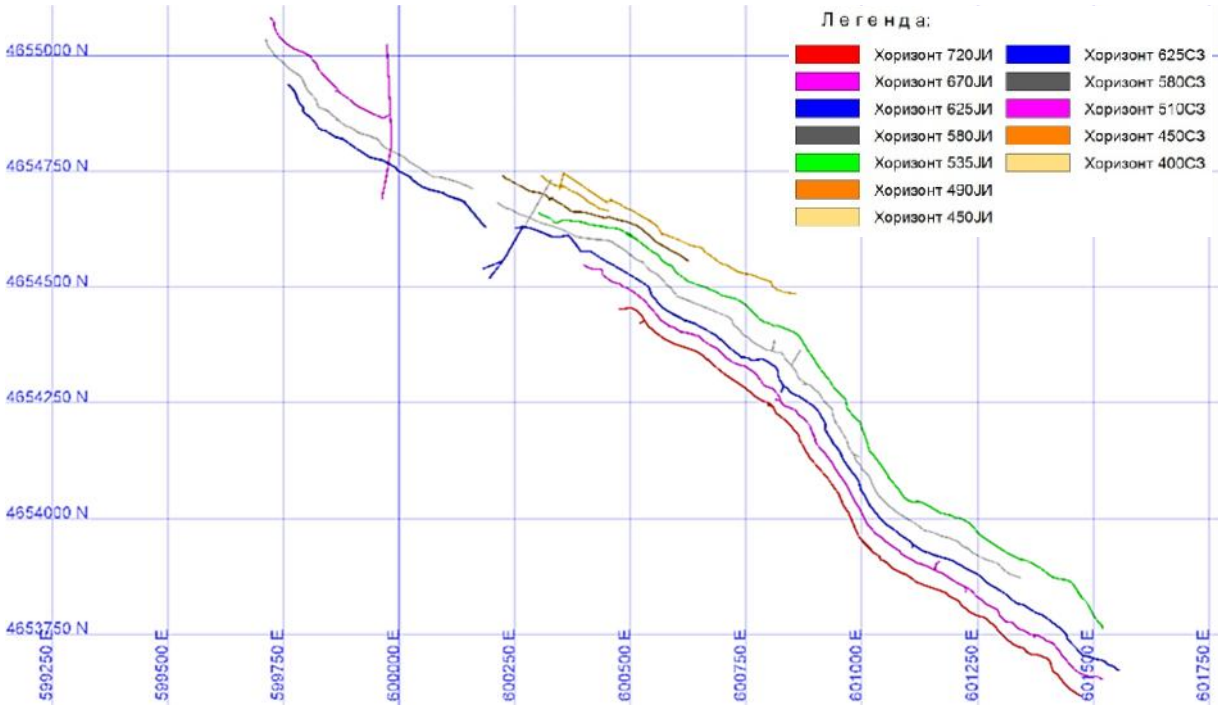
6. Со селектирање на следниот полигон се продолжува со создавањето на solid моделот;

7. Откако ќе се заврши со создавањето на solid моделот се избира **Save** од **Triangulate Solid Create menu**;

8. Се внесува името под кое да биде зачуван **solid** моделот и се селектира **Ok**.

Со оваа постапка се креирани solid моделите на истражните рударски работи изработени по рудната жица бр. 4 (слика 33).

Ваквата постапка изградена од овие чекори се разбира дека е основна, самиот процес на креирање е доста посложен и покомплексен.



***Слика 33**. Истражни ходници изработени на рудната жица бр. 4;*

***Figure 33**. Investigative corridors made on ore vein No. 4;*

Од изработените solid модели на рударските работи изработени по рудната жица бр. 4 прикажани на слика 33, се добива претстава за сложеноста на морфологијата на рудната жица. Се забележуваат сите промени во протегањето и падот на рудната жица кои се случуваат на кратко растојание.

V.2.3. Изработување на контурите на рудната жица

Изработувањето на контури на рудните тела или оконтурувањето е најдолготраен процес којшто бара големо познавање на рудното тело (жица). За да можеме да извршиме правилно оконтурување на рудната жица, потребно е да направиме LINK односно да ги внесеме податоците за дупнатините од базата на податоци во софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) и 3D модел на истражните рударски работи изработени на рудната жица бр. 4 (слика 33). 3D моделот на истражните ходници ни е потребен за да можеме да ја извлечеме границите на рудната жица на местата каде што немаме дупнатини, податоци кои се добиваат со детално геолошко картирање на истите. Со деталното геолошко картирање на рударските истражни работи се утврдува застапената минерализаци, околурудните измени, моќноста на рудната жица итн., паралелно со детално геолошко картирање на истражните ходници се

изведува и нивно опробување од каде се добиваат податоци за содржините на оловото и цинкот. Откако ќе ги обезбедиме сите потребни податоци можеме да започнеме со оконтурување на рудната жица. Оконтурувањето може да се врши на два начина: оконтурување по хоризонтална рамнина и оконтурување по вертикална рамнина.

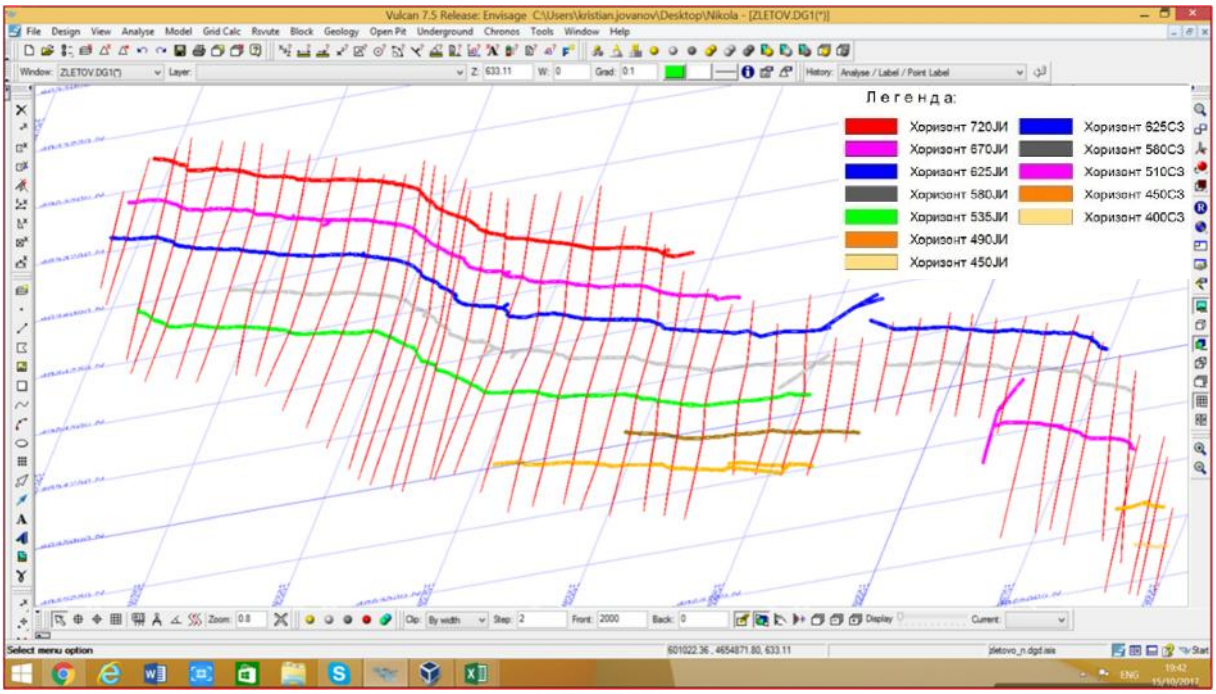
Оконтурување по хоризонтална рамнина, оваа оконтурување навидум е полесно и побрзо но има и свои недостатоци, како на пример: истражните ходници се изработени на меѓусебно висинско растојание од околу 50m, поради што и прецизноста (точноста) на 3D моделот би била помала, како и поради тоа што немаме изработени рударски истражни работи по целото протегање и пад на рудната жица.

Оконтурување по вертикална рамнина, за разлика од оконтурувањето по хоризонтална рамнина ова оконтурување е слично како и при изработката на геолошките профили. При овој процес најпрво одредуваме пресеци на меѓусебно растојание од 50m, односно профили, приближно нормално на протегањето на рудната жица. На секој пресек добиваме визуелен приказ на рударските простории и дупнатините Доколку ги има.

Врз база на податоците од картирањето на дупнатините и деталното геолошко картирање на рударските истражни работи, започнуваме со оконтурување на рудната жица на тој пресек. Во зависност од потребите, барањата од 3D моделот, оконтурувањето може да се врши по контактот на рудната жица со околните карпи или во зоните со околурудна импрегнациска минерализација, границата на рудната жица може да се извлече врз основа на Граничната содржина (ГС) која за рудникот „Злетово“ е одредена на Pb + Zn =2%. Ваквата постапка е доста покомплексна и бара на голем број на податоци, затоа оконтурувањето на рудната жица ќе го вршиме по контактот на рудната жица со околната неминерализирана средина.

Со помош на затворена полилинија ги поврзуваме точките од дупнатините каде што ја сечат рудната жица и пресекот на рудната жица на секој хоризонт на тој пресек. За подобро манипулирање на податоците границите на рудната жица ги извлекуваме во посебен **Layer** (ниво) со соодветно име. Постапката за оконтурување на рудната жица, како што е

опишана претходно ја повторуваме за секој пресек, поединечно. Откако ќе завршиме со оконтурувањето на границите на рудната жица, се добива изгледот на рудната жица бр. 4, по поедини пресеци прикажан на слика 34.



***Слика 34**. Приказ на рудната жица бр. 4, на поедини пресеци;*

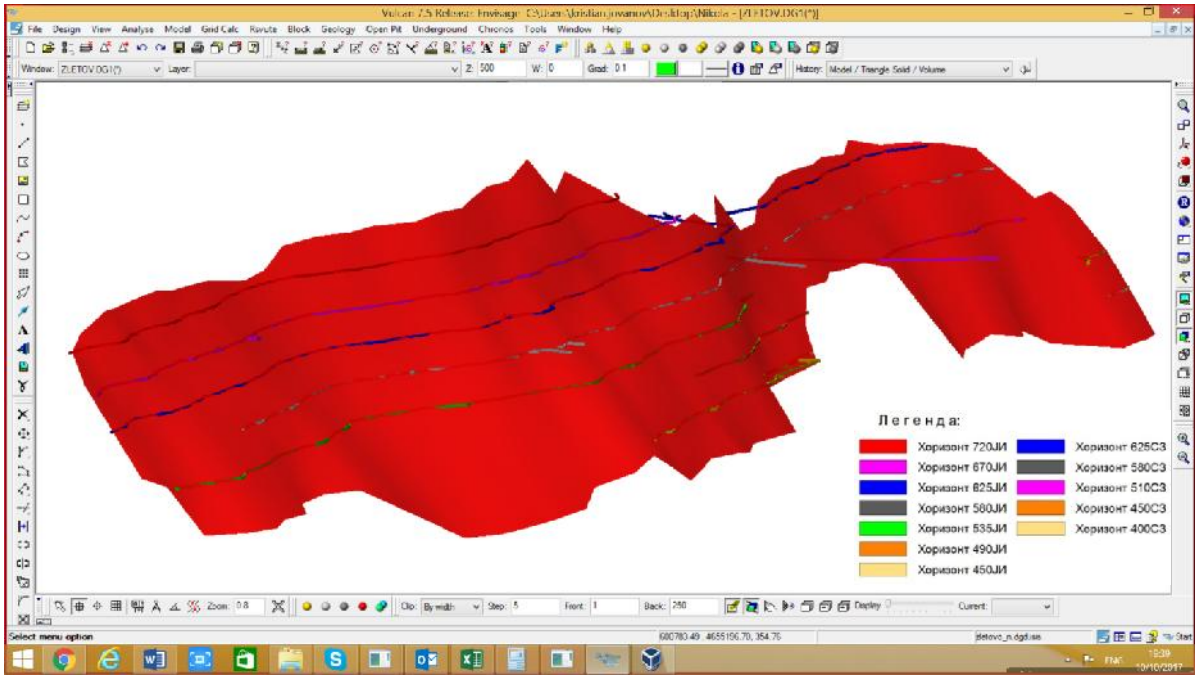
***Figure 34**. Display of ore vein No. 4, in individual sections;*

Вака извлечените граници на рудната жица претставуваат основна и појдовна точка при конструирањето на просторен (3D) модел на едно рудно наоѓалиште.

5.2.4. Изработка на 3D модел

За да се изработи тридимензионалниот модел на рудната жица бр. 4, најпрво потребно е да ги имаме извлечено границите на рудната жица по профилски линии, како што е прикажано на слика 40. Креирањето на тридимензионалниот модел всушност претставува спојување на сите извлечени граници на рудната жица по профилски линии во едно, единствено тело кое се нарекува **Solid**. За да се создаде **Solid** најпрво ги прикажуваме извлечените граници на рудната жица по профилските линии. Потоа преку командата **Model>Triangle Solid>Create** ги селектираме сите граници една по една од почетокот до крајот на рудната жица. При селектирањето на контурите потребно е да се обрне внимание на евентуалното пресекување на границите,

нешто што во понатамошната постапка од моделирањето ќе ни оневозможи креирање на блок-модел. Откако ќе добиеме известување дека нема пресекување помеѓу границите, софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) го креира 3D моделот на рудната жица бр. 4, кој е прикажан на слика 35.



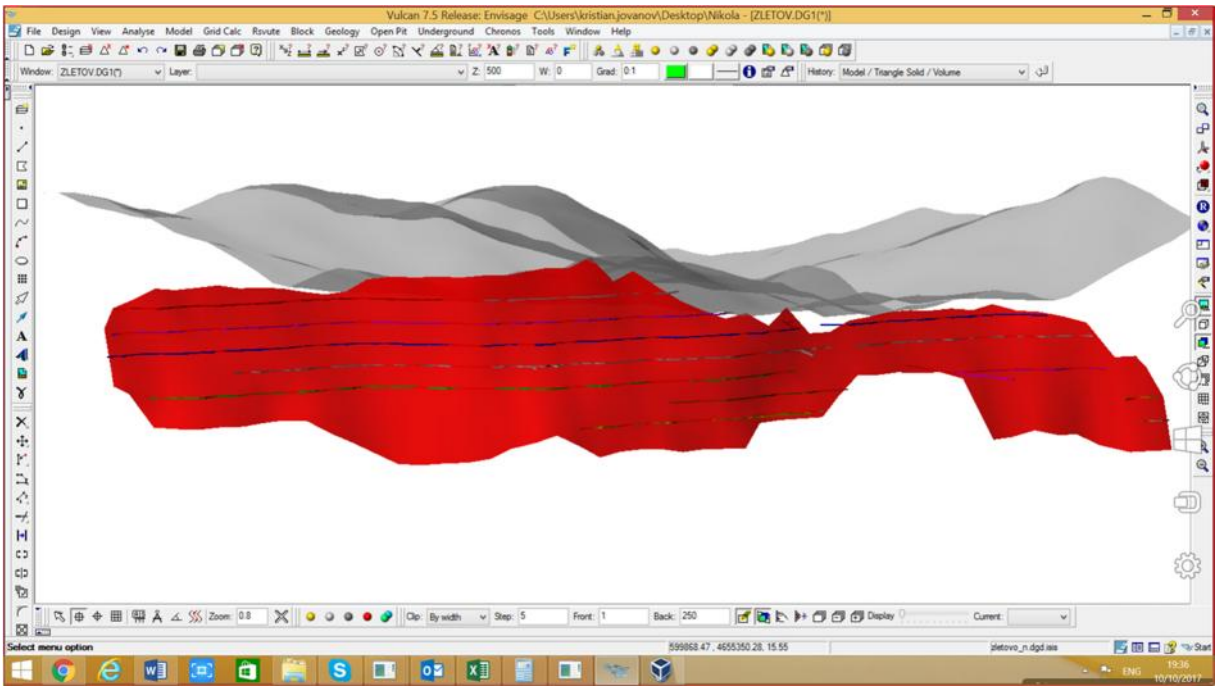
***Слика 35**. 3D модел на рудната жица бр. 4, со приказ на изработените хоризонти;*
***Figure 35**. 3D model of ore vein No. 4, with an overview of the Investigative corridors;*

Од изработениот модел се гледа сета сложеност на морфологијата на рудната жица, со сите промени по протегање и пад, како и рударските работи кои ја следат рудната жица. Вака изработениот модел за рудната жица бр. 4, понатаму потребно е да го зачуваме со соодветно име.

V.3 Резултати

Со изработката на 3D моделот на рудната жица бр. 4, се добива комплетна слика за оваа рудна жица, со овој модел најдобро се забележува морфологијата на рудната жица, се забележува протегањето, падниот агол, како и нивните промени во просторот. Од изработениот 3D модел, понатаму е возможно да извршиме пресметка на волуменот на добиениот 3D модел, а со внесување на волуменозната тежина би се добила тежината изразена во тони (t). Понатаму со изработка на блок модели и внесување на содржината на оловото и цинкот би се добила просечната содржина на корисните компоненти

за подини блокови или за целата рудна жица итн.. Со внесување на топографијата на теренот над рудната жица бр. 4, се добива конечниот изглед на 3D моделот (слика 36).



***Слика 36**. 3D модел на рудната жица бр. 4 со приказ на топографијата на теренот;*
***Figure 36**. 3D model of ore vein No. 4 with overview of the topography of the terrain;*

Понатаму софтверскиот пакет Вулкан (Vulcan) овозможува од изработениот модел да се креираат профили по соодветни пресеци на рудната жица бр. 4 и рударските работи на поедини хоризонти, најразлични анализи итн.

Овој начина на креирање на 3D модел на рудната жица бр. 4, може да се промени и за останатите рудни жици, односно за создавање на 3D модел за наоѓалиштето во целина. Со изработка на 3D би се добил комплетен впечаток за положбата и ориентацијата на рудните жици во просторот, нивната сложена интеракција (пресекувања, гранење на помали апофизи итн.). Со изработка на 3D модел на сите рударски истражни работи, би се добила претстава за обемот на досега изведените, а од вака изработениот модел во многу би се олеснила постапката за планирање, проектирање и изведба на нови рударски истражни работи.

VI. Моделирање на економските параметри

Моделирањето на економските параметри на рудната жица бр. 4 е методолошка постапка која сестрано ги проучува и анализира најважните геолошки, техничко-економски, економски фактори и од нив изведени показатели. Целта на моделирањето е да се одредат потребните параметри од кои го дефинираат економското значење на рудната жица бр. 4 и ќе се одразат на одлуката за обемот и видот на истражните работи кои ќе се применат и капацитетот на идната експлоатација.

VI.1. Примарни содржини

Примарната содржина, претставува содржина на една или повеќе корисни компоненти во рудните резерви кои се предмет на оценка, односно тоа се средните содржини на корисните компоненти кои се добиени со опробување на истражно-подготвителните работи во текот на експлоатацијата, кои се пресметани како пондерисани вредности.

Врз основа на пресметаните геолошки рудни резерви од A+B+C1-категорија се добиени содржини за Pb=4,90% и Zn=1,71%, односно Pb+Zn=6,61% (табела 7).

***Табела 7**. Примарни содржини на олово и цинк во рудната жица бр. 4;*

***Table 7**. Primary content of lead and zinc of the ore vein No. 4;*

Рудна жица бр. 4	
Примарни содржини на олово и цинк	
Pb (%)	4.90
Zn (%)	1.71
Pb+Zn (%)	**6.61**

При хемиската анализа на пробите од рудната жица бр. 4, содржината на Ag и Cd не се анализирани но врз основа на искуствени сознанија количината на Ag и Cd во оловниот концентрат изнесуваат околу 500g/t сребро и 0.01% кадмиум. При одредување на економската вредност на рудната жица бр. 4 се користи содржината на оловото и цинкот, Доколку се земат предвид и податоците за содржината на Ag и Cd во концентратот би се добила пореална геолошко-економска оценка.

VI.2. Минимална економска содржина (МЕС)

Под овој израз се подразбира најниската средна содржина на корисните компоненти во рудната жица бр. 4, врз основа на кои се обезбедува минимална репродукција на средствата. При одредувањето на МЕС мора да се имаат предвид: трошоците при експлоатацијата, обогатувањето, металуршката преработка, искористувањата кои се постигнуваат при тоа, транспортни трошоци итн. Во рудникот „Злетово“ одредувањето на МЕС се одреди по формулата на Г. Г. Гудалин (1967год.), за одредување на МЕС за рудната жица бр. 4 исто така ќе ја користиме оваа формула:

$$\mathrm{MEC} = \frac{100 \cdot S}{Ee \cdot Em \cdot \left(Co - Sm - \frac{100 \cdot St}{b \cdot Em}\right)}$$

Каде што:

МЕС –минимална економска содржина на корисните компоненти (%)

S-трошоци за експлоатација на 1t руда (во денари).....2 500 ден.;

Ее-коефициент на искористување при експлоатацијата (%).....90%;

Ео-коефициент на искористување при обогатувањето (%).....94%;

Ет-коефициент на искористување при металуршка преработка (%).....95%;

Со-пазарна цена на готов производ (сведена на Pb монометал).....117 300ден./t;

Sm-трошоци на металуршка преработка.....10 000ден.;

St-транспортни трошоци по 1t концентрат.....1 500ден.;

b-содржина на корисната компонента во концентратот (олово).....73%;

Пазарната цена на готов производ (олово и цинк) е преземена од LME (London Metal Exchange) за три месечна проекција на цената за олово и цинк од 20. 09. 2017год. За оловото е усвоена просечна цена од 2 300$, односно 117 300ден./t (1$ = 51.0ден.). За цинкот е усвоена просечна цена од 3 000$, односно 153 000 ден./t (1$ = 51.0ден.). Главен носител на економската вредност на рудната жица бр. 4 е оловото и врз основа на неговата пазарна вредност ќе извршиме пресметка за минималната економска содржина (МЕС).

Со внесувањето на податоците за соодветните членови во формулата прикажана погоре се добива:

$$\text{МЕС} = \frac{100 \cdot 2\,500}{0{,}9 \cdot 0{,}95 \cdot (117\,300 - 10\,000 - \frac{100 \cdot 1\,500}{73 \cdot 0{,}95})} = 2{,}78\%$$

Врз основа на оваа пресметка се добива вредност за МЕС од 2,78% на Pb монометал, ова е најниската содржина на оловото во рудата со која е можно да се постигне репродукција на средствата, односно да се оствари добивка.

Погоре споменатата формула за пресметка на МЕС се употребува за монометалични наоѓалишта, но рудната жица бр. 4 е од полиметаличен карактер во која главни економски носители се оловото и цинкот, за да се утврди учеството на цинкот во МЕС потребно е најпрво да се изведе преведување на содржината на цинкот во оловен монометал.

За оваа цел се користи коефициент за преведување на параметрите на цинкот во оловен монометал:

$$Kp = \frac{Cx \cdot Eo(Pb) \cdot Em(Pb)}{Cu \cdot Eo(Zn) \cdot Em(Zn)}$$

Каде што:

Кр-коефициент за преведување

Сх-цена на оловен метал.....117 300ден./t;

Си-цена на цинков метал.....153 000ден./t;

Ео(Pb)-коеф. на искористување при обогатувањето на оловото.....94%;

Ео(Zn)-коеф. на искористување при обогатувањето на цинкот.....75%;

Ем(Pb)-коеф. на искорис. при металуршка преработка на оловото.....95%;

Ем(Zn)-коеф. на искорис. при металуршка преработка на цинкот.....85%;

Со внесувањето на податоците за соодветните членови во формулата прикажана погоре се добива:

$$Kp = \frac{117\,300 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}95}{153\,000 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}95} = 0{,}96\%$$

Врз основа на пресметката се добива дека на 1% олово му одговара 0,96% цинк, според ова односот на оловото и цинкот изнесува Pb : Zn = 1 : 0,96. Со земање предвид на коефициентот за преведување на цинкот во оловен монометал може да се одреди процентуалното учество на оловото и цинкот во МЕС. Со користење на коефициентот за преведување процентуалното учество на олово и цинк во МЕС изнесува Pb=1,45% и Zn=1,33%.

VI.3. Гранична содржина

Граничната содржина преставува најниска содржина на корисните компоненти во рудата кои можат да се експлоатираат без добивка но и без загуба. Овие големини исто така преставуваат граница помеѓу билансните и вонбилансните рудни резерви и врз основа на овие вредности се извлекуваат контурите на рудните жици. Граничната содржина се одредува по формулата на Г. Г. Гудалин (1967):

$$\text{ГС} = \frac{100 \cdot S'}{C'} = \frac{100 \cdot S'}{Ee \cdot Em \cdot (Co - Sm - \frac{100 \cdot St}{b \cdot Em})}$$

Каде што:

S' – варијабилни трошоци.....1 800ден.;

Останатите параметри се исти како при пресметката на МЕС;

Со внесувањето на податоците за соодветните членови во формулата прикажана погоре се добива:

$$\text{ГС} = \frac{100 \cdot 1\,800}{0{,}9 \cdot 0{,}95 \cdot (117\,300 - 10\,000 - \frac{100 \cdot 1\,500}{73 \cdot 0{,}95})} = 2{,}00\%$$

Врз основа на оваа пресметка се добива 2,00% на оловен монометал за ГС. Оваа вредност е идентична со вредноста со која е извршено оконтурување на рудните блокови на рудната жица бр. 4 и која изнесувала Pb+Zn=2,00%. Поединечното учество на оловото и цинкот во ГС можеме да го добиеме со користење на коефециентот за преведување на цинкот во оловен монометал прикажан во точка VI.2. Со употреба на коефициентот за преведување на цинкот во оловен монометал, добиено е процентуално учество на Pb=1,04% и Zn=0,96% за ГС на рудата.

При одредувањето на МЕС и ГС се земени предвид само содржината на оловото и цинкот во рудата, без притоа да се земаат предвид останатите корисни компоненти (сребро, кадмиум и др.). Со земање предвид и на останатите корисни компоненти би се намалиле вредностите за МЕС и ГС, со што, со повторно оконтурување на рудните блокови би се зголемиле и рудните резерви кои ги носи оваа рудна жица.

VI.4. Моделирање на рудните резерви

Моделирањето и пресметката на рудните резерви е многу важен дел од истражно-геолошките работи и во суштина преставува основно средство за сите планирања, проектирања и одвивање на тековното и идно работење на рудникот.

Основно обележје на теоријата за пресметка на рудните резерви, е и стремежот пресметката да не се заснова само на геометриски методи за пресметка, туку да се применуваат сите сознанија за рудната жица со кои се овозможува пореална оценка на рудните резерви.

VI.4.1. Класификација на рудните резерви

Класификацијата на рудните резерви на рудната жица бр. 4, најдобро би можеле да ја изведеме со примена на соодветната Законска регулатива усвоена во Република Македонија, врз основа на која наоѓалиштата за олово и цинк се поделени во неколку групи и подгрупи. Рудните жици од наоѓалиштето “Злетово” според обликот и променливоста на обликот во просторот, според големината и променливоста на големината на рудните жици, променливоста на содржината и распоредот на корисните компоненти во рудните жици, а во согласност со „Правилникот за класификација и категоризација на резервите на минералните суровини за олово и цинк“ (Службен весник на РМ бр. 24 од 01.03.2007), може да се групира во втора група, втора подгрупа. Рудната жица бр. 4, со своите карактеристики во целост се совпаѓа со карактеристиките со останатите рудни жици и влегува во втора група, втора подгрупа на олово-цинкови наоѓалишта.

Согласно условите кои ги бара споменатиот правилник, рудната жица бр. 4 ги има следниве важни карактеристики:

-Рудното тело има плочеста развлечена форма и голема морфолошка постојаност во просторот, што се гледа и од линискиот коефициент на рудоносност кој за досега истражените делови изнесува околу 0,87. Вонбилансните делови не преставуваат природен прекин на рудната жица, туку тоа е прекин поради намалената содржина на корисните компоненти под граничната содржина на откопување;

- Хоризонталните пресеци на рудната жица на поедини отворени хоризонти најчесто имаат „непрекината“ површина од 1 000m^2, со исклучок на пониските хоризонти кои се недоволно развиени и истражени;

- Падниот агол на рудната жица се движи од 45-60^o;

- Рамномерна променливост на површината;

- Променливоста на распоредот на корисните компоненти е средно рамномерна со коефициент на варијација кој за оловото изнесува околу 108, додека за цинкот околу 71;

- Средната дебелина на рудната жица е под 2,0m, со извесни исклучоци кај поедини делови;

- Пострудната тектоника која би можела да влијае на континуитетот на рудната жица во досега истражените делови практично не постои;

Имајќи ги предвид сите наведени фактори и користејќи повеќе методи за одредување на оптимална мрежа за истражни работи, меѓу кои: метода на споредување на податоците добиени при експлоатација на рудната жица, аналитичката метода и метода на постепено разредување на истражната мрежа, дојдено е до констатација дека при истражувањето на рудната жица бр. 4, за докажување на рудните резерви од повисоки А и В категории висинското растојание помеѓу хоризонтите да изнесува околу 50m, а растојанието помеѓу соседните истражни ископи околу 100m. Аналогно на тоа, растојанието помеѓу истражните пресеци со длабинско дупчење од 100m, може да ги задоволи условите за докажување на рудните резерви од С1 категорија.

VI.4.2. Оконтурување на биланснитe рудни резерви

Во наоѓалиштето „Злетово“ оконтурувањето на биланснитe делови на рудните жици е вршено исклучиво врз основа на граничната содржина (ГС). Рудата од рудната жица бр. 4 во себе содржи повеќе корисни компоненти кои можат да се екстрахираат (олово, цинк, сребро и кадмиум), досегашното оконтурување се вршело врз основа на ГС која се одредува на условен начин т.е. основен метал-олово, вклучувајќи ги и придружните елементи. Накусо речено, при практично одделување на биланснитe од вонбиланснитe рудни резерви при пресметка на геолошките рудни резерви, ГС изнесува 2,0%

олово+цинк. Врз основа на пресметката за ГС која што е направена во овој Труд исто така е добиена вредност која изнесува 2,0% на оловен монометал.

- Оконтурувањето на оруднувањето по дебелината на рудната жица се одредува директно врз основа на резултатите од поединечните проби од рударските работи, или податоците од опробувањето на јадрата од истражните дупнатини, преку метапроцент, а кај потенките рудни жици и со разблажувањето, односно сведување на содржината на минималната работна ширина од 1,20m.

- Оконтурувањето со интерполација се врши така што границите помеѓу билансната и вонбилансната руда се поставува на средина помеѓу истражните работи, или врз основа на точките кои се добиени со соодветни пресметки со земање предвид на влијанието на екстрависоките (или ниски) содржини или дебелина на рудната жица.

- Оконтурувањето по методата на екстраполација, се врши во случај кога со крајните истражни работи не е утврдено исклинување на рудната жица по протегање или пад, т.е. не е откриен прекин на билансните оруднувања. Во принцип, големината на екстраполираните блокови од соодветна категорија зависи, пред сè од добиените резултати од крајните истражни работи, од степенот на изученоста на тој дел на рудната жица, од нејзините структурни и морфолошки особини и од закономерноста на распределбата на оруднувањето. За пореална оценка на големината на екстраполираните блокови во многу случаи се користат и податоците од најблиските откопани делови на рудната жица.

- Одредувањето на дебелината и содржината на корисните компоненти во екстраполираниот блок се врши по математички пат, така што на крајните граници од блоковите од C_2 категорија се земаат вредностите за дебелина 1,20m, а за содржина 2,0% Pb+Zn и со пресметка се одредува средната вредност помеѓу крајните истражни работи и крајните точки на блоковите од C_2 категорија.

VI.4.3. Пресметка на рудните резерви на рудната жица бр. 4

Пресметката на рудните резерви во рудникот „Злетово“ се врши со помош на откопните карти. Откако на откопните карпи се извлечени контурите на поедини блокови со соодветна категорија на геолошките рудни резерви, потребно е да се изврши пресметка на количината на рудните резерви. Пресметката се изведува во табеларен облик, во кој се внесуваат: должина на блокот, висина, површина, волуменозна тежина, волуменот и содржината на елементите. Исто така, се пресметува количината на металите, се изведува просечна вредност за содржината на корисните компоненти и волуменозната тежина. Од овие податоци се врши пресметка за секој руден блок посебно, понатаму за секој хоризонт и на крај се прикажуваат вредностите за целата рудна жица по соодветни категории на рудни резерви. Вкупните рудни резерви се коригираат за влажноста, односно резервите се преведуваат во сува руда за процентот на влажност кој изнесува 5%. Овој начин на преведување многу ја олеснува споредбата со податоците од хемиската лабораторија, која анализите ги изведува на суви примероци. Во табела 8, се прикажани пресметаните рудни резерви за рудната жица бр. 4, по соодветни категории.

***Табела 8**. Рудни резерви на рудната жица бр. 4 од наоѓалиштето „Злетово“;*

***Table 8**. Ore reserves in the ore vein No. 4 of deposit „Zletovo“;*

Рудна жица бр. 4								
Резерви од A + B + C1 - категорија								
Категорија	d (m)	P (m^2)	V (m^3)	Vt (t/m^3)	Qv (t)	Qs (t)	Pb (%)	Zn (%)
Σ A - категорија	1.33	20 940	27 893	2.82	78 720	74 784	6.13	2.00
Σ B - категорија	1.43	132 945	190 066	2.81	533 446	506 774	4.92	1.84
Σ C_1 - категорија	1.55	90 641	140 649	2.76	388 089	368 685	3.11	1.22
Σ A+B+C_1 – кат.	**1.47**	**244 526**	**358 608**	**2.79**	**1 000 256**	**950 243**	**4.90**	**1.71**

Резерви од C_2 - категорија	
C_2 - категорија	**146 025t**

Каде што:

d - дебелина на рудната жица;

P – површина на соодветната категорија на резерви;

V – волумен на рудните резерви;

Vt – волуменозна тежина на рудата;

Qv – тежина на влажна руда;

Qs – тежина на сува руда;

Pb(%) и Zn(%) – средна содржина на олово и цинк.

Од податоците кои се прикажани во табела 4, можат да се изведат следниве заклучоци:

- Вкупните рудни резерви по A+B+C_1 категорија за рудната жица бр. 4, изнесуваат 1 000 265t.

- Состојбата на рудните резерви по категории изнесуваат:

Рудните резерви од А-категорија изнесуваат 78 720t. Процентуалното учество на резервите од А-категорија, во однос на вкупните резерви изнесува 7,87%. Учеството на резервите од А-категорија, гарантира отпочнување и повторна експлоатацијата на оваа рудна жица, но сепак паралелно со експлоатацијата потребно е перманентно доистражување и преведување на пониските во повисоки категории на рудни резерви, а со тоа и зголемување на резервите од А-категгорија.

Рудните резерви од В-категорија изнесуваат 533 446t. Учеството на резервите од В-категорија, во однос на останатите категории изнесува 53,33%.

Рудните резерви од C_1-категорија изнесуваат 388 089t. Процентуалното учество на резервите од C_1-категорија изнесува 38,80%.

Количината на перспективни резерви од C_2-изнесуваат 146 025t, но Доколку на овие количини би се надоврзале потенцијалните рудни резерви (D_1 и D_2) тогаш би се добил многу поголеми рудни резерви, односно би се добила слика за потенцијалот кој што го носи оваа рудна жица. Се разбира за утврдување на овие рудни резерви потребно е да се изведе доистражување, нивно докажување и преведување во повисоки категории на рудни резерви.

Врз основа на овие податоци може да се заклучи дека степенот на истраженост на рудната жица бр. 4 е доста висок. Но сепак останува констатацијата дека учеството на рудните резерви од А-категорија во вкупните резерви е ниска и потребно е нивно перманентно зголемување преку дополнителни истражно-експлоатациони рударски работи.

VI.5. Биланс на метали

Основни носители на економската вредност на рудната жица бр. 4, се оловото и цинкот, кои се изразени преку процентуалното учество. Но рудникот „Злетово“ на светскиот пазар продава метал, не руда со одредена содржина на олово и цинк, затоа е потребно да се изрази количината на оловото и цинкот во метал кој би се добил со експлоатација. Врз основа на табела 8, преку процентуалното учество на оловото и цинкот и пресметаните рудни резерви може да се пресмета метал билансот (табела 9).

***Табела 9**. Рудни резерви и метал биланс на рудната жица бр. 4;*

***Table 9**. Ore reserves and metal balance of the ore vein No. 4;*

Рудна жица бр. 4						
Резерви од A + B + C1 - категорија						
Категорија	Qv (t)	Qs (t)	Процентуално учество		Метал биланс	
			Pb (%)	Zn (%)	Pb мет. (t)	Zn мет. (t)
Σ A - категорија	78 720	74 784	6.13	2.00	4 582	1 495
Σ B - категорија	533 446	506 774	4.92	1.84	28 032	9 315
Σ C_1 - категорија	388 089	368 685	3.11	1.22	13 777	4 489
Σ A+B+C_1 - категорија	**1 000 256**	**950 243**	**4.90**	**1.71**	**46 391**	**15 299**

Каде што:

Qv – тежина на влажна руда;

Qs – тежина на сува руда;

Pb(%) и Zn(%) – средна содржина на олово и цинк;

Pb мет. (t) и Zn мет. (t) – оловен и цинков метал кој се содржи во рудата во t.

Од податоците кои се прикажани во табела 9, можат да се изведат следниве заклучоци:

- Вкупните рудни резерви по A+B+C_1 категорија за рудната жица бр. 4, изнесуваат 1 000 265t. Вкупната количина на оловен метал содржан во овие рудни резерви изнесува 46 391t, додека цинковиот метал изнесува 15 299t.

- Доколку се погледне метал билансот по категории на рудните резерви се забележува:

Во рудните резерви од A-категорија се содржани 4 582t оловен метал и 1 495t цинков мета. Процентуалното учество на рудните резерви од A-катего–рија во вкупниот метал биланс изнесува 7,87%.

Во рудните резерви од B-категорија се содржани 28 032t оловен метал и 9 315t цинков метал. Учеството во метал билансот изнесува 53,33%.

Во рудните резерви од C_1-категорија се содржани 13 777t оловен метал и 4 489t цинков мета. Процентуалното учество во метал билансот изнесува 38,80%.

Врз основа на табела 9, се забележува најголемо процентуално учество во метал билансот на рудните резерви од B-категорија, овие количини со мал обем на дополнителни истражни работи можат да бидат преведени во повисока A-категорија со што се зголемува перспективноста на оваа рудна жица.

IV.6. Вредносна оценка на рудната жица бр. 4

Вредносната оценка има за цел комплексно да ги согледа сите ефекти кои произлегуваат од експлоатацијата. Таквата оценка е особено значајна за перспективното планирање на истражните работи, за планирање на инвестиции итн. Значењето на вредносната оценка, се гледа, како во фазата на истражување така и во фазата на експлоатација затоа што нејзините критериуми ни овозможуваат потполно согледување и решавање на многу поединечни проблеми поврзани за искористување на минералната суровина, рентабилноста, економичноста, продуктивноста и низа други показатели кои се важни за согледување на економските ефекти, што се постигнати или ќе се постигнат.

При одредување на вредносната оценка на рудната жица бр. 4 од наоѓалиштето „Злетово“, ќе извршиме анализа без да го земеме предвид временскиот фактор. Со примена на вредносната оценка на наоѓалиштето-рудната жица без земање предвид на временскиот фактор се добива само една привидна слика за вредноста на рудната жица. Основен недостаток на ваквата оценка се гледа во тоа што со неа не е опфатено времето во кое ќе се изврши реализација на приходите, односно трошоците кои ја следат експлоатацијата и пласманот на минералната суровина на пазарот.

Во следниот дел накусо ќе извршиме пресметка на економските ефекти кои би се постигнале со експлоатација на рудната жица бр. 4. Оценката е заснована на следниве податоци:

-содржина на олово и цинк во рудата..... Pb=4,90% и Zn=1,71%;

-искористување при обогатување.....Pb=94% и Zn=75%;

-губитоци при експлоатацијата.....10%;

-искористување при металуршка преработка.....Pb=95% и Zn=85%;

-вкупно искористување.....Pb=80% и Zn=57%;

-квалитет на концентратот.....Pb=73% и Zn=51%;

-квалитет на металот.....Pb=99,99% и Zn=97,50%;

-цена на готов производ.....Pb=117 300ден./t и Zn=153 000ден./t;

-рудни резерви (A+B+C1-категорија).....1 000 256t.

Содржината на металите која би се екстрахирала од рудата, може да се добие со земање предвид на содржината на оловото и цинкот и вкупното искористувањето со кое би се постигнало:

$$Pb = 4{,}90\% \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}90 \cdot 0.95 = 3{,}94\%$$

$$Zn = 1{,}71\% \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}90 \cdot 0{,}85 = 0{,}98\%$$

Со пресметката е добиена содржина на металите што може да се добие од рудата и изнесува 3,94% за оловото и 0,98% за цинкот. Во процесот на производство, за добивање на 1t оловен и цинков метал е потребно да се откопа одредена количина на руда. Потребната количина на руда која треба да се откопа за добивање на 1t метал може да се добие со земање предвид на квалитетот на оловото и цинкот во крајниот производ и содржината на металите кои би се екстрахирале од рудата:

$$q(Pb) = \frac{100 \cdot 0{,}9999}{3{,}94} = 25{,}4t$$

$$q(Zn) = \frac{100 \cdot 0{,}975}{0{,}98} = 99{,}5t$$

Врз основа на претходните пресметки, се гледа дека за добивање на 1t олово потребно е да се откопаат 25,4t руда, додека за 1t цинк потребно е да се откопаат дури 99,5t руда.

Вредност на 1t откопана руда може да се пресмета од пазарната цена на металите и потребната количина на руда која е потребна за добивање на 1t метал, по пресметката:

Pb = 117 300ден. / 25,4t = 4 606ден./t

Zn = 153 000ден. / 99,5t = 1538ден./t

Pb+Zn = 4 606ден./t + 1538ден./t = 6 144ден./t

Врз основа на пресметките направени погоре се добива дека вредноста на 1t откопана руда изнесува 6 144денари. Според ова вредноста на геолош–ките рудни резерви (A+B+C_1 категорија), намалени за губитоците (-10%) кои настануваат во текот на експлоатација би изнесувала:

1 000 256t · 0,9 · 6 144ден./t = 5 531 015 578ден. ≈ 89 935 213€ (1€ = 61,5 ден.);

Оваа вредност од 5 531 015 578ден., е добиена без да се земат предвид трошоците кои го следат процесот на експлоатација, многу пореална проценка ќе се добие доколку се земат и трошоците за експлоатација кои изнесуваат 2 500ден./t. Врз основа на ова, трошоците за добивање на 1t руда изнесуваат:

1 000 256t · 0,9 · 2 500ден./t = 2 250 576 000ден. ≈ 36 594 732€ (1€ = 61,5 ден.);

Дополнително за добивање на готов производ, екстрахираната руда е оптоварена со металуршки трошоци. Врз основа на претходните пресметки, за добивање на 1t олово потребно е да се откопаат 25,4t руда, додека за 1t цинк 99,5t руда. Металуршките трошоци за добивање на 1t метал (олово-цинк), изнесуваат 10 000ден./t, врз основа на што просечните металуршки трошоци на 1t руда изнесуваат 494,2 денари. Врз основа на ова вкупните металуршки трошоци изнесуваат:

1 000 256t · 0,9 · 494,2ден./t = 444 893 864ден. ≈ 7 234 046€ (1€ = 61,5 ден.);

Вкупните трошоци за експлоатација и металуршка преработка на геолошките резерви содржани во рудната жица бр. 4 (A+B+C1-категорија), изнесуваат:

2 250 576 000ден. + 444 893 864ден. = 2 695 469 864ден. ≈ 43 828 778€ (1€ = 61,5 ден.);

Со одбивање на вкупните трошоци од вкупниот приход кој би се остварил, се добива економската вредноста на рудната жица бр. 4:

5 531 015 578ден. – 2 695 469 864ден. = 3 285 660 914ден. ≈ 46 106 434€ (1€=61,5 ден.);

Ориентационата вредност на пресметаните геолошки рудни резерви изнесуваат 3 285 660 914ден. или 46 106 434€.

Можноста за остварување на позитивни ефекти од експлоатацијата на оваа рудна жица се евидентни, но за да се постигната потребно е да се воведе поголема контрола на разблажувањето и губитоците на минералната суровина, со што овие фактори би се довеле до прифатливи големини. Како алтернатива би било примената на попродуктивна механизација со која би се зголемила продуктивноста и количината на руда која би се експлоатирала од оваа рудна жица како би се остварале и поголеми приходи и помали расходи, со што економските ефекти би биле поголеми.

Пореална вредносно-економска оценка на рудната жица бр. 4, треба да се направи со методите на нето-сегашна вредност, интерна стапка на рентабилноста, метода на ануитети и други методи, при тоа, земајќи го предвид и временскиот фактор.

VII. Дискусија по приложените модели

Од геолошкото, морфолошкото и економското моделирање се гледа комплексноста на рудната жица бр. 4.

Комплексноста на литологијата (многубројните литолошки единици кои се присутни), сложените структурни обликувања на просторот во кои е сместена минерализацијата на рудната жица бр. 4, минералната парагенеза, алтерациските процеси и промените на околните карпи, многу го отежнуваат изведувањето на идните истражно-експлоатациските рударски работи.

Сложената морфологија, присуството на ограноци (тенки апофизи), кои се одделуваат од рудната жица бр. 4, стеснувања, проширувања, присуството на салбанда која покажува големи промени на моќноста на кратко растојание, околурудните импрегнации и др., многу го отежнуваат насочувањето на истражните и експлоатациските ходници, нешто кое има големо влијание и на разблажувањето и губитоците на минералната суровина.

Високиот коефициент на рудоносност и коефициент на варијации, што во целост одговара со оној на наоѓалиштето, ја зголемуваат перспективноста на оваа рудна жица. Но, губитоците и разблажувањата се тие на кои што треба да се насочи вниманието. Предвидувањата на условите за експлоатација уште во време на подготовките за повторно отворање на оваа рудна жица и надминувањето на сите технички тешкотии, во комбинација со постојан надзор и контрола од страна на геолошката служба на рудникот „Злетово“ би овозможило непречено одвивање на експлоатацијата со разблажување и губитоци кои би биле во прифатливи рамки.

Современите 3D софтверски пакети и нивна примена на наоѓалиштето „Злетово“, овозможуваат просторен поглед на рудната жица, кој многу би го олеснил планирањето и изведувањето на нови истражни работи. Но со овие софтверски пакети не може во целост да се согледа комплексноста на рудната жица во микроплан, гранењето во странични апофизи, анклави, стеснувања на рудната жица итн., овие прашања мора да се одговараат со директен надзор и контрола на стручната геолошка служба на рудникот „Злетово“.

Перспективноста на оваа рудна жица е очигледна, за тоа зборува примарната содржина на олово и цинк која е над просечните вредности за наоѓалиштето, како и количината на докажаните рудни резерви. Она што загрижува е малото процентуално учество на рудните резерви од А-категорија, што гарантира отпочнување на повторната експлоатација веднаш, но и бара понатамошно перманентно доистражување и преведување на рудните резерви од пониска во повисока категорија.

Економските придобивки кои би се добиле од оваа рудна жица се евидентни, но понатаму е потребно да се направат покомплексни пресметки со земање предвид на временскиот фактор, со што уште пред да се започне со повторна експлоатација би се планирала количината и динамиката со која би се експлоатирала оваа рудна жица како би се постигнале најдобри економски резултати.

Минералната суровина е необновливо богатство и со неа мора правилно да се стопанисува и рационално да се користи. Врз основа на сето она претходно спомнато може да се заклучи дека: на оваа рудна жица, неосновано, не и се посветува доволно внимание. Одредените неповолни фактори, е потребно да се надминат пред сè со зголемување на продуктивноста на трудот, воведувањето на современа механизација во процесот на производство, подобра организација и рационално користење на сите корисни компоненти.

Заклучок

Врз основа на сето она што претходно е прикажано и презентирано во овој магистерски труд можат да се извлечат следниве заклучоци:

Рудната жица бр. 4, е составен дел од олово-цинковото наоѓалиште „Злетово“.

Минерализацијата во рудната жица бр. 4 е сместена во раседни структури од I-ред, односно раседни структури со протегање ССЗ-ЈЈИ до СЗ-ЈИ и пад кон СЕ. Врз основа на изработените рударски истражни работи може да се констатира дека оваа рудна жица има протегање кое изнесува повеќе од 2500m, додека по пад е истражена повеќе од 500m, што зборува за значењето на оваа рудна жица.

Морфолошки рудната жица бр. 4, покажува голема постојаност во просторот, најчесто минерализацијата го исполнува празниот простор, а во помала мера метасоматски ги потиснува околните карпи.

Коефициентот на рудоносност на рудната жица бр. 4 изнесува 0,8732, односно изразено во проценти 87,32% оруднетост, што преставува доста висок коефициент на рудоносност.

Коефициентот на варијација за оловото изнесува 108,21%, за цинкот 70,76%, додека моќноста на рудната жица покажува најмала променливост во просторот со коефициент на варијација од 45,87%.

Губитоци на рудата, преставува губење, неискористување на дел од рудните резерви поради различни причини. Коефициентот на губитоци на минералната суровина за рудната жица бр. 4 изнесува 0,135, односно изразено во проценти 13,5% и се поголеми во однос на просечните за наоѓалиштето.

Разблажување на рудата, преставува намалување на содржината на корисните компоненти во откопаната рудна маса, во однос на содржината во рудната жица. Планското разблажување на рудната жица бр. 4, при изработка на подетажните ходници се движи од 26,3 до 42,3%. Во откопите вредностите на планското разблажување се движи од 6,7 до 7,8%. Сумарното планско разблажување на рудната жица бр. 4 би изнесувало од 11,5 до 13,9% со

трендот на зголемување на планското разблажување со намалувањето на падниот агол на рудната жица.

Врз основа на сите податоци од истражните работи, резултати и анализи, со помош на компјутерскиот софтвер Вулкан (Vulcan) 7.5, од компанијата Маптек (Maptek) извршивме 3D моделирање на рудната жица бр. 4. Ова моделирање имаше за цел просторно прикажување на оваа рудна жица, со целосната морфолошка комплексност, прикажување на изведените рударски истражни работи, врз основа на што во иднина би можело да се планираат и проектираат дополнителните истражни работи, да се следи експлоатацијата на рудната жица итн.

Примарната содржина на оловото и цинкот врз основа на пресметаните геолошки рудни резерви од A+B+C_1-категорија изнесува: Pb=4,90% и Zn=1,71%, односно Pb+Zn=6,61%.

Минимална економска содржина (МЕС) за оловото, изнесува 2,78% Pb. Со земање предвид на коефициентот за преведување на цинкот во оловен монометал се добива дека МЕС за олово и цинк изнесува Pb=1,45% и Zn=1,33%.

Граничната содржина изнесува 2,0% на оловен монометал. Со земање предвид на коефициентот за преведување на цинкот во оловен монометал се добива дека ГС за олово и цинк изнесува Pb=1,04% и Zn=0,96%.

Со вредносната оценка комплексно се согледани сите ефекти кои произлегуваат од експлоатацијата. Оваа оценка е особено значајна за перспективното планирање на истражните работи, за планирање на инвестиции итн. Можноста за остварување на позитивни ефекти од експлоатацијата на оваа рудна жица се евидентни, но за да се постигнат потребно е да се воведе поголема контрола на разблажувањето и губитоците на минералната суровина, со што овие фактори би се довеле до прифатливи големини.

Користена литература

Блечиќ, Н., 1983. Извори рудних компоненти хидротермалних лежишта (упоредна анализа генетских модела на примеру рудног лежишта Злетово). Докторска дисертација, Београд, стр. 560;

Блечиќ Н. 1980. Студија физичко-хемиских услова генезе лежишта олово-цинк Злетово, на бази инклузија рудних раствора. Рударско Геолошки Факултет, ОСУР-смерови за истраживање лежишта минералних суровина-Београд: Књига I, стр. 78;

Гудалин Г. Г., 1967. Предпроектнаја економическоја оценка рудних месторождениј. Недра, Москва, стр. 326;

Ефремов И. 2002. Елаборат за геолошките рудни резерви на Злетовското олово-цинково наоѓалиште. Рудници за олово и цинк “Злетово”, Геолошка служба-Добрево: Книга I, стр. 460;

Ефремов И., 1993. Металогенија на Кратовско-злетовската вулканска област. Докторска десертација, РГФ-Штип, стр. 286;

Zarić, P. (1982). Mineraloska ispitivanja u rudniku Zletovo u studiji: Regionalna I detaljna metalogenetska istrazivanja rudnog polja Zletovo, RGF-Beograd, Beograd;

Иванов Т., Денковски Ѓ., 1980. Хидротермални алтерации во порфирското лежиште Плавица-Златица, во Кратовско-злетовската вулканска област, Симпозиум алтерација стена и минерала, 100 год. Геол. школе у Србији, Београд;

Арсенијевиќ, М., 1967. Ретки елементи у оловно-цинковом лежишту Добрево. Институт за геолошко-рударска истраживања и испитивања нуклеарних и других минералних суровина. Стручни фонд института Београду, стр. 138;

Јанковиќ С., 1985. Економска геологија и основи економке минералних суриовина: Губитоци и разблажење минералних суровине при експлоатација. Рударско-Геолошки Факултет, ООУР-смерови за истраживање лежишта минералних суровина-Београд, стр. 52-57;

Јанковиќ С., Миловановиќ Д., 1972. Економска геологија, I (Принципи економске геологије). Рударско Геолошки Металуршки Факултет-Београд, стр. 249;

Јанковиќ С., Миловановиќ Д., 1968. Економска геологија, I. Рударско Геолошки Факултет-Београд, стр. 217;

Карамата С., 1974. Геохемиске, петролошке и металогенетске провин–ције Кредно-Тецијарни старости, дела Балканског Полуострова и Мале Азије, САНУ, Посебна издања књига CDL XXV, Београд;

Кинстри Н. Е., 1958. Структури гитротермалних рудних месторожденијии. Зборник стијене у рудној области између Кратово и Злетово. Споменица Мише Ќишпатича, издание Југословенски академије знаности, Загреб, стр. 589;

Criddle, A. J. and Stanley, C.J. (1986). The Quantitative Data File for Ore Minerals of the Commission on Ore Microscopy of the International Mineralogical Association. Second Issue. British Museum (Natural History), pp. 420;

Мијалковиќ Н. и др., 1971. Геолошко-структурна карта Кратовско-злетовске области 1:50 000. ФСД “Злетово”, Пробиштип;

Manual Вулкан (Vulcan) 7.5, January 2008. Manual by Maptek Pty Ltd (www.Maptek.com), pp. 242;

Миловановиќ Д., 1970. Геолошко-економска оцена лежишта минералних суровина у појединим стадиума истраживања и њена проблематика у Југословенској пракси. Реферати VII конгреса геолога Југославие, Загреб, стр. 585;

Милутиновиќ В., 1971. Комплексна методологија економске оцена лежишта минералних суровина. Рударски институт, Београд, стр. 228;

Милутиновиќ В., 1967. Методе економске оцене рудника и лежишта као критеријум ефективности инвестирања и проектовања. Рударски гласник 6, Но. 2, Београд, стр. 49-57;

Милутиновиќ В., 1961. Економска оцена рудника и лежишта обојених метала. Завод за геол. и геоф. истраживања, посебно изд. Књ. 10, Београд, стр. 159;

Mudrinić C., Petković M., 1982. Geohemijska ispitivanja. “Regionalna i detaljna metaloge- netska istrazivanja rudnog polja Zletovo”. RGF-Beograd, str. 125-165;

Пантиќ, Р., Симиќ, В., Мијалковиќ, Н., Копривица, Д., Лолевиќ, С., Радусиновиќ. Д,. 1972. Кратовско-Злетовска област-истраженост и перспективност. (Сводни извештај) Фонд стручне документације Геоинститута Београд, стр. 185;

Ohmoto, H., Rye, R. O., 1979: Isotopes of sulphur and carbon. In: Barnes, H. L. (ed) Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York, pp. 509-567;

Ohmoto, H., 1986: Stable istope geochemistry of ore deposits: In Valley, J. W. Taylor, H.P. Ir., O’Neil, J. R (eds) Stable istope in high temperature geological processes. Rev. Mineralogy 16, pp. 491-559;

Пенџерковски Ј., Ѓузелковски Д., Страчков М., 1959. Геолошко-петрографски испитувања на теренот во околината на с. Добрево, со геолошка карта 1:5 000. Сручни фонд на Геолошки завод на СРМ, Скопје, стр. 45;

Петковиќ М., 1982. Регионална и детална металогенетска истраживања рудног поља Злетова. Рударско Геолошки Факултет, ОСУР-смерови за истраживање лежишта минералних суровина-Београд: Књига I, стр. 460;

Радичевиќ П. 1972. Техника бр. 2. Разблажање и губитоци руде при експлотацији рудних лежишта. Рударско Геолошки Факултет- Београд: стр. 135;

Ракиќ С., 1978. Неке структурне и генетске особености полиметаличног оруднење у Злетовском рудном пољу. IX Конгрес геолога Југославије, Сарајево, стр. 611-619;

Петковиќ, М., 1982. Регионална и детална металогенетска истраживања рудног поља Злетово. Рударско-геолошки факултет Београд, ООУР-истраживање лежишта минералних суровина, стр. 285;

Rye, R., Hall, W., Ohmoto, H., 1974: Carbon, Hydrogen, Oxygen and Sulphur isotopeStudy of the Lead-Silver-Zinc Deposit, Southern California. Econ. Geol., 69, pp.468-481;

Серафимовски Љ. 2016. Елаборат за прекатегоризација на геолошките рудни резерви во рудното наоѓалиште за Pb-Zn Злетово (состојба 31.12.2012година), Стручен фонд на рудникот “Злетово”, стр. 78;

Serafimovski T. and Tasev G., (2003). The Zletovo Subvolcanic Hydrothermal Pb-Zn Mineral Deposit in the Republic of Macedonia. Geo-dynamics and Ore Deposit Evolution of the Alpine-Balkan-Carpathian-Dinaride Province. Final GEODE-ABCD Workshop. Program and Abstracts. Seggauberg, Austria, 22-24 March, 2003, pp. 50-51;

Serafimovski, T. and Aleksandrov, M., 1995. Lead-zinc deposits and occurrences in the Republic of Macedonia. Faculty of Mining and Geology, Stip, Special Issue no 4, pp. 387(in Macedonia);

Серафимовски Т. 1993. Структурно металогенетски карактеристики на зоната Леце-Халкидик. Типови на наоѓалишта и реонизација. Ун. Св. “КИРИЛ И МЕТОДИЈ”-СКОПЈЕ, РГФ-Штип: Посебно издание бр.2, стр. 235;

Серафимовски Т. 1990. Металогенија на зоната Леце-Халкидик. Докторска десертација, РГФ-Штип, стр. 391;

Стојанов Р., Серафимовски Т., 1990. Вулканизмот во Злетовско-кратовската вулканска област. XII Геол. конгрес, книга II, стр. 424-441, Струга;

Филиповиќ Б., Димитриевиќ Н., Томиќ В. 1974. Хидрогеолошка студија олово и цинка лежишта Добрево. Рударско-Геолошки Факултет, ООУР за хидрогеологију-Београд: стр. 180;

Цвијиќ Ј. 1924. Геоморфологија. Стари кратери Кратовско-злетовски еруптивне области. Државна штампарија Краљевина Срба, Хрвата и Словенца-Београд: Книга II, стр. 195;

Цисарц А. 1951. Извештај о микроскопском испитивању руда и околних стена у налазиштема олово и цинка код Добрево. Стручен фонд на рудник Злетово: Книга 40, стр. 138;

Шоптрајанова Г., 1965. Гранодиоритските фрагменти во дацитскиот туф кај с. Добрево, Македонија. Весник завода за геол. и геоф. истраживања. Серија А, кн. 22/23, стр. 245-249, Београд;