



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

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

**МОДЕЛИРАЊЕ НА РУДНИТЕ РЕЗЕРВИ ВО
НАОЃАЛИШТЕТО СВИЊА РЕКА, РУДНИК САСА**

Кандидат:
Златко Пелтековски

Штип, 2012 г.

Ментор: проф. д-р Тодор Серафимовски, редовен професор
Факултет за природни и технички науки
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Членови на комисија за оценка и одбрана

Претседател: проф. д-р Орце Спасовски

Член: проф. д-р Тодор Серафимовски

Член: доц. д-р Горан Тасев

Научно поле: Геологија, металогенија, економска геологија

Научна област: Наоѓалишта на минерални суровини

Датум на одбрана:

Датум на промоција:

ПОСВЕТА И БЛАГОДАРНОСТ

Изразувам голема благодарност на проф. д-р Тодор Серафимовски, затоа што прифати да биде ментор на овој магистерски труд и за севкупната помош воопшто, за укажаните совети, поуки и сугестии.

Должам благодарност и на доц. д-р Горан Тасев, проф. д-р Орце Спасовски и проф. д-р Марин Александров за укажаната помош и корисните совети при изработката на овој магистерски труд.

Посебна благодарност изразувам до раководството на рудник „САСА“ кои ми овозможија да ги користам и интерпретирам податоците изложени во овој труд.

Благодарност должам и на моето семејство, кое ме поддржуваше во сите мои одлуки и ме помагаше кога беше потребно во текот на работењето на трудот.

На крајот, ја користам оваа пригода да им изразам благодарност на сите оние коишто на каков било начин ми помогнаа во извршувањето на поставената задача.

Без сите нив ова немаше ниту да започне и затоа можам само едно да им кажам на сите заедно: ГОЛЕМО БЛАГОДАРАМ!

МОДЕЛИРАЊЕ НА РУДНИТЕ РЕЗЕРВИ ВО НАОЃАЛИШТЕТО СВИЊА РЕКА, РУДНИК „САСА“

Краток извадок

Просторот кој е тема на оваа магистерска работа е доста интересен и истражуван во последните неколку децении. Токму истражувањата на наоѓалиштето Свиња Река во последните неколку години и користењето на бројните податоци од постар датум резултираат со изработката на оваа магистерска работа во која се презентирани компилациски податоци на постарите податоци, но и најновите сознанија за наоѓалиштето Свиња Река, рудник „Саса“, Македонска Каменица.

Истражувањата дадоа придонес во појаснувањето на специфичноста на појавата, типот и видот на оловно-цинковите минерализации, преку осознавањето на структурно-морфолошките односи, минералошките карактеристики и др. Имајќи предвид дека моделирањето на одделни делови од наоѓалиштето и парцијалното набљудување на одредени геолошки профили, но и целото наоѓалиште, во три димензии неспорно доведува до правилно насочување и моделирање на перспективните резерви во услови на активна експлоатација, притоа ставајќи го акцентот на комерцијалните ефекти, беше изработен и комплексен 3D модел на наоѓалиштето Свиња Река.

Познавајќи го фактот дека пазарната вредност на главните рудни метали во наоѓалиштето Свиња Река, оловото и цинкот, го има главниот збор во насочувањето на геолошките истражни работи и отворањето на евентуалните можности за проширување на експлоатационите простори, беше направена и геолошко-економска оценка на наоѓалиштето според методата на блокови со огромна помош на програмскиот пакет VULCAN, како и според методата на паралелни хоризонтални профили, дадена во Елаборатот од 2012 година. Разликите според овие две методи покажаа квантитативна разлика од 6% и квалитативна разлика од 4%, што секако се вредности кои се во согласност со позитивните законски нормативи.

Клучни зборови: *истражување, моделирање, геолошко-економска оценка.*

MODELING OF MINING RESERVES IN SVINJA REKA DEPOSIT SASA

Abstract

An area that has been subject of this master thesis is quite interesting and studied during last few decades. Recent studies of the Svinja Reka deposit with an extensive use of some previous data, have resulted with preparation of this master thesis where are presented compilation data of older and latest findings regarding this deposit.

The studies has contributed to clarifying the specifics of the occurrence, type and morphology of lead-zinc mineralization, through the structural-morphological relations, mineralogical features etc. Given that modeling of individual sections of the site and partial observation of certain geological profiles as well as the whole deposit, in three dimensions, undoubtedly leads to correct targeting and modeling of prospective reserves in terms of active exploitation, while putting an emphasis on commercial effects was developed complex 3D model of the site Svinja Reka deposit.

Knowing the fact that the market value of the main ore metals in Svinja Reka deposit, lead and zinc, has a say in directing geological investigations and the opening of eventual opportunities for expanding exploitation areas, was made the geological and economic evaluation of the deposit by the method of blocks with a tremendous help of a software package VULCAN, and with a method of horizontal parallel cross sections (profiles) given in Study of 2012. Differences according to these two methods showed quantitative difference of 6% and qualitative difference of 4%, which of course are values that are in accordance with legal norms.

Key words: *exploration, modelling, geological-economic evaluation.*

Содржина

Вовед.....	2
1. Воведни карактеристики за наоѓалиштето.....	4
2. Општи карактеристики на истражуваниот простор	8
3. Структурно-металогенетски карактеристики	10
4. Литостратиграфски и геолошки карактеристики.....	15
5. Типови на структури.....	18
6. Терциерниот вулканизам и неговото значење за оруднувањето.....	21
7. Наоѓалиште Свиња Река.....	31
8. Геологија на потесната околина	32
9. Типови на оруднување	37
10. Морфологија на рудните тела.....	40
11. Минерален состав и парагенетски односи.....	46
12. Структурно-текстурни карактеристики на оруднувањето.....	58
13. Асоцијација на елементите Pb, Zn и Ag.....	64
14. Типови на алтерации.....	73
15. Зоналност на оруднувањето (макро и микро план)	75
16. Услови на постанок на наоѓалиштето	77
17. Моделирање на рудните резерви	86
17. 1. Функционални задачи потребни за процесот на моделирање на рудни резерви во дадено наоѓалиште	87
17. 2. Автоматизација на работната средина со внесување на геолошките и геодетски податоци во база на податоци (БП).....	87
17. 3. Изработување на контури на рудните тела.....	90
17. 4. Изработка на 3D модел на рудните тела.....	95
17. 5. Правење на композити од дупчотините	99
17. 6. Задавање вредности за креирање на блок-модел на рудните тела.....	101
17. 7. Пресметка на блоковите во блок-моделот	108
17. 8. Пресметка на резервите на даденото наоѓалиште.....	114
18. Натурални и вредносни показатели на рудата.....	126
18. 1. Натурални показатели.....	126
18. 2. Вредносни показатели.....	135
19. Вредносна оцена на наоѓалиштето.....	136
Заклучок.....	139
Л и т е р а т у р а.....	142

Вовед

Оловно-цинковите наоѓалишта претставуваат едни од најзначајните минерални сировини во светски рамки. Тие се широко распространети и се појавуваат во различни генетски типови и металогенетски единици, а како метали оловото и цинкот се стратегиски и берзански. Сето ова е доволен показател за научната оправданост на секоја тема што ги третира оловото и цинкот. Кога станува збор за наоѓалиштето „Саса“, слободни сме да кажеме дека покрај тоа што ова наоѓалиште на олово и цинк претставува синоним за оловно-цинковите наоѓалишта во Македонија и регионот, туку тоа е и трето наоѓалиште по содржини и количини на руда во Европа.

Иако рудното наоѓалиште и рудниците „Саса“ се водечки за оловото и цинкот во Република Македонија, и покрај направениот голем број геолошки истражувања и истражувања во фазата на експлоатација, постојат уште многу отворени прашања кои во основа се однесуваат на квалитативно-квантитативните карактеристики на рудите и дефинирање на морфогенетскиот тип на оруднувањето. Во тој контекст моделирањето на рудните резерви во ова наоѓалиште има повеќекратно значење, како од практично-економски аспект, така и од научен аспект. Моделирањето на рудните резерви е особено модерен тренд во последно време, кога масовно се пристапува кон пазарните услови на стопанисување, каде што информацијата за натуралните и вредносните показатели во компанијата од типот на „Саса“ се секогаш во прв план.

За успешно реализирање на процесот на моделирање на рудните резерви, неопходни се дополнителни истражувања во фазата на експлоатација на рудите, каков што е случајот со еден од најатрактивните ревири во рудниците „Саса“, ревириот Свиња Река. Отвореноста на рудните тела на неколку хоризонти по вертикала и пристапноста во преку 80% од оруднувањето по протегање и пад, во комбинација на максималната истраженост на просторот, овозможува добивање на квалитетни информации поврзани во прв ред со натуралните показатели, што требаше да доведе до изработка на модел на просторен распоред на рудните резерви погоден за статистичка обработка и препорака за сепаратна експлоатација. Вредносните показатели само ќе го надополнат неопходниот дизајн за успешна препорака на експлоатација на овие продуктивни рудни тела.

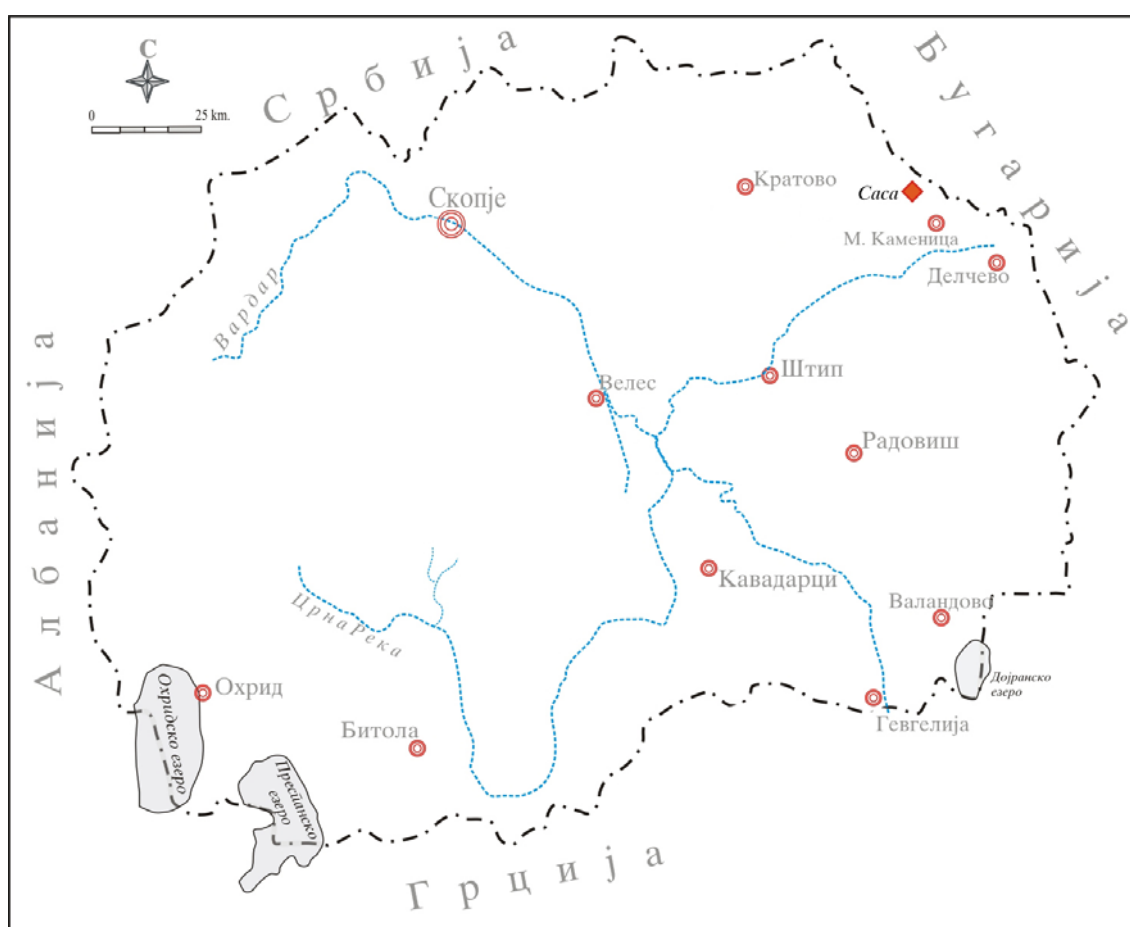
Реализацијата на активностите поврзани со изработката на овој магистерски труд се одвиваше во неколку фази:

- Изучување на предметот и објектот за работа и степенот на постигнувањата во тој домен, при што беа реализирани рекогносцирачките работи во наоѓалиштето „Саса“ и неговата непосредна околина, проучување на библиографијата за оловно-цинковите наоѓалишта во поширокиот реон на Саса-Тораница и српско-македонската металогенетска провинција.
- Теренско-јамските истражувања на наоѓалиштето „Саса“ и непосредната околина овозможија квалитетни и објективни графички прилози, работни планови и информации неопходни за толкување на серија процеси поврзани со минералниот состав, карактерот на алтерациите, морфолошкиот облик на рудните тела, геохемиската дистрибуција на елементите, дистрибуцијата на оловото и цинкот по различни генетски и минерални фази и др.
- Лабораториските испитувања ги истретираа сите земени проби од рудниот простор и просторот непосредно околу рудните тела, како по вертикала така и по латерала, а исто така беа третирани и пробите земени од одделните дупчотини. Особено внимание беше посветено на макро и микро структурно-текстурните карактеристики на рудите кои имаат битно влијание во технолошкиот процес на третирањето на тие руди.
- Компјутерската обработка на податоците, преку примената на апликативните софтверски пакети за интерпретација на минералошките и геохемиските податоци, изработката на 3D моделот на оловно-цинковото наоѓалиште „Саса“ - Свиња Река и моделирањето на рудните резерви по хоризонти и рудни тела, исто така беше составен дел при изработката на овој магистерски труд.

При освртот на економските параметри посебно внимание беше посветено на обработката на природните и вредносните показатели, кои претставуваат основа за современо менаџирање на ваквите објекти, но во нашиот случај ни обезбеди научна подлога за насочување на активностите на оперативен план, поддржани од геоекономските параметри кои ги диктира пазарната економија.

1. Воведни карактеристики за наоѓалиштето

Рудниот реон Саса-Тораница или Осоговскиот руден реон просторно е локализиран во крајните североисточни делови на Република Македонија, во рамките на Осоговскиот планински масив, односно јужно од превојот Руен – Сокол – Султан Тепе. Овој руден реон со целост лежи на Српско-македонскиот масив и неговите терени во целост ја одразуваат структурно-геолошката градба и металогенетските особености.



Слика 1. Ситуациона карта со позиција на наоѓалиштето Саса
Figure 1. Situation map with position of the Sasa deposit

Врз база на издвоените граници, рудниот реон Саса-Тораница има издолжен облик со генерална ориентација ССЗ-ЈЈИ, кој по должина може да се следи околу 30 км, по ширина околу 10 км, а со вкупна површина околу 220 км² (еден дел ѝ припаѓа на територијата на Р. Бугарија - Руенско рудно поле) и според

своите основни металогенетски белези, претставува еден од најголемите и најпотенцијалните рудни реони во рамките на металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос.

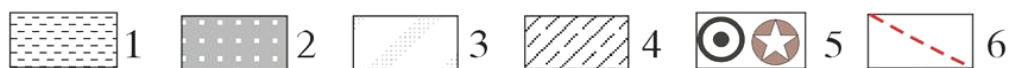
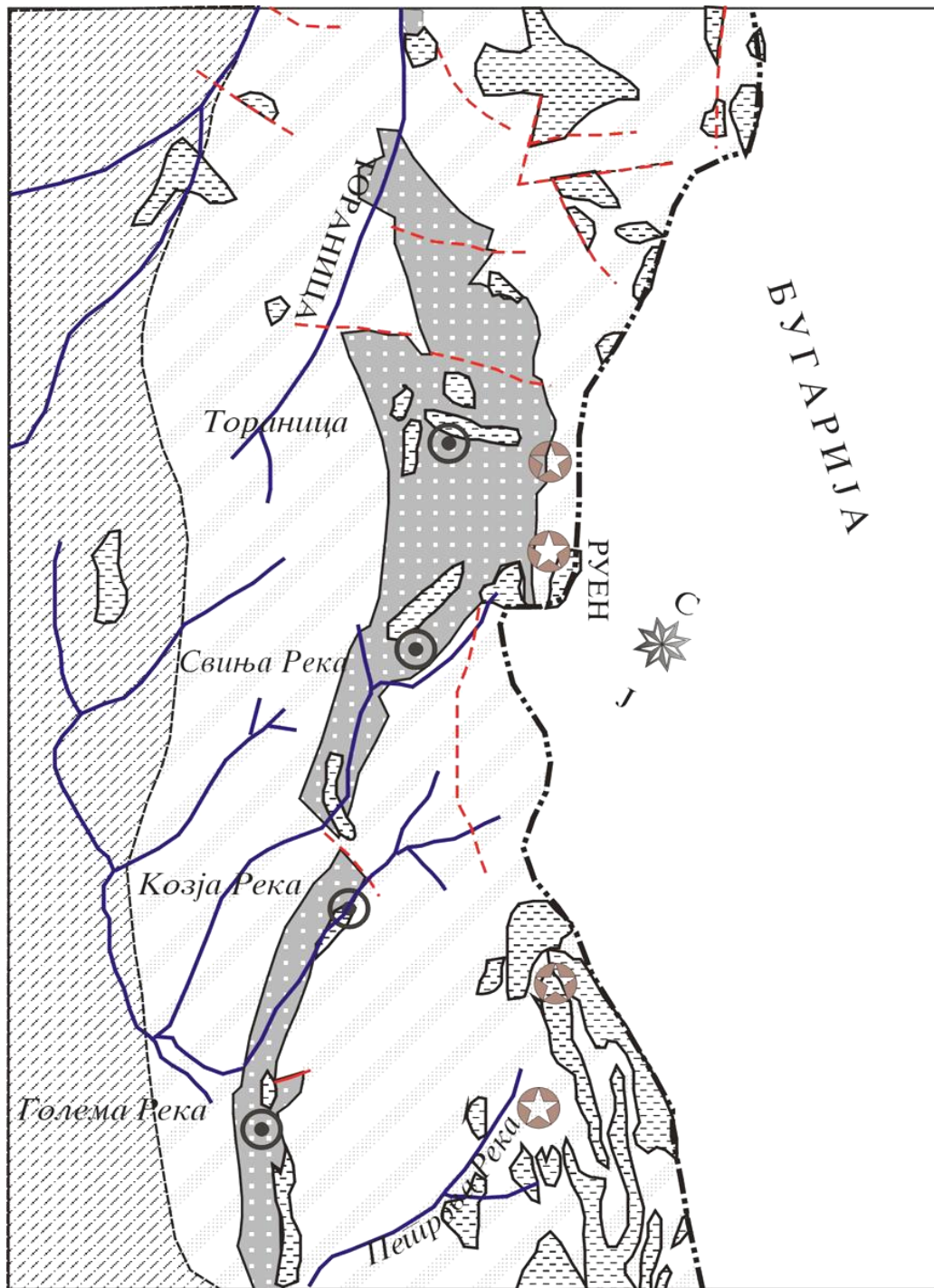
Основните металогенетски обележја на овој руден реон ги сочинуваат полиметалните Pb-Zn оруднувања парагенетски поврзани со субвулканските пробои кои се продукт на терциерните калко-алкални магми, интродуирани главно за време на миоценот.

Оруднувањето е создавано плифазно во рамките на алпската металогенетска епоха, а создадени се значајни наоѓалишта на Pb-Zn, редовно следени со променливи количини на Cu, Au, Ag, Mo, Sb.

Најголем дел од оруднувањето е локализиран во контактните делови помеѓу гнајсевите и кварц-графитичните шкрилци (односно метасоматски рудни тела во циполините), а постојат и големи рудни тела во кварц-графитичните шкрилци (наоѓалиште Голема Река), како и во гнајсевите (слика 2). Врз основа на досегашните сознанија, Pb-Zn оруднување во овој руден реон е локализирано во неколку рудни полиња: Саско, Тораничко и Руенско. Во геолошката градба на овој руден реон учествуваат повеќе видови на карпи и тоа: гнајсеви, микашисти, кварцити, амфиболски карпи, различни видови на шкрилци, гранитоиди и терциерни магматски карпи. Карпите од терциерниот магматизам ги пробиваат сите формации на ова подрачје и најчесто се во облик на дајкови и силови (Александров, 1992).

Рудната минерализација во рамките на овој руден реон е доста обилна и разновидна. Најзастапена е оловно-цинковата минерализација, а покрај неа имаме уште минерализација на бакар, молибден, железо, волфрам, уран и др. Во рудниот реон Саса-Тораница, следејќи го распоредот на минерализацијата, издвоени се рудните полиња: рудно поле Саса и рудно поле Тораница, додека на територијата на Бугарија е издвоено рудното поле Руен со неколку значајни наоѓалишта: Лебница, Руен - централен дел, Мал Руен, Шапка, Белите Сипеи, Сребрено Коло, Црниот Камен и др.

Рудното поле Саса е најголемо и најистражувано во металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос. Според структурно-геолошката, литостратиграфската и металогенетската градба во потполност ги одразува и ги диктира основните металогенетски обележја на рудниот реон Саса-Тораница.



Слика 2. Геолошка карта на рудната зона Саса-Тораница (Александров, 1992)

1. кварцлатит, 2. кварц-графитични шкрилци, 3. серицит-хлоритски шкрилци, 4. гнајс, 5. рb-zn наоѓалишта и појави, 6. раседи

Figure 2. Geological map of the ore zone Sasa-Toranica (Александров, 1992)

1. Quartzlatite, 2. Quartz-graphite schists, 3. Sericite-chlorite schists, 4. Gneiss, 5. Pb-Zn deposits and occurrences, 6. Faults

Рудното поле Саса зафаќа површина од околу 80 км², а оруднувањето е сместено во висински интервал од кота 500-1.800 м. Во основа ова рудно поле се карактеризира со продуктивна оловно-цинкова минерализација, којашто добива и полиметаличен карактер со присуство на сребро, бакар, бизмут и други метали. Според досегашните сознанија и извршените регионални и детални истражувања и проучувања во рамките на рудното поле Саса, како најзначајни оловно-цинкови оруднувања се издвоени: Свиња Река, Козја Река и Голема Река, кои се во експлоатација, додека Петрова Рака, Балташница и Црвена Река се во фаза на детални истражувања, а Косово, Гледовица, Гермска Чука, Ковачки Рид се на низок степен на истраженост.

Наоѓалиштето Саса претставува најголемо оловно-цинково наоѓалиште во Република Македонија и многу пошироко. Експлоатацијата на Pb-Zn руди датира од саско време, а континуираната експлоатација започнала во 1966 година. Напоредно со експлоатацијата се вршени геолошки истражувања и градење на инфраструктурата на компанијата „Саса“. Најблиското поголемо населено место во близина на наоѓалиштето е Македонска Каменица, на 12 км на југ-југоисток.

2. Општи карактеристики на истражуваниот простор

Рударењето во рудниците „Саса“ има стари корени уште од античко време, средновековно рударење и во турскиот период. Пронајдени се пинги, стари рударски работи (поткопи, нископи, површински копови), жгури од стари топилници во повеќе локалитети (Мадено, Тураница, изворишниот дел на Козја Река, Петрова Река). Први геолошки податоци за овој терен добиваме од Boué (1840), потекнуваат од крајот на 19 век, кој напоменува дека во овие области постојат појави на сребреноносни галенити, како и тоа дека Осоговските Планини се изградени од кристалести шкрилци.

Cvijic (1906) наведува дека на теренот преовладуваат кристални шкрилци претставено со гнајсеви, филити, амфиболити и други шкрилци.

Bonchev (1920) во своите изучувања на Осоговските маси нагласува дека теренот е изграден од гнајсеви, микашисти, хлоритошисти, амфиболски и други шкрилци пробиени со трахи-риолити и гранити кај Султан Тепе. Напоменува дека во теренот Саса-Тораница постојат Pb-Zn појави и стари рударски работи во с. Саса, Тораница, Калиманци и во околината на Кустендил.

Во кристалестите шкрилци на овој терен разликуваат две серии: гнајсолики карпи со местимична појава на црвеникави крупнозрни гранитоидни карпи и „зелени шкрилци“ кои се пробивани од гранити во вид на жици, по гребенот на Осогово кај Руен и Царев Врв. Го споменува оловно-цинковото оруднување и постоењето на стари рударски работи.

Од периодот помеѓу двете светски војни постојат и неколку мали извештаи пишувани врз основа на рекогносциско-проспекциски обиколки, кои се работени поради продажбата на концесии на некои англиски компании. Додека во периодот од 1936, 1945 и 1946 година ова подрачје било истражувано од страна на бугарски геолози.

Ова интересно подрачје во поглед на Pb-Zn појави станува предмет на детални геолошки истражувања од 1952 година, кога е започнато детално геолошко картирање на теренот од страна на екипата од Геолошки завод - Скопје (Пенџерковски, Несторовски, Милановиќ, Марковиќ). Изработени се карти во размери 1:10.000 и детални геолошки карти 1:2.500 и 1:1.000 во близината на рудните појави-инструментално. Во извештајот е даден детален опис и

расчленување на карпите кои го изградуваат теренот, а детално се опишани и рудните изданоци во некои локалности.

Во 1954 година геолошката служба на „Злетово“ под раководство на К. Богоевски почнува детално истражување на лежиштето „Саса“ со раскопи и поткопи. Во тој период се истражувани рудни појави во повеќе локалности и тоа: Тораница, Саса и Петрова Река (Богоевски и Паплер, 1955; Богоевски и Фабијанчиќ, 1958).

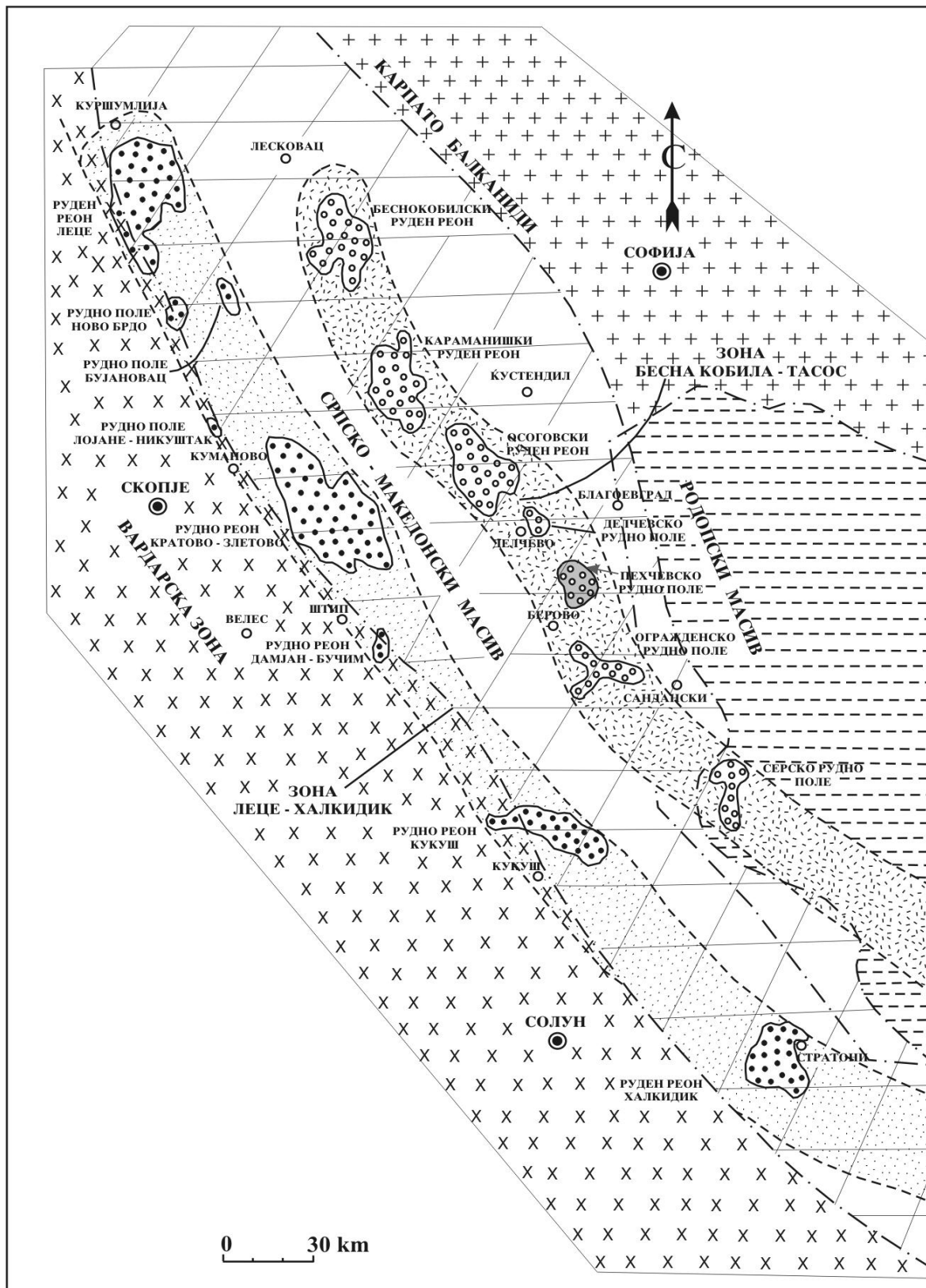
Методите на истражувањето се дополнети со длабинско дупчење и геофизички методи. Како резултат на обемните и деталните истражувања на наоѓалиштето се пресметани рудни резерви кои се дадени во елаборатот (1961), врз база на податоците од тој елаборат е донесена одлука за изградба на рудникот „Саса“. Од 1961 до 1965 година рудникот е во изградба, а во 1966 година почнува со производство кое трае веќе 45 години. Во почетокот тоа било оспособено за производство од 12.000-15.000 тона равна руда, а денес капацитетот на наоѓалиштето е од 750.000-800.000 тона, со можност за понатамошно зголемување на производството.

3. Структурно-металогенетски карактеристики

Создавањето и просторниот геотектонски и металогенетски распоред на оловно-цинковите наоѓалишта претставува спрега на комплексни процеси, услови и влијанија кои најтесно се поврзани со геосториската еволуција на геопросторите и составите на средините во коишто денес ги наоѓаме овие значајни типови и видови на минерални сировини (Серафимовски и Александров, 1995). Комплексноста и разновидноста во тектонските елементи и стратиграфските односи на просторите каде што се локализирани оловно-цинковите наоѓалишта е неспорно присутна и во голема мера воочена, но реконструкцијата на процесите коишто ги дале овие манифестации претставува комплексен проблем за чиешто делумно или приближно решавање, во денешни услови, е потребно регионално поврзување на информациите, егзактните податоци и новите теориско-научни достигнувања.

На територијата на јужните делови на Балканскиот Полуостров се издвоени неколку покрупни металогенетски единици (металогенетски провинции), но и некои значајни структурно-металогенетски зони со кои подетално се опфатени многу значајни наоѓалишта и појави на полиметали. Тука, пред сè, треба да се потенцира металогенијата на Вардарската зона и Српско-македонскиот масив, коишто се во рамките на Српско-македонската металогенетска провинција, потоа Родопскиот масив и Краиштите во рамките на Карпато-балканската металогенетска провинција и др. Сепак, тука мора да се потенцира значењето на структурно-металогенетските зони Леце – Халкидики и зоната Бесна Кобила – Осогово – Тасос (слика 3), чиешто структурно-металогенетско дефинирање е резултат на неколку значајни фактори на металогенетската контрола (Серафимовски, 1990), од кои посебно се потенцираат длабинските руптури, Неогениот вулканизам, полиметалните минерализации поврзани со нив и др.

Во понатамошниот преглед подетално ќе се задржиме на најзначајните металогенетски карактеристики, особено на структурно-металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос, во чиешто рамки се наоѓаат рудното поле Саса и истоименото Pb-Zn наоѓалиште.



Слика 3. Регионална положба на металогенетските зони Леце-Халкидики и Бесна Кобила-Осогово-Тасос и позиција на областа од интерес (Серафимовски, 1990)

Figure 3. Regional position of the metallogenetic zones Lece-Chalkidiki and Besna Kobila-Osogovo-Thassos and position of the areas of interest (Serafimovski, 1990)

Металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос започнува јужно од Пеќката дислокација со рудниот реон Бесна Кобила, преку рудниот реон Кара-

маница, Саса-Тораница, Пехчево, Сандански, Серез, зафаќајќи делови од Пиринска и Егејска Македонија сè до островот Тасос во Грција. Оваа металогенетската зона е формирана по должината на источниот Српско-македонски блок и е паралелна на Карпато-балканската тектонска единица и западните делови на Родопскиот блок (слика 4). Во тектонска смисла металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос претставува многу лабилна зона со издолжен облик и генерален правец на протегање ССЗ-ЈИИ (слика 4).

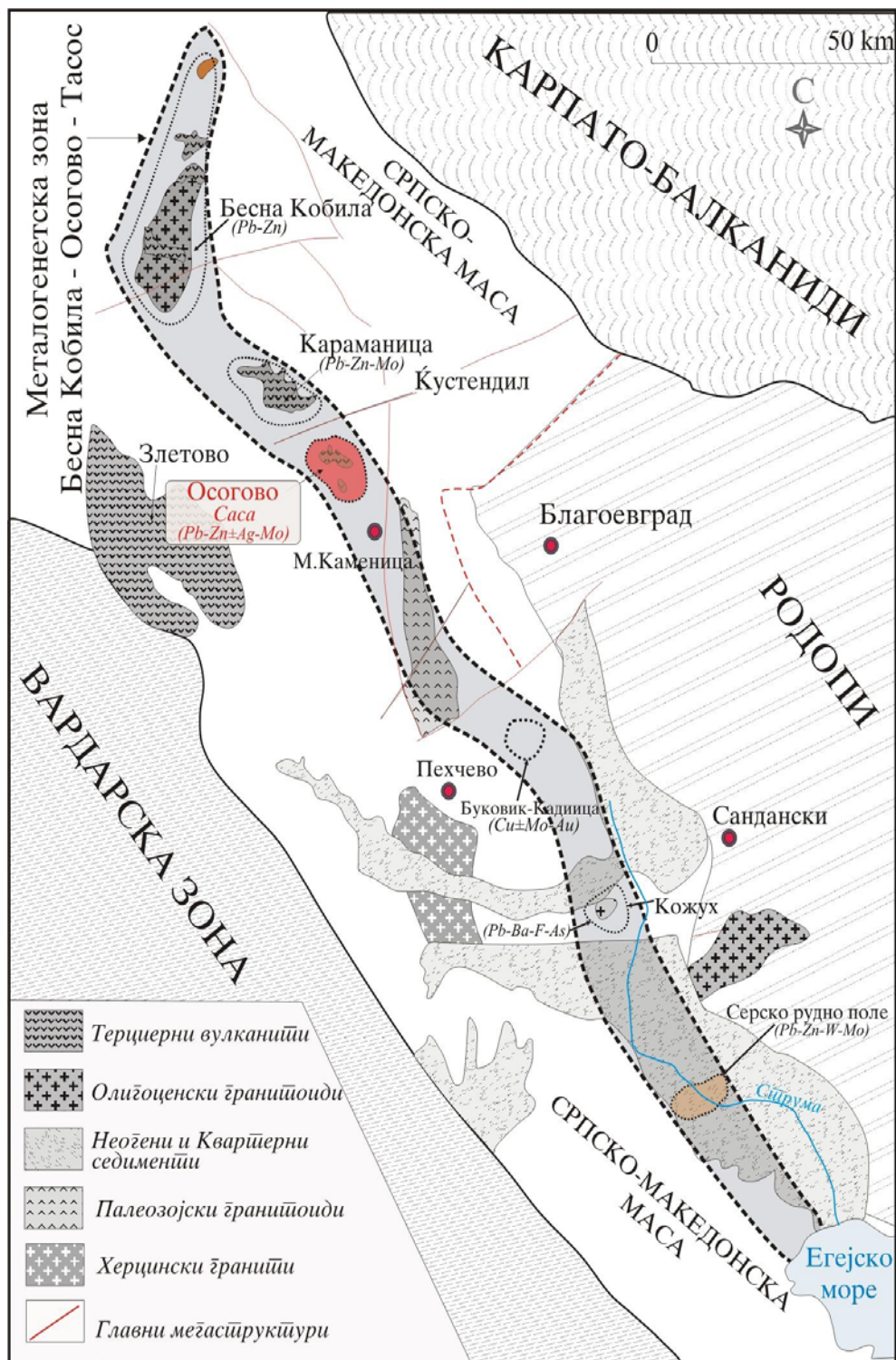
Оваа регионална металогенетска единица, долга преку 250 км, е контролирана од главните фрактурни зони, просторниот распоред на терциерниот магматизам и присуството на полиметални орудувања (слика 4).

Минерализацијата е поврзана со олиго-миоценските до староплиоценските (од 25 до 14 Ма) калко-алкални комплекси (риолит-кварцлатит-дацит/андезит), во интервали по должината на фрактурната зона. Минерализацијата на базични метали (сулфиди на олово и цинк) доминира во оваа металогенетска зона, со локални појави на молибденит, понекогаш шелит (штокверкно расеан тип на минерализација и хидротермални кварцни жици), нискотемпературни стибнитски и флуоритски наоѓалишта, а понекогаш и цинабаритски и баритски појави. Лонгитудиналното зонирање на минералните асоцијации е доста изразено во правец СЗ-ЈИ. Најважни морфоструктурни и генетски типови на минерализации се:

- Скарновски минерализации поврзани со интеркалациите на мермер во прекамбриските кристалести шкрилци во Српско-македонската маса. Минерализацијата се јавува во вид на лентести или стратиформни рудни тела (пр. оловно-цинковите наоѓалишта „Саса“).
- Хидротермални штокверкни минерализации развиени по должината на раседните зони.
- Хидротермалните жици сместени во разновидни литолошки средини се чести, но со мали димензии.

Оваа металогенетска зона започнува на север со рудната област Бесна Кобила. Рудните области се сместени во младопалеозојските кристалести шкрилци на Српско-македонската маса. Во рудоносните области се интродирале олигоценско-миоценски магматски карпи (голем гранитоиден плутон во Сурдулица и вулкански дацити, андезити и кварцлатити). Дистрибуцијата на магматските комплекси и минерализацијата е контролирана од длабоките фрактури. Асоцијациите на елементи ги вклучуваат Мо, Pb, Zn, помалку W, Au, Ag, но Pb-

Zn сулфиди се доминантни. Ураниумската минерализација се јавува во терциерните туфозно-рожњачки серии, услоени со тенки лигнитски маси.



Слика 4. Структурно-металогенетска шема на зоната Бесна Кобила-Осогово-Тасос (Jankovic et., 1995; модификувано)

Figure 4. Structural-metallogenetic scheme Besna Kobila-Osogovo-Thassos zone (Jankovic et., 1995; modified)

Следна металогенетска единица е рудната област Луке – Караманица, каде што давам приказ на рудната област Осогово. Дистрибуцијата на неколку

рудни наоѓалишта во оваа рудна област е контролирано од системот на фрактури, магматски тела и литостратиграфската средина (интеркалации на мермер во кристалестите шкрилци на Српско-македонската маса). Вертикалниот интервал на минерализација надминува 1.500 метри. Главни елементи се Pb, Zn, Ag, и Bi, а помалку се застапени Cd, Cu, Au, Ni, Co, Sb и Ba. Неколку типови на минерализации се карактеристични за оваа рудна област: скарновско-хидротермални, издолжени хидротермални штокверкни минерализации по должината на контактот помеѓу кварцлатитие и кристалестите шкрилци, хидротермални жични типови и др. (Серафимовски и Александров, 1995). Минерализацијата парагенетски е поврзана со неогените калко-алкални комплекси.

Рудниот реон Саса-Тораница ги зазема централните делови од рудната зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос, просторно го зафаќа подрачјето на Осоговските Планини, а со својата тектонско-магматска активност за која е поврзана значајна рудна минерализација претставува најинтересен, а воедно и водечки руден реон во оваа зона. Неговите граници природно се трасирани токму врз интензивната тектономагматска активност. Овој руден реон кон југозапад е јасно ограничен со Сасо-тораничкиот длабински расед. Од северозападна страна реонот е ограничен со еден маркантен расед којшто доаѓа од кустендилската долина, којшто расед кај Крива Паланка се поврзува со Сасо-тораничката дислокација. Југоисточната граница ја чини Косевичката дислокација, а додека кон исток рудниот реон е ограничен со Делчевско-пијанечкиот ров.

На југ ова металогенетска зона се протега понатаму до Пехчевското рудно поле, коешто се наоѓа во нејзините средишни до јужни делови, а источно од Пехчево (слика 4). Во Пехчевското рудно поле се откриени наоѓалишта и појави на Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag, Ba и др., а од неметаличните минерални суровини каолин, каолински и илитски глини, кварц, кварцни конгломерати, кварцни песоци, дијатомејска земја, а во пошироката околина и каустобиолити (меки црни јаглени, лигнити).

Понатаму, на југ, металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос продолжува кон островот Тасос во Грција.

Сите минерализирани области ги задржале металогенетските карактеристики на металогенетската зона. Имено, постои директна поврзаност на фрактурните структури и неогените вулканити. Главна рудна минерализација во

оваа рудоносна област е оловно-цинковата минерализација придружена со Ag, Bi ± Au и др, иако во последно време се одредени и порфирски бакарни минерализации од редот на Буковик-Кадиица и Иловица.

4. Литостратиграфски и геолошки карактеристики

Врз база на податоците за литолошко-стратиграфските карактеристики на карпите од пошироката околина на рудното поле Саса се издвоени следниве геолошки формации (Пенџаровски, 1964; Tufar and Strucal, 1984):

- Прекамбриски и рифеј-камбриски метаморфни карпи,
 - Палеозоиски карпи
 - палеозоиски метаморфни карпи
 - палеозоиски гранитоиди
 - Мезозоиски карпи
 - Кенозоиски карпи
 - терциерни седименти
 - терциерни магматски карпи
 - квартерни седименти.
-
- **Прекамбриумски и рифеј-камбриумски метаморфни карпи**

Прекамбриските метаморфни карпи се најстарите карпи коишто ја сочинуваат подлогата на теренот и истите се издвоени врз база на литолошките особини и слични карпи, коишто се застапени во Српско-македонскиот масив. Овој комплекс е изграден од:

- **знајсези**, кои се развиени во рудното поле, но исто така се среќаваат и надвор од него (Пониква, Царев Врв, Лопен и др.). Бојата им варира од бела до бледозелена, а нивниот минерален состав е претставен со: кварц, фелдспати, лискуни (мусковит и биотит), како главни, а додека: циркон, апатит, серицит, хлорит се споредни или акцесорни минерали.
- **микашисти**, распоредени се на повеќе места на подрачјето на Осогово и тоа околу Дурачка Река, јужно од гребенот Китка, Царев Врв, Лопен и други. По боја најчесто се жолтеникави, жолто-кафеави со изразено шкрилеста текстура, а нивниот минерален состав е претставен со: кварц, лискуни, гранати и албит, како главни, а додека ортитот е најчеста споредна компонента.

- **амфиболски карпи и метабазити**, најчесто се јавуваат во гнајсевите и микашистите како конкордантни тела и лесно се разликуваат по изразено зелената боја и зрнестата структура. Најчест минерал во овие карпи е актинолитот кој ги исполнува меѓупросторите на плагиокласите.

Рифеј-камбриските метаморфни карпи се најмногу застапени како на подрачјето на рудното поле Саса, така и надвор од него. Овие карпи претставуваат вулканогено-седиментна серија метаморфисана до степен на фација на зелени шкрилци. Серијата лежи конкордантно врз прекамбриските карпи или е во тектонски однос со нив. Во зависност од минералниот состав во оваа серија се издвоени: албит-епидот-хлоритски и албит-хлоритски шкрилци, албит-хлорит-биотитски шкрилци, албит-кварц-мусковитски шкрилци, кварцити, амфиболски карпи и метабазити. За нив е карактеристична зелената боја и уште оваа серија е позната под името серија на зелени шкрилци за кои е карактеристична шкрилеста текстура и лепидобластично-порфиробластична структура.

• Палеозојски карпи

Палеозоикот на подрачјето на рудното поле Саса претежно е претставен со серија на метаморфни карпи и тоа: кварц-графитични шкрилци со прослојки на мермери и циполини, хлорит-серицитски шкрилци, серицитски шкрилци и кварцити, а во пошироката околина се јавува и комплекс на гранитоиди.

- **кварц-графитични шкрилци**, оваа серија на карпи генерално се протега СЗ-ЈИ со местимични свртувања во централните делови, со пад кон ЈЗ под агол од 25 до 50°. Минералниот состав е доста едноставен и како главни компоненти се јавуваат кварц и лискуни, а како споредна компонента се јавува една црна органска материја која делумно е претворена во графит. Поради таа материја карпата добива карактеристичен црн изглед, а при допир ги црни рацете. Најголем дел од оруднувањето во наоѓалиштето Свиња Река, како и Козја Река е сместено во оваа кварц-графитична серија.
- **гранитоиди**, се слабо застапени на потесното подрачје на рудното поле Саса и немаат практично значење во поглед на рудната минерализација.

- **Мезозојски карпи**

Овие карпи се многу ретки во ова подрачје и немаат некое практично значење. Но, на некои места се откриени тријаски седименти кои се појавуваат во вид на тектонски клипи со мали размери, претставени со песокливи глини, песочници и конгломерати. Ова појавување е забележано источно од Делчево, а потоа поминува на територијата на Р. Бугарија.

- **Кенозојски карпи**

Овие карпи се претставени со терциерно-квартерни карпи кои се ретки во рудното поле Саса и терциерни магматски карпи кои се доста често застапени и имаат големо значење за локализацијата на оруднувањето во рамките на ова рудно поле.

- **Терциер**, претставен е со горно еоценски, долно олигоценски и плиоценски седименти кои се откриени во пошироката околина на рудното поле Саса, односно во Делчевско-пехчевскиот ров, каде што трансгресивно лежат врз постари литолошки членови.

Горно еоценските седименти се претставени со конгломерати, варовници и флиш, а се застапени кај Делчево, Вирче, Звегор и др., додека плиоценските седименти се претставени со базалтни конгломерати, лапоресто-песоклива-глиновита серија и конгломератично-чакалеста серија за која се врзани слоеви на јаглен, битуминозни шкрилци и битуминозни глини.

- **Квартер**, овие седименти се развиени во Делчевско-пехчевскиот ров и Луковичко-косевичкиот басен во којшто се застапени алувијални, пролувијални и делувијални наноси претставени со чакали, песоци, бречи, глини кои немаат поголемо практично значење.

5. Типови на структури

Создавањето, а пред сè просторниот распоред на рудните наоѓалишта и рудните тела во полиметаличото рудно поле Саса е поврзано со заемниот сооднос на регионалните дислокациони зони и локалните структури. Во рамките на рудното поле посебно место имаат дислокационите зони и зоните на разлабавување и нивните пресечувања со меридијалните раседи, кои по првата фаза го овозможиле втиснувањето на терциерниот магматизам, а потоа служеле како простори низ кои се движеле хидротермалните флуиди (Александров, 1992). Теренот што го зафаќа рудното поле Саса ѝ припаѓа на една лабилна зона, која на ниво на рудниот реон е со широчина околу 20 км, а во Саското рудно поле од 8 до 10 км, во која најзначајни тектонски елементи се пликативните и дисјунктивните облици. Како најмаркантна пликативна структура на ова подрачје претставува југозападното крило на Руенската антиклинала, која е во склоп на Осоговскиот антиклинориум. Овој тектонски елемент се карактеризира со наборни структури од различен интензитет и бројни радијални раседи. Најмаркантна дисјунктивна руптура е Саса-тораничката раседна зона, во чијшто состав влегуваат поголем број на паралелни раседи со правец на протегање СЗ-ЈИ кои имаат длабински карактер. Овие раседи имаат големо значење, бидејќи послужиле како патишта по должината на кои дошло до интродирање на магматските тела и циркулација на хидротермалните раствори кои го депонирале оруднувањето во Осоговскиот руден реон. Во овој руден реон постојат и голем број на трансверзални реверсни раседи и пукнатини со различна ориентација, кои одиграле значајна улога во разместувањето на минерализацијата.

Треба да се спомене дека дел од овие структури се предрудни, дел интрарудни, а еден дел и пострудни.

Интрарудните структури ги создаваат пукнатините и катаклазите настанати за време на втиснување на магматските силиви и дајкови, а оздадените простори послужиле како погодни залихи за одлагање на рудната минерализација. За пострудната тектоника значајна улога одиграле трансверзалните раседи кои се протегаат ЈЗ-СИ, но овие нерушувања не се многу изразени во поглед на рудните тела и се со слаб интензитет.

Во рамките на рудното поле Саса со систематски изучувања се утврдени четири системи на раседи и тоа:

- Систем ССЗ-ИЈИ до СЗ-ЈИ со пад кон ЈЈЗ;
- Систем СИ-ЈЗ со пад од околу 80° кон ЈИ;
- Систем С-Ј со пад кон З;
- Систем ССЗ-ЈЈИ со пад кон ЗЈЗ.

Најстари раседни структури се оние од системите С-Ј и ССЗ-ЈЈИ и еден дел од раседите од системот СИ-ЈЗ. Овие раседи и нивните заемни односи се проучувани како на површината така и во подземните рударски работи. За предрудните раседи С-Ј и ССЗ-ЈЈИ се поврзани и пробоите и интрузите на терциерниот магматизам, кои главно ја следат првобитната лабилна зона во контактниот и приконтактниот дел на кварц-графитичните шкрилци и подинските гнајсеви. Голем дел од овие раседи делумно или потполно се деформирани од магматските процеси и помладите тектонски раседнувања. Сите предрудни раседи имаат пад кон запад, односно ЈЗ со падни агли од $30-86^\circ$ (статистички). Во еден дел од раседите со правци ССЗ-ЈЈИ до СЗ-ЈИ е депонирана жично оловно-цинкова минерализација во наоѓалиштата Балташница, Петрова Река, Козја Река, а во Голема Река и во Петрова Река покрај жичниот тип во тој систем се јавуваат и рудни тела од типот на линиски штокверци следени со интензивни импрегнации, а во средишните делови се јавуваат од една до неколку рудни жици. На овој систем во иднина при истражувањата на рудните наоѓалишта во рудното поле треба да му се посвети особено внимание.

Раседите од преостанатите два система се најчесто синрудни, но и пострудни. Минералните парагенези во рамките на рудното поле на одделните рудни наоѓалишта се создавани во доста долг временски интервал, а особено во оние делови во кои почетокот на рудното образување започнало со скарновски минерални парагенези со температури на постанок од околу 450°C , а во тие делови, во други стадиуми и фази настанале и минерални парагенези чие минерално образување се завршува со температури околу 160°C (сребрени минерали и нивните пратители). Во текот на формирањето на оруднувањето во рудното поле Саса и на рудните наоѓалишта во него доаѓало до оживување на тектонските движења кои во првите од тие фази ги катаклазирале веќе создадените скарнови и незафатените мермери и циполини од претходните процеси притоа зголемувајќи им ја ефективната примарна порозност, со што

се создадени поволни услови за одвивање на метасоматските процеси. Во наредните меѓутектонски фази се зафатени и дел од создадените сулфидни тела и минерали на одделни сулфидни стадиуми (Богоевски, 1964) и врз оваа основа ги разграничувал одделните стадиуми. Со катаклазирањето на сулфидните парагенези во Козја Река и ново подгрејување на хидротермите во катаклазите во рудните тела е одложена сребрената парагенеза, а како резултат на корозионите процеси на веќе создадените минерали и нов принос на минералносни хидротерми. Во Голема Река, Петрова Река и Балташница од оваа фаза настапува само самородното сребро, а во Свиња Река електрицитот.

Во синрудните раседи припаѓаат еден дел на раседите од системите СИ-ЈЗ и ЗСЗ-ИЈИ. Синрудните раседи одиграле доста значајна улога во дефинитивното обликување на рудните наоѓалишта, во прв момент како простори низ кои се движеле хидротермалните флуиди, а и како средини во кои е депонирана минерализацијата од завршните фази. На тој начин тие одиграле значајна улога како за облиците на одделни рудни тела, исто така и за нивната локализација во рамките на рудното поле Саса, но и пошироко во металогенетската зона. Покрај напред наведените предрудни и синрудни раседи постојат и пострудни раседи кои немаат значење и влијание на постанокот на рудните наоѓалишта и рудните тела, но имаат влијание на нивната сегашна разместеност, (која исто така) не е од големо значење. Во наоѓалиштата од рудното поле, тие се претставени со раседи со заоблени парчиња на руда во нив, а во рудните тела и со добро изразени раседни огледала и со голем број на стрии со различни правци.

6. Терциерниот вулканизам и неговото значење за оруднувањето

Терциерната вулканска активност во Осоговскиот руден реон претставува дел од зоната Сурдулица, Бесна Кобила, Луке Караманица, Осогово, Делчево (Ветрен-Звегор), Пехчево, Огражден, Сер, Тасос, со вкупна должина на зоната од над 300 км. Вулканските карпи во Саското, Тораничкото и Руенското рудно поле, односно во Осоговскиот руден реон, претставуваат најзначајна магматска формација, во геолошката еволуција на подрачјето, за која просторно, а веројатно и временски и парагенетски се поврзани наоѓалиштата и појавите на Pb-Zn, Mo, W, Cu, CaF и др. Развојот на терциерниот вулканизам во Осоговскиот руден реон претставува значаен критериум за неговото дефинирање во посебна металогенетска единица, а исто така игра важна улога за дефинирање на металогенетската зона (Сурдулица-Бесна Кобила, Луке-Караманица, Осогово, Делчево, Пехчево, Огражден, Сер и Тасос), а на која просторно и генетски му припаѓаат полиметаличните оруднувања во овој руден реон.

Во Осоговскиот руден реон вулканските карпи се јавуваат во вид на издолжени дајкови со северозападно протегање од 260°, ретко жици, неправилни тела, дајкови со напречно протегање, некови, а на Црвено Брдо има индикации за постоење на вулканска дијатрема, какви што се откриени во Руенското рудно поле (Арнаудова, 1973; Харковска, 1984). Карактеристично е дека дајковите и силовите на вулканските карпи во длабина се обединуваат во моќни магматски и тела (докажано со истражните работи во Саса), што претставуваат нивни посебни структурни и морфолошки обележја. Меѓу нив, доминираат дацитите и кварцлатитите, кои извршиле значителни промени во околните карпи во кои се депонирани рудните наоѓалишта и рудната минерализација.

Вулканските карпи на Осогово, како и во околните терени ги пробиле рифеј-камбриските и палеозојските метаморфни и магматски карпи, како и седиментните карпи на горен еоцен-олигоцен. Тие во почетокот се претставени со дацитски туфови седиментирани во горноеоценските флишни седименти (Деве Баир и околу дијатремите), а потоа од пробои на дацити, кварцлатити, риолити,

трахиандезити, андезити (латити) и ретки жици од лампрофири (Тораница-2, Балташница и Голема Река).

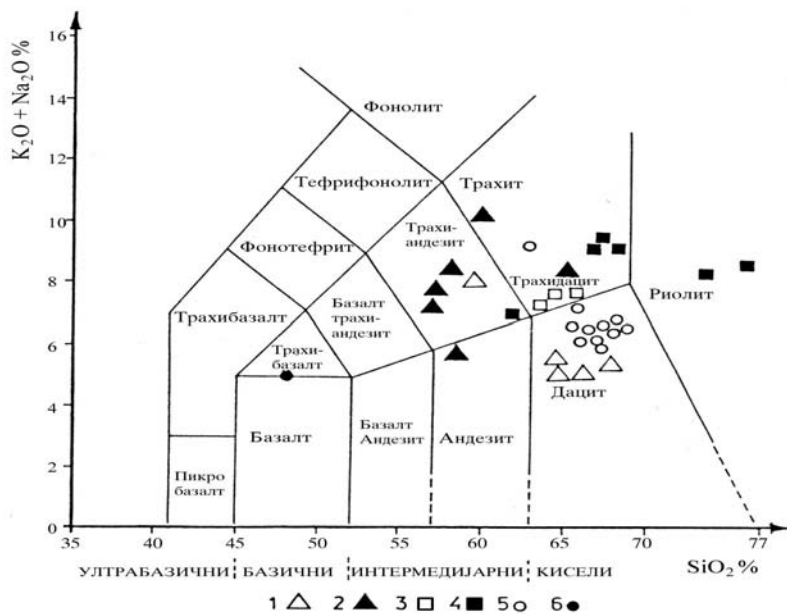
Во Руенското рудно поле во Бугарија (Арнаудова, 1973; Харковска, 1984 и др.) истите карпи ги определиле како ситно порфирски деленити, кои одговараат на дацитите, а крупнозрнести порфирски деленити одговараат на кварцлатитите по нашата класификација. Тие уште издвојуваат риолити и латит-андезитпорфири. Значајно е да се напомене дека наведените интрузивни карпи на Осогово се создадени (консолидирани) во хипоабисално и субвулканско ниво. Класификацијата на вулканските карпи на Осогово по прв пат е направена од страна на Стојанов и Александров (1990), Карамата и др., (1992).

Дацитите и кварцлатитите од истражувачите во Бугарија се одредени како деленити, а врз основа на класификацијата на Streckeisen (1974, 1978) и Le Maitre (2002). Тоа се калиски карпи со поголема количина на вкупни алкалии и зголемени концентрации на Mg-компонента кај едропорфирските деленити. Според нив почетната магма имала адамелитски состав, а со нејзината диференцијација настанале латито-андезитите (трахиандезитите) од една страна и риолитите од друга страна.

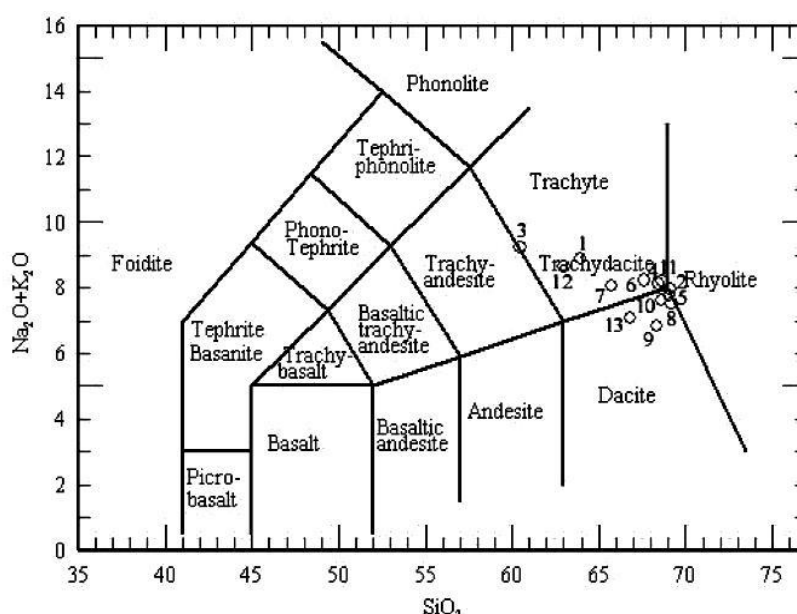
Со употреба на софтверот IGPET 2000 software врз основа на 34 хемиски анализи на вулканските карпи од Саското и Тораничкотот рудно поле (Александров, 1992) и 13 хемиски од понов датум (Тасев, 2003; Tasev et al., 2005), направена е одредба на типовите на карпите во согласност со класификацијата на Le Maitre et al., (1989) односно односите на вкупните алкалии наспроти SiO₂ (TAS дијаграм), како и одредба на припадноста кон калкоалкалните или толеитските серии на карпи и соодветните интерпретации базирани на истите.

Токму врз база на овие анализи и интерпетации беше можно да се констатира дека според споменатата класификација, анализираните примероци, припаѓаат на карпи од редот на дацити, трахидацити, риолити, трахити и трахиандезити.

Во согласност со тие детални одредби се дадени составите на најзачестените магматски карпи во областа од интерес (слика 5а и 5б).



a)



б)

Слика 5. а) дијаграм TAS, за реонот Саса-Тораница (Александров, 1992); б) дијаграм на хемиска класификација и номенклатура на вулканските карпи во рудниот реон Саса-Тораница (Тасев, 2003; Тасев et al., 2005)

Figure 5. a) TAS plot of the Sasa-Toranica region (Alexandrov, 1992); b) Chemical classification and nomenclature of volcanic rocks in the Sasa-Toranica ore region (Tasev, 2003; Tasev et al., 2005)

Како што може да се види од дијаграмот на слика 5, најголем дел од карпите припаѓаат во полето на дацитски, трахидацитски и риолитски состави, додека останатите припаѓаат на трахитите, трахиандезитите и андезитите. Во сите хемиски анализи е нагласен калискиот карактер на вулканските карпи,

освен една која има повисока содржина на Na (од западниот обод на Саско-Тораничката зона) која на TAS дијаграмот се проектира во полето на трахибазалти (слика 5a).

Од приложениот дијаграм се гледа дека вулканските карпи од оваа вулканска област имаат кисел до интермедијарен карактер, иако има и анализи кои упатуваат дека во ова подрачје има и побазични вулкански карпи, иако тие се ретки и количински ограничени, темни по боја, а веројатно и помлади од останатите вулкански карпи.

Риолити (кварц - риолити, риолит порфири) - Тие се широко распространети во рудниот реон, посебно во бугарскиот дел. Детално се изучени од Харковска (1974), Арнаудова (1973), Манков и Андрева (1974a, b), Иванова и др. (1988), Стојанов и Александров (1990). На македонскиот дел најзастапени се во наоѓалиштето Петрова Река, а и кај караулата Секирица. Тие образуваат неправилни тела, силиви, дајкови и штокови. Најчесто имаат издолжена форма, бидејќи ги следат раседните структури, зоните на дробење, зоните на катаклази и на нивното вкрстување (контролирано од раседи со правци од 290-320°, 340°-360° до 10° и 55-75°). Често по длабина меѓу себе се сврзуват и градат поголеми хипоабисални маси, а нивната застапеност количински е далеку поголема отколку на површина што може да се заклучи од геолошката карта и геолошките профили за наоѓалиштето Петрова Река. Нивните контакти со околните карпи се активни и се следени со алтерации и минерализација. Риолитите од кварцлатитите се разликуваат само по хемискиот состав. Риолитите се јавуваат во два вариетета и тоа: ситнозрни вариетети со слабо видливи фенокристали (со големина од 2-3 мм, при што фенокристалите главно се плагиокласи, поретко К-фелдспати, а редовно е присутен кварцот и изменет биотит) и едропорфирните риолити со крупни идиоморфни фенокристали на фелдспат со големина од 1 до 4 см.

Кварцлатити (трахидацити) - Се цврсти порфирски карпи со сивокафеава до светлосива боја и, покрај дацитите, се најзастапени карпи во вулканската област. Во нив често се гледа столбесто лачење. Во Саско-Тораничкото подрачје особено се застапени во Свиња Река, Козја Река, Сокол-Тораница, Голема Река, Петрова Река, како и во реонот на Султан Тепе. Тие се појавуваат во вид на километарски издолжени дајкови со големи дебелини, а често дајковите по длабина се соединуваат, при што битно се зголемува дебелината. Кварцлатитите се со холокристаласта едропорфирска структура, а во рабните делови

преминуваат во фелзитско-гранофирска структура. Основната маса е холокристалеста со фенокристали на санидин (5-6 см.). Обоените минерали скоро редовно се изменети. Истите најчесто се хлоритизирани, епидотизирани, аргилитизирани и карбонатизирани. Во кварцлатитите акцесорните минерали се исти како и кај дацитите, но овде е утврдено и присуството на ортит. Во кварцлатитите, металичните минерали, како акцесорни минерали се претставени со пирит, сфалерит, галенит, халкопирит, лимонит и др., се најобилно застапени од сите вулкански карпи. Карактеристично за кварцлатритите е дека во контактите со околните карпи, во околните карпи или во нив да се појавува минерализација или оруднување (Петрова Река, Дурле, Ждрапинца, Козја Река и др.).

Андезити - трахијандезити (латитоандезити) - Овие карпи по боја се пепелесто-сиви со порфирска структура, а се застапени најмногу во западниот обод на Саско-тораничката вулканска зона, во Тораница, Свиња Река, Козја Река, Голема Река, Петрова Река и др. Нивното појавување е во вид на помали вулкански тела во субвулканско-вулканско ниво. Нивната структура е порфирска (ситнозрнесто порфирска), со слабо искристализирана основна маса, или подобро искристализирана основна маса која е микролитска, микроперлитска и микротрахитска. Фенокристалите (1-3 мм) се претставени со зонарен плагиоклас, санидин, биотит, аугит и темнозелена хорнбленда. Карактеристични акцесорни минерали се апатит, сфен и циркон. Каолинизацијата е карактеристична за плагиокласите којашто кај крупните фенокристали зонарно е распоредена, а помалите кристали потполно се каолинизирани. Хлоритизацијата е по биотитот и другите боени минерали кои најчесто се потполно хлоритизирани. Андезитите и латитите се посвежи од кварцлатитите и дацитите. По хемискиот состав се разликуваат од кварцлатитите со пониските содржини на SiO_2 од 57-63%, подеднаква содржина на Na_2O и CaO и повисока содржина на K_2O (табелата 2). Слични карпи се утврдени околу Пецовската дијатрема во Бугарија од Арнаудова (1973) во вид на големи дајкови.

Лампрофири - Се појавуваат во вид на помали и тенки жици во Средно Брдо, Тораница-I, Балташница и Голема Река. Тоа се темносиви до маслинесто-сиви темно обоени масивни ситноарнести карпи. Имаат ситнопорфирска структура и стаклесто до микролитска основна маса. Фенокристалите се од пироксен, амфибол и биотит. Основната маса често има микролитска интерсетална структура. Лампорфирите се помлади од кварцлатитите, бидејќи ги

пробиваат. Од хемиската анализа (бр. 25) во табела 2 се гледа дека тие се базични карпи со натриски карактер.

Петрохемиски особини на вулканските карпи

Врз основа на хемизмот на вулканските карпи од Осогово (Саско-тораничката зона) и пошироко во зоната Сурдулица – Бесна Кобила – Осогово – Тасос може да се каже дека тие се продукт на интермедијарна калко-алкална до кисела магма (кварцдиоритска-адамелитска-гранитска) од една страна и диоритско-сиенитска од друга страна. Според Арнаудова (1974), сите горенаведени диференцијати потекнуваат од една основна магма, но кај нас тоа со сигурност не е утврдено. Од изработениот А-F-M дијаграм (Александров, 1992) е видно дека вулканските карпи се групираат во близината на страната А-F, со нагласен калко-алкален карактер на магматизмот, односно тие просторно се проектираат во калко-алкалното поле, што укажува на фактот дека овие вулкански карпи имаат субалкален до калко-алкален карактер.

Одделните високи содржини на алкалии, а особено на калиумот може да бидат и како резултат на извесното дополнително збогатување со овој елемент како резултат на калиската метасоматоза. Во основа е резултат на примарната магма која била побогата со калиум.

Интермедијарниот до кисел карактер на овие вулкански карпи бил потврден и со анализата на геохемиските податоци и изработените K_2O-Na_2O-CaO дијаграми (Александров, 1992).

Поголем број од карпите се проектирани во средишните делови на дијаграмот (Руен, Саса, Сокол и од западната маргина на зоната Саса – Тораница), а еден дел се повлекува кон темето K_2O укажувајќи на тој начин на збогатувањето со калиум (Тораница – Саса, Луке, Киселица и Петрова Река, Дурле). Поблиску до страната K_2O-Na_2O се проектираат по киселите вулкански карпи од локалноста Петрова Река (риолити и кварцлатити) и Саса-Тораница (кварцлатити). Една анализа се проектира поблиску до страната Na_2O-CaO претставени од лампрофир која има натриски карактер.

Со анализите на изотопите на стронциумот, $^{87}Sr/^{86}Sr$, било можно да се креира генерален модел на формирањето на карпите во рудното поле Саса-Тораница (Тасев 2003; Tasev et al., 2005). Резултатите од анализата на изотопните односи на стронциумот се движеле во опсег од 0.70954 до 0.71125 $^{87}Sr/^{86}Sr$. Ваквите вредности сугерираат дека магмата која ги формирала нео-

гените магматски комплекси на планината Осогово се продукт на примарниот магматски растоп кој потекнува од граничната зона помеѓу мантијата и континенталната кора, каде што дошло до мешање и контаминација на примарната магма. Овие податоци во целост се во согласност со претходните $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ податоци за калко-алкалните комплекси од горнотерциерна старост формирани во Српско-Македонската металогенетска провинција (Серафимовски, 1990).

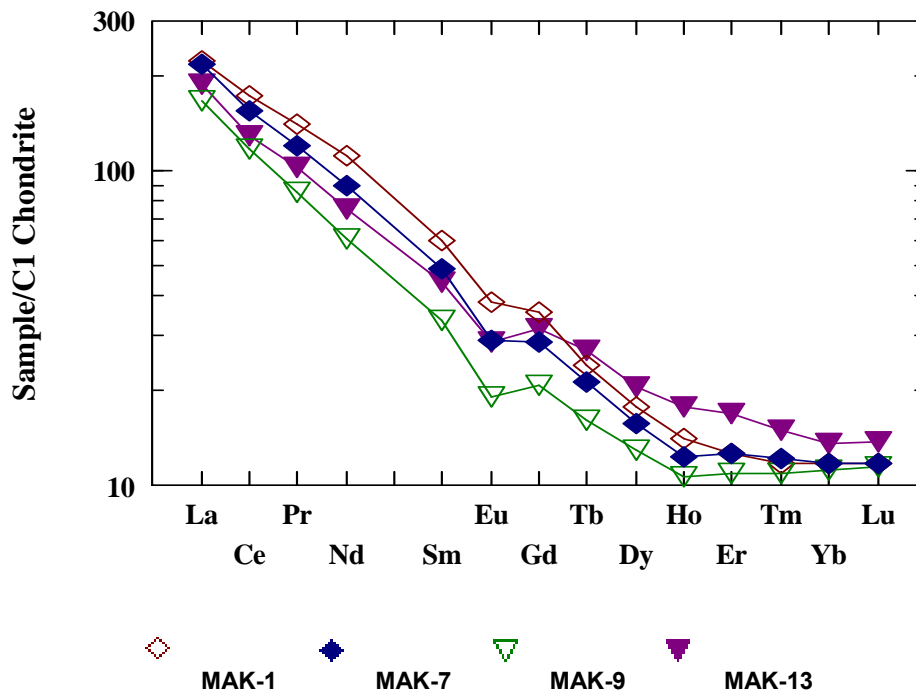
Врз одредени примероци на карпи од рудниот биле направени и анализи на елементите на ретките земји (табела 1).

Табела 1. Содржина на елементите на ретките земји во рудниот реон Тораница-Саса (во ppm) (Тасев, 2003)

Table 1. Contents of Rare Earth Elements in the Toranica-Sasa ore region, in ppm (Тасев, 2003)

Примерок: Елемент:	TOP.-CACA МАК-1 I	TOP.-CACA МАК-7 I	TOP.-CACA МАК-9 II	TOP.-CACA МАК-13 II
La	53.10	52.00	39.60	44.90
Ce	106.00	95.40	72.10	79.30
Pr	13.30	11.40	8.08	9.72
Nd	52.50	42.10	28.30	35.20
Sm	9.20	7.50	5.10	6.80
Eu	2.22	1.68	1.11	1.65
Gd	7.30	5.90	4.30	6.50
Tb	0.90	0.80	0.60	1.00
Dy	4.50	4.00	3.30	5.20
Ho	0.80	0.70	0.60	1.00
Er	2.10	2.10	1.80	2.80
Tm	0.30	0.31	0.28	0.38
Yb	2.00	2.00	1.90	2.30
Lu	0.30	0.30	0.29	0.35

Врз база на податоците од табелата е извршено нормализирање на вредностите во однос на хондритските вредности и е конструиран дијаграм на нормализирани вредности (слика 6).



Слика 6. Дијаграм на нормализирани вредности на елементите на ретки земји во однос на хондритите за примероци од рудниот реон Тораница-Саса (Tacev, 2003)

Figure 6. Plot of normalized values of the Rare Earth Elements versus chondritic values in samples from the Toranica-Sasa ore region (Tacev, 2003)

Од дијаграмот се забележува дека елементите на ретки земји (REE) во рудниот реон Тораница-Саса имаат тренд на осиромашување, а пак гледајќи ги левата и десната половина на дијаграмот е констатирано осиромашување на содржината на тешките елементи на ретки земји (HREE- Heavy Rare Earth Elements) во однос на лесните елементи на ретки земји (LREE-Light Rare Earth Elements). Тоа веројатно е последица на фракционацијата на лесните елементи на ретки земји и нивно зголемување во однос на хондритските вредности. Оваа фракционација во овие простори најчесто е последица на парцијалното топење кое според падот на кривата не е од голем интензитет. Набљудувајќи го средишниот дел на дијаграмот може да се забележи дека вредноста на Eu благо, негативно, отстапува од „идеалната“ линија помеѓу Sm и Gd, односно постои негативна аномалија на Eu. Вредностите за аномалијата на Eu се движат во опсег од 0.72767 до 0.82891, односно помали се од еден што укажува на негативна аномалија на Eu (Rollinson, 1992). Eu аномалиите, главно, се контролирани од фелдспатите. Eu^{2+} е компатибилен во плагиокласот и калискиот фелдспат за разлика од Eu^{3+} кој е некомпатибилен. Отстранувањето на фелдспатот од растопот по пат на фракциона кристализација или парцијално топење на карпа која во себе имала фелдспат доведува до зголемување на нега-

тивната Eu аномалија. Според податоците и негативната аномалија на Eu може да се каже дека тој е отстранет од растопот во вид на компатибилен Eu^{2+} , во рамките на процесите на фракциона кристализација или парцијално топење.

Старост на вулканските карпи

Времето на создавањето на вулканските карпи на Осогово и пошироко е одредувано врз база на геолошките истражувања од двете страни на македонско-бугарската граница е од горен еоцен до долен-среден миоцен и во плиоценот, односно до плеистоценот. Почетокот на создавањето, како врз основа на стратиграфските податоци добиени на Деве Баир на нашата територија (Пенџерковски, 1965) е одредуван исто така и на бугарска територија (Харковска, 1984) како горно-еоценски. Најдени се дацитски туфови во приабонските седименти, преку кои се наоѓаат ситнопорфирски деленити, односно дацити. Кварцлатитите ги пробиваат дацитите. Кај Делчево седиментите од долно-олигоценска старост се пробиени со крупно-порфирските деленити, што значи дека се создавани по долниот олигоцен (Арнаудова, 1973). Со геохронолошки изотопски истражувања (Александров, 1992), на еден примерок на кварц-латит од поткоп IV-K1411 кај Козја Река по K/Ar метода е добиена старост од 25 ± 3 милиони години, што е во согласност со стратиграфските одредби (олигоцен). Исто така, извршена била една одредба на трахијандезит (латит) од поткопот 950 во Голема Река (со истата метода) и е добиена старост од 14 ± 3 милиони години, Миоценска старост. Најновите истражувања спроведени на примероци на кварц-латит, андезит и гранодиорит, исто така по методата K-Ar, дале старости од 29.25 до 31.16 со прецизност од ± 1.2 Ma (Тасев, 2003; Tasev et al., 2005). Ваквите старости ја потврдуваат олигоценската старост на најголем дел од магматските комплекси во областа. На кварцлатитите од Караманица се извршени геохронолошки изотопски испитувања со K/Ar метода, при што е добиена изотопска старост од 13 ± 3 милиони години.

Магматизмот и неговото значење контролен фактор на металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос, а како составен дел на неа и Осоговскиот руден реон и во него рудното поле Саса се особено нагласени. Магматизмот претставува значаен контролен фактор за создавањето и просторната разместеност за рудните наоѓалишта и на рудните тела во рудното поле Саса.

Со извршените проучувања и испитувања се доаѓа до сознание дека оруднувањето е со временска зависност, честопати просторна секако генетско-парагенетска врска со интрузивно дајковската формација, што јасно укажува на нагласеното значење на магматизмот. Во Осоговскиот руден реон, а особено во рудното поле Саса, магмите покрај тоа што биле извор на термална енергија потребна за формирање на рудоносните хидротермални системи, тие претставувале и еден од полигените извори на рудни метали. Со проучувањата на калко-алкалните магми во СММП, Карамата (1974), нагласен е нивниот афинитет кон оловото, што е докажано и со новите испитувања на неогените вулкански карпи во Саското и Тораничкото рудно поле и со еволуцијата на рудоносните хидротермални раствори од кои се образувани Pb-Zn наоѓалишта.

Значењето на магматските фактори посебно е нагласено ако се анализира просторниот распоред на оруднувањето и просторниот распоред на дајковската магматска формација. Општ впечаток е дека оруднувањето ја следи дајковската формација во вид на паралелни рудни тела на растојанија не поголеми од километарски, а со приближувањето на дајковската формација и рудните тела, најчест случај е концентрацијата на корисните компоненти и димензиите на рудните тела да растат (особено нагласено во наоѓалиштата Свиња Река и Козја Река). Распространета е појавата одредени рудни тела да се на контактите со дајковската формација (најчесто на кровинските, но има и обратни случаи) во Голема Река, Козја Река, Свиња Река и Петрова Река. Во Петрова Река дел од рудните тела се јавуваат во структури кои под мали агли ја сечат дајковската формација, а оруднувањата се во близина на контактите (во околната средина или во дајковската формација). Во посебна група на рудни тела во поглед на средината во која се депонирале треба да се потенцираат рудните тела од штокверкно-импрегнационен тип (линиски штокверци) кои скоро целосно се депонирани во дајковската формација.

Идните истражувања на магматските контролни фактори треба да им посветат поголемо внимание на заемната врска со оруднувањето, зголемувањето на моќноста на дајковската формација и можноста за откривање наоѓалишта од типот на Руен во Бугарија.

7. Наоѓалиште Свиња Река

Спрема структурно-геолошката, литостратиграфската и металогенетската градба во потполност ги одразува и ги диктира основните металогенетски обележја на рудниот реон Саса-Тораница, како и на металогенетската зона. Спрема површинската манифестација на магматизмот и минерализацијата ова рудно поле зафаќа површина од околу 80 км², а оруднувањето е сместено во висински интервал од кота 500 - 800 м. Во основа ова рудно поле се карактеризира со продуктивна оловно-цинкова минерализација која задобива и полиметаличен карактер со присуство на сребро, бакар, бизмут и други метали. Најдетално се истражени Козја Река, Свиња Река и Голема Река, каде што се врши подолго време и експлоатација, а во фаза на детални истражувања се Петрова Река, Балташница и Црвена Река, додека Косово, Требеш и други појави се на низок степен на истраженост. Според досегашните сознанија и извршените регионални и детални истражувања и проучувања во рамките на рудното поле Саса како најзначајни оловно-цинкови оруднувања се: Свиња Река, Козја Река и Голема Река. Потребно е да се истакне дека за дефинирањето на рудното поле Саса и рудниот реон Саса-Тораница и нивното издвојување се користени основните металогенетски критериуми за металогенетска контрола и тоа: структурниот, магматскиот и металогенетскиот (минерализациониот).

Имајќи го предвид фактот дека во рудното поле Саса наоѓалиштата Свиња Река, Козја Река и Голема Река се од вонредно значење, а подолго време се и во експлоатација, истите најдетално се истражени и проучени, така што во понатамошниот преглед ќе се задржиме подетално на металогенетските карактеристики, минералните парагенези и асоцијацијата на елементите во овие Pb-Zn наоѓалишта.

Оловно-цинковото наоѓалиште Свиња Река просторно е лоцирано во северозападниот дел на рудното поле Саса, а северно од наоѓалиштето Козја Река, и југоисточно од рудното поле Тораница и планинските врвови Руен и Сокол. Во географска смисла, наоѓалиштето се наоѓа на 15 - 18 км од Македонска Каменица, а во непосредна близина на државната граница со Бугарија, на надморска висина од 1.480 до 2.000 м.

Остатоците од старото рударење и металургија се скоро без значење, но сепак укажуваат дека оловните руди од наоѓалиштето Свиња Река биле познати

од стари времиња, потоа во средниот век (Сасите), а и подоцна во турскиот период. Во периодот помеѓу двете светски војни од страна на англиската компанија “Selection mines limited” се направени напори за обновување на истражувањето, но без посебен успех, најповеќе поради лошите комуникациски врски и поради општата несигурност која владеела во тоа време (политичка и економска).

Првите податоци за појавите на оловно-цинковото оруднување се сретнуваат кај Пенџерковски (1952), во извештаите на Богоевски, Фабианчиќ и Зорц (1955, 1956), Богоевски (1957 и 1958), Богоевски, Ѓуќиќ (1959, 1961), Пенџерковски (1962, 1964), Богоевски (1962, 1964) и др. Најдетални податоци за наоѓалиштето Свиња Река се дадени во докторската дисертација на Богоевски (1964), а за геолошката градба од Пенџерковски (1964), Торовиќ и Нововиќ (1968), Туфар и Штруцал (1984), Александров (1975, 1986), Александров и др., (1990) и др.

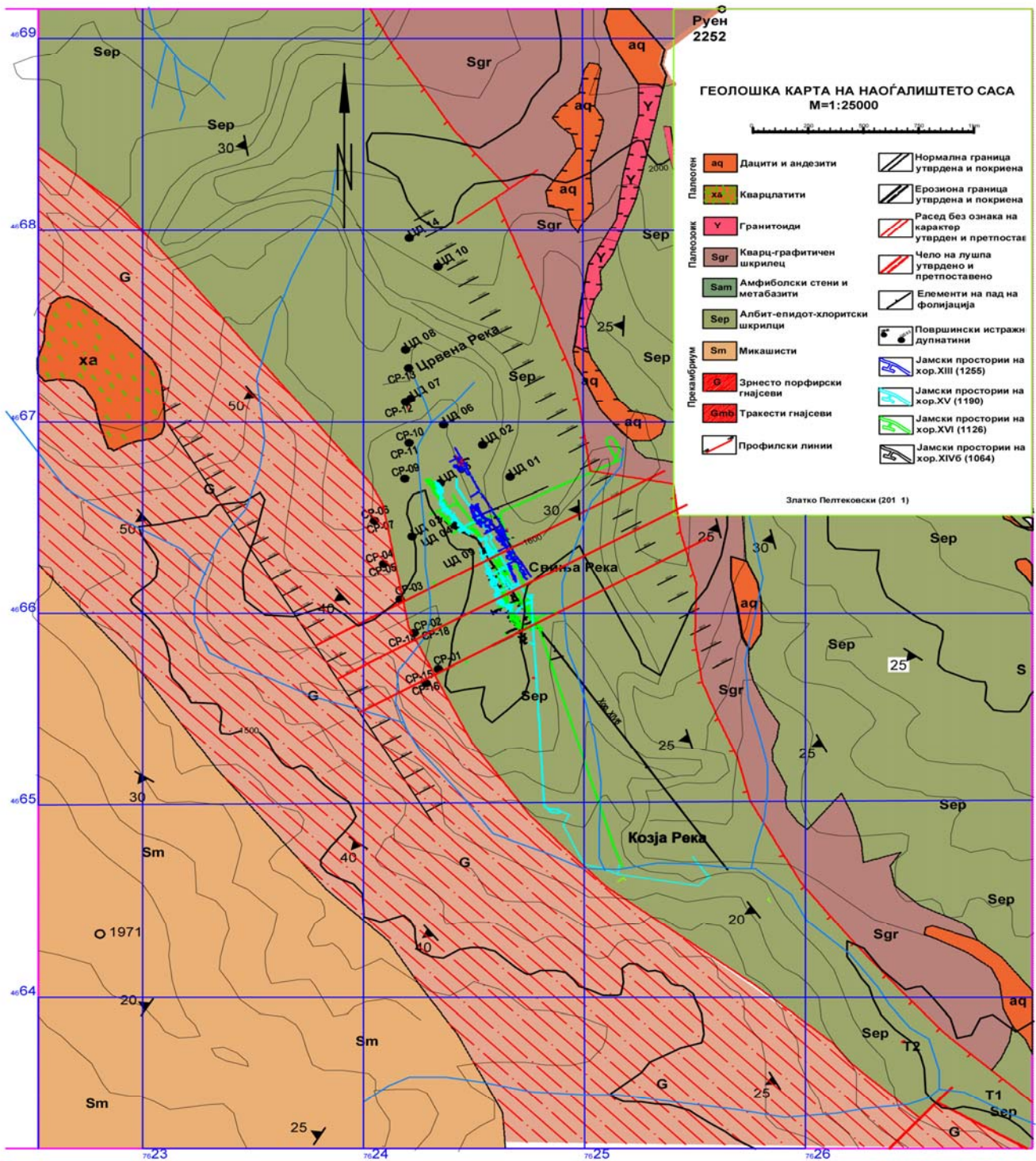
Наоѓалиштето Свиња Река е истражувано од 1954 до 1961 год., а од 1961 до 1966 година рудниците „Саса“ се во изградба и подготовка за експлоатација. Од 1966 год. до денес наоѓалиштето се наоѓа во производство со постојан тренд на зголемување на производството и зголемување на геолошките резерви, што е резултат на континуираните истражувања водени од страна на рудничката геолошка служба. Напоредно со истражувањето на наоѓалиштето Свиња Река се вршат детални и специјалистички проучувања, како на оловно-цинковите оруднувања, така и на средините во кои тие се локализирани.

8. Геологија на потесната околина

Во геолошката градба на потесната околина на наоѓалиштето Свиња Река учествуваат кварц-графитични шкрилци, серицитско-мусковитско-кварцхлоритски шкрилци, циполини, циполински шкрилци, калцитски скарнови, гнајсеви, неогените кварцлатити, дацити и андезити (слика 7).

Старопалеозојските кварц-графитични шкрилци се од ордовициска старост и се вклопени во дволискунските гнајсеви. Во основа станува збор за длабоководни морски седименти кои претрпеле повеќе фази на метаморфизам. Пакетот на кварц-графитичните шкрилци генерално од подина кон кровина

е изграден од повеќе пакети на шкрилци и циполини кои брзо се менуваат по хоризонтала и вертикала (слика 8 а).



Слика 7. Геолошка карта и истражни работи, наоѓалиште Свиња Река

Figure 7. Geological map and exploration works, Svinja Reka deposit

Дволискупските гнајсеви се наоѓаат во подината и кровината на кварц-графитичната серија и истите претрпеле повеќе фази на метаморфизам и

алтерации. Во контактните делови со кварц-графитичната серија се регистрирани и окцести гнајсеви, особено во кровинскиот дел, а додека во подинскиот дел и околу пробоите на кварц-латитите и дацитите се јавува силификација и пиритизација.

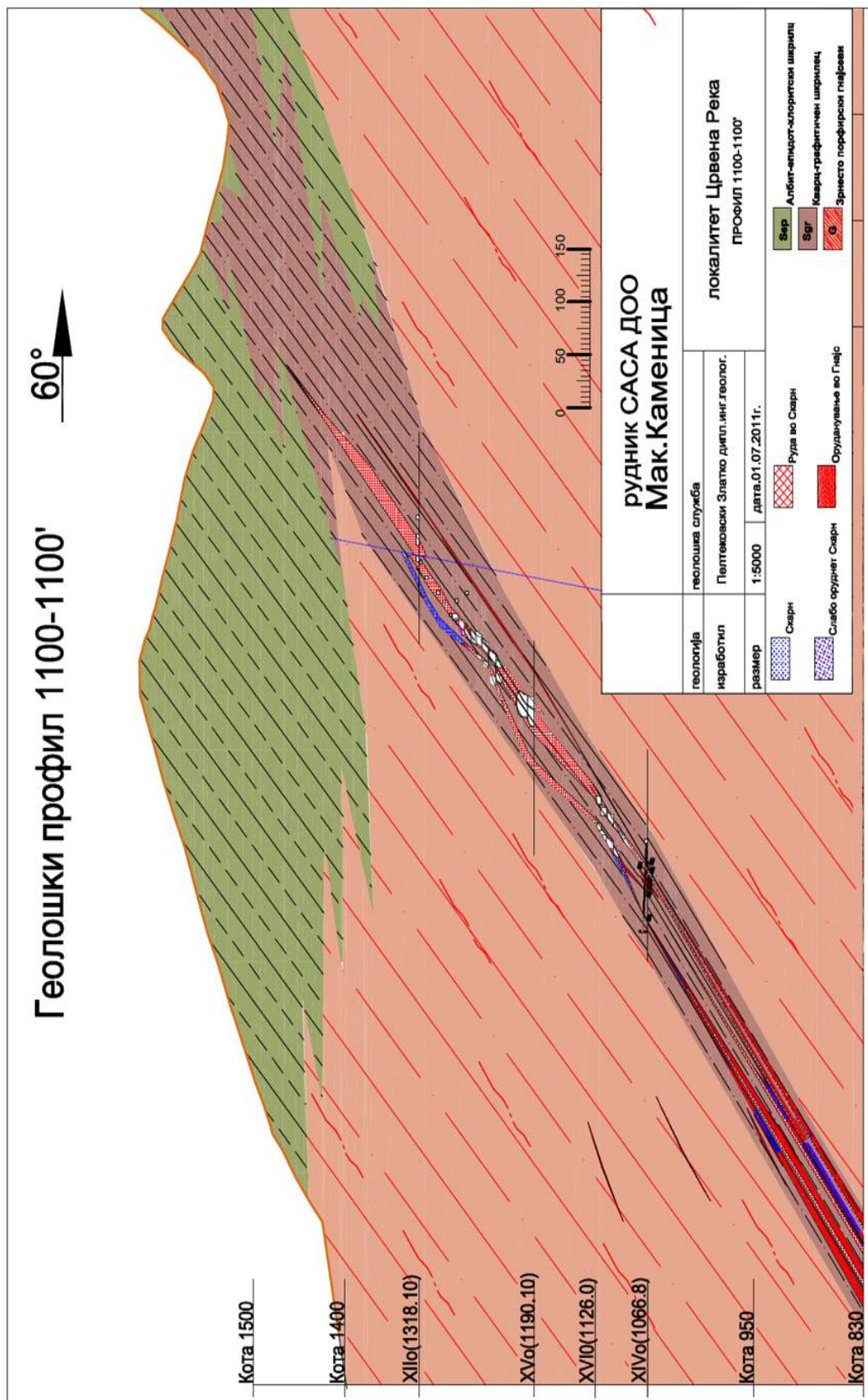
Кварц-латитите и дацитите ги пробиваат подинските дволискунски гнајсеви, како и контактот помеѓу подинските дволискунски гнајсеви и кварц-графитичната серија, понекогаш и кварц-графитичната серија, а само во ретки случаи се среќаваат пробои и во кровинските дволискунски гнајсеви.

Сите значителни количества на оловно-цинкова минерализација се депонирани во карбонатнит дел на пакетот од кварц-графитичната серија кој претходно по метасоматски пат е претворен во калцитски скарнови.

За локализација на Pb-Zn оруднувањата најзначајни се калцитските скарнови, циполините, циполинските шкрилци и кварц-графитичните шкрилци во деловите каде што се пресечени од системите на раседи со правец С-Ј и СЗ-ЈИ.

Зависно од степенот на тектонското влијание, димензиите на циполините (зафатени со процесите на создавање на калцитски скарнови со разновиден составен, како најпогодни за депонирање на оловно-цинковото оруднување) се различни.

Сите карпи, освен неогените (кварцлатити, дацити и др.) кои се јавуваат како околни карпи на оруднувањето, се метаморфни.



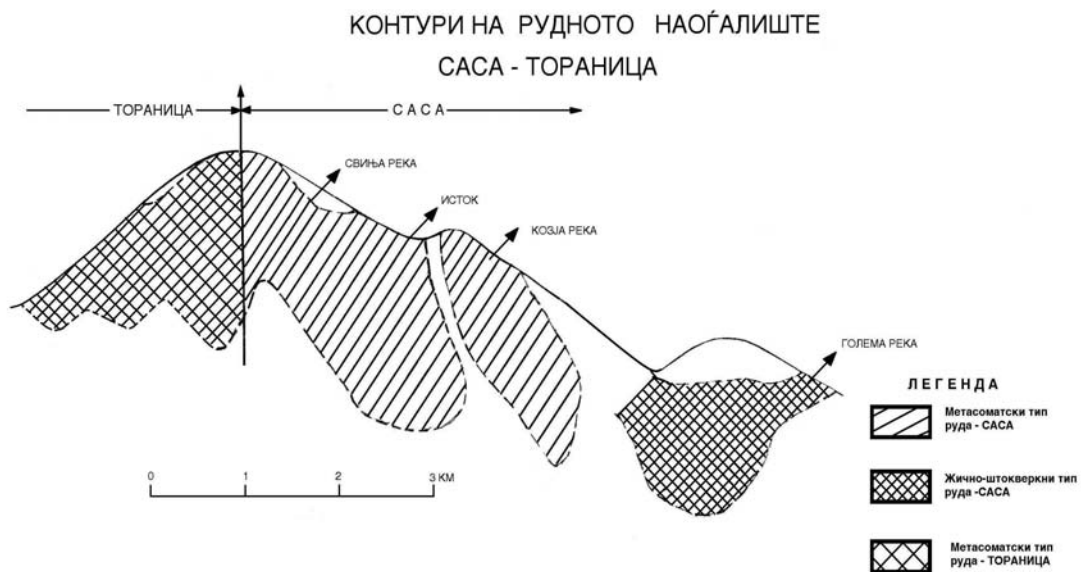
Слика 8а. Карактеристичен геолошки профил низ наоѓалиштето Свиња Река-Саца, Македонска Каменица
Figure 8a. Characteristic geological cross-section through the Svinja Reka-Sasa deposit, Makedonska Kamenica

9. Типови на оруднување

Во рудното поле Саса постојат три основни типа на оруднување и тоа:

- оруднување од метасоматски тип (метасоматски рудни тела),
- оруднување од жичен тип (жични рудни тела),
- оруднување од штокверкно-импрегнационен тип (штокверкно-импрегнациони рудни тела).

Оруднувањата од метасоматски тип се јавуваат во рамките на кварц-графитичната серија, во стратиграфските нивоа на циполините, циполинските шкрилци и во филитичните шкрилци на ритмичко сменување со карбонатните компоненти. По форма наликуваат на псевдослоевеи, леќи, рудни столбови и нивни апофизи. Застапени се во Свиња Река и во Козја Река. Најголемите рудни тела се на хоризонт 16_о и 12_о- ревер Свиња Река (слика 9).



Слика 9. Контури и типови на оруднување во рудното наоѓалиште Саса-Тораница (Александров, 1992)

Figure 9. Contours and types of mineralization in the Sasa-Toranica ore deposit (Александров, 1992)

Таму се среќаваат рудни тела со континуитет по целиот тектонски блок и се со вкупна должина од 570 м и со моќност до 15 м. Најподинските рудни тела се најпостојани, додека кровинските имаат форма на рудни столбови и се со не-

правилна форма, а во себе вклучуваат и стерилни партии циполини и скарнови.

Оруднувањата од жичен тип се јавуваат во ревиrot Голема Река како основен тип, а се застапени и во подината на метасоматските оруднувања на хоризонт 16, во Петрова Река, Балташница и др. Во Голема Река детално е истражена првата рудна зона-најкровинската жица и нејзината максимална должина надминува 2 км по проегање, 700 м по вертикала и минимална моќност од 1 м, а максимална до 34,60 м.

Оруднувањата од штокверкно-импрегнационен тип, всушност, се рудни тела кои се јавуваат во здробени зони и истите не се класични жици со компактна руда и салбанди. Овие рудни тела ги цементираат здробените карпи со оловно-цинкови рудни минерали. Интересни се и рудните тела на хоризонт 16, во подината на метасоматските рудни тела со должина од 250 м и моќност од 3 м. Тоа се рудни тела во кварц-графитичните шкрилци и се со низок степен на истраженост, а се депонирани во здробената зона.

Најновите проучувања на минералниот состав и карактерот на минерализацијата (Серафимовски, 2008) посочиле постоење на седум индустриски типа на минерализација во наоѓалиштето Свиња Река. Секој од дадените седум типа на минерализација се карактеризира со свои минералоски и структурно-текстурни специфики кои ги прават поразлични едни од други. Првиот тип се однесува на масивни ситнозрни оруднувања (многу богати), кој е многу значаен бидејќи е претставен со ситнозрнесто, компактно, масивно и многу богато оруднување локализирано во скарновите (главно претставува сфалеритско-галенитски тип на оруднување во кој доминираат сфалеритите, следени од галенитите). Вториот тип се карактеризира како масивно средни до едрозрнени оруднувања (многу богати), а по многу нешта овој тип на богати масивни оруднувања во рудниците „Саса“ се смета за главен носител на оруднувањето во скарновите. Големина на зрната обично се мери со милиметарски димензии има и карактеристика на еднородност, компактноста и со висок степен на минерализираност (доминираат сфалеритите, следени од галенитите и поретко халкопирит). Третиот карактеристичен индустриски тип е претставен како лентести, богати ситно до среднозрни руди кои се карактеризираат со многу фина лентеста градба која на места се манифестира со покрупни зрна и појава на пирити по должината на лентите, а на места е многу финозрна и со јасно видливи ленти помеѓу рудните

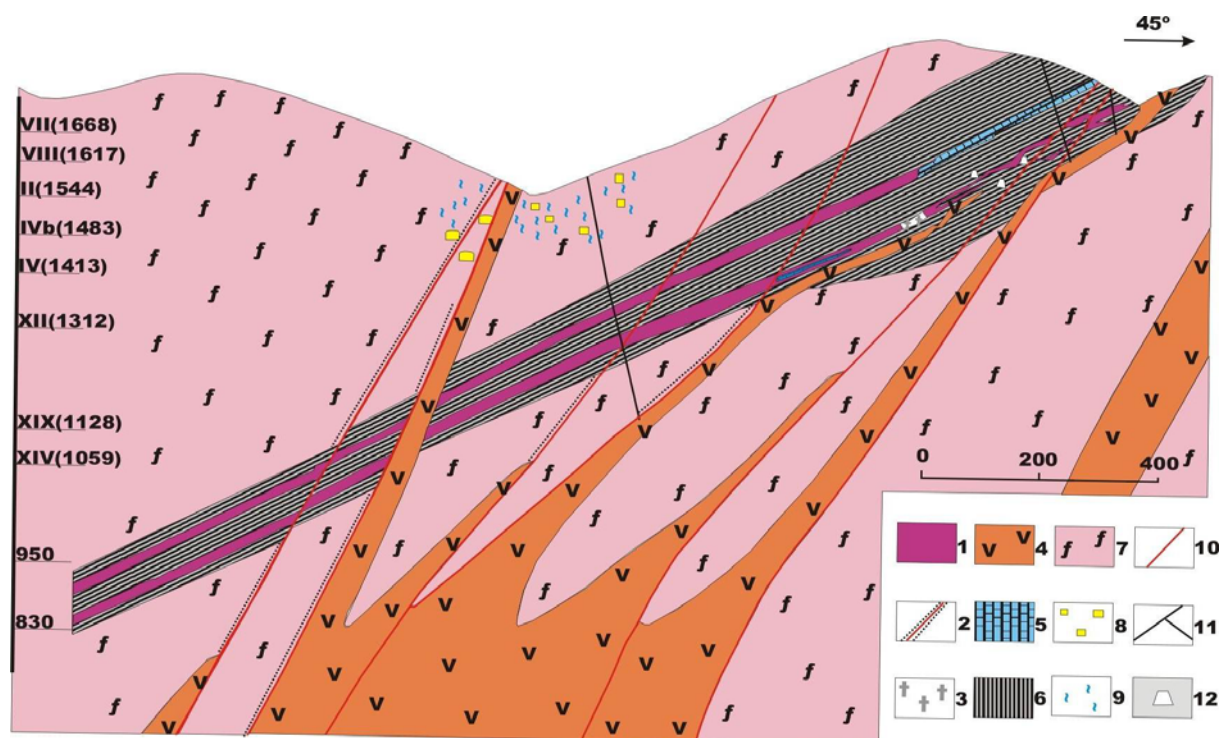
и петрогени (главно скарновски) минерали. Карактеризира сегмент претставен со ленти, богато, ситно до среднозрно оруднување локализирано во скарновите чијашто основна карактеристика е макро и микро лентестата текстура, воедначеноста на зрната (најчесто ситнозрни до променливо ситно до едрозрни) и што е најважно компактни и многу богати оруднувања (со доминантно сфалеритско-галенитско оруднување). Четвртиот тип на оруднување е дефиниран како лентести сиромашни оруднувања во скарновите со променлива големина на зрната каде што станува збор за оруднети лентести скарнови кој се разликува од претходниот со далеку посиромашно оруднување. Главни носители на минерализацијата се галенитите и сфалеритите проследени со зачестениот халкопирит и релативно рамномерно застапените пирити и пиротини. Петтиот дефиниран индустриски тип на оруднување се карактеристичните крупнозрни галенитско-халкопиритски-пиритско-пиротински оруднувања. Станува збор за богати рудни тела во скарновите со карактеристични крупнозрни галенитско-халкопиритски-пиритско-пиротински оруднувања. Морфолошки е многу интересен тип во кој јасно се гледаат масивни крупнозрни галенити со многу чисто и јасно издвоени халкопирити и пирити. Шестиот дефиниран тип го карактеризира крупнозрна, плисирана и тектонизирана оловно-цинкова руда во зоните на дробење (галенит-халкопирит±пиритска асоцијација). Во оваа минерализација, главно, доминира галенитот, пиритите и на места мангано-калцитските жили, а се појавува во тектонизираните раседни зони во непосредна близина на скарновските рудни тела и околните карпи (шкрилци и гнајсеви). Базна карактеристики и е дополнителното преработување на рудата како резултат на бочните и насочените притисоци. На крајот, но и не помалку важен, е дефиниран и седмиот тип на оруднување, окарактеризирано како многу ситно до финозрни, масивни пиритски оруднувања во подината на главното оловно-цинково оруднување во скарновите. Оваа минерализација се карактеризира со силно изразена финозрност, еднородност, компактност и доминација на пиритската фаза.

10. Морфологија на рудните тела

Создавањето и просторното разместување на оловно-цинковата руда во наоѓалиштето Свиња Река, главно, е контролирано од раседните структури со генерален правец на протегање ССЗ-ЈЈИ со пад кон ЈЗ. Рудата е образувана по метасоматски пат во скарновски средини (неколкукратно дробени), потоа со пополнување на празните простори (пукнатини, раседи и бречирани зони) во рамките на раседните структури и околу нив, а независно од средината во кои тие се манифестираат. Морфолошки рудните тела имаат облик на псевдослоевеи (гледано од економски аспект далеку најзначаен начин на појавување), потоа складови, гнезда, жици (со мали димензии), коишто можат да бидат локализирани како во подината така и во кровината и најчесто се проследени со импрегнациони и штокверктно-импрегнациони оруднувања, а понекогаш можат да се јават и како независни тела. Размерите на рудните тела се со многу променливи димензии, како по протегање така по пад и дебелина. Нивниот број на одделни истражни хоризонти е различен и се движи од 7 до 32 тела. По протегање се следени од 50 до 1.250 метри. По вертикала во ова наоѓалиште рудните тела се докажани со дупчотините: ЦД-48 со која е надупчена руда на кота 2102 и ЦД-03 со која е надупчена руда на кота 1030, односно со вертикален дијапазон од 1072 м, а по косина (по пад) повеќе од 2 км, бидејќи просечниот паден агол е околу 35°. На хоризонт 1125, каде што имаме потполн континуитет на рудните тела, освен што е забележано зголемување на содржините на бакарот во минералот халкопирит имаме и одредена количина на бизмут кој се јавува во сопствени минерали. Во наоѓалиштето се анализирани вкупните површини на рудните тела на 13 хоризонти со просек од 13.780 м², при што четирите најниски хоризонти имаат поголема површина од средната, а најнискиот хоризонт (1.126) има скоро двојно поголема површина односно 27.050 м². Наоѓалиштата со вакви површини овозможуваат откривање на големи количини на геолошки рудни резерви. Моќноста на рудните тела е променлива величина која се движи во границите од 0.5 до 30 м, просечно 12 м. Задебелувањата на рудните тела е регистрирано на деловите каде што се сечат предрудните и интарудните

раседи со циполините и циполинските шкрилци коишто претходно по метасоматски пат се претворени во калциски скарнови.

Слојните рудни тела (поголеми) најчесто се проследени со лековидни рудни тела (со многу помали димензии). Со досегашните истражувања во наоѓалиштето Свиња Река се откриени голем број на рудни тела кои се сместени од три до девет „пакети“, на контактот од дајковите со шкрилците и гнајсевите (слики 10 и 11) или во предрудните раседи како во гнајсевите така и во дајковите (слика 12).



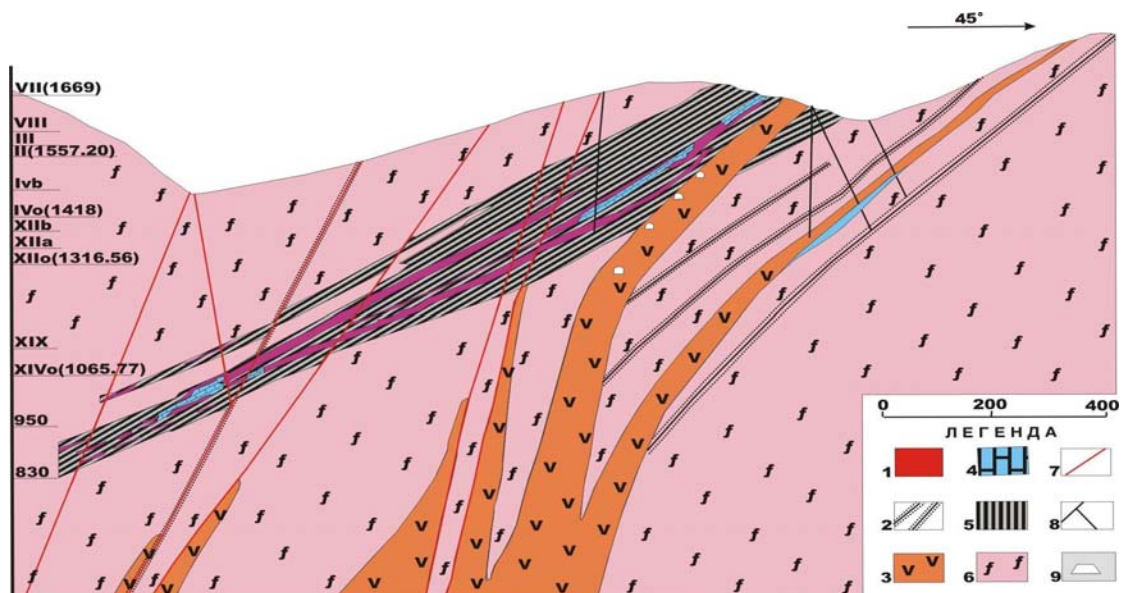
Слика 10. Геолошки профил 2150-2150`

1. руда-метасоматски тип; 2. минерализација околу рудата; 3. скарн; 4. дацит; 5. циполин; 6. кварцграфитичен шкрилец; 7. гнајс; 8. пиритизација; 9. силификација; 10. раседи; 11. дупчотини; 12. рударски работи

Figure 10. Geological cross section 2150-2150`

1. Ore-metasomatic type; 2. Mineralization around ore; 3. Skarn; 4. Dacite; 5. Cipoline; 6. Quartz-graphite schist; 7. Gneiss; 8. Pyritization; 9. Silicification; 10. Faults; 11. Drill holes; 12. Mine workings

Околу сите рудни тела постојат бројни апофизи најчесто со мали димензии.



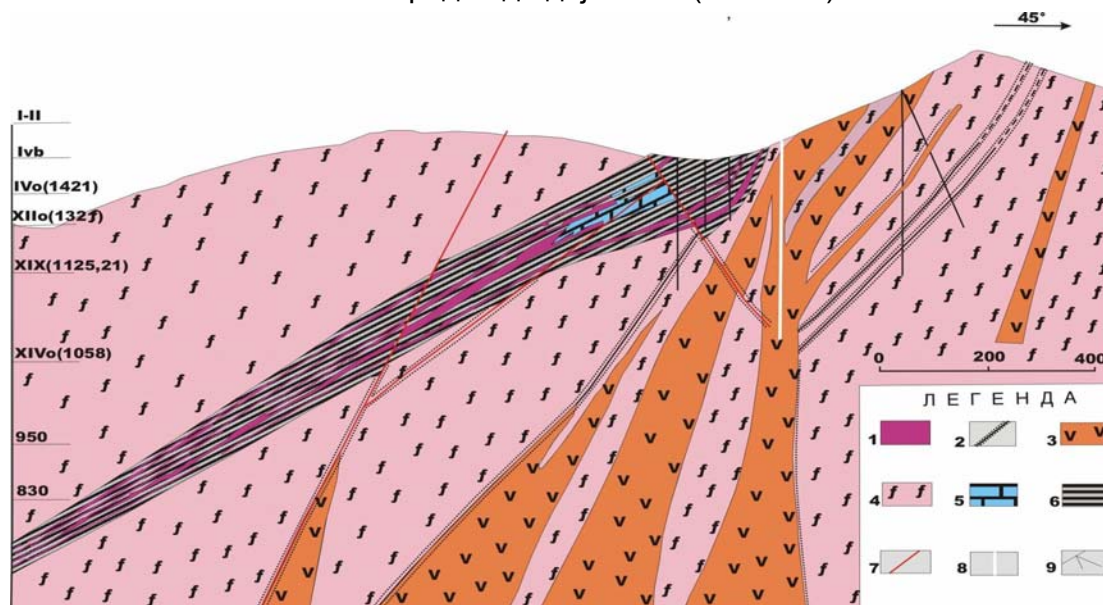
Слика 11. Геолошки профил 1650-1650`

1. руда-метасоматски тип; 2. рудни жици со околна минерализација; 3. дацит;
4. циполин; 5. кварц-графитичен шкрилец; 6. гнајс; 7. раседи; 8. дупчотини;
9. рударски работи.

Figure 11. Geological cross section 1650-1650`

1. Ore-Metasomatic type; 2. Ore veins with neighboring mineralization; 3. Dacite;
4. Cipoline; 5. Quartz-graphite schist; 6. Gneiss; 7. Faults; 8. Drill holes; 9. Mine works.

Според досегашните сознанија, најзначајни се подинските рудни тела, односно оние тела кои се наоѓаат непосредно до дајковите (слика 14).



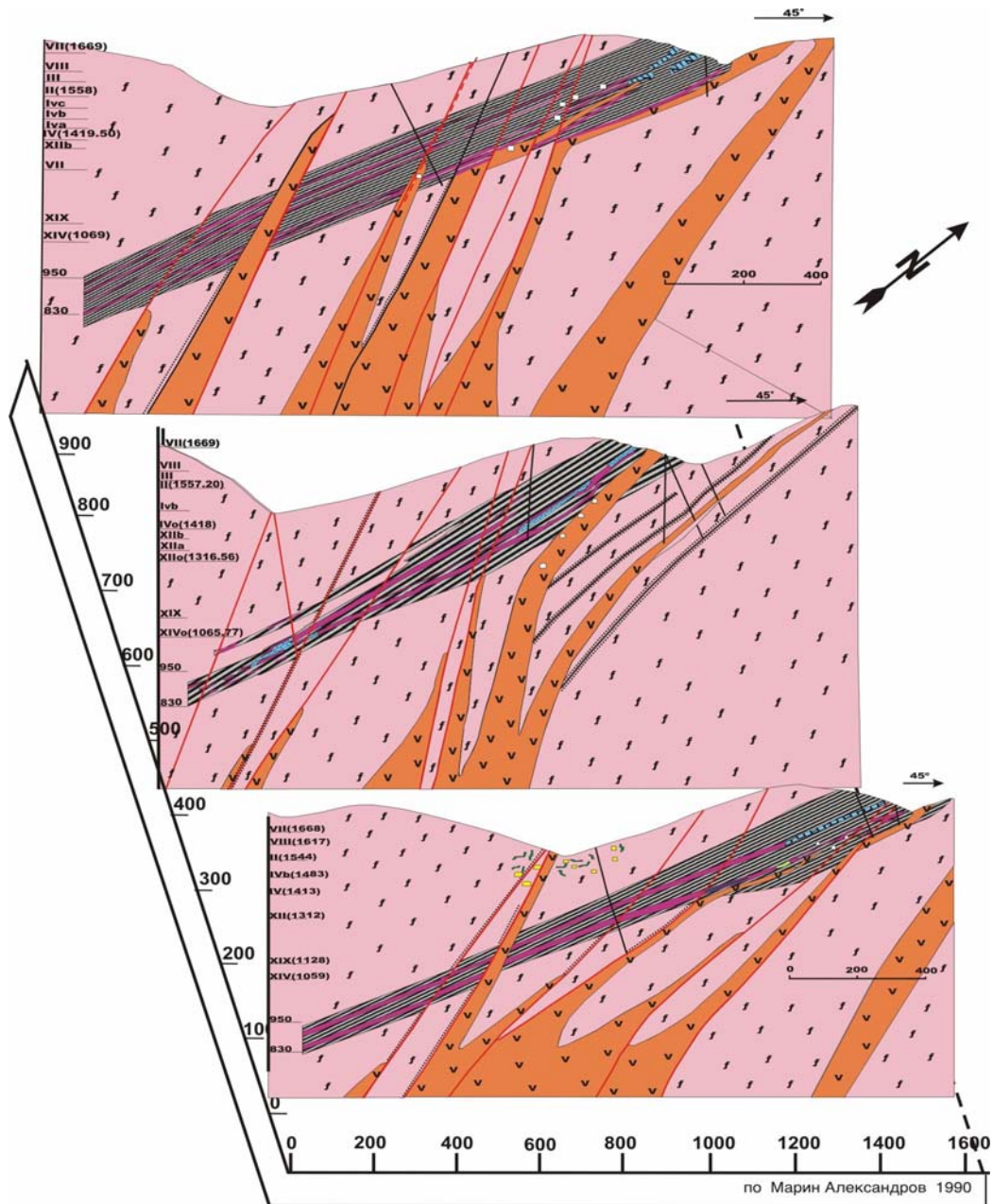
Слика 12. Геолошки профил 1250-1250`

1. руда метасоматски тип; 2. руда жичен тип; 3. дацит-кварц латит;
4. гнајс; 5. циполини; 6. кварц-графитичен шкрилец; 7. раседи;
8. рударски работи; 9. дупчотини

Figure 12. Geological cross section 1250-1250`

1. Ore-metasomatic type; 2. Ore veins; 3. Dacite-quartzlatite; 4. Gneiss;
5. Cipoline; 6. Quartz-graphite schist; 7. Faults; 8. Mine works; 9. Drill holes

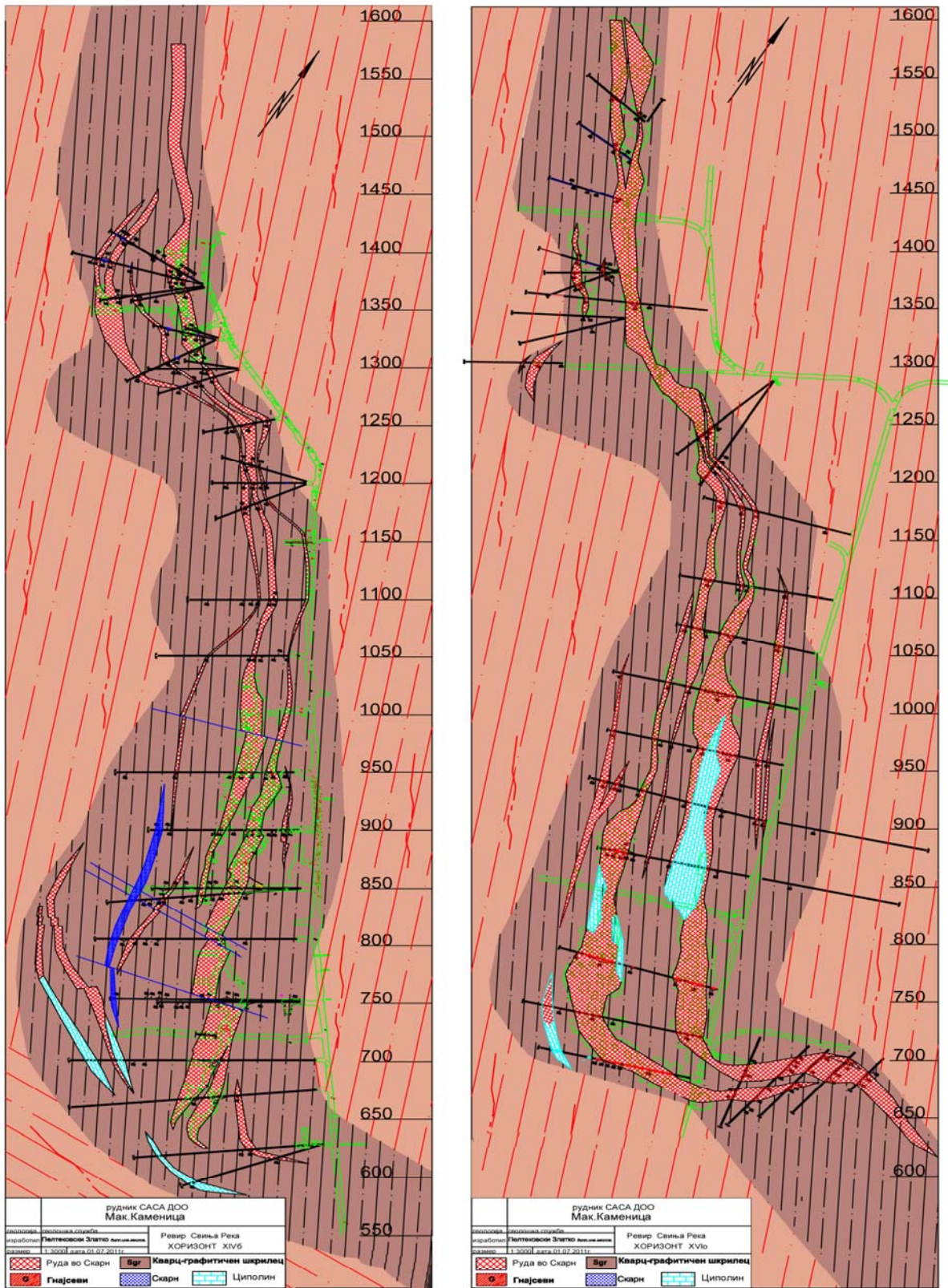
Падот на рудните тела (псевдослојните и леќестите) е од 28 до 49°, а кај жичните тела, жичните апофизи и штокверкно-импрегнационите тела падните агли се од 54 до 70° кон ЈЗ (слика 13).



Слика 13. Кулисен блок-дијаграм на наоѓалиштето Свиња Река (Александров 1990)

Слика 13. Curtain block diagram of the Svinja Reka deposit (Александров 1990)

Сите рудни тела имаат правец на протегање ССЗ-ЈЈИ (статистички 335°), освен рудните тела кои се наоѓаат во непосредна близина на раседот, кој ја одвојува Свиња Река од Козја Река. Овде рудните тела имаат правец на протегање скоро исток-запад со пад кон југ. Контактите на рудните тела со околните карпи доста често се јасни (шкрилец-руда, циполин-руда, скарн-руда), а што илустративно е прикажано на хоризонт XVI и XIVb (слика 14).



Слика 14. Морфолошки облици на оруднувањето на хоризонт XVI и XIVb, наоѓалиште Свиња Река
Figure 14. Morphological forms of the mineralization at levels XVI and XIVb, Svinja Reka

Можно е и премините да се постепени и нејасни, а тоа се манифестира со околни импрегнации, штоверкно-импрегнациона минерализација околу големите рудни тела во јужниот и централниот дел на наоѓалиштето, селективна метасоматоза во циполините и калциските скарнови, а и лентест тип на минерализација во циполинските шкрилци, така што контурите на рудните тела се доста нејасни и постепени, што е резултат од јачината на метасоматските процеси, кои довеле до создавање на овие типови на оруднување, како и од средината на депонирање. Секако, главните и економски најзначајни концентрации во наоѓалиштето Свиња Река се наоѓаат во псевдослојните метасоматски рудни тела.

11. Минерален состав и парагенетски односи

Минералниот состав, структурно-текстурните карактеристики, парагенетските односи и типовите на оруднување во наоѓалиштето Свиња Река во текот на изминатиот период, од неговото откривање во 1952 год. до денес е проучувано детално од страна на поголем број на истражувачи (Радусиновиќ, 1952; Духовник, 1954; Богоевски, 1964, 1967; Бариќ, 1959, 1972; Арсениевиќ, 1975; Денковски, 1964, 1967, 1968, 1975; Александров, 1986, 1992; Tufar and Strucal, 1984; Шијакова, 1989; Александров, Мнков и Серафимовски 1990; Серафимовски и др., 1994; Серафимовски 2008 и др.).

Со досегашните и поновите испитувања, во наоѓалиштето Свиња Река е утврден комплексен минерален состав, околу 60 минерали, сукцесивно образувани во неколку рудоносни стадиуми и градејќи притоа сложени парагенетски односи. Прегледот на рудните минерали, сукцесивниот ред на нивното издвојување во рамките на одделните рудоносни стадиуми и фази, како и образувањето на позначајните елементи кои влегуваат во составот на поглавните минерални видови, е даден во дијаграмот на сукцесија на минералите од наоѓалиштето Свиња Река (слика 15).

Според досегашните сознанија, водечки и воедно најзначајни рудни минерали за продукцијата на оловото и цинкот во наоѓалиштето Свиња Река, се галенитот и сфалеритот. Постојани придружници на овие рудни минерали се пиритот, пиротинот, халкопиритот тетраедритот, фрајбергитот, тенантитот и марказитот, а делумно борнитот, крупкаитот, бизмутиот и самородниот бизмут, потоа подредено пентландит, кубанит, валерит, борнит, арсенопирит, алтаит, емплектит, електрум и др.

Ред. бр.	МИНЕРАЛИ	МЕТАМОРФЕН СТАДИУМ	СКАРНОВСКИ СТАДИУМ	ХИДРОТЕРМАЛЕН СТАДИУМ			СУПЕРГЕН СТАДИУМ	
				I фаза	II фаза	III фаза	РЕДУКИРНА ФАЗА	ОКСИДНА ФАЗА
				ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА СУЛФИДНА	ГЛАВНА СУЛФИДНА	СУЛФИДНА-СУЛФОСОЛНА		
1	ГРОСУЛАР							
2	АНДРАДИТ							
3	БУСТАМИТ							
4	АУГИТ							
5	ИЛВАИТ							
6	ДИОПСИД							
7	ХЕДЕНБЕРГИТ							
8	ЈОХАНСЕНИТ							
9	РОДОНИТ							
10	АКТИНОЛИТ							
11	ЕПИДОТ							
12	ХЛОРИТ							
13	ИЛМЕНИТ							
14	РУТИЛ							
15	МАГНЕТИТ							
16	ХЕМАТИТ							
17	ПЕНТЛАНДИТ							
18	ПИРОТИН							
19	МОЛИБДЕНИТ							
20	ХАЛКОПИРИТ							
21	КУБАНИТ							
22	ВАЛЕРИТ							
23	БОРНИТ							
24	АРСЕНОПИРИТ							
25	СФАЛЕРИТ							
26	ГАЛЕНИТ							
27	ПИРИТ							
28	МАРКАЗИТ							
29	БЕРЕИТ							
30	КРУПКАИТ							
31	БИЗМУТИН							
32	БИЗМУТИНИТ							
33	БИЗМУТ							
34	ТЕНАНТИТ							
35	ФРАЈБЕРГИТ							
36	АРГЕНТИТ							
37	ТЕТРАЕДРИТ							
38	АЛТАИТ							
39	ЕМПЛЕКТИТ							
40	ЕЛЕКТРУМ							
41	КВАРЦ							
42	КАЛЦЕДОН							
43	ОПАЛ							
44	ПАЛИГОРСКИТ							
45	КАЛЦИТ							
46	ДОЛОМИТ							
47	КУТНАХОРИТ							
48	РОДОХРОЗИТ							
49	СИДЕРИТ							
50	АНКЕРИТ							
51	ОТАВИТ							
52	БАРИТ							
53	ХАЛКОЗИН							
54	КОВЕЛИН							
55	ЛИМОНИТ							
56	ХЕМИМОРИФИТ							
57	АНГЛЕЗИТ							
58	ЦЕРУСИТ							
59	СМИТСОНИТ							
ПРЕЦИПИТАЦИЈА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ								
1	Fe							
2	Cu							
3	Zn							
4	Pb							
5	Ag							
6	Mn							
7	S							
8	Si							

Слика 15. Дијаграм на сукцесија на минералите, Свиња Река (Александров, 1992)

Figure 15. Paragenetic sequence in the Svinja Reka ore deposit (Aleksandrov, 1992)

Од скарновските минерали кои се создадени во скарновскиот стадиум по-значајни се гранатите (гросулар, андрадит), бустамит, аугит, диопсид, илваит,

хеденбергит, јохансенит, родонит, актинолит и како преодни минерали се јавуваат епидотот (скарновско-хидротермални) и хлоритот со голем интензитет и екстензитет, а пак од оксидните минерали позначајни се магнетитот и хематитот. Од нерудните минерали значајни се кварцот, калцедонот, опалот, а особено е значаен калцитот кој е следен од доломит, кутнахлорит, родохрозит, сидерит, анкерит, барит и раритетниот карбонат на кадмиум-отавит, за прв пат откриен во Македонија.

Треба да се потенцира дека во одредени рудни тела доаѓа до промена на количинските односи на главните рудни минерали. Генерално може да се заклучи дека со оддалечувањето на рудните тела од дајковите се намалува присуството на високотемпературните калцитски скарновски минерали. Паралелно се намалува и интензитетот на појавување на сфалеритот, а се зголемува интензитетот на појавување на галенитот, а во заедница со него поинтензивно настапуваат епидотот и хлоритот. Во подинското рудно тело на блок 1 и блок А на досега истражените хоризонти интензивен е и пиротинот.

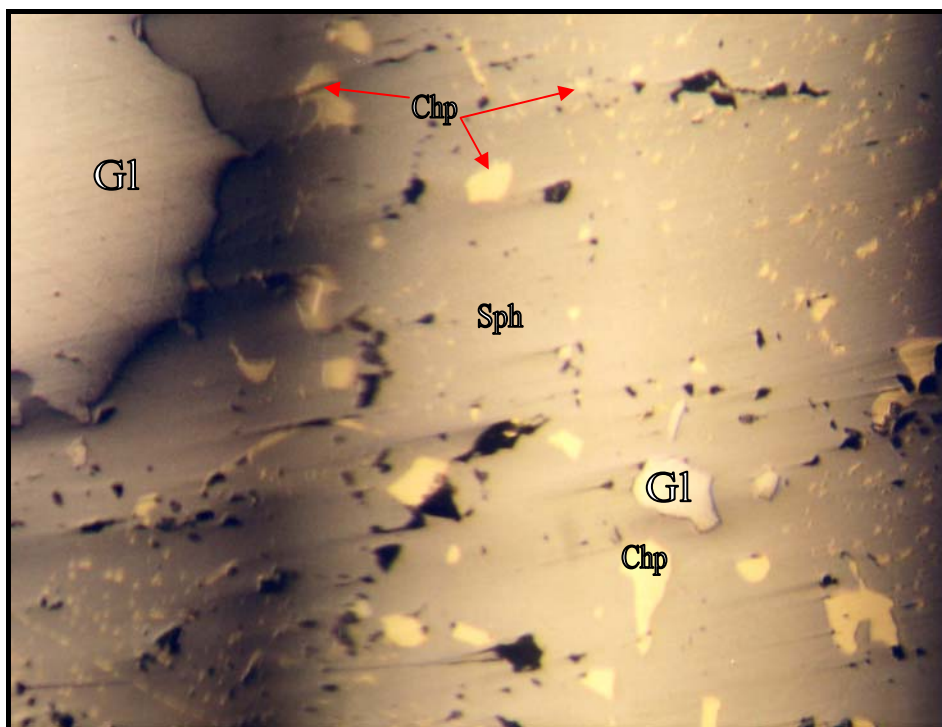
Магнетитот и хематитот доста интензивно настапуваат во најјужните делови на наоѓалиштето Свиња Река во средишните рудни тела во асоцијација со галенитот и сфалеритот, а целата маса интензивно е хлоритизирана во која се развиваат идиоморфни кристали на пирит често со наребрени кристални површини. Сепак, интензивно и екстензивно, најзастапени рудни минерали во наоѓалиштето се сфалеритот и галенитот, следени од цела низа на други минерали, кои полифазно и полихроно се создавани, а се сретнуваат во сите морфолошки типови на оруднување.

Позначајни минерали во наоѓалиштето

Од гореизнесеното е јасно дека во наоѓалиштето Свиња Река постои комплексна минерална асоцијација во која спаѓаат минерали од различни начини и услови на појавување. Покрај типичните рудни минерали, овде доста често се значајни и петрогените минерали, во прв ред минералите од скарновскиот стадиум. Во понатамошниот преглед накусо ќе ги изнесеме поважните карактеристики на позначајните минерали од наоѓалиштето Свиња Река.

Сфалеритот е најшироко распространет минерал во наоѓалиштето. Во некои рудни тела достигнува и до 60% од вкупниот минерален состав. Во наоѓалиштето се одредени четири генерации на сфалерит. Сфалеритот-I генерација е одложен поле пиритот во кварц-сулфидните парагенези. По боја е црн,

темнокафеав до кафеав со карактеристични среднозрни до едрозрни агрегати (Слика 16).



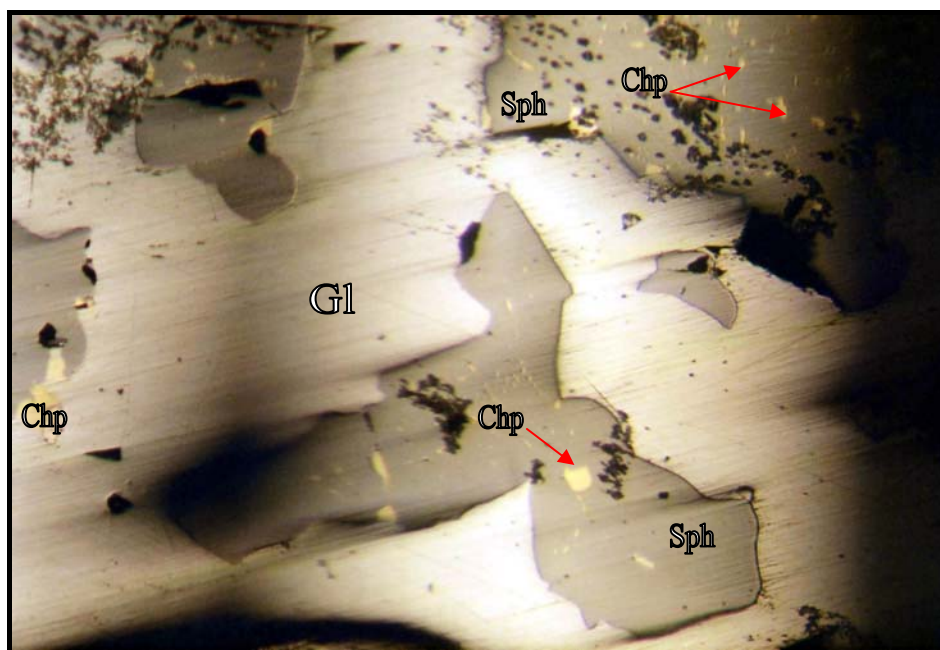
Слика 16. Илустрација на компактно развиен сфалерит со вклопени бројни зрна на халкопирит со различна големина и бочно интензивно кородиран од галенит (бело). *Зг. x 100 II.*

Figure 16. Illustration of a compact well developed sphalerite with enclosed numerous chalcopyrite grains of different sizes and intensively corroded galena (white). *Magnif. x 100II.*

Ретко формира кристални друзи со кварц, галенит и пирит. Механички е нееднороден, а низ него има халкопиритски емулзии, субмикроскопски вклучувања од пиротин и пирит. Бил подложен на слаб метаморфизам од подоцните хидротермални раствори. Сфалеритот-II генерација е одложен при крајот на кварц-сулфидната парагенеза (главна сулфидна фаза II) на минералното образување како среднозрнести агрегати со темнозелени до светлокафеави тетраедрични кристали. Најчесто нараснува преку галенит-I генерација или формира обвивки околу сфалерит-I генерација со слаба заемна корозија. Сфалеритот-III генерација е формиран во почетокот на третата фаза на хидротермалниот стадиум, пред создавањето на кварцно-карбонатните парагенези. По боја е восочно жолт до жолто-кафеав и просирен. Микроскопски, во одбиена светлина, има изглед на потполно хомогена маса. Сфалеритот-IV генерација е карактеристичен за најниско-температурни доцни хидротермални раствори во пукнатините на претходно создадените рудни тела со краткостолпчести

масивни кварцни кристали, кои нараснуваат на постари игличесто призматични кристали. По боја е кафеаво-црвен до жолто-црвеникав и сосема ретко е застапен.

Галенитот претставува главен носител на оловото во рудното наоѓалиште и се јавува во три генерации. Галенит-I генерација е одложен непосредно по сфалерит-I генерација, во првата фаза од високотемпературната сулфидна парагенеза на минерално одлагање. Образува моќни и големи рудни зони и тела од масивен тип на оруднување (слика 17).



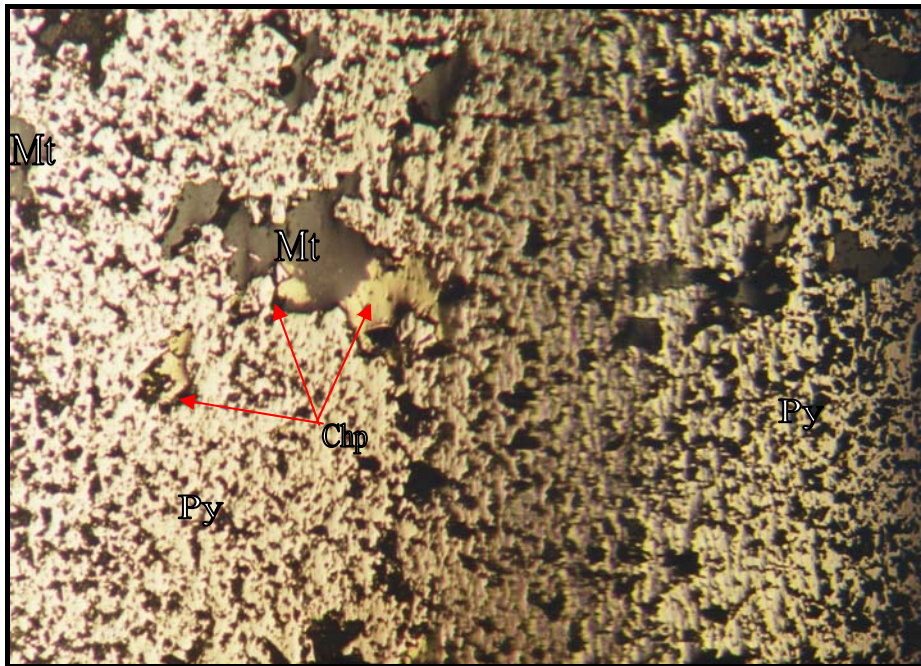
Слика 17. Интензивно кородирано компактно сфалеритско зрно во компактна галенитска основа. *3ε. x 100 II*

Figure 17. Intensively corroded compact sphalerite grain in a compact galena matrix. *Magnif. x 100 II*

Во отворени делови (празни простори) се сретнуваат кристали на галенит со димензии од неколку мм до 2-3 см (ретки случаи) во вид на коцки, комбинација на коцки и октаедри и октаедарски форми. Во деловите со изразит скарновски стадиум, галенитот-I генерација настапува во гранатските скарнови, гранатско-јохансенитските, јохансенит-бустамит-гросулар-родонитски скарнови. Најчеста структура е алотриоморфно зрнеста, со тенантитот и халкопиритот (со ѕвезди и скелети од сфалерит) образуваат сложени корозиони мирмекитови структури. Галенит-II се одлага во времето на главната сулфидна-II фаза на минерално образување. Образува среднозрни до едрозрни агрегати во комбинација на коцки и октаедарски коцки и октаедарски облици, кои се одложени непосредно пред клеофанот. Галенит-III генерација генетски е врзан со финал-

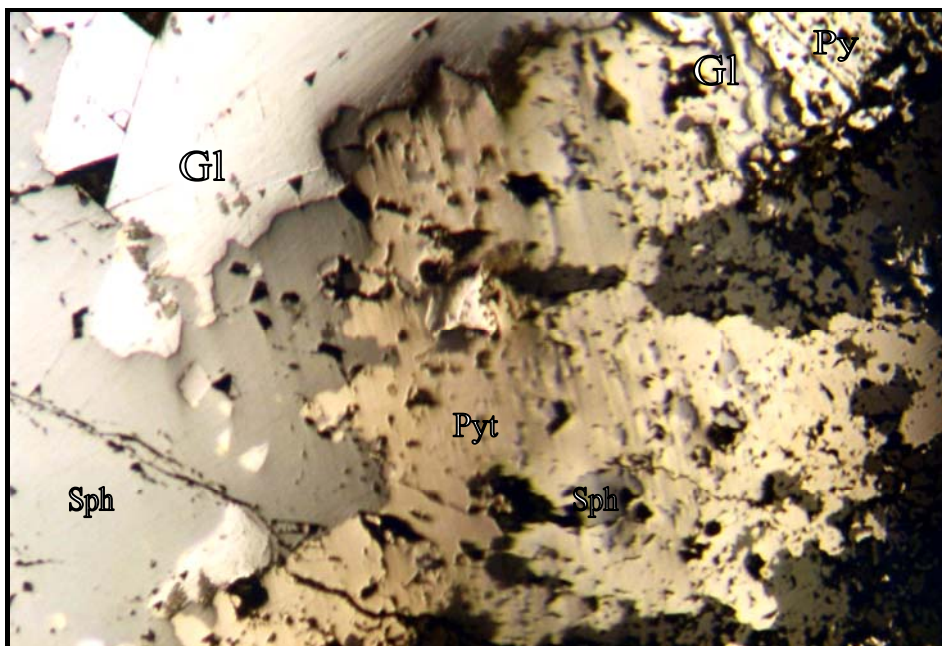
ните рудоносни раствори, а се одлага со призматично водено бистар кварц, клеофан, родохрозит, плочаст барит, тетраедрит, електриум, калцит и др. Со нив тој образува заемни агрегати, а во табелата со масивни метасоматски пирити кои се подоцна катаклазирани, штокверктно и импрегнационо се минерализирани со галенит од III генерација. Типични се корозионите структури.

Пиритот е широко распространет минерал во наоѓалиштето Свиња Река, образуван во повеќе генерации (главно пиритот е образуван метасоматски, а помалку како импрегнации, во отворени пукнатини и др). Пиритот-I генерација одложен за време на пропилитизација и епидотизација формирал ситно впрснати кристалчиња (0,2 до 1-3 см) со квадратна форма во кварц-латитите, гнајсевите, во кварц-графитичните шкрилци и во циполините со голем екстензитет, како и линиски импрегнации на метакристали по површините на шкриљавост на хор. IV_o и хор. XII₆ во јужните делови. Пиритот-II генерација е најзастапен минерал во пирит-пиротинскиот стадиум на минерализација, присутен е како финозрнест во јохансенитско-бустамитско-родонитски агрегати или во силно изменетите хлоритски шкрилци и во асоцијација со пиротин и марказит, а најчесто во нивните периферни делови. Зафатен е од корозија од пиротинот и марказитот кои одат заедно со него, а особено минералите на главната сулфидна фаза. Пиритот-III генерација е образуван на почетокот на сулфидниот стадиум на минерализација, оди во парагенеза со водено бистриот кварц, црниот до кафеаво-црн сфалерит, галенит, халкопирит, валерит, кубанит, тенантит, карбонати и плочестиот барит. Тој зазема над 40% од вкупните рудни минерали во наоѓалиштето (слика 18), а во некои рудни тела и 80% (пр. блок 2 од хор. II до хор. VIII, блок 1 на хор. IV_o и др). Пиритот-IV генерација се одлага од почетокот на кварц-карбонатниот дел (III фаза) на образување. Најголем дел е одложен на почетокот на оваа III фаза на хидротермалниот стадиум.



Слика 18. Илустрација на неправилни и кородирани зрна на халкопирит и магнетит во пиритска основа 3 г x 100 II
Figure 18. Ilustration of irregular and corroded chalcopyrite and magnetite within pyrite matrix. Magnif. h 100 II.

Пиротинот е минерал со голем екстензитет на појавување и променлив интензитет (слика 19).



Слика 19. Реликтизирано зрно од пирит во крупнозрнест масивен пиротин активно однаatre и бочно кородирани од сфалерит и масивен галенит 3г x 100 II
Figure 19. Relict pyrite grain within a massive pyrrhotite actively corroded (from the center outwards) by sphalerite and massive galena. Magnif. x 100 II

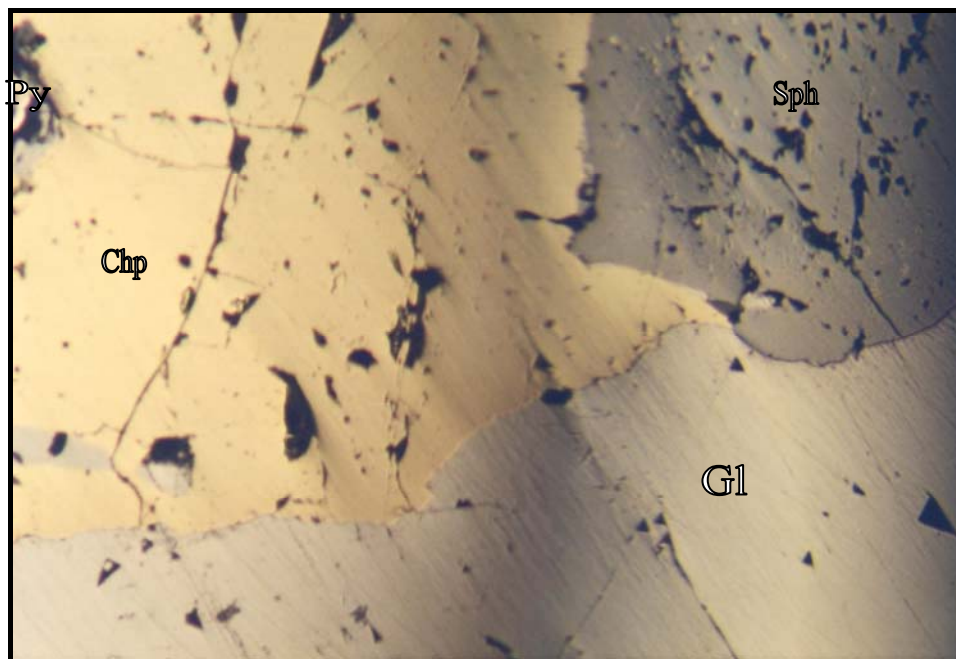
Интензитетот на појавување на пиротинот се претворил во пирит и марказит и оваа трансформација е доста добро изразена во наоѓалиштето (слика 19). Чест е случајот на агрегати од пирит-марказит-пиротин, но ако трансформацијата е потполна, тогаш пиротинот е отсутен. Во тие агрегати се јавува структурата на птичје око (birds eye). Создаван е во повеќе генерации. Врз основа на парагенетските и сукцесивните односи се издвоени четири генерации на пиротин: идиоморфен пиротин, потоа инклузии во галенитот (поретко и во сфалеритот), структури на издвојување во сфалеритот и табличест пиротин во карбонатна нискотемпературна парагенеза (доста ретки случаи).

Марказитот е доста чест минерал во наоѓалиштето, а најчесто се јавува како продукт на трансформација од пиротинот. Марказитот се јавува во ситнозрни агрегати заемно прораснати со ситнозрнест пирит, со кого имаат исто генетско потекло, а се задржани морфолошките облици од пиротинот со или без сочувани правци на цепливост. Марказитот може да се јавува и без пирит, или делумно се претвора во пирит.

Арсенопиритот е доста редок во наоѓалиштето. Во асоцијација е со галенитот и сфалеритот, а ретко и со јаловинските минерали. Се развива во идиоморфни кристали кои понекогаш се зонарни. Тој се јавува и како инклузии во галенитот и сфалеритот, а има и случаи кога околу него се развиваат тенантит (доста ретко). Арсенопиритот метасоматски го потиснува високотемпературниот халкопирит (со издвојувања на сфалерит во вид на ѕвезди), а во случаи метасоматозата целосно го зафатила пиритот и останале само сфалеритските ѕвезди и скелети. Оваа појава по прв пат е откриена од Арсениевиќ (1975). Оваа појава се објаснува како две средини, кои различно се однесуваат во услови на метасоматоза, халкопиритот - погоден, а сфалеритот како инертна и незаменета компонента.

Халкопиритот е со големо распространување, но со незначителна количинска застапеност во минерализацијата. Во поново време на најнискиот хоризонт 1126 северно од шахтните раседи, во дупчотината Ц.Д 03 на кота 1030 докажано е значително присуство на халкопирит (слика 20). Исто така и во дупчотината ЦД 07 кота 1400 докажана е халкопиритско - пиротинска минерализација со голем интензитет на појавување, која е постара од оловно-цинковата, а веројатно тоа е халкопирит I генерација, кој е редовно во асоцијација на помлад пиротин и бизмутска минерализација.

Втората генерација на халкопирит се јавува во вид на инклузии, а поретко метасоматски развиен.



Слика 20. Илустрација на крупни зрна на халкопирит, галенит, сфалерит и пирит. Халкопиритот е кородиран од галенит и сфалерит и вклопува реликтизирани зрна од пирит. *Зг. x 100 II.*

Figure 20. Illustration of coarse grains of chalcopyrite, galena, sphalerite and chalcopyrite. Chalcopyrite has been corroded by the galena and sphalerite and encloses relics of pyrite. *Magnif.x 100 II.*

Во третата генерација халкопиритот се развива како минерал кој ги кородира и метасоматски ги потиснува создадените сулфидни минерали, главно пиритот, сфалеритот и делумно пиротинот. Првите две генерации се создадени на високи температури, во асоцијација со пиротин, бизмутин, самороден бизмут и со издвојувања на пирит и сфалерит. Третата генерација е создадена на пониска температура, кога се депонирани и главните количини на галенит, сфалерит и пирит. Сфалеритските издвојувања во халкопиритот се далеку поретки од халкопиритските во сфалеритот, а како исклучок може да се најдат одделни минерални зрна во кои едната половина е изградена од халкопирит со увездести издвојувања на сфалерит, а другата половина од сфалерит со халкопиритски издвојувања. Тоа може да се објасни така што условите за настанување на сфалеритот и халкопиритот биле слични и временски блиски, односно овие два минерала се создавале истовремено. Кога условите битно се измениле (пад на температурата и притисокот), во двата случаја дошло до создавање на цврстите раствори и структурни издвојувања во вид на

минералошки индивидуализирања на изоморфните примеси на едниот од овие минерали во главната маса на другиот. Кога се појавува во самостојни зрна понекогаш делумно покажува ламеларна градба. Халкопиритот во супергените процеси се претвора во цела низа на секундарни минерали на бакарот и тоа во прв ред во ковелин, халкозин, потоа борнит и лимонит, а на крајот малахит и азурит.

Бустамитот е доста редок минерал со различни услови на постанок. Во наоѓалиштето Свиња Река настанал во скарновски услови по метасоматски пат, а најчесто се појавува во асоцијација со родонит, grosular, јохансенит и епидотот. Познато е дека јохансенитот на температура околу 830°C преминува во бустамит (Huton, 1956). Морфолошки се манифестира во радијално зракасти и влакнести агрегати од микронска големина до 2-3 см, а во ретко и до 5 см. Бојата му е светлорозова до бело-розова со стаклеста сјајност. Честопати е забележлив распад на бустамитот во Mn-оксиди.

Јохансенитот е малку познат минерал, краен мангански член на диопсидската група (Шалер, 1938; Ален и Фахеи, 1953; Huton, 1956). Во Саса (Свиња Река) јохансенитот-феројохансенитот е проучен од Бариќ (1962) и Шијакова (1989). Јохансенитот-феројохансенитот во наоѓалиштето Свиња Река се карактеризира со големи и издолжени кристали во вид на столпчести и радијално-зракасти агрегати, со должина од неколку сантиметри, вообичаено до 10 см, а ретко и до 25 см. По боја е маслинестозелен до темнозелен, а зафатен со измени е склон на избелување. Кај јохансенитот кристалите и агрегатите најчесто се свежи, но во услови на дополнителни флуиди тој се распаѓа во бустамит и родонит. Јохансенитот во Свиња Река има голем екстензитет на појавување, а во блоковите А, 1, 2 и 3 (рудни тела) има и голем интензитет од хоризонт V-1700 до хоризонт 1126.

Бизмутските минерали во наоѓалиштето Свиња Река се од посебно значење како посебна високотемпературна минерална парагенеза: кварц-халкопирит-сфалерит-пиротин-береит-крупкаит-бизмутин-самороден бизмут-калцит. Ваквиот минерален редослед покажува дека почетокот на таа парагенеза е поврзана со хидротермални раствори, окарактеризирани со висок сулфиден потенцијал, со значајни количини на бакар, што доведува до одлагање на халкопиритот како основен минерал. Потоа сулфурниот потенцијал се намалува и се одлага пиротинот. Тогаш останатите количини на бакар, заедно со бизмутот и сулфурот учествуваат во составот на бизмутовите минерали со

содржина на бакар од 5,74 до 9,18% Cu (крупкаит и береит). Потоа растворите стануваат монометалоносни, со сè уште зголемен сулфурен потенцијал, од кои се одлага бизмутин, а по него хидротермалните раствори се карактеризираат со потполно отсуство на сулфур и од тој момент започнува масовно и активно кородирање на сите одложени минерали до тој момент, што доведува до создавање на самороден бизмут. Комплетната бизмутска парагенеза е означена како кварц-бизмутин-халкопиритова. По главните сулфиди и кварц-бизмутин-халкопиритовата парагенеза се одлагаат сулфосоли и нискотемпературните сулфиди, како и сулфидите од последните генерации, но со далеку помал интензитет и екстензитет (тенантит, фрајбергит, аргентит, тетраедрит, алтаит, емплектит, пирит, марказит, клеофан, нискотемпературен пиротин, галенит и др). Завршна потфаза во создавањето на наоѓалиштето се нискотемпературните минерали, од оксидно-карбонатната парагенеза, претставени со кварц, калцедон, опал, калцит, доломит, кутнахлорит, сидерит, анкерит, арагонит, олигонит, отавит, а во парагенеза со калцитот се јавува електрум, но сосема во ограничени количини. Отавитот и електрумот се минерали кои настанале во услови на зголемена температура на хидротермалните раствори и блага (слаба) корозија на порано создадените минерали.

Електрумот се јавува микроскопски до макроскопски видливи честички со размери од 10 μm па до 2 - 4 mm. По боја во одбиена светлина е жолт, а на дневно светло по површините на индивидуите е свилесто-жолт. Се јавува во вид на влакнести агрегати, доста интензивно наребрени и со благо свиткани врвовни делови. Според податоците од квантитативната микросондова анализа тој содржи 18,09% Ag, 81,59% Au, и 0,13% Hg, што претставува воедно и по прв пат во наоѓалиштето Свиња Река утврдено присуство на жива. Електрумот е многу редок минерал со сигурност докажан само на хор. IV₆ во најјужните делови на калцитски жилички, а во нивните празни простори нараснува врз калцитска основа.

Кварцот доста често се појавува, но количински е со мала застапеност. Главно е безбоен, ретко млечно бел или бледосив и уште поретко нежно розов. Најчесто е развиен во кристални идиоморфни облици, но се јавува и во ситнозрни агрегати со мозаичен изглед, во неправилни зрна и најпосле како метасоматски нараснати идиобласти. Настанал во повеќе генерации. Оној кој настанал во скарновскиот стадиум е високотемпературен и обично е идиоморфно развиен, додека во хидротермалниот стадиум во првата и втората

фаза може да биде со неправилни облици. Големината на кварцните кристали, само исклучително достигнуваат до 15 см, а обично се од 2 до 5 см.

Кварцот, кој настанал при крајот на карбонатната фаза, е со ситни мали кристали кои нараснуваат врз карбонатите, најчесто врз манганокалцитот, и истите се благо розови до виолетови и скоро секогаш се во асоцијација со отавитот. Во некои делови тој ја прожима сулфидната парагенеза, некаде ја пресечува и се јавува како цементна маса, а некаде е средина на оруднување за халкопиритско-пиротинско-бизмутска парагенеза. Тој гради и самостојни микрожилички во рамките на рудното поле и наоѓалиште.

Отавитот за првпат во Република Македонија и рудното поле Саса е откриен во наоѓалиштето Свиња Река. Станува збор за карбонат на кадмиумот (Мнков, 1988). Образува нежно розови, бело-розови до жолтеникаво-розови агрегати со сноповидни до преплетени прачкасти агрегати, а се јавува и во жиличести агрегати со дебелина од 1 до 4 см, а само во посебни случаи и со поголема дебелина. Широко е распространет во наоѓалиштето Свиња Река и образува мономинерални до биминерални отавити и родохрозит - отавитови агрегати, а посебно ретко и родохрозит-кварц-отавитови агрегати. Кварцот од овие агрегати е розов до виолетов. Образувањето на отавитот се сврзува со хидротермалната метаморфоза на главната галенит-сфалеритова парагенеза, во која сфалеритот е богат со кадмиум. При хидротермалната метаморфоза минералите се ослободуваат од елементите примеси и во тие услови кадмиумот до значителна мера се концентрира. Тој хидротермален метаморфизам е причински и генетски поврзан со ново прихранување на хидротермални раствори, со зголемена почетна температура и значајно намалување на киселоста.

12. Структурно-текстурни карактеристики на оруднувањето

Проучувањето на текстурите и структурите има големо значење при испитувањето на рудите и рудните наоѓалишта. Само со изучување на минералниот состав и градбата на рудите може да се одреди редоследот на создавањето на минералите и да се откријат етапите на минерализацијата. Изучувањето на одделните структури на рудите дава можност да биде одреден редоследот на создавањето на различните минерали во границите на одредена етапа на минерализацијата, како и одделните стадиуми и минерализациони фази.

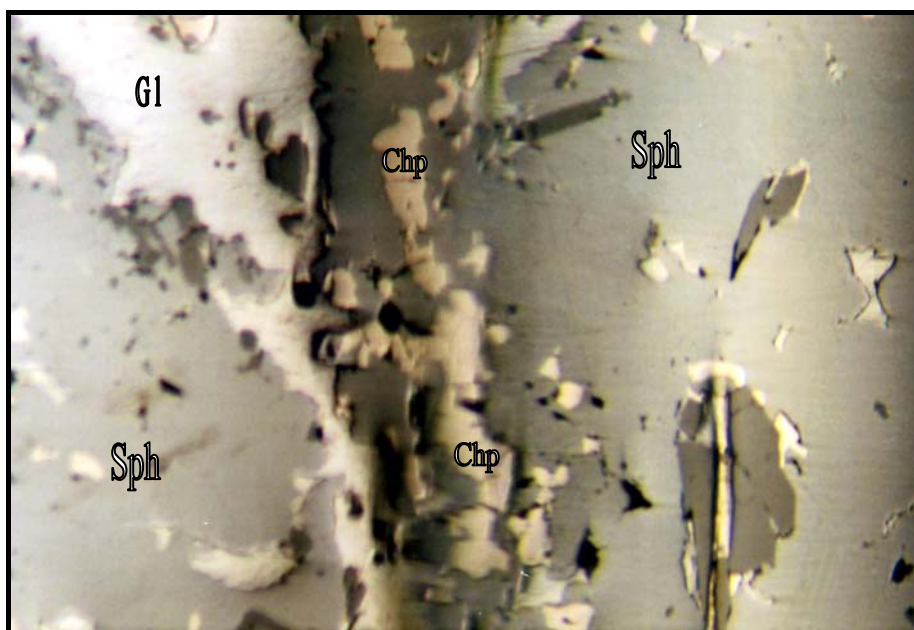
Проучувањето на текстурите на рудите дава можност да се одреди редоследот на создавањето на различните минерални агрегати, да се одреди во колку етапи, стадиуми и фази е настаната минерализацијата, да се реши прашањето за релативната зоналност и др. Практичното изучување на текстурите и структурите има големо значење. Изучувањето на составот, формата и големината на значајните рудни минерали се користи за утврдување на методиката на опробувањето на рудното наоѓалиште. Исто така, во зависност од текстурата на рудните наоѓалишта се открива можноста за примена на некоја од геофизичките методи за пронаоѓање на „слепи“ рудни тела на големи длабочини.

Постоенето на рудни минерали со содржина на корисни елементи, оксидни минерали, различни жични минерали и др., има големо значење при разработувањето на технологијата за механичка преработка и флотација на рудата и добивање на корисни компоненти. Ниту една технолошка шема за преработка на рудата не почнува да се прави без претходно да се испитаат структурата и текстурата на рудата. Тие испитувања се вршат систематски, а подоцна и во различните стадиуми на преработката на рудата.

Токму од причините споменати во горните неколку параграфи, во наоѓалиштето Свиња Река се вршени одредби на структурно-текстурните карактеристики во повеќе наврати, а тука ќе споменам само некои: Александров (1992), Серафимовски и Александров (1995), Тасев (2003), Серафимовски и др. (2008) и др. Од структурен аспект треба да се потенцира дека доминираат структурите од редот на зрнести, корозиони, реликтни, емулзиони, мирмектиски,

лентести, жиличести, прачкести, скелетни, сунѓерести, реликтни, метасоматски и други. Од друга страна, текстурите во наоѓалиштето Свиња Река не се така разновидни како структурите, туку напротив има доминација на само неколку карактеристични типови од редот на масивни, лентести емулзиони и плисирани текстури понекогаш проследени со некои други многу поретки текстури.

Покрај тоа што сфалеритот ја претставува основната рудна маса, тој на места се појавува и како реликт во галенитот. Сепак, во најголем дел галенитот е кородиран од страна на компактниот сфалерит (слика 18). Во рамките на сфалеритската основа се забележуваат покрупни и кородирани галенитски и халкопиритски зрна, како во сфалеритските така и во галенитските зрна се гледаат и идиоморфни до хипидиоморфни зрна на кварц најчесто во издолжена форма. Интересно е дека метасоматските корозиони процеси се максимално присутни скоро кај сите идентификувани минерали и корозијата оди и во едната и во другата насока. Имено, најчесто се гледа корозија на сфалерит врз галенит, но постојат и сфалеритски зрна кои се кородирани од галенит, а како најстари се појавуваат халкопиритските зрна кои на повеќе места се расфрлани во сфалеритската и галенитска основа се јавуваат во неправилни форми, но и често кородирани од галенитот и сфалеритот (слика 21).

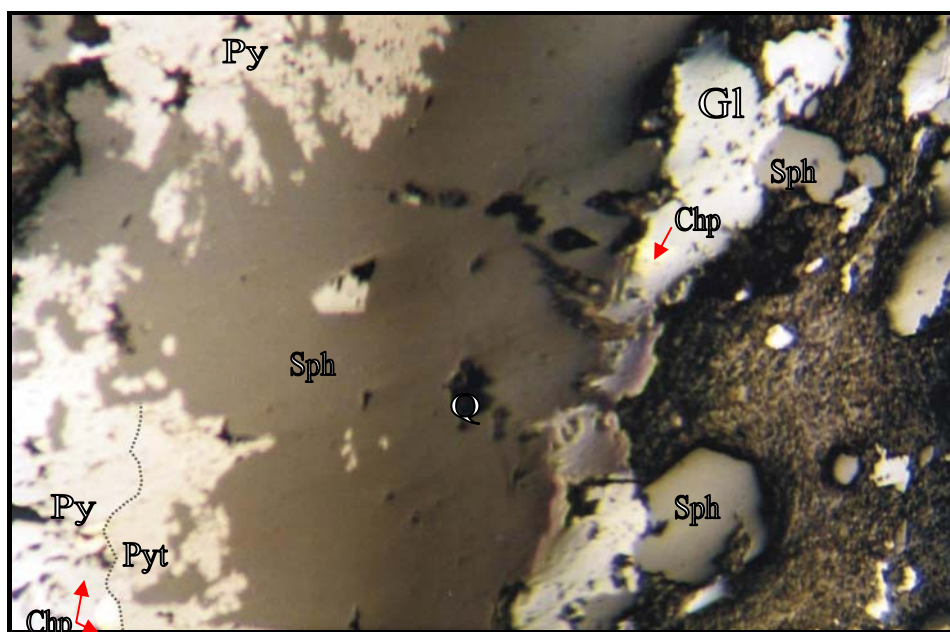


Слика 21. Серија на метасоматски развиени халкопиритски зрна во сфалеритска основа и корозија на сфалерит врз галенит, сето тоа во компактна основа. *3x. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

Figure 21. Series of metasomatically developed chalcopyrite grains in sphalerite matrix and sphalerite corrosion over galena, compact matrix. *Magn. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

Исто така, честопати галенитско-сфалеритски компактни зрна на места меѓусебно мирмекитски прораснуваат во најголем дел крупни до груби зрна на сфалерит кородиран од галенит. Во голем дел во сфалеритите се присутни халкопиритски зрна со најразлични големини, метасоматски развиени индивидуално или групирани во помали метасоматски зрна. Само на места се гледаат емулзии од халкопирит во сфалерит кога градат типично емулзиони структури. На места индивидуални зрна од халкопирит се забележуваат и во масивните галенити каде што и халкопиритите и сфалеритите корозионо се зафатаени од страна на галенитите.

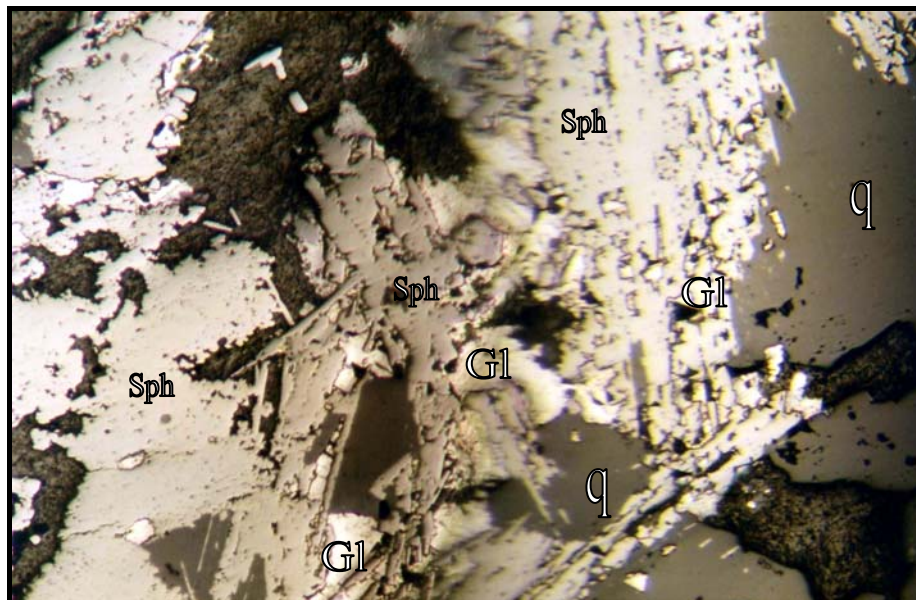
Сфалеритот како еден од најзастапените минерали во рамките на наоѓалиштето Свиња Река се манифестира во повеќе генерации, при што една од нив често вклопува различни по големина зрна на халкопирит, на места реликти од пирит, пиротин (слика 22), а на места идиоморфно развиени зрна на кварц.



Слика 22. Илустрација на пирит -пиротинско -халкопиритски агрегат во сфалеритско - кварцна основа. *3 г x 200 II* (Серафимовски и др., 2008)

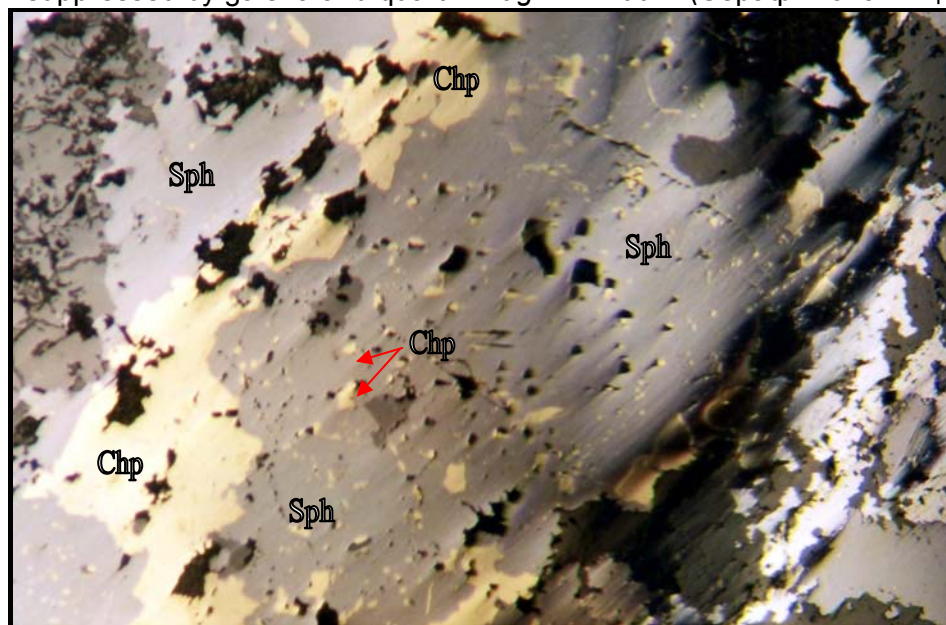
Figure 22. Illustration of pyrite -pyrrhotite-chalcopyrite agregate in sphalerite -quartz matrix. *Magnif. x 200 II.* (Серафимовски и др., 2008)

Особено интересна фаза на сфалеритот е онаа каде што тој се појавува во прачкеста ориентирана форма, како резултат на насочените притисоци кои влијаеле и директно на создавање на генералната лентеста структура на примерокот (слика 23). И прачкесто ориентиран сфалерит е зафатен со активна корозија од кварц (слика 24).



Слика 23. Илустрација на прачкеста градба на сфалерит, различно ориентиран и метасоматски потиснуван од галенит и кварц. *Зг. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

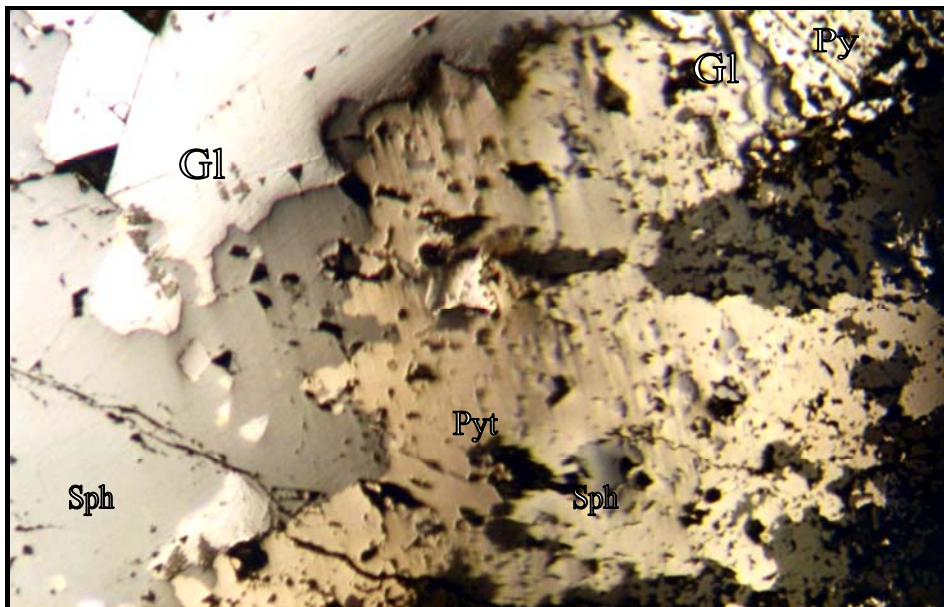
Figure 23. Illustration of rod-like sphalerite, differently oriented and metasomatically suppressed by galena and quartz. *Magnif. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)



Слика 24. Карактеристично интензивно развиени халкопиритски зрна, кои метасоматски ги заменуваат сфалеритите. *Зг. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

Figure 24. Characteristic intensively developed chalcopyrite grains, metasomatically replace sphalerites. *Magnif. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

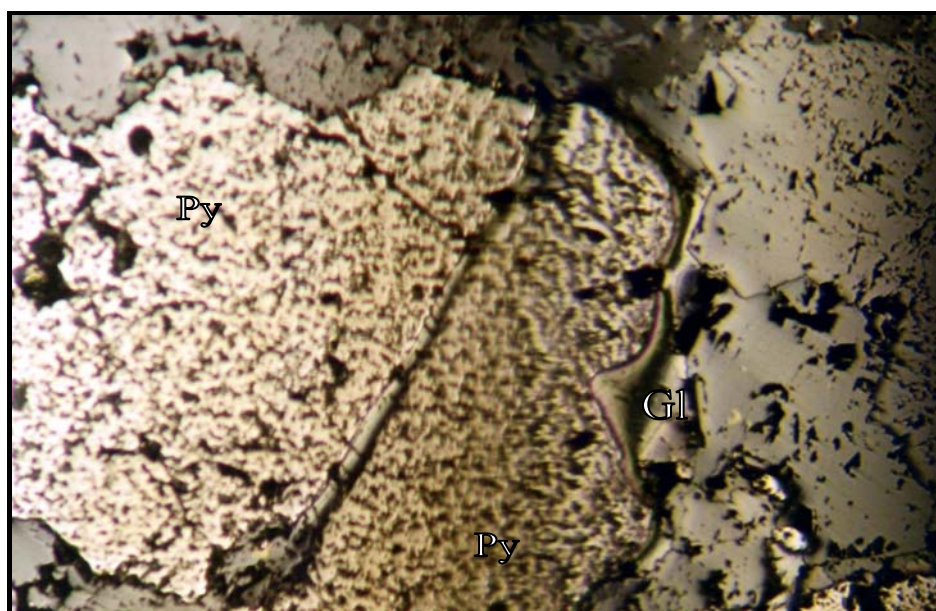
Галенитот, главно, е грубозрнест и компактен со континуирано појавување (слика 25). Во најголем дел масивен и еднороден. Но, сепак, честопати се присутни и галенити чијашто основна карактеристика е реликтна градба, односно од голем број зрна се останати само скелетите (кородирани од кварц и други петрогени минерали).



Слика 25. Реликтизирано зрно од пирит во крупнозрн масивен пиротин активно однатре и бочно кородиран од сфалерит и масивен галенит. *3 ε x 100 II* (Серафимовски и др., 2008)

Figure 25. Relict pyrite grain in coarse-grained massive pyrrhotite actively corroded by sphalerite and galena. *Magnif. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

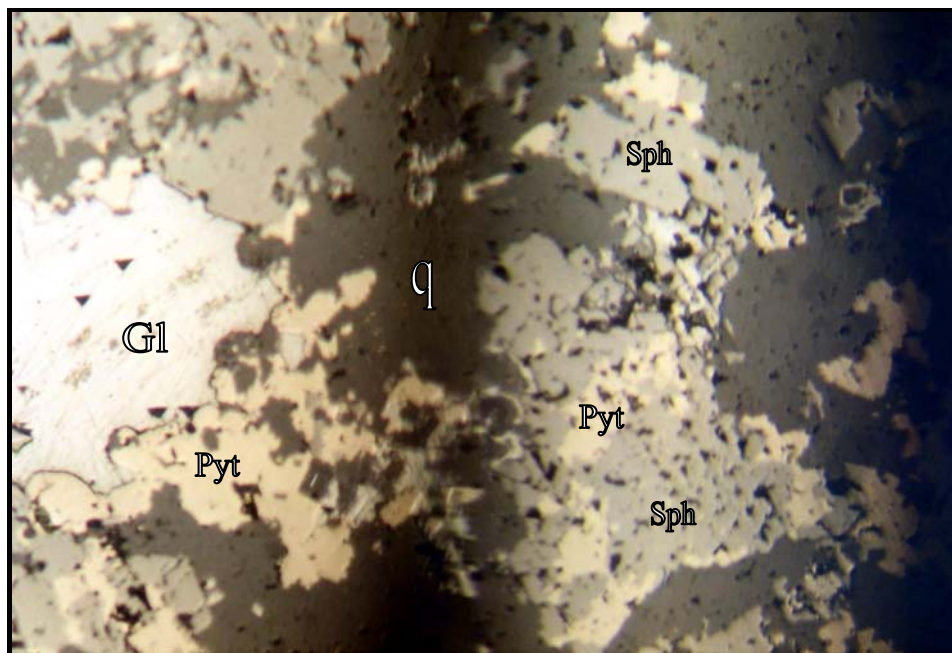
Од споредните рудни минерали доминира пиритот, кој се јавува во крупни на места идиоморфни зрна со карактеристична сунѓереста структура што укажува на процеси на корозија и реликтизирање (слика 26). Најчесто е кородиран од галенит и сфалерит, а во поголеми маси и од петрогени минерали.



Слика 26. Реликтизирани скелетни форми на галенит во крупнозрн и активно кородиран пирит со сунѓереста структура. *3 ε x 100 II* (Серафимовски и др., 2008)

Figure 26. Relict skeleton-like galena forms in coarse-grained and actively corroded pyrite with spongy structure. *Magnif. x 100 II.* (Серафимовски и др., 2008)

Пиротинот ретко кога се јавува во самостојни или индивидуални зрна. Тој најчесто оди со пиритот, меѓутоа или во галенитска или во сфалеритска основа. Што значи тој обично е кородиран од овие минерали, но припаѓа на исти процес на оруднување. Само на места пиротинот ќе го видиме како се појавува и во поситни силно кородирани зрна во петрогената маса (слика 27).



Слика 27. Илустрација на кородирани крупни зрна на галенит лево, сфалерит со вклопен пиротин десно и пиротин кородиран од кварц и други петрогени минерали во средината. *3 ε x 200 II* (Серафимовски и др., 2008)

Figure 27. Illustration of corroded coarse-grained galena (left), sphalerite with enclosed pyrite (right) and pyrite corroded by quartz and other rockforming minerals in the middle. *Magnif. x 200 II.* (Серафимовски и др., 2008)

13. Асоцијација на елементите Pb, Zn и Ag

Со досегашните хемиски и спектрохемиски испитувања извршени од страна на Богоевски (1964), Арсениевиќ (1969), Александров, Мнков и Серафимовски (1990), Александров (1992) и др., во наоѓалиштето Свиња Река е утврдена сложена геохемиска асоцијација на главните рудни метали и придружни микроелементи (Fe, Cr, Ni, Co, V, Cr, Be, Mn, Cu, Mo, W, Pb, Zn, Ag, Bi, As, Sb, Cd, In, Ga, Tl, Te, Se, Ba, Sr и др., просторно дистрибуирани во рамките на голем број сопствени минерали, во вид на примеси во главните рудни минерали, во петрогените и скарновските минерали и/или нерамномерно дистрибуирани во околните скарнизирани и хидротермално изменети карпи.

Главни рудни метали кои се екстрахираат од оловно-цинковите руди од наоѓалиштето Свиња Река се: Pb, Zn, Ag, Cd и In, додека поголем број од останатите елементи, како на пример: Bi, Cu, Sb, Ni, Co, Ga, Te, Se, Sn, Au не се добиваат, иако некои од нив се јавуваат во интересни содржини, а пак други елементи настапуваат со ниски содржини и во овој момент не претставуваат интерес. Содржините на главните елементи во рудата се 4,95% Pb, 4,05% Zn, 44 g/t Ag, 380 g/t Cd, 390 g/t Bi, 13,5 g/t In, 56 g/t Co и 77 g/t Ni.

Треба да се истакне дека долги низа години испитувањето на елементите во рудата и одделните мономинерални фракции е вршено или со класична хемиска анализа или со спектрална анализа. Дистрибуцијата на елементите на одделните мономинерали е вршена најчесто со спектрохемиски испитувања, каде што во основа се добивани полуквантитативни вредности. На тој принцип, од страна на Арсенијевиќ (1975) во наоѓалиштето Свиња Река се регистрирани поголема група на елементи, од кои добар дел и со интересни содржини, во прв ред за Cd, Co, Ni, Bi, Sc, Te, Sn, Cu, In и др. Со поновите истражувања (Александров, 1992; Серафимовски и Александров, 1995), главно, се третирали мономинерални проби, со помош на инструментална неутрона активација и атомска апсорпција (табела 2).

Табела 2. Содржина на микроелементите во позначајните сулфидни минерали од наоѓалиштето Свиња Река (g/t), Александров (1992)
Table 2. Contents of microelements in the most important sulphide minerals within the Svinja Reka deposit (g/t), Александров (1992)

Елементи	Cd	As	Sb	Fe	Zn	Co	Ag	Se
1	-	892	-	0,2	4675	-	1023	40,7
2	-	-	331,2	-	314	-	695	30,9
3	-	-	815,9	0,1	2876	-	883	-
4	175	-	735	0,3	9473	-	839	7,4
5.	-	-	917	0,07	-	-	1120	12,2
6	-	-	636,4	-	-	-	1781	219
7	-	-	997	-	-	-	1310	84,2
8	6950	-	-	11,7	507050	64,2	-	-
9	7410	-	23,1	10,2	504365	114,3	-	-
10	7620	-	-	12,3	504944	2,3	-	-
11	6220	77	66,5	4	443596	145	69,1	-
12	2900	581	20,7	9,28	410248	123	22,1	-
13	183	-	13,6	-	11674	17,2	16,8	-
14	306	540	2,9	48	35673	39,9	-	-
15	-	-	-	51,5	-	8,3	-	-
16	-	-	-	50,1	129	13,4	-	-
17	-	2270	-	51,5	530	38,6	-	-
18	320	71	10,3	33,4	26351	36,7	135	-

*Анализите 1 - 7 галенити, 8 - 12 сфалерити, 13 - 17 на пирити, а анализата 18 е на халкопирит
 *Analyses from 1-7 galena, 8 - 12 sphalerites, 13-17 pyrites, analysis 18 chalcopyrite

Испитувани се квалитативните и квантитативните односи на елементите во позначајните рудни минерали од ова наоѓалиште. Резултатите добиени (17 мономинерални проби на галенити, сфалерити, пирити и халкопирити од наоѓалиштето Свиња Река) од овие испитувања покажале дека во галенитите е утврдено присуство од 175 g/t Cd (во една проба), а се јавува како резултат на зголемената содржина на цинк (9.473 g/t Zn) во истата анализа. Во анализата 1 се јавува зголемена содржина на арсен (892 g/t As), а отсуствува Sb, кој пак се јавува во останатите анализи, со содржини на антимон (331-997 g/t Sb), а со средна содржина од 739 g/t Sb. Среброто се јавува во сите галенити со содржини од 695-1.781 g/t Ag и средна содржина од 1.093 g/t, а како значаен елемент во галенитите се јавува селенот (од 7 во 6 анализи) со доста големи варијации 7,4 - 219 g/t Se, средна содржина 65,7 g/t, додека пак златото е под осетливоста на методата.

Во сфалеритот врз основа на 4 анализи се утврдени 7.050 g/t Cd, 81,4 g/t Co. Во една анализа 77 g/t As, а во две анализи 23,1 g/t Sb и 66,5 g/t Sb и 4,0 - 12,3% Fe, а со средна вредност од 9,50% Fe.

Во пиритите врз основа на 5 анализи се утврдени зголемени содржини на As, Sb, Co и Ag, додека Zn и Cd се јавуваат како резултат на микропрораснувањата на сфалеритите со пиритот. Изработена е и една анализа на халкопиритот со која е утврдено присуство на 71 g/t, 10,3 g/t Sb, 36,7 g/t Co, 136 g/t Ag, 0,065 g/t Au, додека 2,63% Zn и 320 g/t Cd потекнуваат од сфалеритот кој се јавува во халкопиритот во вид на увезди и скелети (структурно обележје).

Интересно е да се истакне дека иако златото е третирано во сите проби, истото е констатирано само во една анализа (12, 13 и 18) од испитуваните минерали, а во содржини од 0,025 до 0,505 g/t Au.

Со испитувањата извршени по методата на атомска апсорпција на моно-минерални фракции од галенити, сфалерит, халкопирит, пирит, гранат, кварц и барит се утврдени интересни содржини и односи на микроелементите и елементите примеси (Александров, 1992; Александров и Серафимовски, 1993; Серафимовски и Александров, 1995).

Во галенитите (Pb>85%), кои се доста чисти, е утврдено присуство на 256-3.600 g/t Ag, средна содржина 652 g/t, 10-1.250 g/t Bi, средна содржина 296 g/t, 5 g/t In, 4,6 g/t Co, 7,6 g/t Ni; а зголемените содржини на Zn, Cu и Cd се од микропрораснувањата на сфалеритот и халкопиритот со галенитот (табела 3).

Во зависност од содржините и односите на Ag, Bi и Sb можеме да издвоиме повеќе генерации на галенити, кои воедно им даваат и посебни карактеристики, а се и нивни редовни придружници. Тие меѓусебно се разликуваат по начинот и местото на појавување, парагенезите и склопот на минерализациите во кои тие се појавуваат. Во наоѓалиштето Bi често гради сопствени минерали (хор. 1.126), среброто исто така гради сопствени минерали.

За антимоноот досега не се докажани негови минерали, освен што се јавува во сулфосолите и како елемент примеса, но досега не располагаме со доволен број на податоци за него.

Табела 3. Содржина на елементите во галенитите од наоѓалиштето Свиња Река (g/t), Александров (1992); Серафимовски и Александров (1995)

Table 3. Contents of elements in galenas from the Svinja Reka deposit in (g/t), Александров (1992); Серафимовски и Александров (1995)

Елементи	Ag	Sb	Bi	Pb	Zn	Fe	Cu	Cd	In	Ni	Co	Mn
1	341	380	400	88,04	2100	410	8	56	4	13	74	17
2	694	728	300	84,17	9800	2000	43	77	3	8	10	155
3	398	188	220	84,65	4100	1960	27	68	6	10	8	92
4	300	300	320	85,29	6100	1250	3	52	2	6	3	71
5	622	608	300	84,81	3100	1130	18	45	5	10	4	80
6	688	724	200	86,09	900	430	7	41	6	12	6	51
7	358	348	210	86,20	46	200	13	36	4	13	2	14
8	518	570	280	86,09	51	490	6	39	5	14	2	40
9	822	900	560	85,29	3400	1130	13	109	4	10	4	126
10	246	366	720	86,09	78	140	8	71	6	6	8	9
11	486	468	510	85,83	66	330	2	74	7	8	4	69
12	472	348	650	85,88	70	720	19	83	5	8	8	38
13	500	332	330	85,56	178	1860	50	75	8	10	12	51
14	538	350	330	85,99	280	220	28	78	4	12	14	36
15	323	369	380	85,77	2850	400	-	68	7	9	8	31
16	294	282	420	86,04	3200	200	16	90	6	8	12	43
17	500	332	330	85,56	176	1860	60	75	8	10	12	51
18	323	369	380	85,77	2850	400	1	68	7	9	8	31
19	246	368	720	86,09	78	140	8	71	6	6	8	9
20	398	188	220	84,65	410	1960	27	68	6	10	8	92
21	694	728	300	84,17	9800	2000	43	77	3	8	10	155
22	341	380	400	86,04	2100	410	8	56	4	13	7	17
23	518	570	280	86,09	510	490	6	39	5	14	2	40
24	358	348	210	86,20	46	200	13	36	4	13	2	14
25	622	608	300	84,81	3100	1130	18	45	5	10	4	80
26	472	346	650	85,88	700	720	19	83	5	8	8	36
27	822	608	560	85,29	3400	1130	13	109	4	10	4	126
28	688	724	200	86,09	900	430	7	41	6	12	6	51
29	486	468	510	85,83	88	330	2	74	7	8	4	69
30	300	300	320	85,29	6100	1250	3	52	2	6	3	71

Од приложената табела 3, исто така, се гледа дека покрај карактеристичните елементи, во галенитите се појавуваат и зголемени содржини на Zn, Fe, In, Cd и др. Општа е констатацијата дека тоа е една група на елементи која геохемиски е многу блиска до сфалеритите, а нивното присуство во рамките на галенитите треба да се сфати како резултат на механичко

присуство на сфалеритите (во прв ред) и/или некои други минерали кои се појавуваат како концентратори на овие елементи.

Во сфалеритите, со овие испитувања прикажани на табела 4 е утврдено зголемено присуство на кадмиум од 551 g/t Cd, 61 g/t In, 96 g/t Co (2-340 g/t), 38 g/t Ni, 18 g/t Ag, 41 g/t Bi, 6,57% Fe (0,59-11,86%), а присуството од 1.077 g/t Cu е интересно од генетски аспект (структури-решеткаста, емулзиона и метасоматско потиснување). Содржината на оловото од 4.556 g/t веројатно доаѓа како резултат на микропрораснувањата на галенитите со сфалеритите или ситните механички вклучувања. Генерално гледано, во основа станува збор за релативно чисти сфалерити. бидејќи содржината на елементите примеси од редот на Pb, Ag, Bi (карактеристични за галенитите) се со ниски содржини, како и Mn, кој само на места има енормно високи вредности.

Овде посебно треба да се истакне високото учество на Fe, кое во неколку проби достигнува близу до 12%, што неоспорно е карактеристика на марматитските типови на сфалерити, а овде, судејќи спрема содржините на Fe, нив неспорно ги има позачестено. За одбележување е и константното просечно учество на In, чишто вредности урагантно отскокнуваат само во две анализи, од која едната ги следи високите содржини на Fe во истата проба.

Покрај останатото, кај испитуваните сфалерити се интересни зголемените содржини на Co и Ni кои се наоѓаат во однос 2:1, што не е честа особина на сфалеритите од рудното поле Саса.

Со испитувањата на атомска апсорпција се опфатени и 21 мономинерална проба на пиритите од наоѓалиштето Свиња Река, како минерали кои се редовни придружници на основните оловно-цинкови парагенези.

Во испитуваните пирити е утврдено зголемено присуство на никел 181 g/t, 11 g/t Co, со однос 1,63:1, 30 g/t In, 102 g/t Bi, 7 g/t Ag, 20 g/t Cd, како и зголемени содржини на олово 5.395 g/t Pb, 1.170 g/t Zn и 2.262 g/t Cu, што веројатно доаѓа како резултат на микропрораснатите галенити, сфалерити и халкопирити со пиритите. Меѓутоа, освен елементите примеси, овде треба да се истакнат високите содржини на никел делумно и кобалт, како елементи кои редовно се концентрираат во пиритите и тоа во фазата на распределбата на елементите во хидротермалниот систем пред дефинитивната кристализација на минералите. Исто така, за одбележување се и содржините на манган, и тоа само на хоризонт XII_b, што неоспорно упатува на механичко присуство на Mn-

калцити или олигонити кои често пати во подоцните фази прораснуваат со пиритите од подоцните генерации.

Табела 4. Содржина на елементите во сфалерити од наоѓалиштето Свиња Река (g/t), Александров (1992); Серафимовски и Александров (1995)

Table 4. Contents of elements in sphalerites from the Svinja Reka deposit (g/t), Александров (1992); Серафимовски и Александров (1995)

Елементи	Fe	Cu	Pb	Zn	Co	Cd	Ag	Bi	In	Ni	Mn	Sb
1	9,65	152	0,22	-	34	3700	16	50	14	41	-	-
2	5,40	3520	0,41	-	64	4000	56	70	91	35	-	-
3	0,05	222	0,09	66,50	4	3536	13	40	10	6	5	-
4	8,82	2635	1,47	53,27	124	3900	16	31	9	33	11700	73
5	4,25	2480	0,08	-	5	4032	11	40	172	17	-	-
6	4,84	976	0,14	-	150	4080	12	50	23	74	-	-
7	11,87	833	1,75	51,82	86	3700	28	28	25	29	9900	85
8	4,66	51	0,04	-	340	4600	4	40	46	54	-	-
9	5,58	89	1,88	-	205	13970	8	23	26	42	-	-
10	8,57	2170	1,18	52,07	109	4330	5	28	28	25	3238	-
11	12,40	833	1,25	51,18	100	3790	18	38	39	27	1755	-
12	9,46	87	0,53	52,60	111	4690	5	27	75	53	-	-
13	10,16	3440	0,64	-	180	3920	25	40	30	56	-	-
14	11,86	520	0,06	-	44	3974	46	20	22	38	-	-
15	11,83	824	0,80	-	29	4240	9	60	142	36	-	-
16	0,59	840	0,58	-	19	7690	9	28	48	16	-	-
17	0,65	452	0,13	-	2	7270	16	40	48	2	-	-
18	10,75	648	0,35	50,91	82	4300	7	49	22	11	3334	-

Резултатите од испитуваните мономинерални проби на пирит (21 мономинерална проба), како и оние на халкопирит (5 мономинерални проби) посочуваат дека содржината на основните рудни метали (Pb и Zn) е доста ниска, што значи дека пробите се чисти, но од друга страна пак упатува дека зголемената содржина на Ag, Bi, Sb (кои се најчесто поврзани за галенитите), како и In и Cd за сфалеритите се или резултат на примешани сопствени минерали или во дадените услови на создавање на халкопиритите дошло до поволна геохемика средина за концентрација на истите. Сепак, треба да се истакне дека со халкопиритите често пати меѓусебно прораснуваат и бизмутските и сребрените минерали, па дел од овие зголемени содржини веројатно се од механичка природа. Што се однесува до In и Ni тоа се микроелементи кои редовно се

среќаваат во халкопиритите, но нивните концентрации се во рамките на нормалата за халкопирити од ваков тип на оловно-цинкови наоѓалишта.

Во испитуваните поединечни проби од гранат, калцит и барит, кои се во основната минерална парагенеза, е утврдено зголемено присуство на Pb, Zn, Cu, Bi, Ag, Cd, In, Co, Ni и особено Mn.

Треба да се истакне дека со геохемиските испитувања на микроелементите во наоѓалиштето Свиња Река, покрај детерминацијата и врската со одредени рудни минерали не е утврдена просторна закономерност и зонарност на нивното појавување во одделните рудни тела, ниту по вертикала ниту по латерала и покрај големата должина на рудните тела, над 2 км по протегање и повеќе од 800 м по вертикала, односно 1,6 км коса должина. Оваа најчесто доаѓа како резултат на полифазното создавање на оруднувањето, пред сè, во хидротермалниот стадиум, проследено со чести промени на рудоносните раствори при создавањето на минералите и нивните сулфидно-сулфосолни минерални парагенези.

Најновите геохемиски испитувања на асоцијацијата на елементите е спроведена при одредбата на карактеристичните седум типа на минерализации во наоѓалиштето Свиња Река (Серафимовски и др., 2008). Истите се спроведени на најсовремена лабораториска опрема од редот на индуктивно сврзана плазма атомска емисиона спектрометрија, индуктивно сврзана плазма масена спектрометрија и атомска емисиона спектрометрија (при одредбата на златото). Карактерот на овие испитувања кои имале за задача да ги детерминираат индустриските типови повеќе од минералошки аспект наложил да се направат и испитувања на една серија на елементи (рудни метали), кои се карактеристични за геохемиската асоцијација на полиметалните руди како што е случајот во рудниците „Саса“. Овој тип геохемиски испитувања бил извршен на истите примероци и композити од кои биле направени сите други, главно, минералошки испитувања (табела 5).

Од приложените резултати може да се констатира дека се испитувани елементи кои се дел од т.н. рудно-елементна асоцијација карактеристична за полиметални типови на оруднување, каков што е и случајот со наоѓалиштето „Саса“. Испитувањата се квантитативни со индуктивно спрегната плазма која за вакви геохемиски асоцијации и вакви содржини дава одлични резултати со исклучок на In, Ga и Ge, каде што има висока граница на осетливост.

Табела 5. Содржина на покарактеристичните елементи во седумте карактеристични типа на руди во Свиња Река (Серафимовски и др., 2008)

Table 5. Contents of the most characteristic elements in the determined 7-ore types in the Svinja Reka deposit (Серафимовски и др., 2008)

Елемент	Тип I	Тип II	Тип III	Тип IV	Тип V	Тип VI	Тип VII
V (g/t)	21	15	79	62	61	40	21
Mn (g/t)	4603	12365	4198	15746	3840	5881	430
Fe (%)	19.47	10.45	17.5	12.36	22.95	9.37	42.95
Co (g/t)	142	82	44	25	62	35	47
Ni (g/t)	27	21	28	40	27	150	10
Cu (g/t)	973	1528	927	2495	5669	4530	2940
Zn (%)	28.05	25.15	15.6	5.64	8.58	6.1	0.12
Ag (g/t)	44	48	57	50	300	190	20
Au (g/t)	0.09	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.54
Cd (g/t)	1846	1468	1207	320	601	440	8
Sb (g/t)	4	6	3	11	40	215	59
Pb (%)	23.53	21.6	21.3	8.3	26.9	46.49	0.39
Bi (g/t)	4	3	38	6	448	77	185
Ga (g/t)	13	4	14	13	22	6	32

Јасно се гледа дека доминатно место овде заземаат сфалеритот и галенитот (доминантни концентрации на Pb и Zn) како водечки рудни минерали и железото кое се поврзува за повеќе сулфидни и силикатни минерали. Исто така, зголемени концентрации се констатирани и за железото. Од останатите анализирани метали во очи паѓаат зголемените содржини на Cd и Cu кои најчесто се поврзуваат со сфалеритите, како и зголемените содржини на сребро кои се поврзуваат со галенитите. Високите содржини на Mn можат да се поврзат со високото учество на мангано-калцитите во севкупното оруднување во наоѓалиштето Свиња Река. Утврдените вредностите на елементите се движат во опсег: 15÷79 g/t V, 430÷15746 g/t Mn, 9.37÷42.95 % Fe, 25÷142 g/t Co, 10÷150 g/t Ni, 927÷5669 g/t Cu, 0.12÷28.05 % Zn, 20÷300 g/t Ag, 0.05÷0.54 g/t Au, 8÷1846 g/t Cd, 3÷215 g/t Sb, 0.39÷46.49 % Pb, 3÷448 g/t Bi, 4÷32 g/t Ga. Регистрираното присуство на Ga недвосмислено упатува на податокот дека треба посебно да се обрати внимание на асоцијацијата In, Ga и Ge која главно се поврзува за сфалеритите, но тоа испитување треба да се спроведе на неутрона активација (NAA). Во рамките на најновите геохемиски испитувања на асоцијацијата на елементите беше спроведена и статистичка анализа и одредени фактори на корелација (табела 6).

Табела 6. Фактори на корелација за асоцијацијата на елементи од наоѓалиштето Свиња Река, М. Каменица

Table 6. Correlation factors for elemental association within the Svinja Reka deposit, M. Kamenica

	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ag	Au	Cd	Sb	Pb	Bi	Ga
Mn	1												
Fe	-0.697	1											
Co	-0.179	0.014	1										
Ni	0.055	-0.500	-0.327	1									
Cu	-0.204	0.104	-0.406	0.424	1								
Zn	0.186	-0.425	0.817	-0.253	-0.628	1							
Ag	-0.199	-0.164	-0.167	0.399	0.870	-0.257	1						
Au	-0.537	0.913	-0.100	-0.322	0.018	-0.481	-0.369	1					
Cd	0.095	-0.407	0.804	-0.235	-0.635	0.988	-0.229	-0.497	1				
Sb	-0.223	-0.137	-0.376	0.911	0.596	-0.470	0.440	0.041	-0.459	1			
Pb	-0.056	-0.629	0.086	0.785	0.354	0.220	0.613	-0.630	0.257	0.642	1		
Bi	-0.486	0.452	-0.147	-0.127	0.799	-0.441	0.772	0.185	-0.419	0.118	0.040	1	
Ga	-0.627	0.950	-0.132	-0.488	0.259	-0.561	0.010	0.792	-0.530	-0.160	-0.627	0.599	1

Врз база на добиените податоци за факторите на корелација може да се каже дека корелационата зависност особено е изразена за минералните парови: Fe-Au со 0.9128, Zn-Co со 0.8174, Ni-Sb со 0.9111, Pb-Ni со 0.7852, Cu-Ag со 0.8698, Cu-Bi со 0.7989, Zn-Cd со 0.9875, Ag-Bi со 0.7719, Pb-Ag со 0.6129 и Ga-Au со 0.7915.

14. Типови на алтерации

Втиснувањето на магматските карпи во кристалестите карпи е проследено со појава на контактен метаморфизам. Ваквите промени се застапени во циполините кварц-графитичните шкрилци, кварцлатите и гнајсевите. Како резултат на овие контактно-метаморфни промени се создадени скарнови. Тие се забележуваат на контактот меѓу циполините со санидинските дацити или пак во непосредна близина на гореспоменатите членови. Во оваа фаза на скарнизација се создадени високотемпературните минерали: јохансенит, бустамит, епидот, диопсид, илваит, радонит, антинолит поретко гранати (андрадит) и друго. По контактно-метаморфните промени следуваат хидротермалните промени на санидинските дацити кои го предводат хидротермалното оруднување. Најчести хидротермални промени се: *серицитизација, епидотизација, силификација, карбонатизација, аргилитизација, хлоритизација, пиритизација, пропилитизација*, а сосема поретко се застапени *зеолитизацијата и пиропилитизацијата* (Александров, 1992; Серафимовски и Александров, 1995).

- **Епидотизација**

Епидотизацијата како најзастапена промена во карпите се состои во заменувањето и потиснувањето на постарите минерали. Создавањето на епидот има голема застапеност околу пробоите на кварцлатитите, во кварц-графитичните шкрилци и циполините. Контактено метаморфните минерали јохансенит, хеденбергит, диопсид, гранат, актинолит се јавуваат сосема ретко и често пати повеќе или помалку епидотизирани.

- **Пропилитизација**

Пропилитизацијата е процес а автометаморфизам на боените (фемските) минерали, каде биотитот и хорнблендата најчесто се претворени во хлорит, калцит и епидот. Оваа промена е најизразена во кварц-латитите и во гнајсевите и истата има регионален карактер.

- **Силификација и карбонатизација**

Силификацијата и карбонатизацијата се рамномерно застапени промени во карпите. Силификацијата настанува во вид на ситнозрнест кварц и со истата се зафатени и магматските и метаморфните карпи. Карбонизацијата

претставува редовен краен продукт на хидротермалните манифестации. И двете промени претставуваат директен проспекциски индикатор за откривање на оруднувањето. Во групата на минерали се појавуваат калцитот, поретко доломит сидерит, манганокалцит и др.

- **Каолинизација**

Каолинизацијата е преминување на фелдспатите во каолин под дејство на хидротермалните раствори. Со оваа промена се зафатени кварцлатитите и поголем степен на оваа промена доведува до потполна деструкција на карпите.

- **Серицитизација**

Серитизацијата ги зафаќа само карпите кои содржат фелдспат и истата варира на кратки растојанија (посебно изразена во Голема Река и Балташница).

- **Пиритизација**

Пиритизацијата ги зафаќа кварцлатитите, гнајсевите и кварц-графитичните шкрилци и е најинтензивна во непосредна околина на рудните тела. Пиритот се појавува во вид на:

- *рамномерна импрегнација во карпите,*
- *жилички и импрегнација со или без секундарен кварц,*
- *пеги и лиски во шкрилците.*

- **Алунитизација**

Алунитизацијата ги зафаќа само карпите во Црвена Река, а содржината на алунитот достигнува до 1%, но степенот на изученост е низок. Оваа промена е како индикатор кој порфирското оруднување на Cu+Au, Ag, Bi, Mo, можно е присуство на Pt и платиноиди (0.01 ppm-0.02 ppm по Александров непубликувани податоци).

15. Зоналност на оруднувањето (макро и микро план)

Зоналноста на оруднувањето се јавува како резултат на процесот на создавањето и просторниот распоред на хидротермалните наоѓалишта, но не е редовна појава. Во услови кога дошло до зонален распоред, тој е базиран според типовите на оруднувањето, минералните парагенези и особено асоцијацијата на елементите. Зоналноста, зависно од димензиите и размерите на просторот во кој се јавува, може да биде издвоена како регионална и детална. Таа може да се манифестира во рамките на рудни тела, рудни наоѓалишта, рудни полиња, рудни реони, металогенетски зони и покрупни металогенетски единици (Јанковиќ, 1990). Зоналниот распоред на наоѓалиштата во регионална смисла, во рамките на Српско-македонската металогенетска провинција, добро е изразен по профилот кој попречен на Вардарската зона и Српско-македонската металогенетска провинција (Јанковиќ и Петковиќ, 1974). На овој простор, според податоците на Јанковиќ и Петковиќ (1974), позначајните наоѓалишта на Cu, Pb, Zn, Fe, Sb и др., одејќи од запад кон исток, се распоредени во неколку зони: порфирски наоѓалишта на Cu, хидротермални Pb-Zn наоѓалишта, наоѓалишта на Mo со појави на W и наоѓалишта на CaF₂ (Славјанка).

Во металогенетската зона Бесна Кобила – Осогово – Тасос во рудните реони и рудните полиња постои зонарност, но во зависност од издигнатоста и еродираноста на одредени тектонски блокови, хорстно издигнати, беснокобилскиот, осоговскиот и серскиот, а до одреден степен и пехчевскиот се со повисоки температурни минерални и геохемики асоцијации, но за сите нив е карактеристична и интерна зоналност. Од нив се одликуваат рововските блокови: преколнимки, делчевскиот и санданскиот, со понискотемпературни минерални парагенези во наоѓалиштата и подруги геохемики асоцијации на елементи.

Во Осоговскиот руден реон од југоисток кон северозапад се јавува не до крај јасна зонарност: скарновски-магнетит–халкопиритска → кварц-шелит–молибденитска → кварц–галенит- сфалеритска → кварц-антимонитска. Осоговскиот блок во однос на Караманичкиот блок преку Преколншичкиот ров има огледална симетрична зонарност според Мнков (1988), потврдена и со подоцните испитувања (Александров, 1992), а се јавува како резултат на етапниот развој на терциерниот вулканизам, структурното влијание, литолошкиот карактер и во различниот ерозионен ниво. Во рамките на одделните оловно-цинкови наоѓалишта, пред сè, жични и линиско штокверкно-импрегнациони (во

раседните зони) се јавува права вертикална зонарност која се одразува со смена оздола-нагоре на високотемпературни со нискотемпературни минерални парагенези. Паралелно со напред изнесеното, одредени минерални парагенези се одликуваат исто така и со еволуционо-фацијална зонарност во подреденоста на минералите во нив. Тоа особено е изразено во парагенезите на сребрената минерализација во Руенското рудно поле (Мнков, 1988) и во Саското рудно поле (Александров, 1992; Серафимовски и др., 1993), особено во наоѓалиштето Козја Река, но се распознава и во средишните делови на наоѓалиштето Голема Река. Во Козја Река има индиции за најмалку две фази. Во наоѓалиштето Голема Река, од геолошкиот профил 1.500 кон север, можат да се издвојат неколку зони: зона во која доминира цинкот над оловото, проследени со сидерит и појави на самородно злато, како и зона во која оловото е приближно исто со цинкот, но се зголемува содржината на халкопиритот и особено интересни содржини на сребро од 115 g/t до 730 g/t (Гд-19); а во северниот дел на наоѓалиштето, зона со доминација на оловото.

Во наоѓалиштето Свиња Река со просторната распределба на халкопирит-пиротин-бизмутската минерална парагенеза е забележлива вертикална зонарност оздола-нагоре, а осетна присутност покажува во дупчотината ЦДОЗ, К-1030 и хоризонт 1026, К-1030, а во тие делови се јавува директна зависност на среброто и бизмутот (со зголемување на содржините на бизмутот, соодветно се зголемува и среброто), а што не е случај со останатите метали. Во поголемите рудни тела, пред сè во Свиња Река и Козја Река од централните делови кон периферните делови, а врз основа на минералните парагенези, постојат појави на зонарност која оди кон периферијата од разводните структури, а пак нормално на рудните тела и дајковите и силовите, температурите опаѓале со оддалечувањето од нив (пониски → средишни → кровински рудни тела). Во секој случај зонарноста во Саското рудно поле и во Осоговскиот руден реон е присутна, како хоризонтална, исто така и вертикална и може да се користи како критериум при понатамошните истражувања.

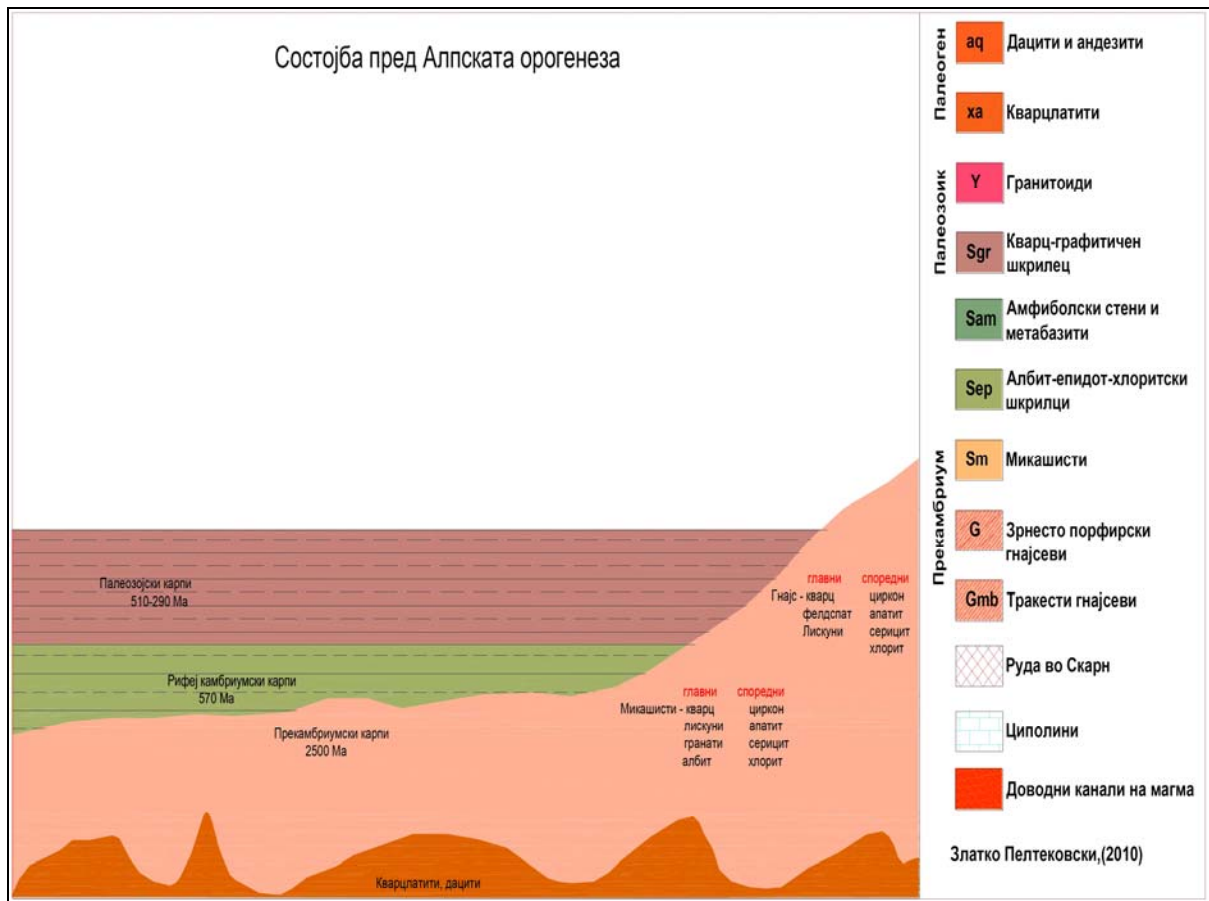
16. Услови на постанок на наоѓалиштето

Наоѓалиштето Саса, во услови какво што ни е познато денес, можеме да претпоставиме дека е настанато во повеќе меѓусебно поврзани фази.

Имено, врз база на податоците кои се добиени при лабораториското испитување за староста на карпите во околината на наоѓалиштето со методата на изотопи се добиени податоци кои укажуваат дека околните карпи се со геолошка старост од околу 2.500 Ма, односно дека се со прекамбриумска старост. Овој период од развојот на земјата е познат како релативно стабилен период во поглед на геолошките активности и овде не се забележани битни нарушувања на структурната градба на теренот.

Во раниот стадиум од почетокот на Бајкалската орогенеза под нејзино влијание доаѓа до распаќање на примарно настанатите карпи и нивно таложеење во веќе сега длабоките морски води и формирање на сега за нас познати рифеј-камбриски карпи. Процесот на седиментација на рифеј-камбриските седименти се одвивал околу 70 Ма години, односно сè до почетокот на каледонската орогенеза која одговара на раниот палеозоик каде што под влијание на оваа орогенеза дошло до формирање на Евроамерика која пак настанала при судирот на континентите Балтика и Лауриција. Иако овој период од развојот на земјата е доста активен, сепак во голема мера се нема одразено на подрачјето на денешното наоѓалиште „Саса“.

Карактеристични активности поврзани со постанокот на наоѓалиштето „Саса“ започнуваат на почетокот на ордевициумот, каде што се формираат седиментни наслаги од палеозојска старост коишто подоцна односно денес претставуваа серија во која се интродирала рудната магма и е настанато рудното наоѓалиште (слика 28).

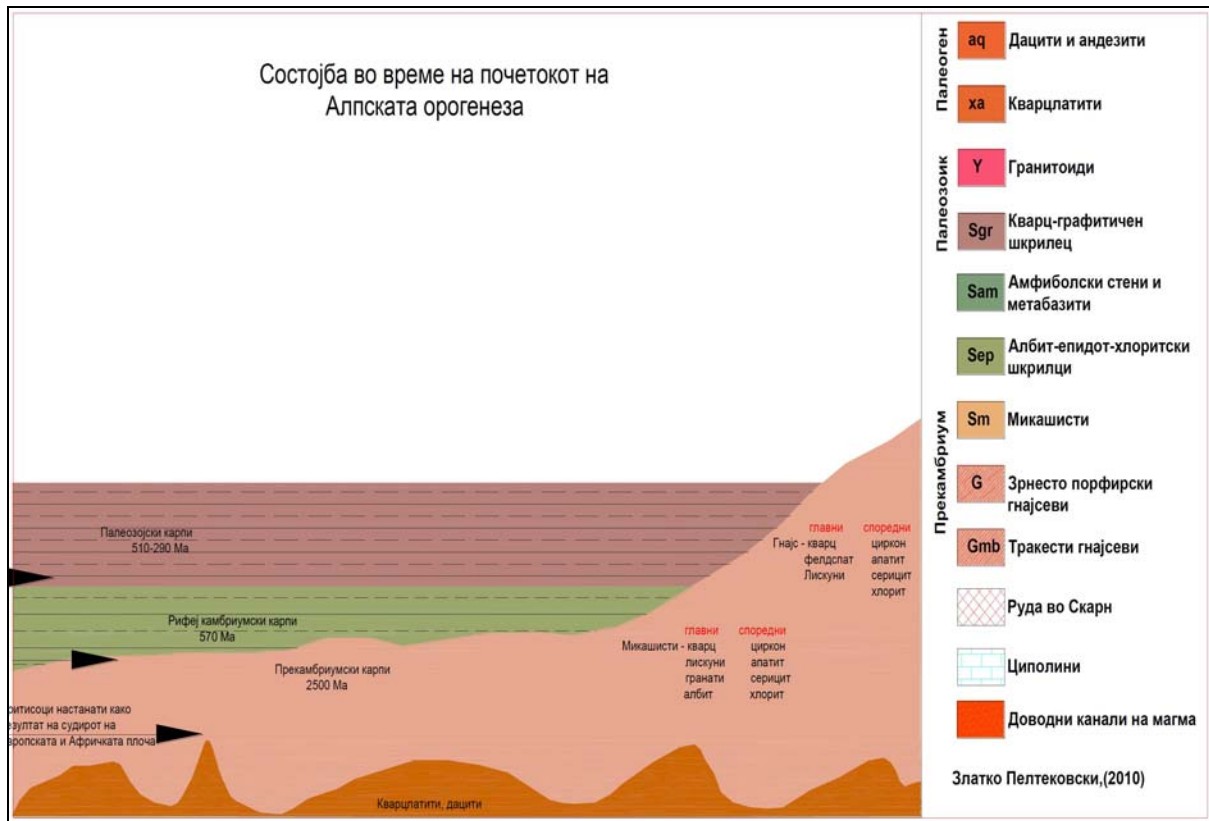


Слика 28. Состојба на наоѓалиштето пред алпската орогенеза
Figure 28. The deposit appearance before the Alpine orogenesis

Формирањето на наоѓалиштето какво што го знаеме денес можеме да претпоставиме дека започнува со почетокот на алпската орогенеза. Алпската орогенеза е орогена фаза којашто се одвивала од горен тријас до терциер.

Алпската орогенеза настанува со судирот помеѓу Афричката, Индиската и малата цимерска плоча од јужната страна и евроазиската плоча од северната страна (слика 29). Конвергентните движења помеѓу овие плочи започнале во рана креда, но не биле многу изразени и биле со мал интензитет, позначајните фази на издигнување и формирање на планините започнале од палеоцен и траеле до еоцен.

При судирот на афричката и евроазиската плоча доаѓа до субдукција односно до подвлекување на евроазиската плоча под афричката и истовремено издигнување на афричката плоча и формирање на веќе споментиот венец на планински масиви.

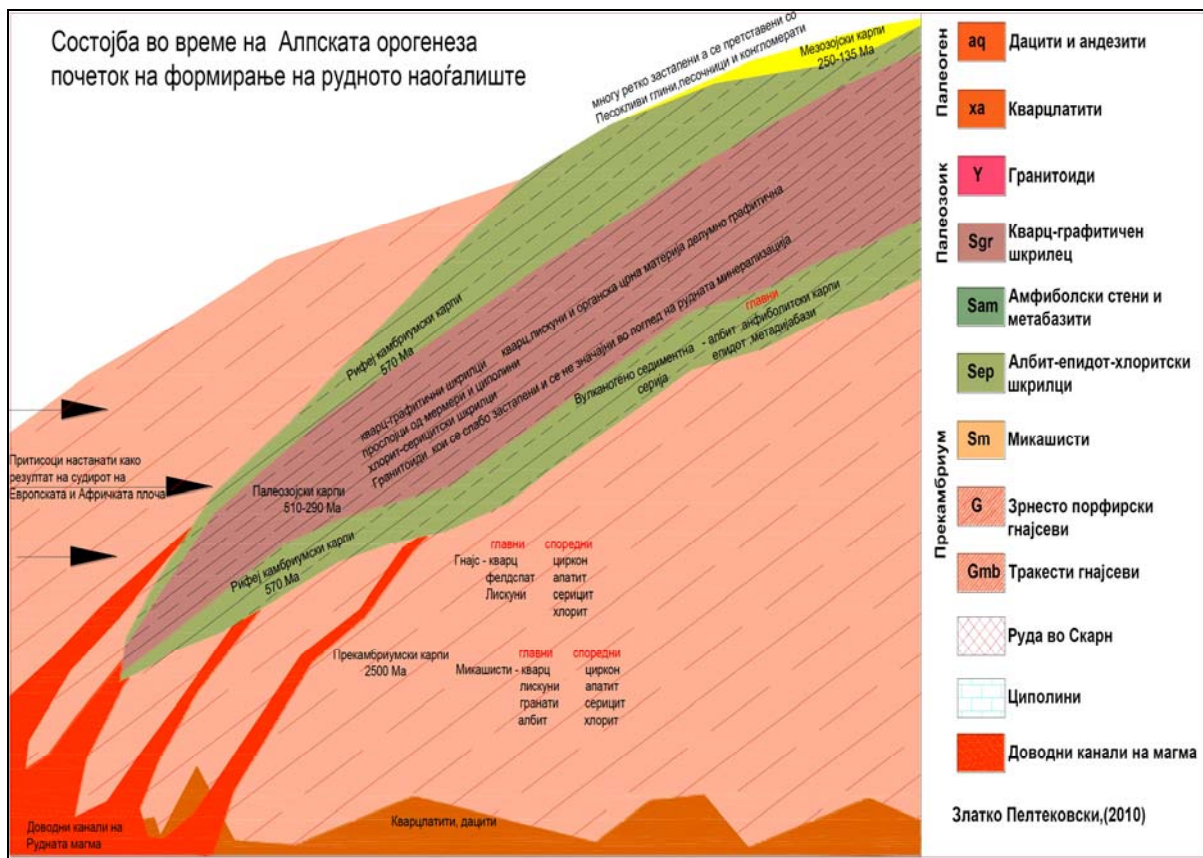


Слика 29. Состојба во време на почетокот на алпската орогенеза, односно судирот на афричката и евроазиската плоча

Figure 29. Appearance at the beginning of the Alpine orogenesis or more precisely the collision of the African and Euroasian plates

Во тој период од развојот на земјата, што се однесува за просторите на денешна Република Македонија, доаѓа до многу брзо истиснување на водата од претходно формираните длабоководен морски басен. Траекторијата односно природно формираните канал преку кој водата е истисната се препоставува дека е долината на денешната река Вардар, што е поткрепено со фактот дека по течението на оваа река е формирана длабока клисура која пак е формирана во многу краток временски период, гледано од геолошки аспект.

Како последица на истовремениот процес на истиснување на водата и издигнувањето на афричката плоча над евроазиската, на просторите на денешното наоѓалиште „Саса“ доаѓа до набирање на теренот и надвлекување на прекамбриските карпи од правец на југозапад над рифеј-камбриските и палеозојските карпи, при што овој процес довел да рифеј-камбриските и палеозојските карпи се наоѓаат вклопени како во сендвич помеѓу старите прекамбриски карпи (слика 30).

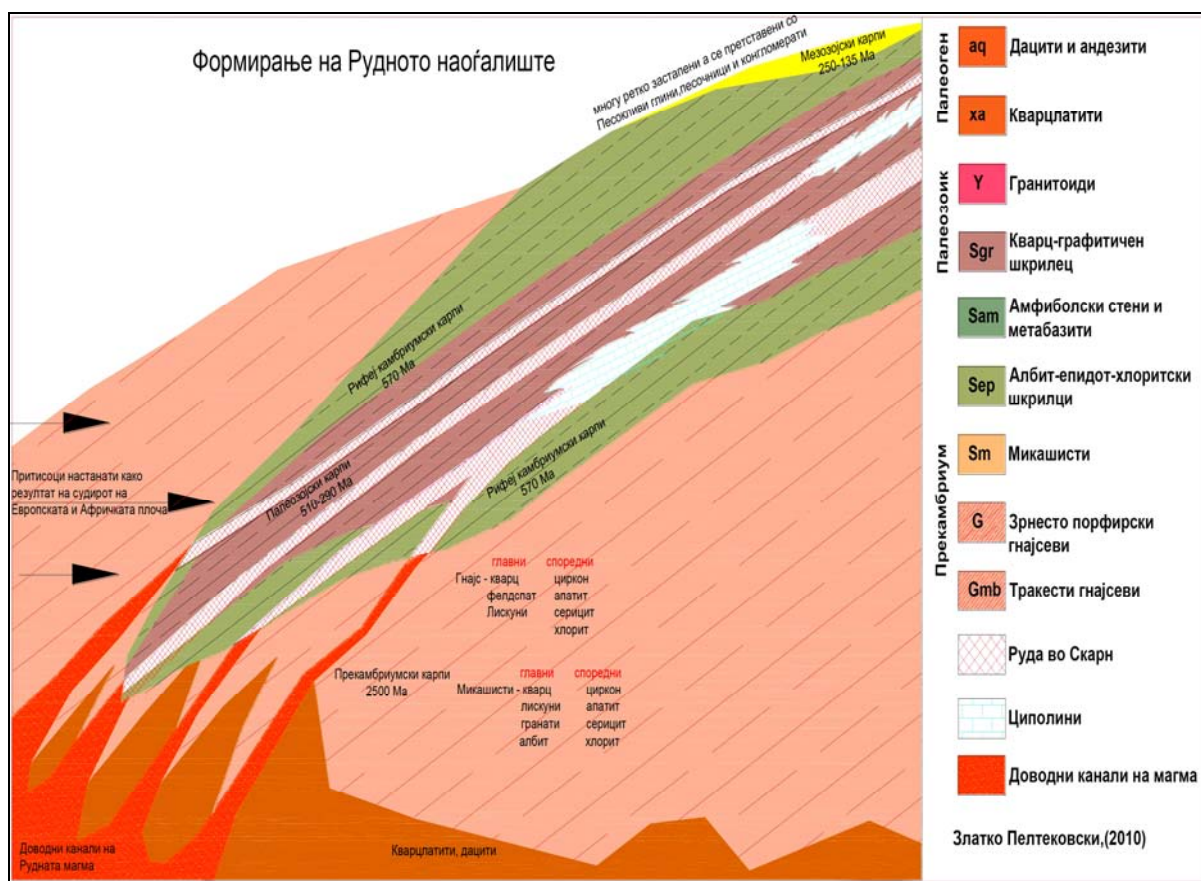


Слика 30. Состојба на наоѓалиштето во време на алпската орогенеза кога дошло до надвлекување на прекамбриските карпи над рифеј-камбријските и палеозојските карпи

Figure 30. Appearance of the deposit during the Alpine orogenesis when occurred intercepting of Precambrian rocks over the Riphean-Cambrian and Paleozoic rocks

Оваа претпоставка е поткрепена со фактот даден со испитувањета на староста на подинските и кровинските карпести маси (гнајсевите) на рудоносната серија, коишто покажале дека станува збор за карпести маси со иста односно прекамбриска старост. Процесот што довел до создавање на наоѓалиштето во состојбата каква што ја опишавме е долготраен и се одвива од периодот на горен тријас до терциер.

Терцијерот од периодот на развојот на земјата се карактеризира со интензивен вулканизам, којшто пак директно е поврзан со процесот на создавање на оловно-цинковите оруднувања на наоѓалиштето „Сага“ (слика 31).



Слика 31. Формирање на наоѓалиштето
Figure 31. Formation of the deposit

Создавањето и просторното разместување на оловно-цинковото оруднување во наоѓалиштето Свиња Река претставува сложен полифазен, а временски долготраен процес, непосредно поврзан со еволуцијата на неогениот магматизам и хидротермалните раствори во наоѓалиштето и неговата непосредна околина (Серафимовски и Александров, 1995). Магматската активност започнала кон крајот на еоцен и се одвивала во неколку фази до плиоцен. Оруднувањето полифазно е формирано во текот на олигоцен-миоцен. Рудната минерализација просторно и генетски е поврзана за раседните структури со правец на протегање ССЗ-ЈЈИ, СЗ-ЈИ со пад спрема ЈЗ и нивните пресеци со структурите С-Ј со пад кон запад, локализирани главно во циполините - мермерите, циполинските шкрилци во рамките на кварц-графитичните шкрилци и во зоните на катаклазирање (во кварц-графитичните шкрилци, гнајсевите, а ретко и во кварцлатитите). Рудоносните раседни структури имаат полиген карактер, а нивното формирање е во непосредна врска со реактивирањето на постарите раседни дислокации, регионалните тектонски напрегања, а под влијание на

неогените магматски активности, а во дајковите и влијанието на контракциите настанати при нивното ладење.

Оруднувањето во наоѓалиштето е создадено како резултат на заемно дејствување на поголем број на синхрони и последователни фактори кои овозможиле да се формира наоѓалиштето, и тоа:

- погодна средина за промена,
- дробење-бречирање-натрошување, со што се создаваат зони со зголемена секундарна порозност,
- продирање на флуидите (гасно-течни),
- меѓусебно делување на флуидите и средините,
- формирање на метасоматоза:

а) термичка промена - мермеризирање,

б) промени со пренесување на компоненти, а тоа се калцитските скарнови (повеќе скарновски парагенези) и хидротермални алтерации:

- интерминерализациони движења,
- минерализација - нејзино одлагање (полифазно),
- интеррудни движења и
- пострудна тектоника.

Настанувањето на наоѓалиштето Свиња Река се одвивало во три стадиуми на образување, а посебно е значаен скарновскиот стадиум во кој се создадени услови за одлагање на оловно-цинковата минерализација во хидротермалниот стадиум со три фази и уште неколку потфази. Минерализацијата е одлагана по метасоматски пат во калцитските скарнови или со пополнување на прслините, пукнатините и бречираните партии, во и околу раседите. Во одделни делови се формирани и импрегнациони и штокверкно-импрегнациони минерали формирани како продукт на полицентрични метасоматски процеси. Рудните тела се во облик на псевдослоеве (плочести) сочивасто-слоевити, сочива, во вид на коси рудни столбови, придружени со импрегнациона и штокверкно-импрегнациона минерализација во кровината и подината на рудните тела.

Скарновскиот стадиум се одвивал со создавање на калцитски скарновски минерали и парагенези кои настапуваат поединечно (гранити), во двојки бустамит-гранат (гросулар), во тројки јохансенит-илваит-гранат (андрадит) или гранат (андрадит)-илваит (понекој пат и добро развиени кристали)-кварц, кој има виолетова нијанса, потоа јохансенит-бустамит-гранат (гросулар), во че-

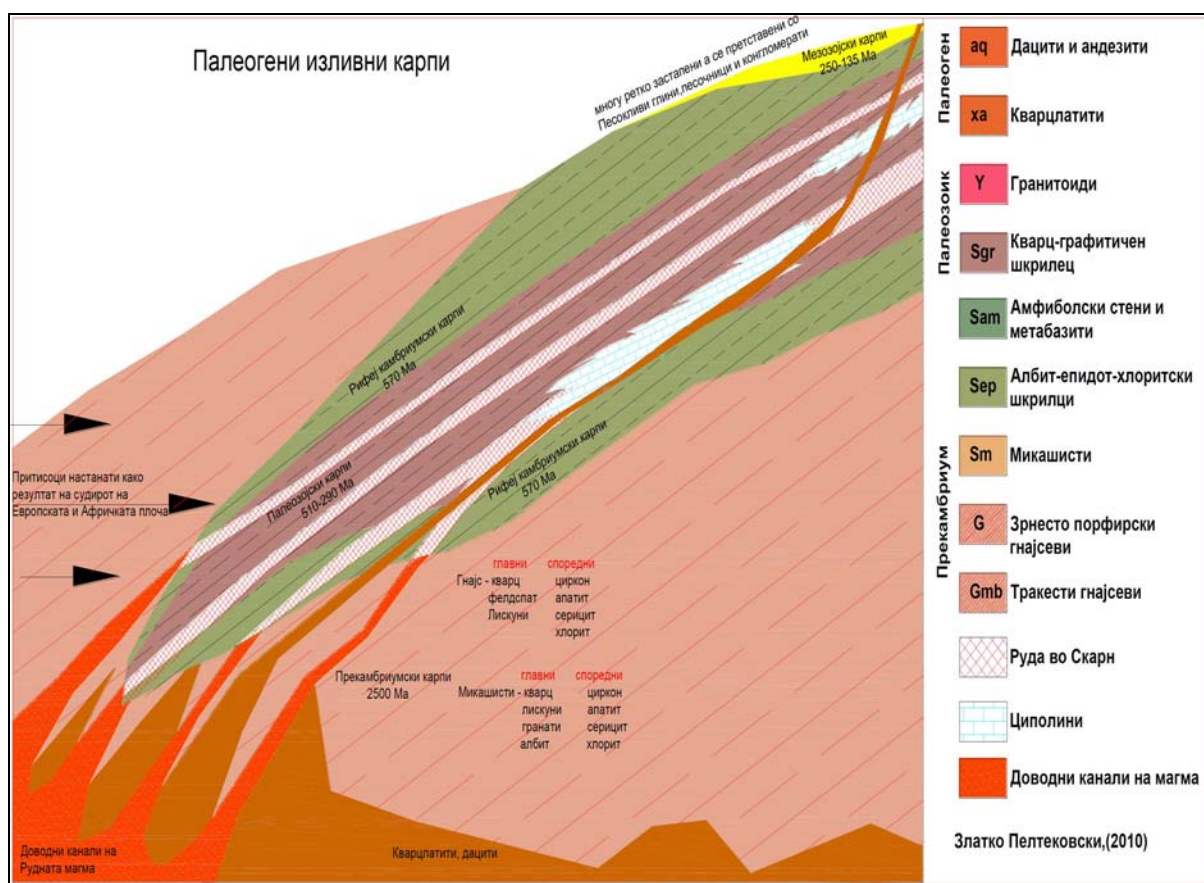
творо минерални парагенези јохансенит-бустамит-гранат (гросулар)-родонит. Како преоден скарновско-хидротермален епидотот е постојано присутен во сите маси како епидозити. Честопати хлоритот се надоврзува на претходните парагенези, давајќи посебно обележје на наоѓалиштето со хлорит-спекуларитова парагенеза во која како во основа се развиваат помлади идиоморфни кристали на пирит со богати кристални форми честопати наребрени на површините.

Оловно-цинковото оруднување е образувано во хидротермалниот стадиум кој започнува со манифестација на високотемпературни предрудни алтерации на околните карпи (скарновите), со силна епидотизација, хлоритизација, пиритизација, силификација, калцитизација на коишто подоцна се надоврзува првата рудоносна високотемпературна сулфидна фаза. Во рамките на оваа фаза доаѓа до создавање на пентландит, пиротин, пирит, халкопирит, марказит, крупкаит, берит, бизмутинит, самороден бизмут, сфалерит, подредено галенит, борнит, арсенопирит, хематит, сидерит, кварц и калцит. Рудните минерали се образувани на температура помеѓу 40 и 280°C со едновремена кристализација од колоидно дисперзните раствори.

Со промена на режимот на рудоносните раствори, односно со падот на температурата (интервал од 375 до 220°C), наглиот пад на притисокот и зголемувањето на редокс потенцијалот, доаѓа до издвојувања на рудните минерали од главната сулфидна фаза на хидротермалниот стадиум. Во оваа фаза доаѓа до масовно издвојување на сфалерит и галенит потоа халкопирит, пирит, кубанит, валерит, борнит, тенантит, тетраедрит, фрајбергит, енардит, алтаит и др. По методата на гасно-течни инклузии од кварцот на оваа парагенеза се констатира дека рудоносните раствори биле со pH -6,7 и го имале следниот состав g/l: 37.42 Cl, 0.57 F, 11.26 SO₄, 11.90 K, 10.68 Na, 0.59 NH₄, 0.46 Mg, 5.24 Ca, SiO-траг и B-траг. Од овие податоци може да се заклучи дека доминирале Ca и Na хлориди, кои достигнуваат општа концентрација од 65,00 g/l.

Хидротермалниот стадиум се завршува со издвојување на нискотемпературни сулфидни, оксидно-карбонатни парагенези. Во овој стадиум имаме принос на хидротермални раствори со зголемена температура која врши блага корозија на порано издвоените парагенези и издвојување на нови парагенези како отавит, електрум, калцит, кварц, калцедон, доломит, кутнахорит, манганокалцит, родохрозит, барит, сидерит, анкерит, олигонит и др.

Во супергениот стадиум (фаза на распаѓање на рудните минерали), кој е многу слабо развиен доаѓа до создавање на мали и незначителни количини на лимонит, англезит, церузит, смитсонит, халкозин, ковелин и др. Во наоѓалиштето Свиња Река создавањето на рудните минерали и нивните парагенези е проследено со интратрудни алтерации од типот на силификација, хлоритизација, калиска метасоматоза, серицитизација, каолинизација и слаба алу-нитизација. Како пострудни измени се манифестираат аргилитизација (интензивна само во близина на рудните тела), силификација и карбонатизација во вид на жилички, кои меѓусебно се сечат во кварцните делови, а во нив од рудните минерали во незначителни количини е присутен само пиритот и лимонитизацијата. При крајот на формирањето на наоѓалиштето и по неговото формирање, под влијание на нови фази на втиснување на магма, доаѓа до формирање на изливни магматски карпи (дацити и андензити) кои најчесто конкордантни во однос на рудната серија, но се појавуваат и во дискордантен облик (слика 32).



Слика 32. Палеогени изливни карпи дацити и андензити
Figure 32. Paleogene effusive rocks, dacites and andesites

Изливните карпи најчесто ги пополнуваат прслините, пукнатините и здробените структури коишто имаат понизок степен на отпорност. Контактните делови на изливните карпи и околните карпи најчесто се слабо минерализирани, коишто најверојатно се продукт на хидротермалните алтерации.

Резултатите од досегашните многубројни истражувања и проучувања укажуваат дека оловно-цинковото оруднување во наоѓалиштето Свиња Река е формирано во субвулканско ниво, а спрема условите на настанувањето истото може да се вброи во скарновско-хидротермалните-полиметалични наоѓалишта од метасоматски тип.

Осврт на економските карактеристики на дел од наоѓалиштето Свиња Река

Економски параметри

17. Моделирање на рудните резерви

Решавањето на геолошките проблеми при разработката на дадено наоѓалиште на минерални сировини претставува основен и најбитен момент од развојот на наоѓалиштето. Толкувањето односно интерпретирањето на информациите кои се во врска со појавата и дистрибуцијата на корисните компоненти во наоѓалиштето отсекогаш претставувало предизвик на геолозите особено во случаи кога податоците со коишто располагаат се на ниско ниво, односно степенот на истраженоста на наоѓалиштето е низок. Во таков случај користењето на современи методи и средства за компјутерска симулација стануваат неопходен услов за обработка на податоците и да се осознаат 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.

Рудикот „Саса“ како идејно решение за решавање на геолошките проблеми од овој и слични карактери контактираше и оствари блиски средби со трите водечки светски компании во оваа сфера (GEMCOM, DATAMINE и VULKAN) и истите извршија презентирање на своите продукти, при што им беше овозможен пристап до сите податоци со кои располага рудникот „Саса“ на даден дел од наоѓалиштето Свиња Река. По извршената презентација и по споредувањето на податоците, установивме дека како најадекватен софтвер кој може да одговори на нашите барања е програмскиот пакет на компанијата VULKAN.

Програмскиот пакет на компанијата VULKAN е дизајниран за решавање на геолошки и рударски проблеми кои се поврзани со идејните планирања или со тековните активности во дадено наоѓалиште. Но за да може да се започне со работа во овој или во кој било друг софтверски пакет кој е дизајниран за

решавање на овие проблематики е потребно во истиот да се внесат голем број на параметри и податоци кои се неопходни за негово успешно интерпретирање.

17. 1. Функционални задачи потребни за процесот на моделирање на рудни резерви во дадено наоѓалиште

Основните параметри кои се неопходни за да се започне со моделирањето на дадено наоѓалиште се следниве:

- Автоматизација на работната средина со внесување на геолошките и геодетски податоци во база на податоци (БП);
- Изработување на контури на рудните тела;
- Изработка на 3D модел на рудните тела;
- Правење на композити од дупчотините;
- Задавање вредности за креирање на блок-модел на рудните тела;
- Пресметка на блоковите во блок-моделот;
- Пресметка на резервите на даденото наоѓалиште.

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

Откако една дупчотина проектирана на даден простор ќе биде завршена односно издупчена, геолошката и геодетската служба вршат анализирање односно снимање на дупчотината. Анализирањето на дупчотината се состои од детално картирање на складираното јадро, при што се врши визуелен опис на средините низ кои поминала дупчотината и се запишуваат макроскопските карактеристики на средината се одредува бојата на карпестата маса, се мери аголот на слоевитоста и се одредува петрогенетскиот карак на карпестата маса. Потоа се пресметува компактноста на јадрото и на крај се земаат проби од рудната зона за понатамошни хемиски испитувања. Геодетската служба врши снимање на дупчотината, при што се одредуваат координатите по x, y и z, се мери и одредува азимутот и аголот на дупчотината и се врши инклинометриско мерење на неколку репрезентативни дупчотини чијашто должина надминува над 120 m.

Добиените податоци од геолошкото и геодетското анализирање на дупчотините потоа ги внесуваме во програмот Microsoft Access и на тој начин формираме база на податоци (БП).

Во програмот Microsoft Access отвораме три табели (Assays, Collars и Deviations). Во првата табела Assays ги внесуваме податоците од геолошкото картирање (слика 33):

- име на дупчотината,
- интервалите помеѓу кои е вршено анализирањето на јадрото,
- пресметаниот дел на компакност на јадрото помеѓу интервалите во проценти,
- хемиските резултати од опробаниот дел на дупчотината,
- видот на карпестата маса,
- името на рудното тело.

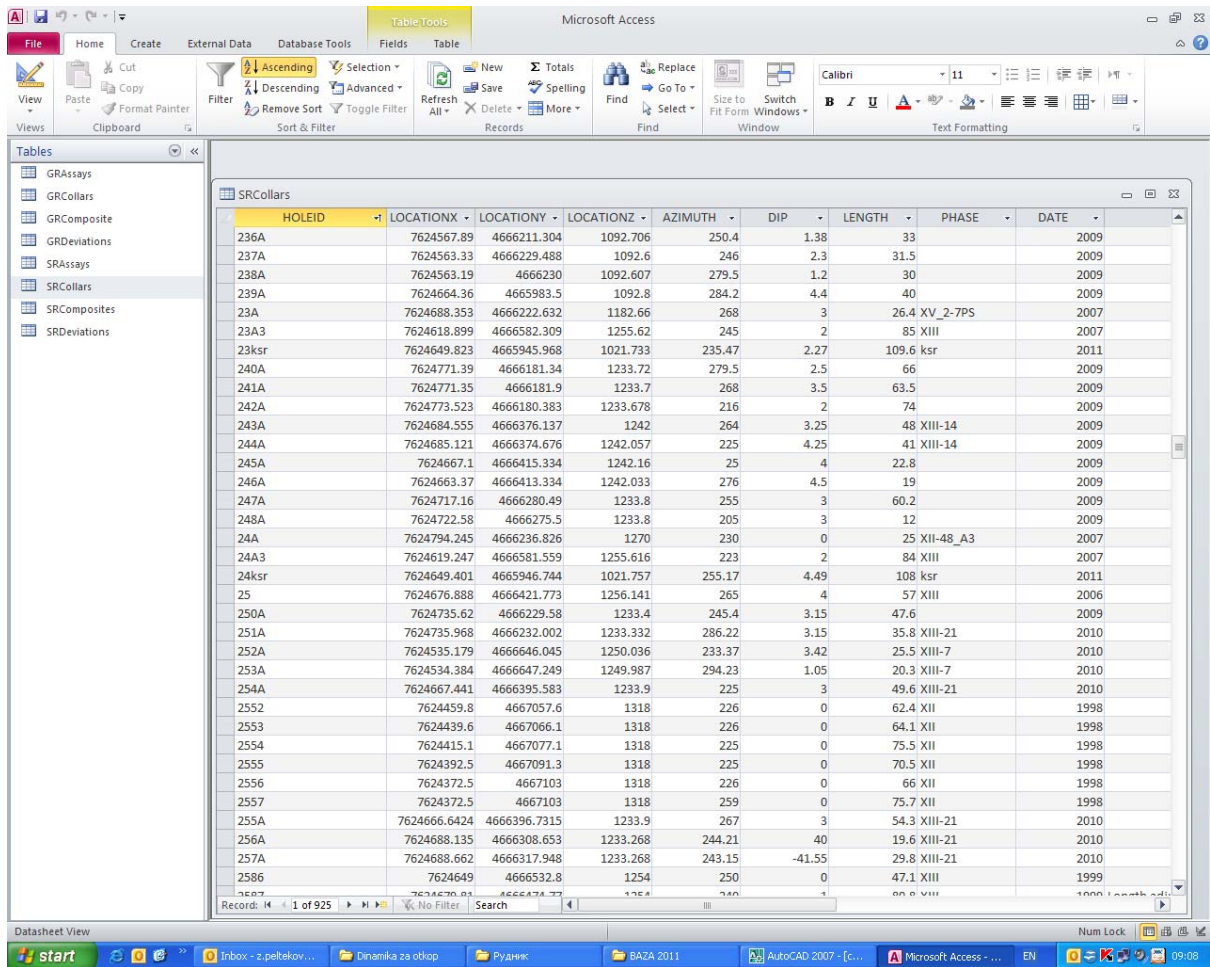
Во втората табела Collars ги внесуваме податоците од геодетското мерење:

- име на дупчотината,
- координатите на дупчотината (x, y и z),
- азимутот на дупчотината,
- аголот на дупчотината,
- должината на дупчотината,
- името на локацијата каде што е дупчена дупчотината,
- датум кога е дупчена дупчотината.

Во третата табела Deviations ги внесуваме податоците од извршеното инклинометриско мерење:

- име на дупчотината,
- должината на дупчотината при првото мерење,
- азимутот на дупчотината при првото мерење,
- аголот на дупчотината при првото мерење.

Постапката ја повторуваме и за второто и за третото мерење, односно за сите мерења кои ги имаме направено за дадената дупчотина.



Слика 33. Внесување на податоците во Microsoft Access и формирање на база на податоци
 Figure 33. Entering Data in Microsoft Access and formation of database

17. 3. Изработување на контури на рудните тела

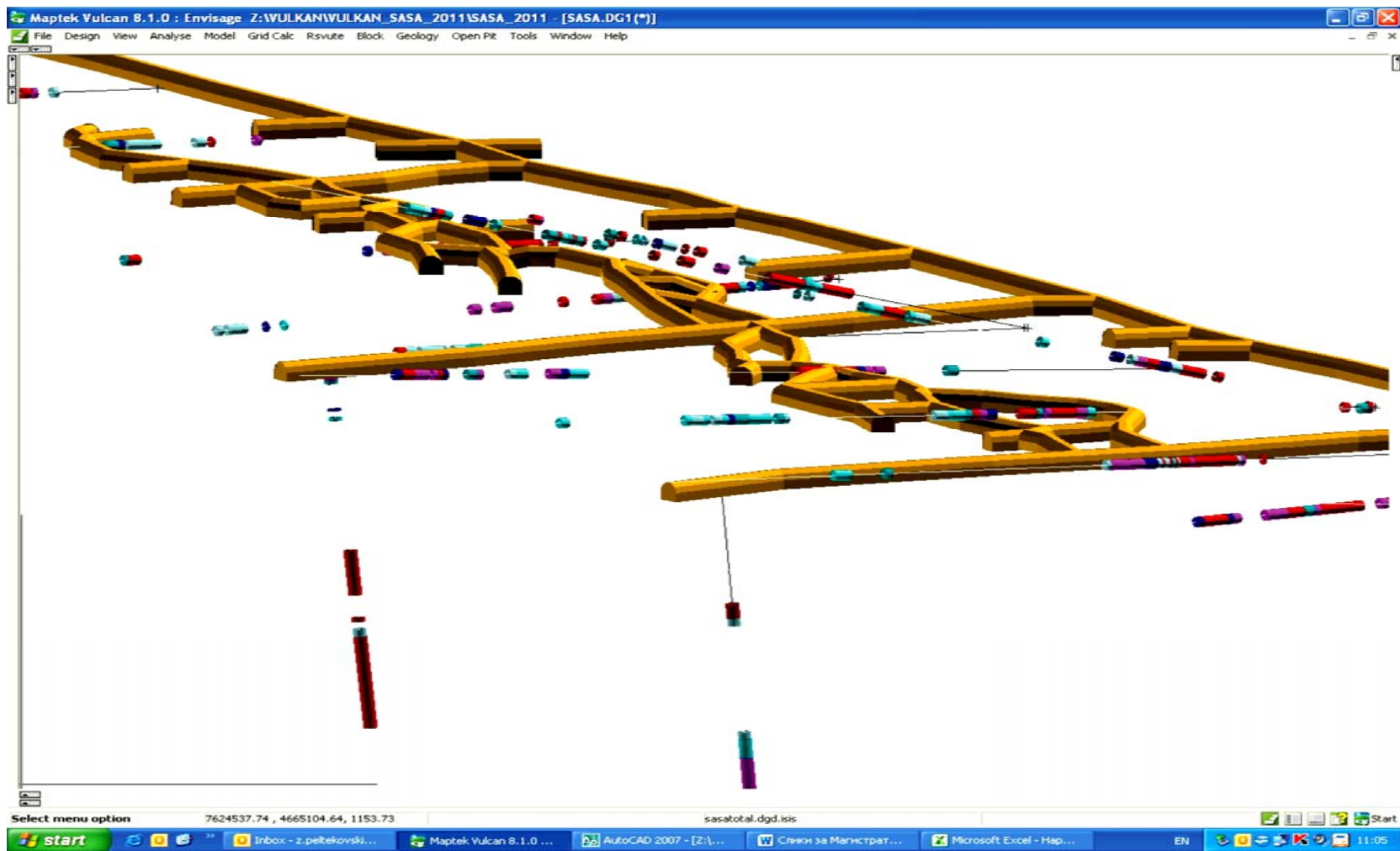
Изработувањето на контури на рудните тела или оконтуривањето е најдолготраен процес којшто бара големо познавање на рудното наоѓалиште. За да можеме да извршиме правилно оконтуривање на рудните тела, потребно е да направиме LINK односно да ги префрлиме дупчотините од базата на податоци во програмот VULCAN и да имаме 3D модел на изработените јамски простории (слика 34). 3D моделот на јамските простории ни е потребен за да можеме точно да ја повлечеме границата на рудната зона на местата каде што немаме дупчотини. Границата на овие делови ја извлекуваме врз база на геолошките карти и податоците впишани во нив од картираните делови на подолжните и попречните јамски ходници. Откако ќе ги имаме потребните параметри можеме да започнеме со оконтуривање на рудните тела. Оконтуривањето може да се врши на два начина: *оконтуривање по хоризонтална рамнина* и *оконтуривање по вертикална рамнина*.

Оконтуривање по хоризонтална рамнина, оваа оконтуривање навидум е полесно и побрзо но има и свои недостатоци. На пример, доколку се врши оконтуривање на рудното тело по овој вид мора да се работи со 3D полилинија, а бидејќи дупчотините иако се дупчени на еден исти хоризонт не се со исти Z координати и при затворањето на полилинијата скоро секогаш добиваме неправилна форма на тело со многу остри агли коишто подоцна при изработката на солиди ни задаваат големи проблеми.

Оконтуривање по вертикална рамнина, за разлика од оконтуривањето по хоризонтална рамнина ова оконтуривање е слично како и при изработката на геолошките профили. При овој процес најпрво правиме пресек на наоѓалиштето под азимут од 60° односно приближно нормално на протегањето на рудната зона. По извршениот пресек добиваме визуелен приказ на дупчотините и јамските простории.

Врз база на податоците од картирањето на дупчотините, хемиските анализи и картираните хоризонти и етажи, ние започнуваме со оконтуривање на

рудните тела. Во зависност од потребите на компанијата за којашто се изработува 3D моделот или пак во зависност од задачата што ја имаме добиено за изработка на модел, оконтуривањето може да се врши во границите на рудната зона или

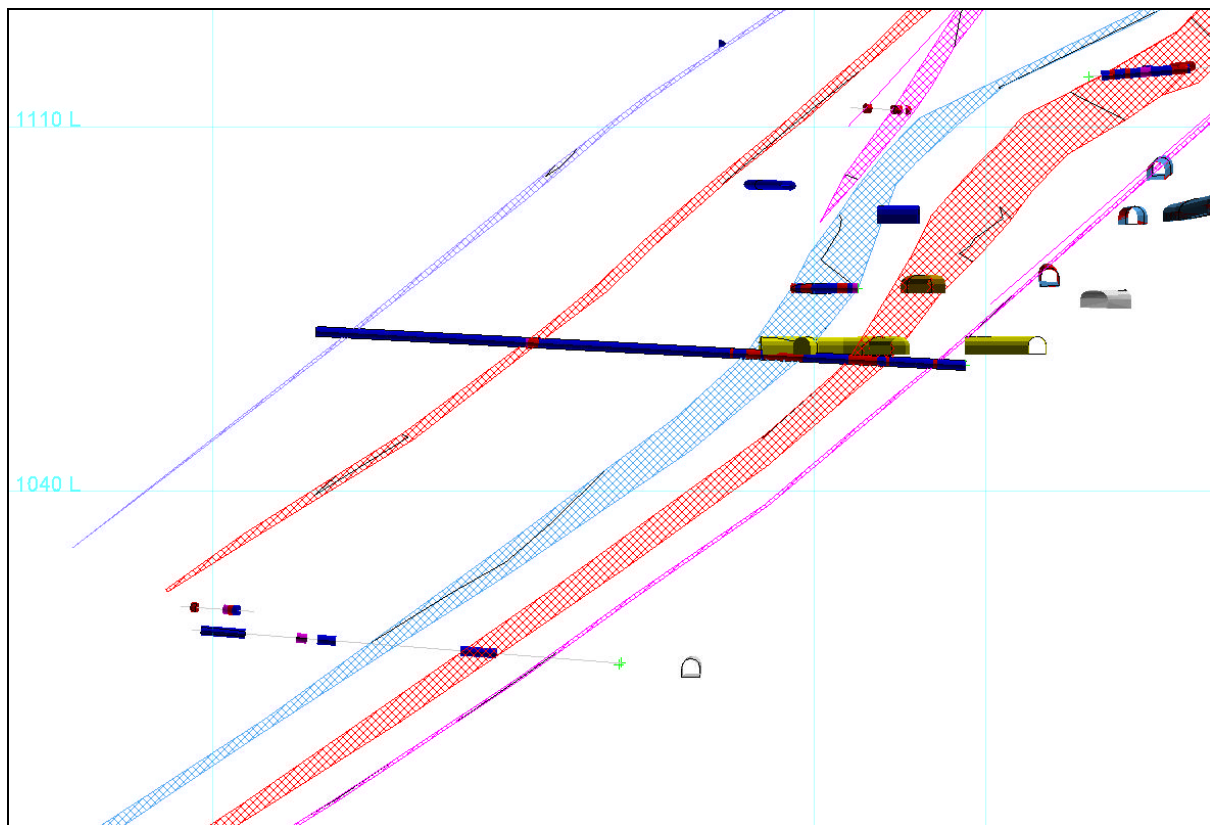


Слика 34. Хоризонт XIVб (кота 1064) со прикажани издупчени дупнатини
Figure 34. Horizon XIVb (level 1064) with drill holes shown

пак да се одреди некоја гранична содржина на корисните компоненти (cat of) и да се врши оконтуривањето по неа. За потребите на „САСА“ е вршено оконтуривање на целата рудна зона, а подоцна во пресметката е користен cat of Pb + Zn =2 %.

Со помош на полилинија ги поврзуваме точките од дупчотините каде што започнува рудната зона, а на местата каде немаме дупчотини ги поврзуваме точките земени од картираните делови на хоризонтите и етажите и на тој начин ги извлекуваме границите на секое рудно тело одделно (слика 36). Границите на секое рудно тело ги извлекуваме со различни леери на кои им задаваме имиња коишто подоцна ќе ги носат имињата на рудните тела.

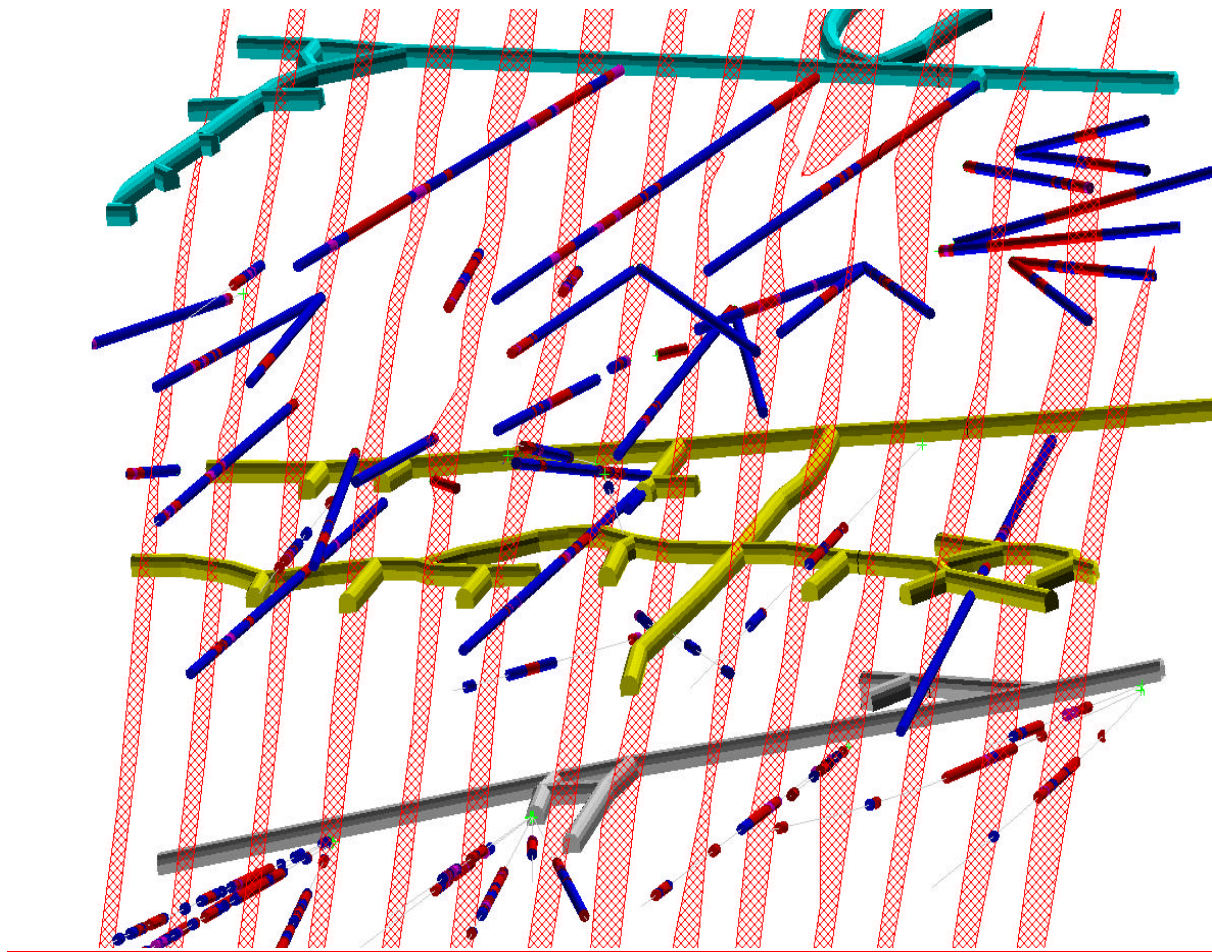
На слика 35 од десно кон лево се прикажани контурите на подинската апофиза, подинското рудно тело, средишното рудно тело, кровинското рудно тело и кровинската апофиза.



Слика 35. Попречен геолошки профил на дел од наоѓалиштето Свиња Река со граници на рудните тела

Figure 35. Geological cross-section profile of the part of deposit Svinja Reka with boundaries of ore bodies

Постапката за оконтуривање на рудните тела, како што е опишана на овој пресек, ја повторуваме на секои 5 м низ целото наоѓалиште поради сложената форма на рудните тела и различниот азимут на дупчотините, а се со цел да се направи модел на рудните тела кој ќе ги дефинира точните граници на рудната зона. На слика 36 се прикажани контурите на подинското рудно тело на растојание од по 5 м дупчотините, коишто ги имаме во овој дел од наоѓалиштето и јамските простории.

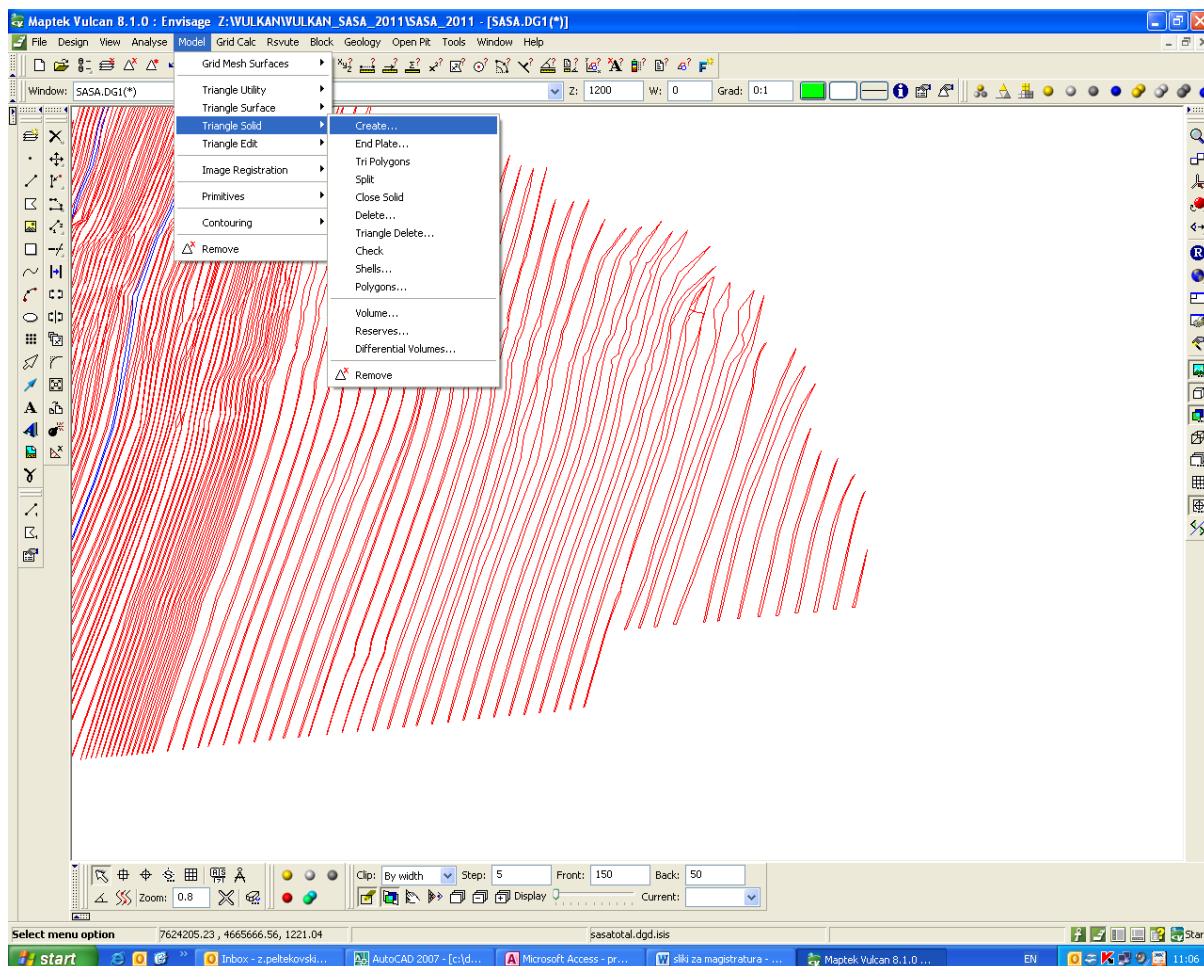


Слика 36. 3Д пресек со вртани граници на подинското рудно тело
Figure 36. 3D intersection with the designated boundaries of podinsko ore body

Вака извлечените граници на рудните тела претставуваат основна и појдовна точка при конструирањето на тридимензионалниот (3D) модел на едно рудно наоѓалиште.

17.4. Изработка на 3D модел на рудните тела

Да се изработи тридимензионалниот модел на рудните тела мораме да ги имаме извлечено границите на рудните тела по профилски линии, како што е прикажано на слика 37. Креирањето на тридимензионалниот модел всушност претставува спојување на сите извлечени граници на рудните тела по профилски линии во едно единствено тело кое го нарекуваме СОЛИД. Солидите ги креираме за секое рудно тело одделно на следниов начин. Прво ги вклучуваме креираните извлечени граници на рудните тела по профилските линии кои скратено ги нарекуваме СТРИНГИ за она рудно тело за кое сакаме да креираме солид (слика 37).

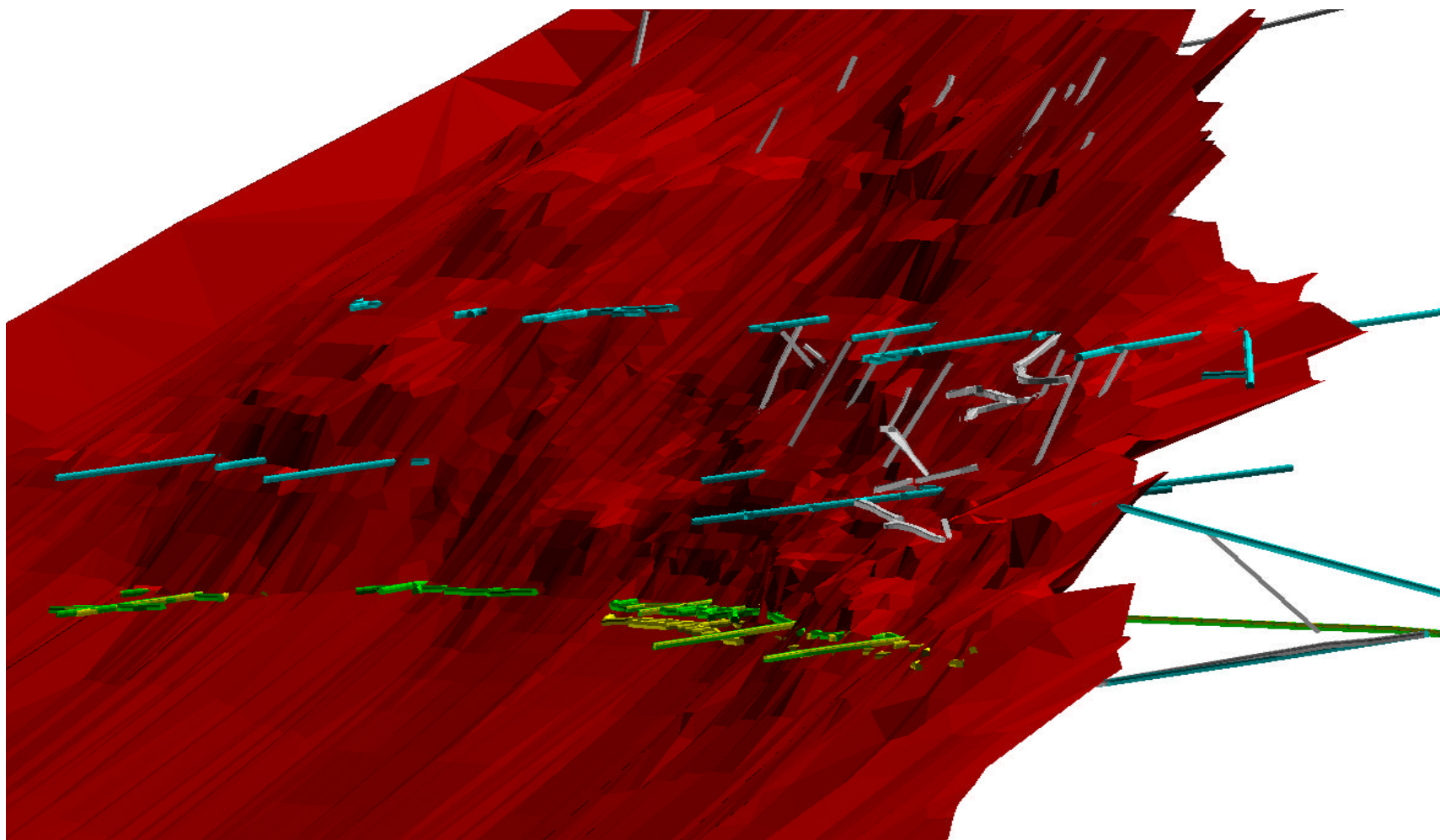


Слика 37. Креирање на солиди во програмот Vulkan на делот од наоѓалиштето Свиња Река

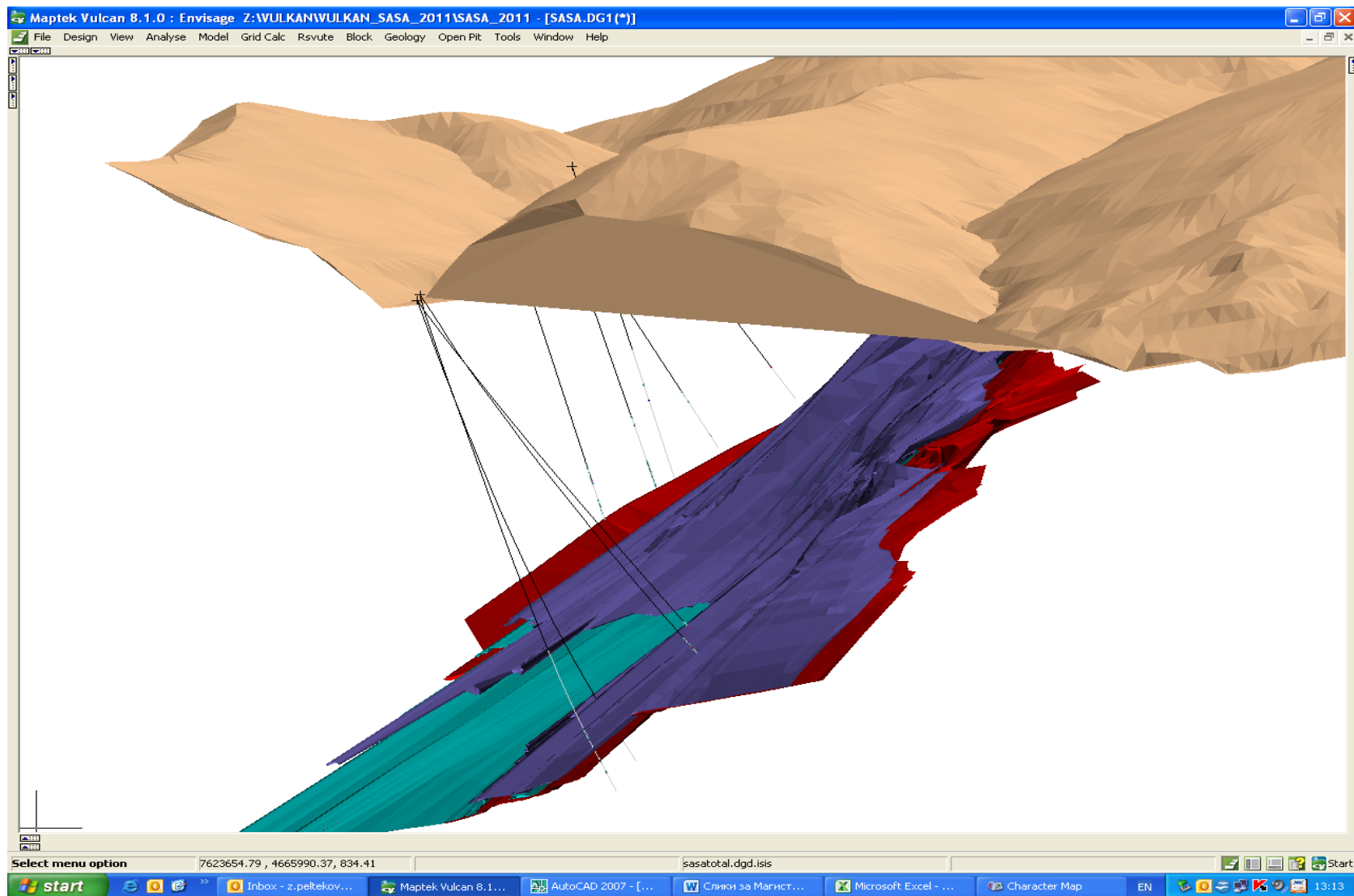
Figure 38. Creating a solid in program Vulkan on the part of deposit Svinja Reka

Потоа преку командата Model > Triangle Solid > Create (слика 38) ги селектираме сите стринги една по една од почетокот до крајот за секое рудно тело одделно. При селектирањето на стрингите може да ни се појави известување од типот Solid crosses itself, што значи дека креираните солиди се пресекуваат меѓусебно. Во таков случај ја отповикуваме командата за креирање на солиди и го бараме проблемот каде и зошто имаме пресекување на солидите преку командата Model > Triangle Solid > Check и тогаш програмот ни ги означува сите места каде што имаме пресекувања. Ваквите проблеми со пресекување на солидите мораме да ги отстрануваме, бидејќи во спротивно нема да можеме да креираме блок-модел и да извршиме пресметка на рудните резерви. Проблемот со пресекување на солидите најчесто се јавува кога имаме различен број на точки на стрингите, имаме многу остри агли во стрингите или пак не сме работеле на иста рамнина при креирањето на стрингите. Откако ќе го отстраниме проблемот со пресекување на солидите тогаш повторно ја повторуваме командата за креирање на солиди и на крај даваме име на солидот (најчесто според името на рудното тело). Вака креираниот солид потоа преку командата Model > Triangle Solid > Close Solid го затвараме солидот и добиваме неправилно геометриско тело од коешто веднаш можеме да го отчитаме волуменот (слика 38 и слика 39).

На слика 38 со црвена боја е прикажан 3D модел на креираниот солид од подинското рудно тело и 3D модел на јамски простории, а на слика 39 се прикажани сите стринги на рудните тела во наоѓалиштето Свиња Река споени во солиди, пресек на дел од површината над наоѓалиштето и неколку површински дупчотини.



Слика 38. 3D модел на подинското рудно тело во наоѓалиштето Свиња Река, рудник „САСА“
Figure 38. 3D model for podinsko ore body in deposit Svinja Reka, mine “SASA”



Слика 39. 3D модел на рудните тела во Свиња Река (споени стринги во солиди)
Figure 39. 3D model of ore bodies within the Svinja Reka (strings attached to a solids)

17. 5. *Правење на композити од дупчотините*

При картирањето на дадена дупчотина земените проби од дупчотината во рудната зона не се секогаш со исти димензии, бидејќи тоа зависи од моќноста на рудната зона. Пример, во рудникот „Саса“ на помоќните рудни зони се тежнее пробите да бидат од 1 м, меѓутоа на крајните делови од рудната зона тие се со толкава должина колку што е потребно да се опфати целата рудна зона (ако рудното тело е со моќност од 15,6 м, во тој случај ќе имаме 15 проби од по 1 м и една проба од 0,6 м).

Во ваков случај е потребно да се одредат вредностите на секоја бушотина и да се формираат композити коишто ќе бидат со еднаква должина, со цел да може програмот подеднакво и поточно да го заполни блокот со вредностите од дупчотините. Бидејќи, како што напоменав пробите во рудникот „Саса“, најчесто се со должина од 1 м, ние за моделирање на рудните тела во „Саса“ користивме композити на бушотините од 1 м.

За да се направат композити на дупчотините, односно да се усреднат вредностите добиени од хемиските анализи на корисните компоненти прво и основно мораме да направиме копија на базата на податоците од Microsoft Access во програмот VULKAN во посебен фајл наречен ISIS. Откако ќе ги копираме сите дупчотини, тогаш преку командата Geology > Compositing > Compositing отвораме нов прозорец каде што ја започнуваме постапката за правење на композити од нашите дупчотини. На левата страна од новоотворениот прозорец имаме пет подменија (Drillhole database, Assay, Fields, Boundary Definition, Run) коишто треба да ги пополниме. Во првото подмени Drillhole database ја бираме копираната база на податоци од ISIS фајлот, што значи дека композити на дупчотините ќе се креираат само од оваа база на податоци. Во второто подмени Assay означуваме кој дел од БП да го користиме за креирање на композитите. Во третото подмени Fields одредуваме кои корисни компоненти да се анализираат и само на нив да се направат композити (пример Pb,Zn, PbZn, слика 40). Во четвртото подмени Boundary Definition ги запишуваме имињата на креираните солиди, односно рудните тела, што значи дека композити на дупчотините ќе се креираат само во внатрешните граници од солидите. И во петтото подмени Run одредуваме колкава да ни биде должината на композитот.

Maptek Vulcan 8.1.0 : Isis Z:WULKANWULKAN_SASA_2011\SASA_2011 - [Database: sasacompozit2012.cmp.isis]

File Edit View Object Table Utilities Tools Window Help

Window: SASA.DG1(*) Layer: Z: 1200 W: 0 Grad: 0:1

GROUP	ENTRY	DHID	MIDX	MIDY	MIDZ	TOPX	TOPY	TOPZ	BOTX	BOTY	BOTZ	LENGTH	FROM	TO	GEOCOD	BOUND	PB	ZN	PBZN	ORE
835	10ksr	7624688.500	4665844.607	1037.304	7624688.951	4665844.926	1037.200	7624688.210	4665844.288	1037.408	1.000	24.000	25.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
836	10ksr	7624687.839	4665843.968	1037.512	7624688.210	4665844.288	1037.408	7624687.468	4665843.649	1037.617	1.000	25.000	26.000	NONE		1.211	1.309	2.520		
837	10ksr	7624687.098	4665843.330	1037.721	7624687.468	4665843.649	1037.617	7624686.727	4665843.011	1037.825	1.000	26.000	27.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
838	10ksr	7624686.357	4665842.692	1037.929	7624686.727	4665843.011	1037.825	7624685.986	4665842.373	1038.033	1.000	27.000	28.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
839	10ksr	7624685.615	4665842.054	1038.137	7624685.986	4665842.373	1038.033	7624685.245	4665841.735	1038.241	1.000	28.000	29.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
840	10ksr	7624684.874	4665841.416	1038.345	7624685.245	4665841.735	1038.241	7624684.503	4665841.097	1038.450	1.000	29.000	30.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
841	10ksr	7624684.133	4665840.778	1038.554	7624684.503	4665841.097	1038.450	7624683.762	4665840.459	1038.658	1.000	30.000	31.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
842	10ksr	7624683.391	4665840.140	1038.762	7624683.762	4665840.459	1038.658	7624683.021	4665839.821	1038.866	1.000	31.000	32.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
843	10ksr	7624682.650	4665839.502	1038.970	7624683.021	4665839.821	1038.866	7624682.279	4665839.183	1039.074	1.000	32.000	33.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
844	10ksr	7624681.909	4665838.864	1039.178	7624682.279	4665839.183	1039.074	7624681.538	4665838.545	1039.283	1.000	33.000	34.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
845	10ksr	7624681.168	4665838.226	1039.387	7624681.538	4665838.545	1039.283	7624680.797	4665837.907	1039.491	1.000	34.000	35.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
846	10ksr	7624680.426	4665837.588	1039.595	7624680.797	4665837.907	1039.491	7624680.056	4665837.269	1039.699	1.000	35.000	36.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
847	10ksr	7624679.685	4665836.950	1039.803	7624680.056	4665837.269	1039.699	7624679.314	4665836.631	1039.907	1.000	36.000	37.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
848	10ksr	7624678.944	4665836.312	1040.011	7624679.314	4665836.631	1039.907	7624678.573	4665835.993	1040.116	1.000	37.000	38.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
849	10ksr	7624678.202	4665835.674	1040.220	7624678.573	4665835.993	1040.116	7624677.832	4665835.355	1040.324	1.000	38.000	39.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
850	10ksr	7624677.461	4665835.036	1040.428	7624677.832	4665835.355	1040.324	7624677.090	4665834.717	1040.532	1.000	39.000	40.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
851	10ksr	7624676.720	4665834.398	1040.636	7624677.090	4665834.717	1040.532	7624676.349	4665834.079	1040.740	1.000	40.000	41.000	NONE	podina2	1.153	0.332	1.485		
852	10ksr	7624675.978	4665833.760	1040.845	7624676.349	4665834.079	1040.740	7624675.608	4665833.440	1040.949	1.000	41.000	42.000	NONE	podina2	5.760	1.660	7.420		
853	10ksr	7624675.237	4665833.121	1041.053	7624675.608	4665833.440	1040.949	7624674.867	4665832.802	1041.157	1.000	42.000	43.000	NONE	podina2	10.020	3.980	14.000		
854	10ksr	7624674.496	4665832.483	1041.261	7624674.867	4665832.802	1041.157	7624674.125	4665832.164	1041.365	1.000	43.000	44.000	NONE	podina2	1.450	1.120	2.570		
855	10ksr	7624673.755	4665831.845	1041.470	7624674.125	4665832.164	1041.365	7624673.464	4665831.682	1041.574	1.000	44.000	45.000	NONE	podina2	20.890	10.440	31.330		
856	10ksr	7624673.014	4665831.207	1041.678	7624673.464	4665831.682	1041.574	7624672.723	4665831.044	1041.781	1.000	45.000	46.000	NONE	podina2	13.465	12.359	25.823		
857	10ksr	7624672.273	4665830.569	1041.886	7624672.723	4665831.044	1041.781	7624671.982	4665830.406	1041.989	1.000	46.000	47.000	NONE	podina2	3.710	4.928	8.638		
858	10ksr	7624671.532	4665830.931	1042.094	7624671.982	4665830.406	1041.989	7624671.241	4665829.768	1042.197	1.000	47.000	48.000	NONE	podina2	9.715	12.450	22.164		
859	10ksr	7624670.791	4665829.293	1042.302	7624671.241	4665829.768	1042.197	7624670.500	4665829.130	1042.355	1.000	48.000	49.000	NONE	podina2	16.328	18.374	34.702		
860	10ksr	7624670.050	4665828.654	1042.510	7624670.500	4665829.130	1042.355	7624669.759	4665828.492	1042.564	1.000	49.000	50.000	NONE	podina2	9.885	10.876	20.761		
861	10ksr	7624669.309	4665828.015	1042.718	7624669.759	4665828.492	1042.564	7624669.018	4665827.854	1042.772	1.000	50.000	51.000	NONE	podina2	2.087	2.339	4.426		
862	10ksr	7624668.568	4665827.376	1042.926	7624669.018	4665827.854	1042.772	7624668.277	4665827.216	1042.980	1.000	51.000	52.000	NONE	podina2	5.136	2.505	7.641		
863	10ksr	7624667.827	4665826.737	1043.134	7624668.277	4665827.216	1042.980	7624667.536	4665826.578	1043.188	1.000	52.000	53.000	NONE	podina2	4.716	5.119	9.835		
864	10ksr	7624667.086	4665826.098	1043.342	7624667.536	4665826.578	1043.188	7624666.795	4665825.940	1043.397	1.000	53.000	54.000	NONE	podina2	5.236	6.755	11.990		
865	10ksr	7624666.345	4665825.459	1043.550	7624666.795	4665825.940	1043.397	7624666.054	4665825.302	1043.605	1.000	54.000	55.000	NONE	podina2	4.039	5.025	9.064		
866	10ksr	7624665.604	4665824.820	1043.758	7624666.054	4665825.302	1043.605	7624665.313	4665824.664	1043.813	1.000	55.000	56.000	NONE	podina2	4.603	5.946	10.549		
867	10ksr	7624664.863	4665824.181	1043.966	7624665.313	4665824.664	1043.813	7624664.622	4665824.026	1044.021	1.000	56.000	57.000	NONE	podina2	5.909	7.434	13.344		
868	10ksr	7624664.122	4665823.542	1044.174	7624664.622	4665824.026	1044.021	7624663.881	4665823.388	1044.230	1.000	57.000	58.000	NONE	podina2	9.982	11.859	21.841		
869	10ksr	7624663.381	4665822.903	1044.382	7624663.881	4665823.388	1044.230	7624663.140	4665822.750	1044.438	1.000	58.000	59.000	NONE	podina2	6.320	6.225	12.546		
870	10ksr	7624662.640	4665822.264	1044.590	7624663.140	4665822.750	1044.438	7624662.400	4665822.167	1044.563	0.600	59.000	60.000	NONE	podina2	4.237	4.118	8.355		
871	10ksr	7624661.899	4665821.625	1044.798	7624662.400	4665822.167	1044.563	7624661.660	4665821.529	1044.771	1.000	60.000	61.000	NONE	podina2	2.897	3.142	6.039		
872	10ksr	7624661.158	4665820.986	1045.006	7624661.660	4665821.529	1044.771	7624661.420	4665821.091	1044.979	1.000	61.000	62.000	NONE		0.000	0.000	0.000		
873	10ksr	7624660.417	4665820.347	1045.214	7624661.420	4665821.091	1044.979	7624660.680	4665820.453	1045.188	1.000	62.000	63.000	NONE		0.000	0.000	0.000		

Select menu option

start | Inbox - z.pelk... | AutoCAD 200... | Microsoft Acc... | sliki za magistr... | Maptek Vulcan... | My Documents | Microsoft Exc... | EN | 09:27

Слика 40. Формирана нова база на податоци со композити од дупчотините
 Figure 40. Created new database with composites of drill holes

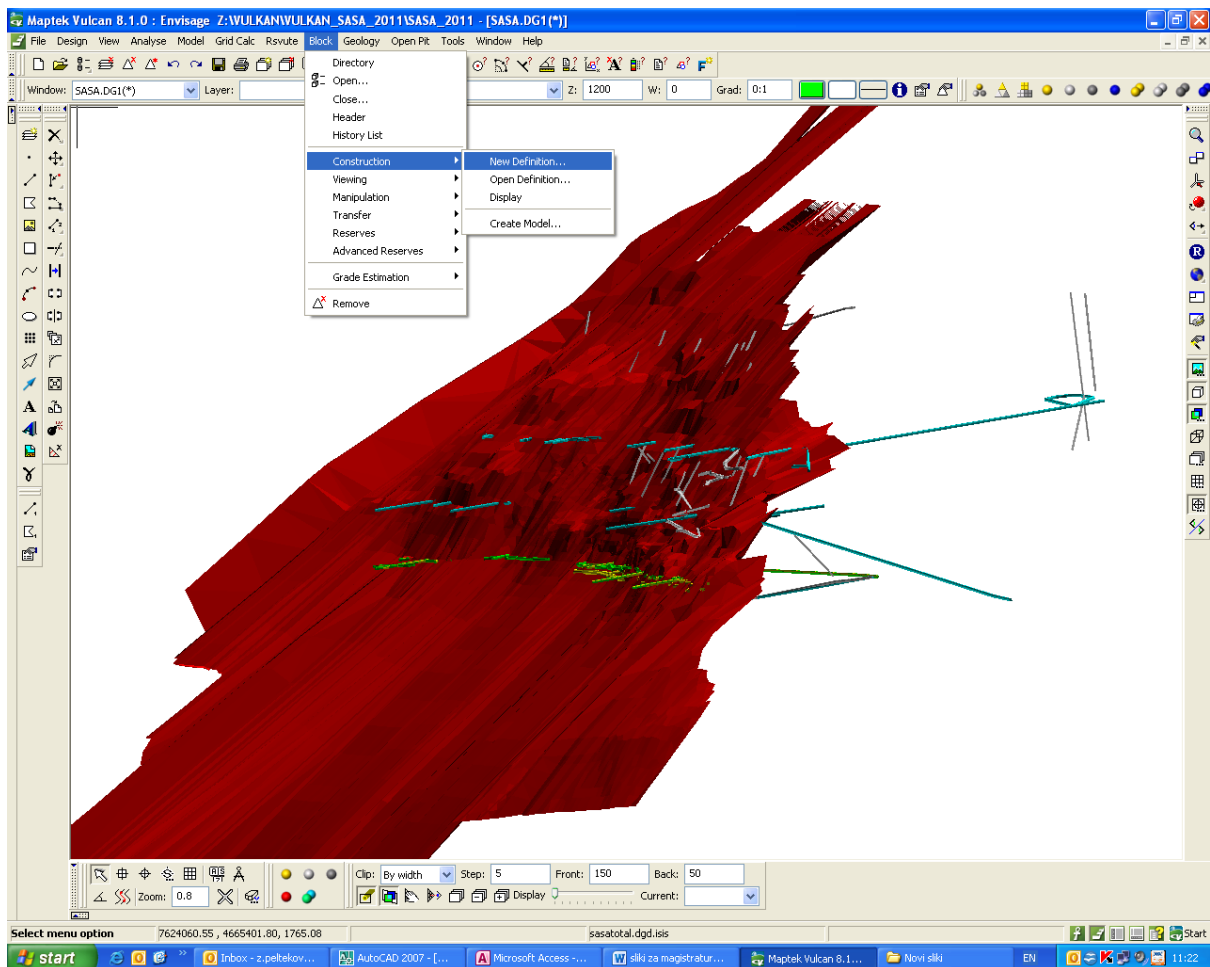
Со вака зададените параметри можеме да формираме композити на дупчотините во програмот VULKAN (слика 40). На слика 40 се гледа дел од направените композити на дупчотината под име 10 ksr, во полињата под MIDX, MIDY, MIDZ е означен центарот на секој композит по координатите x, y и z, во полињата под TOPX, TOPY и TOPZ е означен највисокиот дел од композитот по координатите x, y и z и во полињата под ознаките BOTX, BOTY и BOTZ е

означен најнискиот дел од секој композит по координатите x , y и z . Под полето со ознака Length е означена должината на композитот од 1 м, а во полињата FROM и TO се означени интервалите од кој до кој е формиран композитот. Во полето BAUND се сместени имињата на солидите односно рудните тела во чијшто граници се креирани композитите (подина, средишно, кровина итн.), а во полињата со ознаките PB,ZN и PBZN се дадени вредностите за оловото, цинкот и оловото + цинкот за секој креиран композит одделно.

17. 6. Задавање вредности за креирање на блок-модел на рудните тела

Задавањето на вредностите за креирање на блок-модел на рудните тела претставува почетна фаза од пресметката на рудните резерви на едно наоѓалиште. Како и во секој од претходно опишаните поднаслови од поглавјето моделирање на рудните резерви и овде прво мораме да зададеме неколку појдовни параметри кои директно се однесуваат на постапката за креирање на блок-моделот на наоѓалиштето. Во овој дел од креирањето на блок-моделот најбитно е одредувањето на координатите од просторот каде што ќе се формира блок-моделот, одредувањето на големината на блокот и сублокот, со кои променливи ќе оперираме при креирањето на блок-моделот и во кои граници односно рудни тела да се формираат блоковите.

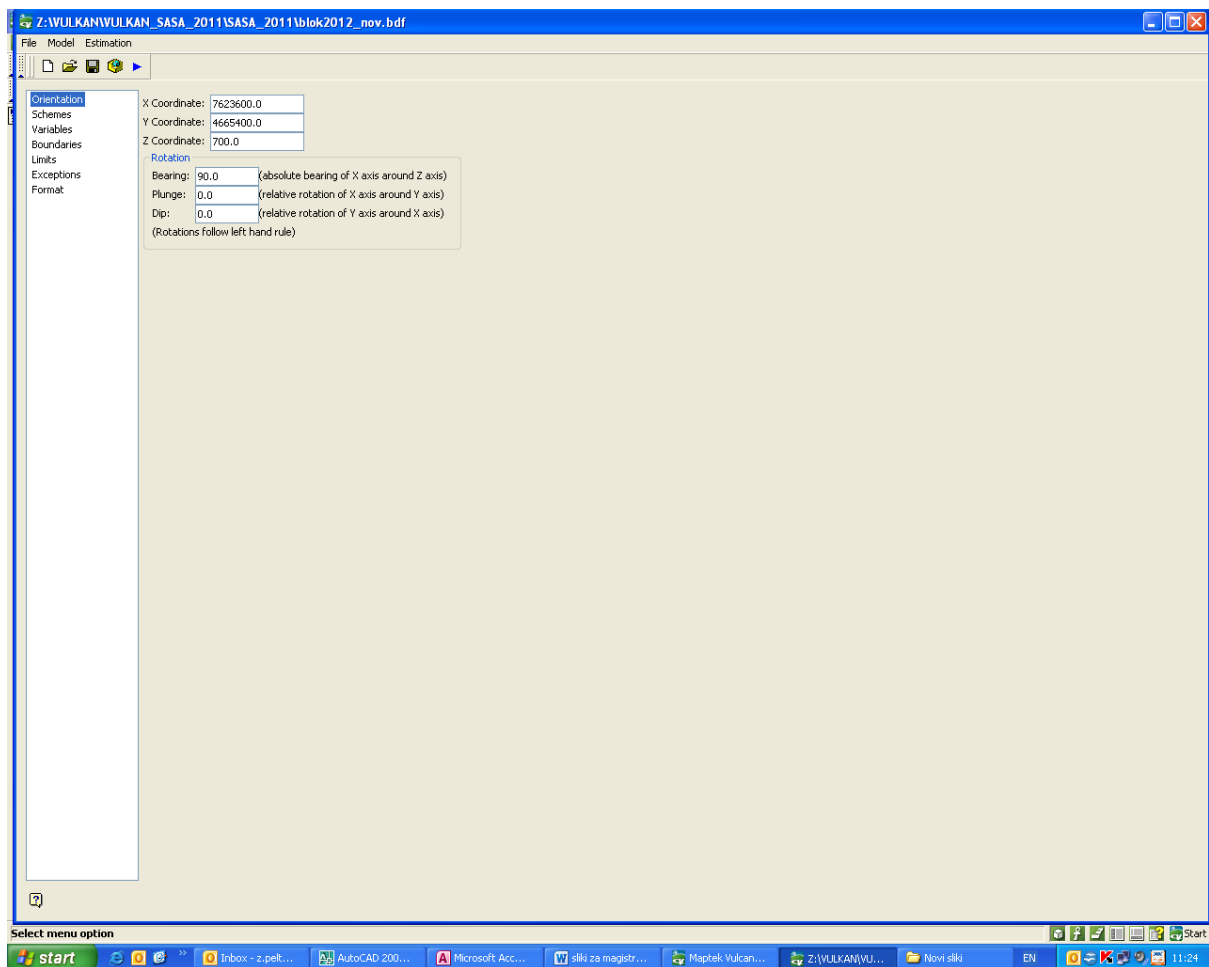
Првиот прозорец кој се отвора по зададената команда Block > Construction > New Definition (слика 41) е прозорецот Orientation во којшто треба да ги внесеме координатите по x , y и z) на просторот каде што ќе го формираме блок моделот (слика 42). Кои координати треба да ги внесеме? Најдобро е кога истите ги отчитаме од цртежот на рудните тела. Имено, ги вклучуваме сите леери од направените солиди на рудните тела во програмот VULKAN и со курсерот одиме во долниот лев агол на крајот од солидите. Од екранот на местото каде што е курсерот автоматски ги отчитуваме координатите по x и y .



Слика 41. Постапка за креирање на блок-модел
Figure 41. Procedure for creating a block-model

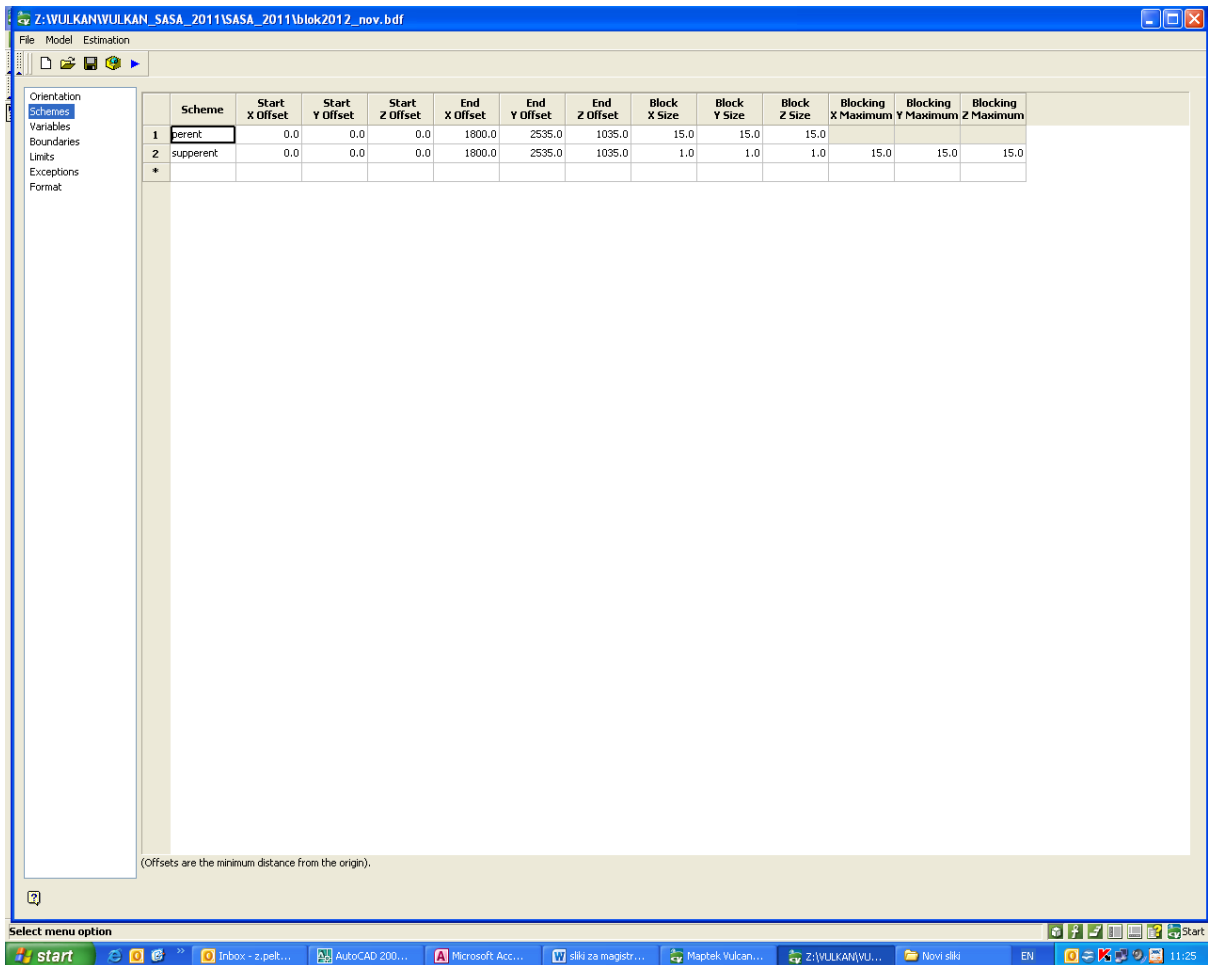
Истите координати по x и y ги запишуваме како на слика 42, а координатите по z оската ги одредуваме во зависност од тоа која ни е најниската кота на креираните солиди на рудните тела.

На вториот дел од слика 42, под делот за Rotation (ротација), ни е прикажана можноста за ротирање односно насочување на границите при креирањето на блок моделот. Првата можност е Bearing. Во Bearing одредуваме каква да ни биде положбата на x оската во однос на z оската (најдобар случај е кога овој сооднос е 90°). Втората и третата можност се однесуваат на ротирањето на страните на блок-моделот. Plunge е ротирање на x оската околу y оската а DIP е ротирање на y оската околу x .



Слика 42. Задавање на координати на истражниот простор
Figure 42. Setting the coordinates of the investigation area

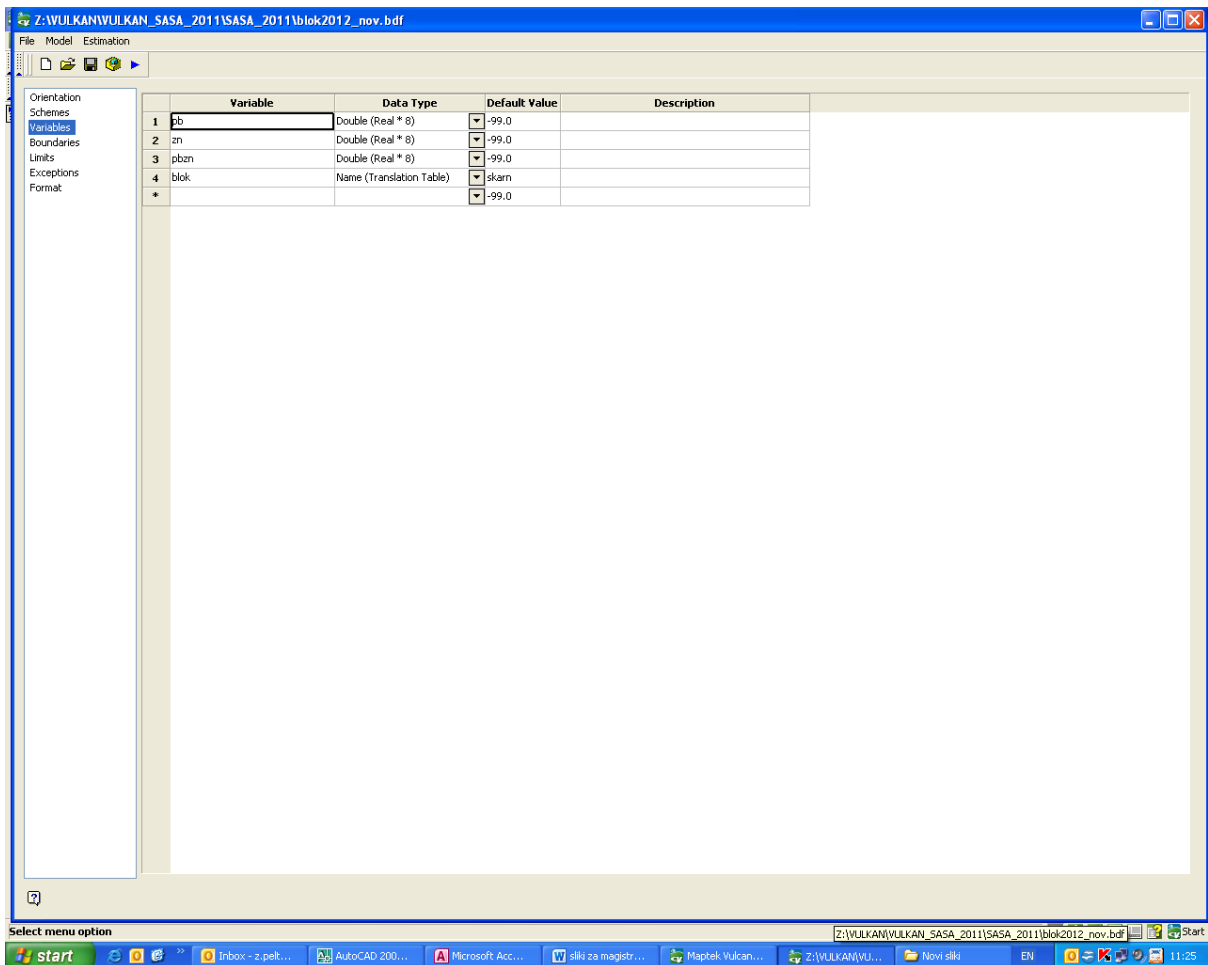
Вториот прозорец Schemes е прозорецот во којшто се девинира големината на истражниот простор во однос на прво зададените координати од првиот прозорец и овде се одредуваа големината на блоковите и субблоковите од коишто ќе го креираме блок-моделот. Во првиот ред задаваме име на блокот (parent), потоа задаваме вредности на кое растојание од прво зададените координати да започне креирањето на parent блоковите. Обично ова растојание по координати секогаш изнесува (0,0,0), следиве три колони ги претставуваат крајните растојанија од прво зададените координати односно го дефинираме целиот истражен простор. Пример, ако местото каде што сакаме да ги формираме блоковите односно истражниот простор е со димензии: ширина 1.800 м, должина 2.550 м и висина 1.035 м, тогаш со овие параметри ги пополнуваме колоните (слика 43), потоа со следните три колони ја одредуваме големината на parent блоковите.



Слика 43. Одредување на големината на блокот
Figure 43. Determine the size of the block

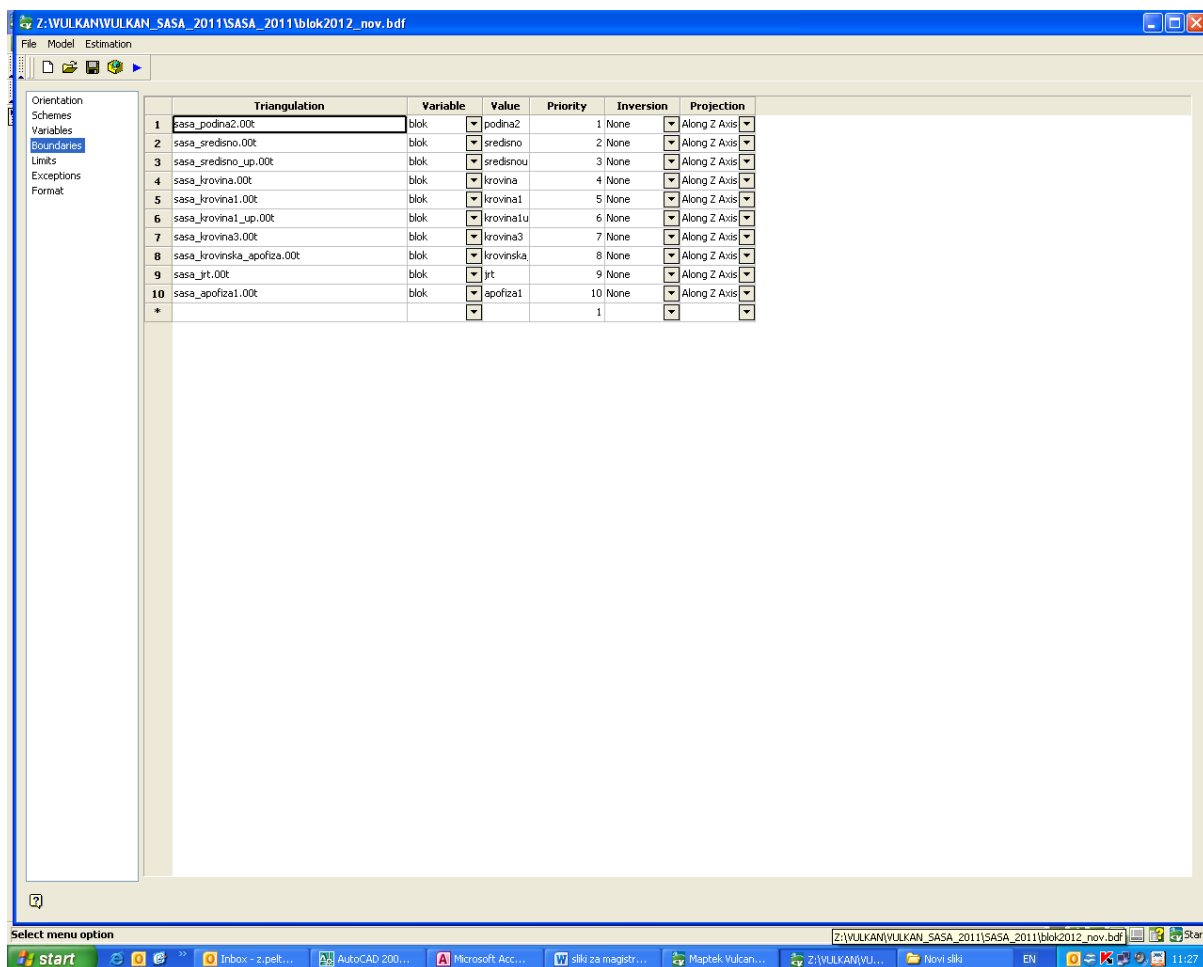
Вториот ред (слика 43) е местото каде што треба да ги зададеме вредностите за субблокот (supperent). Параметрите за perent и supperent блоковите се исти сè до колоните каде што се бара да се впиша големината на соблокот по координати (x, y, z), во овие три колони обично ги впишуваме најмалите цели броеви со цел големината на субблоковите да биде што е можно помала, бидејќи улогата на субблоковите е да го пополни празниот простор помеѓу perent блокот и контурите на солидот односно рудните тела.

Третиот прозорец Variables е местото каде што ги одредуваме променливите компоненти кои ќе ги користиме во блок-моделот (слика 44), во нашиот случај тоа се променливите по Pb, Zn, Pb, Zn и треба да креираме променлива за нерудниот дел од наоѓалиштето (задаваме неодредено име по личен избор).



Слика 44. Одредување на варијабли (променливи компоненти) во блокот
Figure 44. Determination of variables (variable components) in the block

Во четвртиот прозорец Boundaries (слика 45) во колоната под име Triangulation ги внесуваме креираните солиди односно рудните тела, во колоната под име Variable ја внесуваме променливата за нерудниот дел од наоѓалиштето, бидејќи привично формираните блокови од блок-моделот ќе бидат празни блокови односно без информации за квантитетот и квалитетот на корисната компонента. Во колоната под име Value одделно задаваме име на секое рудно тело (обично истото име како и солидот). Priority е следната колона којашто ни овозможува да одредиме кое рудно тело има најголем приоритет при пресметувањето на корисната компонента, односно кое од рудните тела е главно и најодржано по протегање пад и моќност.



Слика 45. Внесување на солидите во блокот

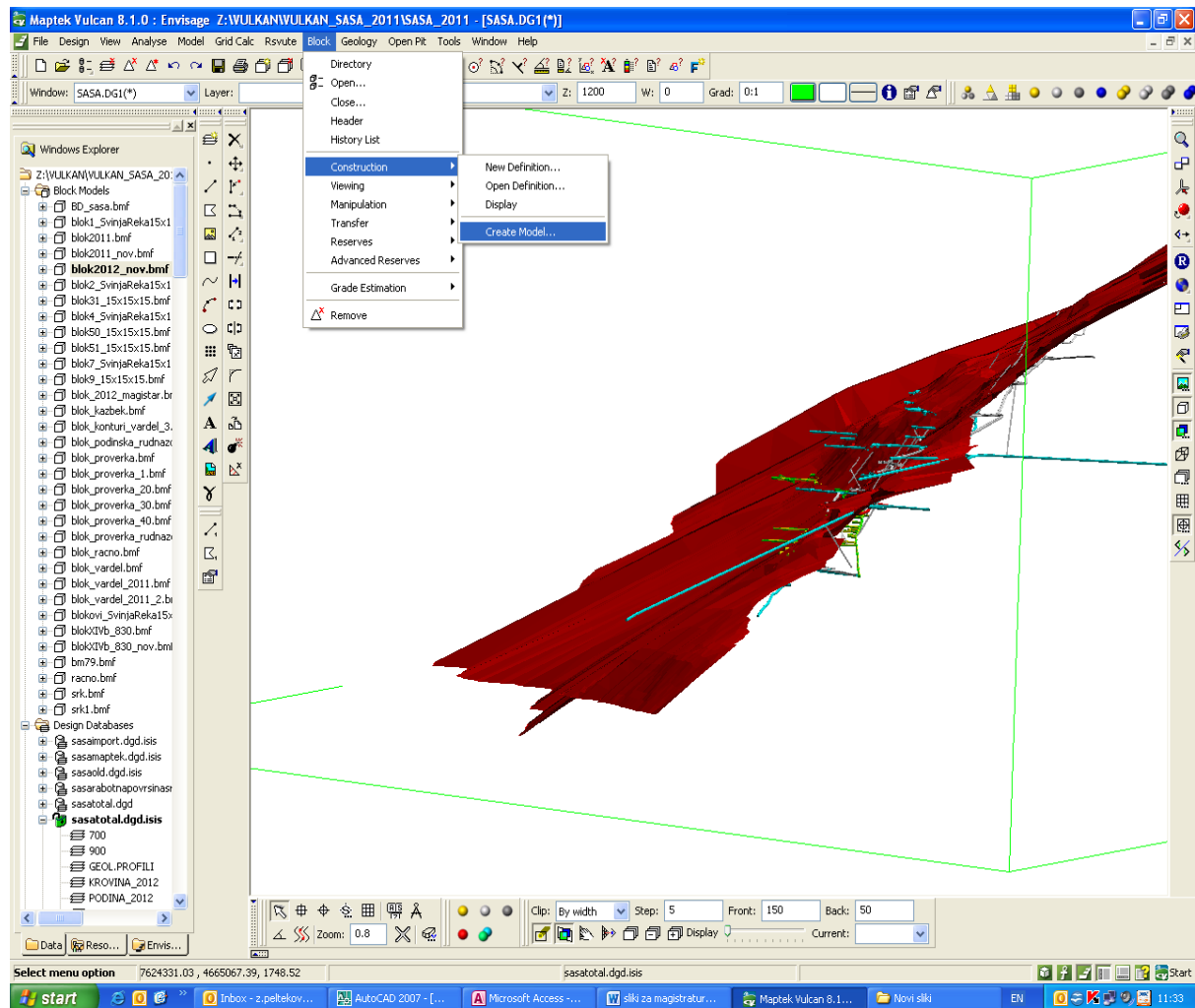
Figure 45. Entering the solids in to block

Во колоната под име Inversion се одредува дали да имаме инверзија при креирањето на блоковите. Инверзијата може да биде делумна, комплетна или пак да ги креираме блоковите без инверзија (најчесто ги креираме блоковите без инверзија).

Во петтата колона Projection се одредува по која оска да се креира блокот (x, y или z), бидејќи не користиме инверзија при креирањето на блоковите тогаш биреме блоковите да се креираат по Z-оската.

Откако ги имаме зададено вредностите за креирање на блок-моделот, тогаш преку командниот лист Block > Construction > Create Model (слика 46), задаваме наредба за креирање на блок-моделот. Со завршување на постапката и креирањето на блок-моделот ние добиваме празни незаполнети блокови со информации за корисната компонента.

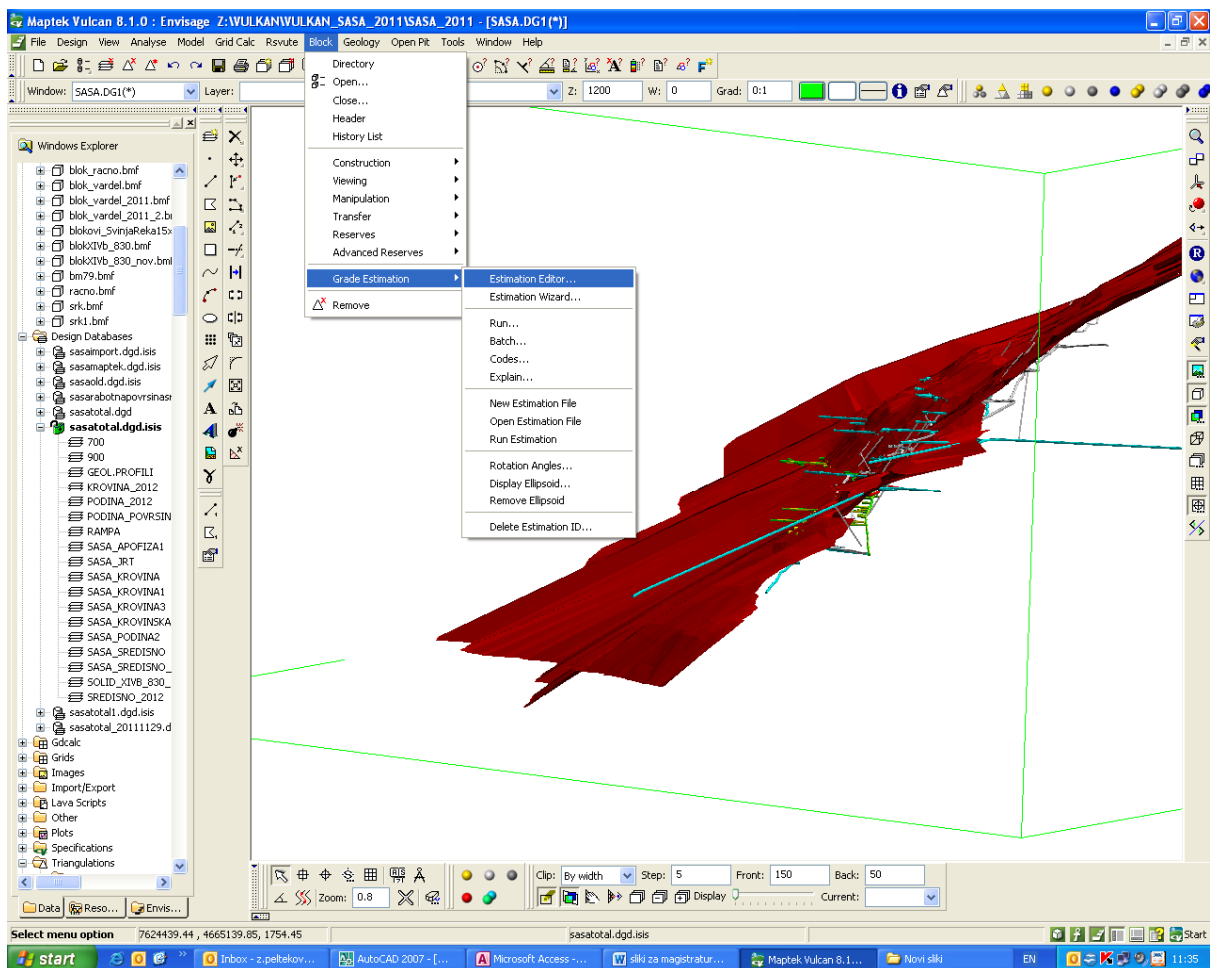
На слика 46 се гледаат солидите односно рудните тела и границите односно просторот каде што се наоѓаат празните незаполнети блокови (зелани линии кои образуваат правоаголна форма).



Слика 46. Креирање на блок-модел
Figure 46. Creating a block-model

17. 7. Пресметка на блоковите во блок-моделот

Задавањето на вредностите за пополнување на блок-моделот е најважниот дел од моделирањето на рудните резерви. Од овој дел понатаму зависат пресметката на квантитетот и квалитетот на рудните резерви и нивната категоризација. Постапката за пополнување на блок-моделот започнува со командниот лист Block > Grade Estimation > Estimation Editor (слика 47), каде што по задавањето на оваа команда се отвора прозорецот Estimation Editor (слика 48).



Слика 47. Подготовка за пополнување на блок-моделот
Figure 47. Preparation for reaching the block-model

На овој прозорец, како што се гледа и од слика 48, покрај главните параметри кои се дадени во прилог на горниот дел од сликата, од левата страна е дадено и таканаречено *estimation tree* (дрво за пресметка) кое е со повеќе подменија.

Првиот дел Input parameters треба да се внесат името на празниот блок-модел што го креираме како во претходно опишаната постапка. Потоа треба да зададеме име на фајлот кој сега ќе го креираме (Estimation File).

Во делот на Input New ID во графата New ID внесуваме име кое ќе биде со најмногу шест карактера, а истото треба да содржи:

- име на елементот кој ќе го пресметуваме (пример Pb);
- ознака која категорија на резерви ќе ја пресметуваме (во системот на категоризација на резервите по JORK системот издвоени се три типа на класификации: *measured*, *indicated*, *inferred*, коишто приближно одговараат со нашите А, Б и Ц1 категории на резерви па аналогно на нив користиме нумеричко прикажување на резервите по примерот 1, 2, 3);
- име на рудното тело (пример за подина впишуваме p).

Или сево ова кога ќе го запишаме на едно место би добиле pb1p што значи дека ќе го пополнуваме блокот со елементот олово на места каде што имаме резерви од категоријата *measured* само во подинското рудно тело.

Во делот на Input New ID во графата Estimator го одредуваме начинот на којшто ќе се врши пресметка на рудните резерви, имено постојат два метода за пресметка на рудните резерви и тоа:

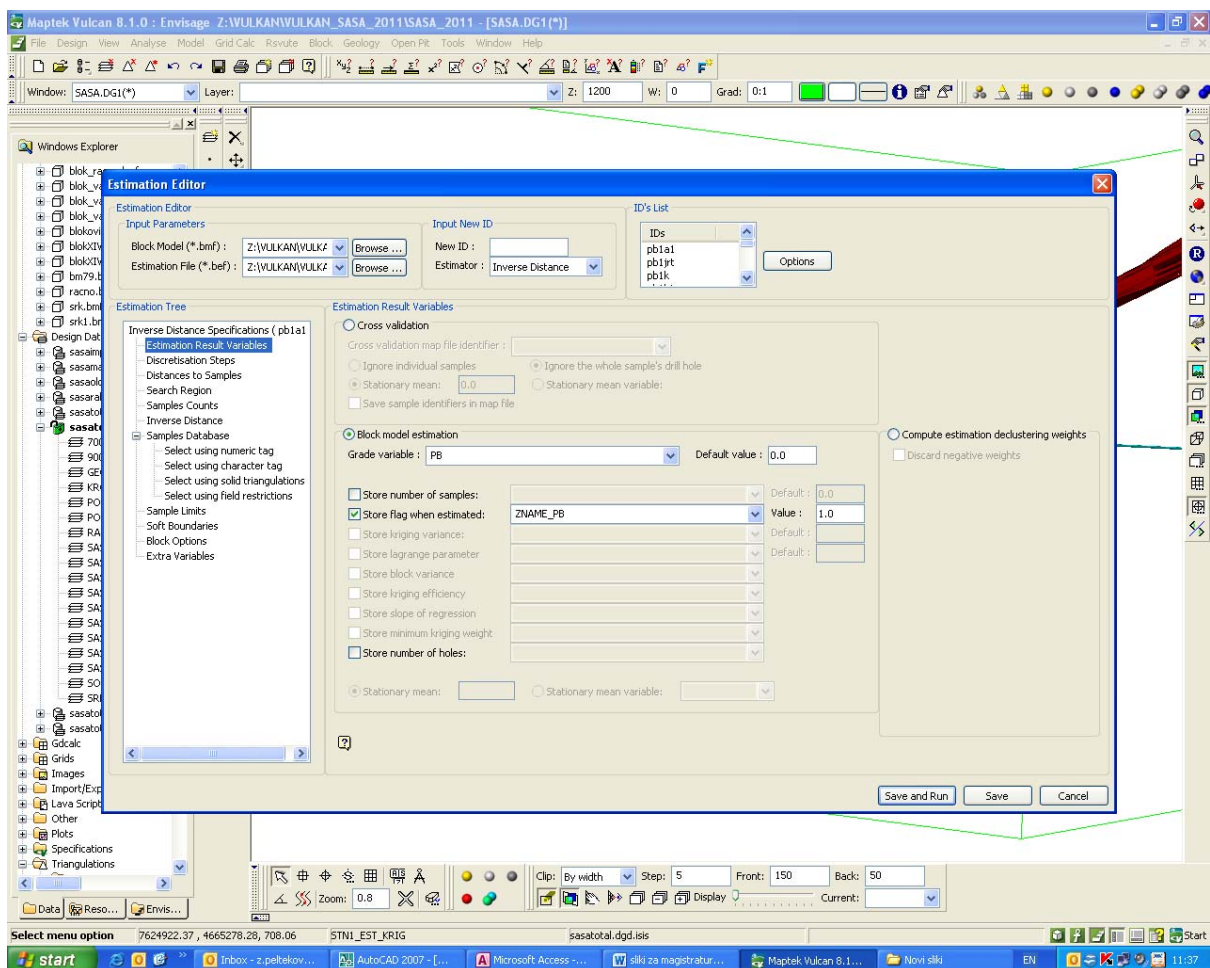
1. Inverse distance или квадратот од обратното растојание;
2. Методот по Кригинг.

Првиот метод е поедноставен и во суштина е приближно еднаков со методот кога со рачна пресметка на рудните резерви вршиме интерполирање на содржините на корисната компонента помеѓу две соседни дупчотини или два соседни блока.

Вториот метод или методот по Кригинг е многу покомплициран метод и тој најмногу се користи кај полиметаличните наоѓалишта каде што главните рудни компоненти не се рамномерно распоредени, односно имаме делови од наоѓалиштето каде што една од главните компоненти изостанува или е

застапена во многу мал процент, а подоцна пак во друг дел од наоѓалиштето истата компонента е рамномерно или повеќе застапена во сооднос со другите главни компоненти. При ваква состојба за да се користи методот по Кригинг потребно е да се изработат вариограми за да се утврди варијабилноста на корисната компонента во сооднос со другите главни компоненти. Варијаграмите се прават на тој начин што се анализираат податоците од дупчотините во наоѓалиштето и нивниот сооднос помеѓу корисните компонентите по хоризонтала и вертикала и потоа се изработува дијаграм и во согласност со него се одредува каква е варијабилноста.

Бидејќи во рудникот „Саса“ застапеноста на главните рудни компоненти односно оловото и цинкот се скоро рамномерно застапени, односно нивната варијабилност не е поголема од $\pm 10\%$, ние за пресметката на резервите го користиме првиот метод односно методот на Inverse distance.

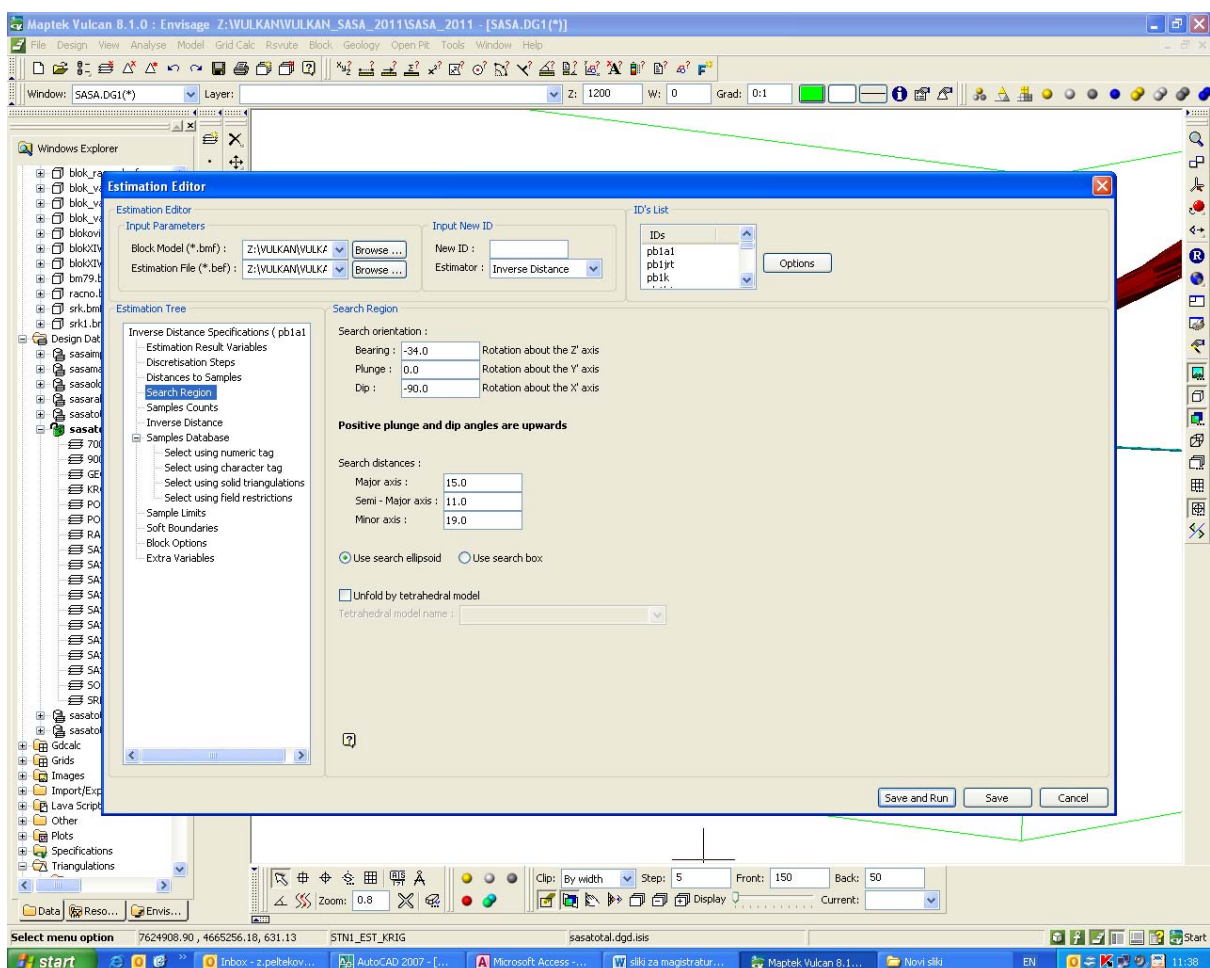


Слика 48. Уредување на податоците за пресметка

Figure 48. Estimation Editor

Во вториот дел од Estimation Editor поточно во делот на estimation tree се наоѓаат повеќе подменија коишто се значајни за одредување на начинот на пополнување на блок-моделот. Така, во првото подмени Estimation result Variables го означуваме елементот од корисната компонента кој е предмет на првата пресметка од категоријата на резерви measured.

Во подменито Search Region се одредуваат насоката на истражувањето (Search Orientation) и растојанието на истражување (Search Distance), (слика 49).

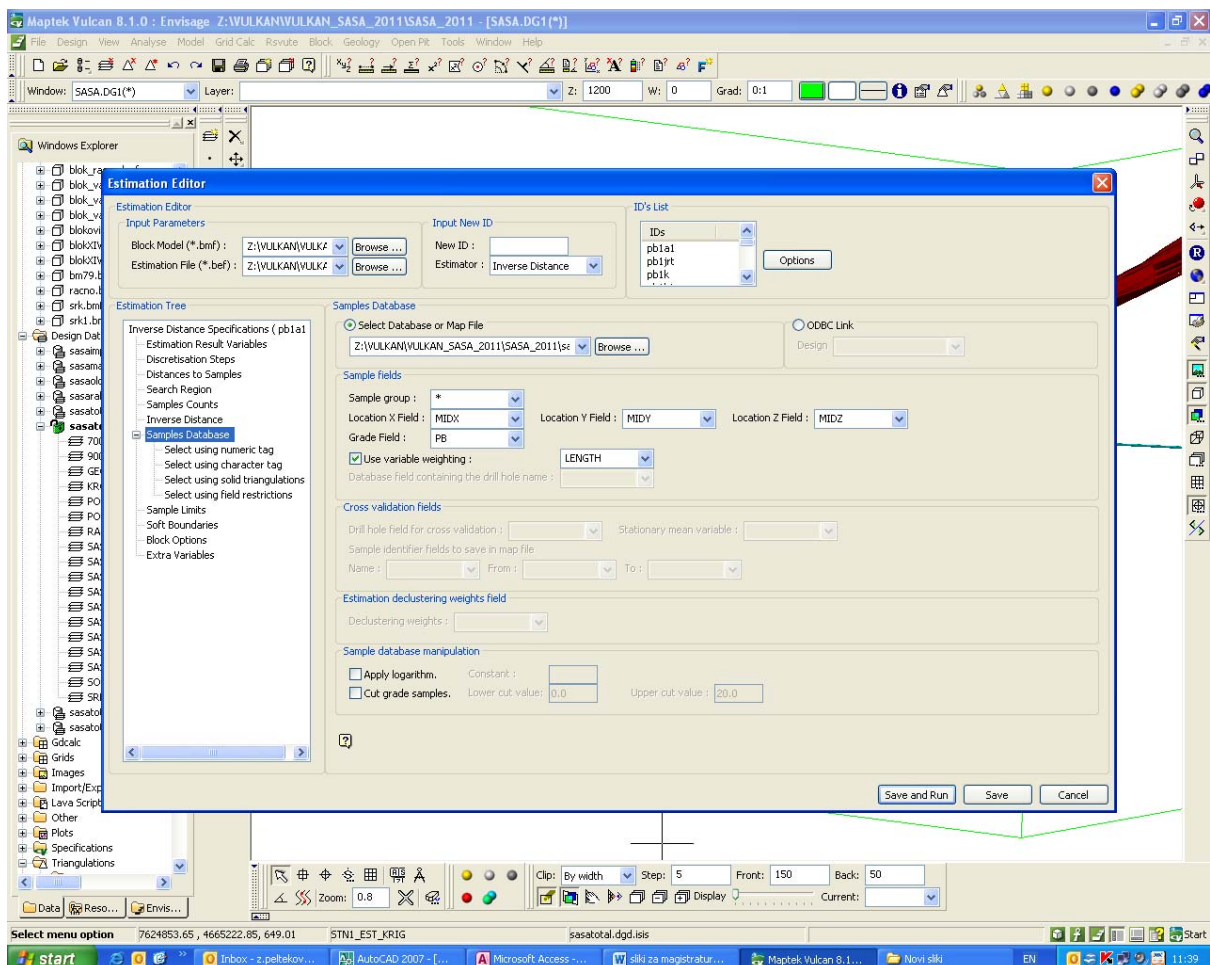


Слика 49. Област на истражување
Figure 49. Search Region

Насоката на истражување (Search Orientation) се одредува во зависност од ориентацијата на рудното тело во просторот во однос на оските (x,y и z), при што се одредува падниот агол на рудното тело, Азимутот на протегање и аголот на тонење на рудното тело.

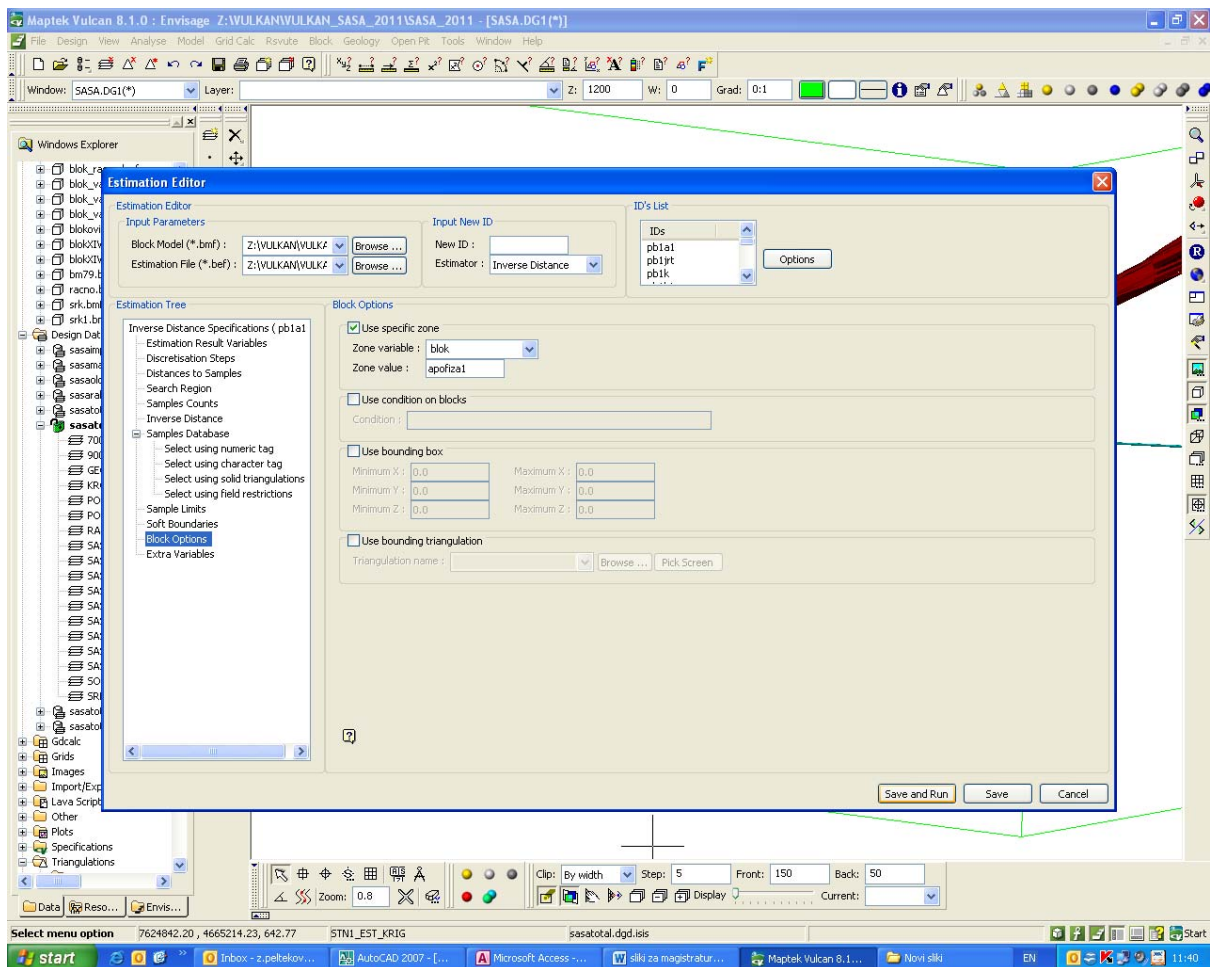
Растојанието на истражување (Search Distance) се однесува на класификацијата на рудните резерви. Класифицирањето на рудните резерви го одредуваме според Законот на минерални сировини на Р.Македонија, каде што е дадено колкаво треба да биде растојанието помеѓу истажните дупчотина соодветно за секоја категорија на резерви.

Во подменито Samples Database (слика 50) ја бираме креираната база на податоци со копозитите од дупчотините, со што одредуваме од каде програмот да црпе податоци за пополнување на блок-моделот.



Слика 50. Примероци од базата на податоци
Figure 50. Samples Database

Овие постапки ги повторуваме за секое рудно тело за кое имаме направено солид и за секоја категорија на рудни резерви одделно, за онолку елементи односно корисни компоненти за колку што сакаме да добиеме податоци за квалитетот и квантитетот на истите.



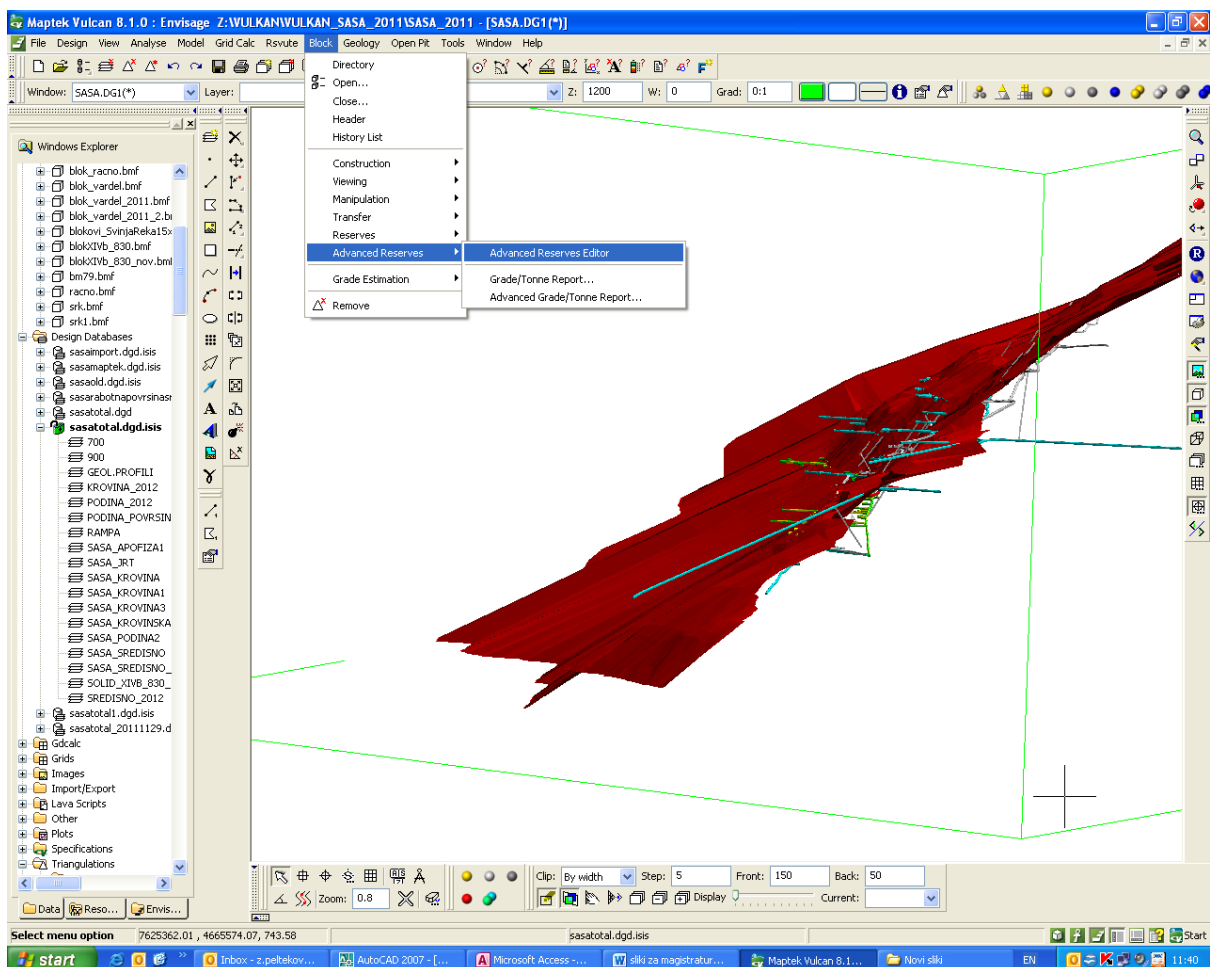
Слика 51. Пресметка на блоковите
Figure 51. Block calculation

Откако ќе ги внесеме сите потребни податоци за сите рудни тела одделно, во подменито Block Options (слика 51) ги селектираме сите блокови и потоа од првиот дел на Estimation Editor во редот од Input Parameters ја бираме опцијата Options и задаваме команда за пресметување на блоковите.

17. 8. Пресметка на резервите на даденото наоѓалиште

Пресметувањето на резервите на дадено наоѓалиште претставува завршен дел од моделирањето на рудните резерви. Пресметувањето на резервите се состои од неколку последователни чекори опишани во текстот што следува.

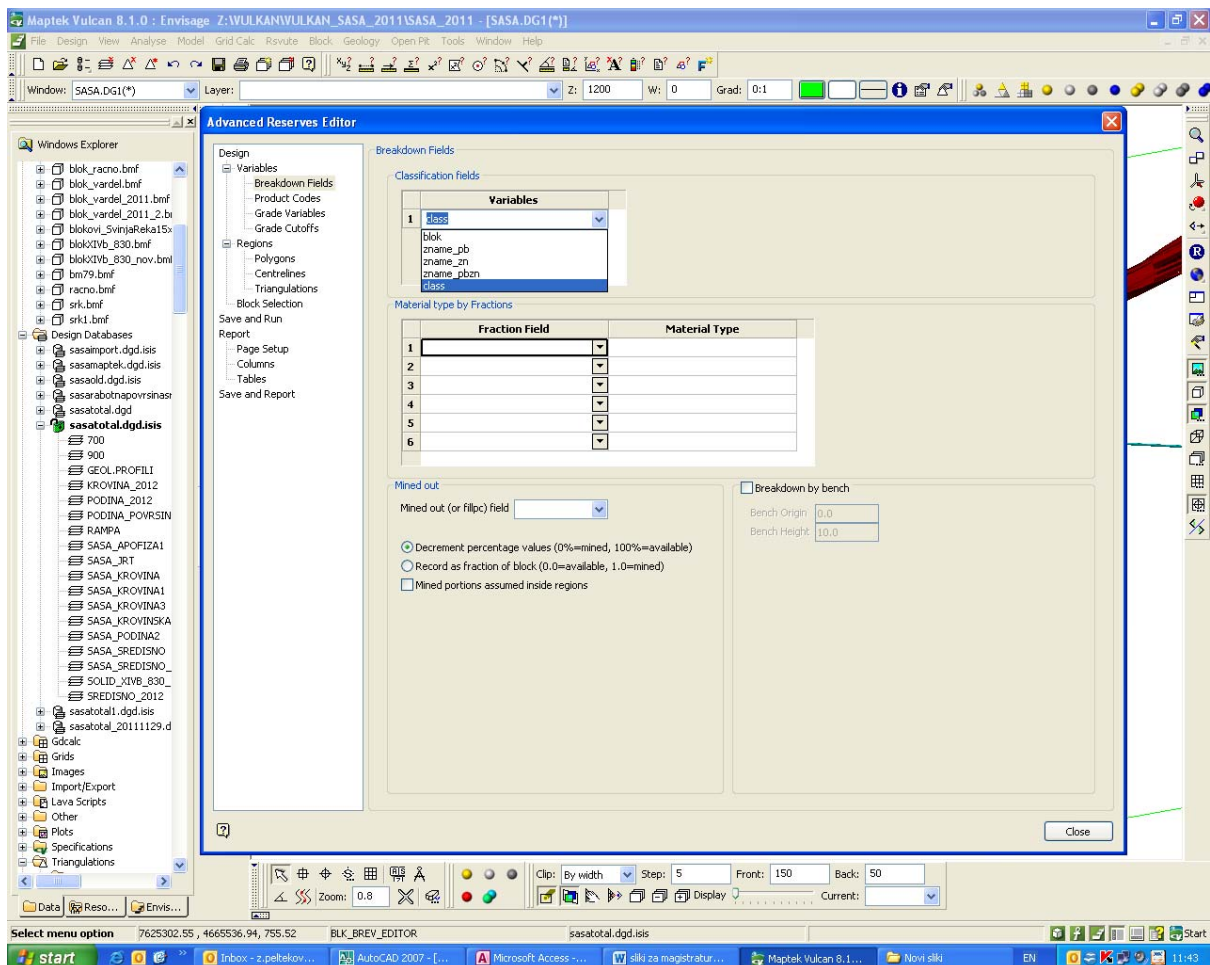
Првиот чекор за пресметка на резервите започнува со командниот лист Block > Advanced Reserves > Advanced Reserves Editor (слика 52), каде што се отвора прозорец во којшто прво во подменито Design задаваме име на новата пресметка и го биреме ново креираниот пресметан блок-модел.



Слика 52. Подготовка за пресметка на резервите на дел од наоѓалиштето Свиња Река
Figure 52. Preparing for the calculation of reserves in part of deposit Svinja Reka

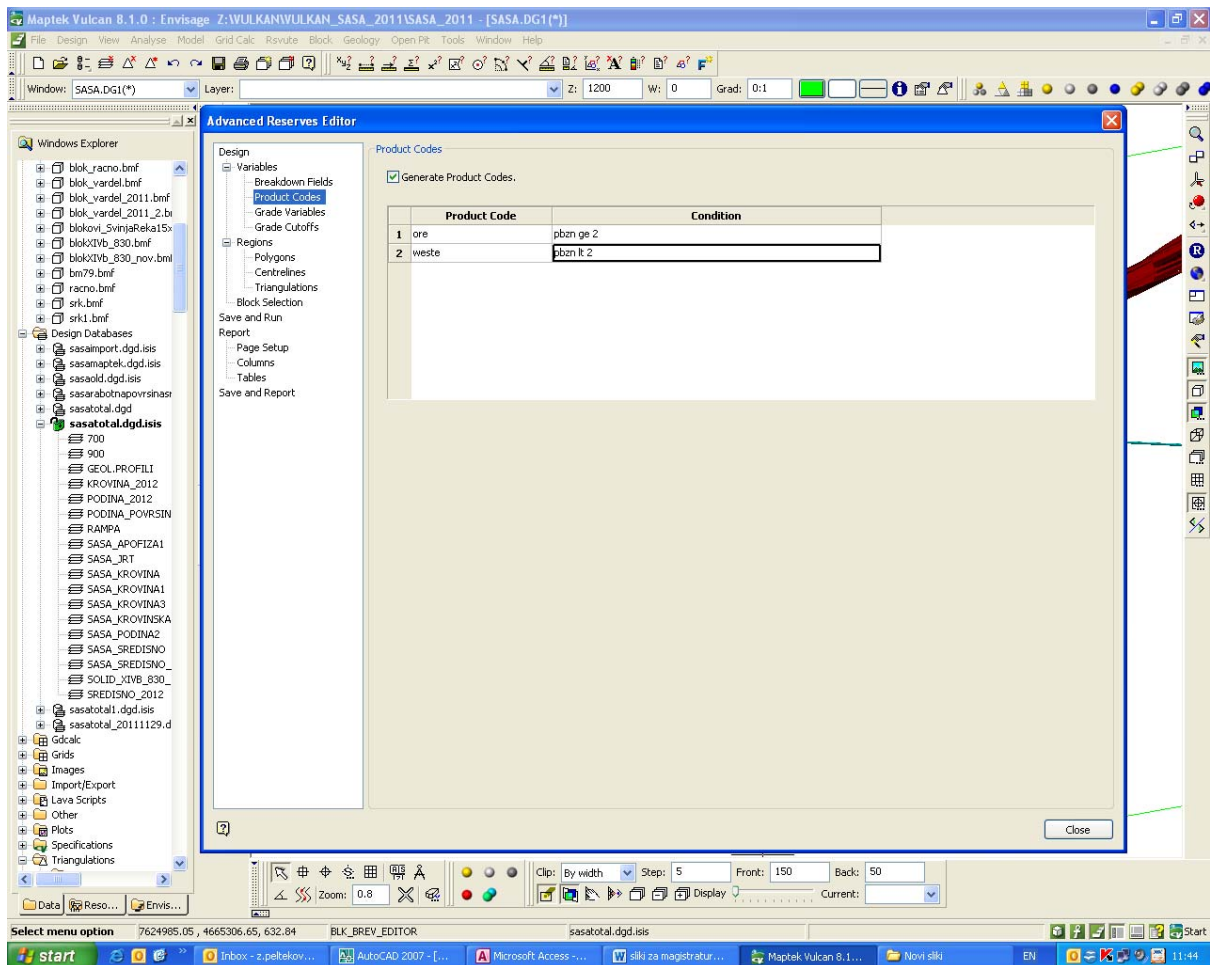
Во второто подмени Breakdown Fields во делот за Classification го биреме полето class што значи дека сме одбрале да при пресметката рудните резерви

бидат класифицирани во соодветните категории одредени при пополнувањето на блок-моделот (слика 53)



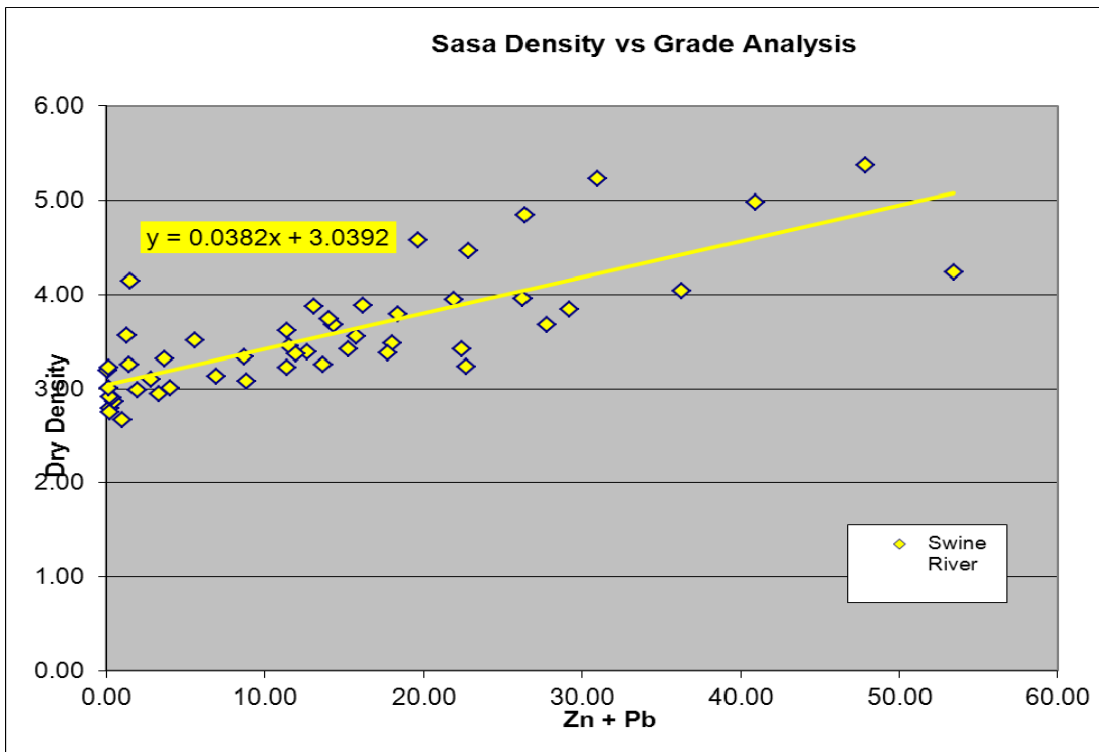
Слика 53. Класификација на резервите
Figure 53. Classification of reserves

Во третото подмени Product Codes (слика 54) ја одредуваме граничната содржина на корисната компонента (cat of). *Граничната содржина на корисната компонента (ГС)* - претставува најниска содржина на таа компонента при која може да се откопува одредено наоѓалиште на принципот на проста репродукција. Граничната содржина е одредена врз база на пресметка прикажана во поглавјето за природни показатели.



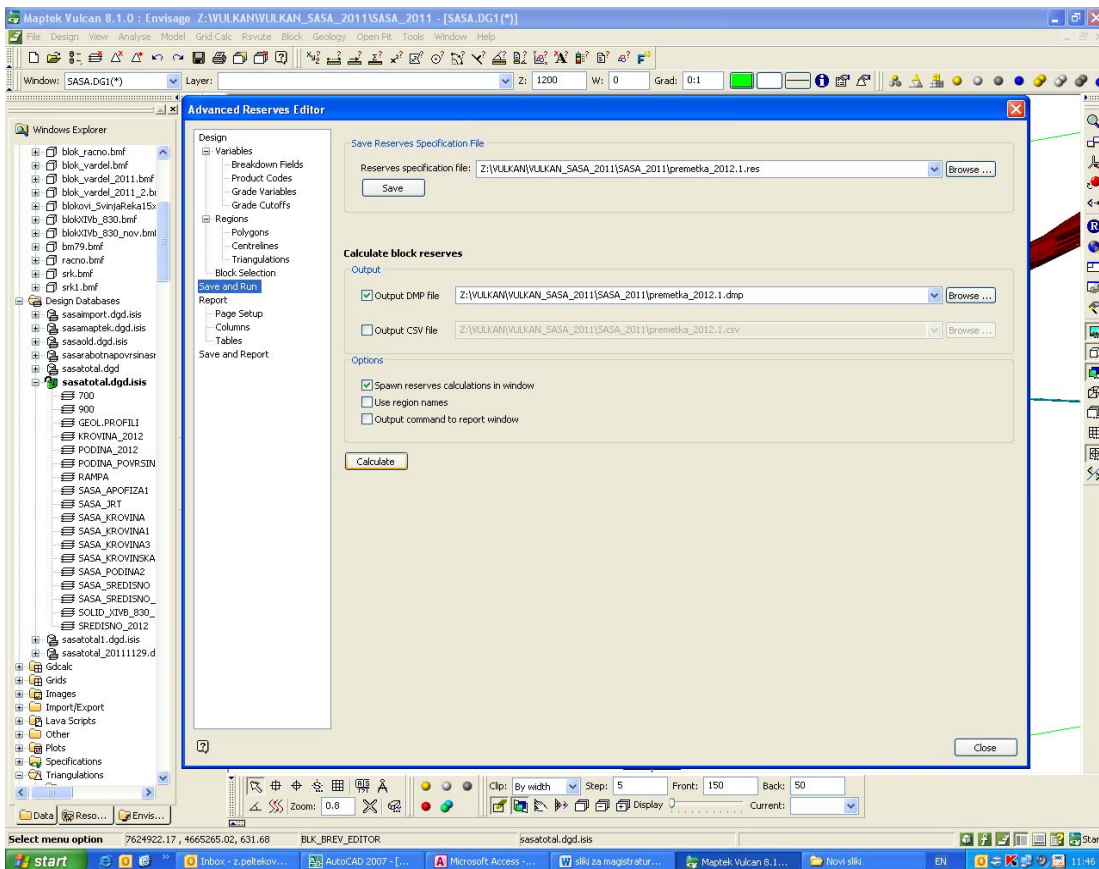
Слика 54. Одредување на гранична содржина на корисната компонента
Figure 54. Determination of the limiting content of the useful component (cat of)

Во четвртото подмени Grade Variables одредуваме дека пресметувањето на резервите се врши во сооднос на пресметаната корелација на специфичната тежина со корисните компоненти. Корелацијата на специфичната тежина со корисната компонента е изразена преку формулата $=3,0392+0,0382*(Pb+Zn)$, која е добиена врз база на анализите направени од страна на англиската компанија SRK Consulting на 50 проби земени од различни делови на наоѓалиштето и од различни средини од оруднетиот и неоруднетиот дел. Резултатите од направените анализи се прикажани на (слика 55)



Слика 55. Одредување на специфичната тежина на рудата во наоѓалиштето Свиња Река

Figure 55. Determination of the density of the ore of deposit Svinja Reka



Слика 56. Пресметка на резервите

Figure 56. Calculation of reserves

Save and Run (слика 56) е последниот дел којшто е потребно да го активираме за да ги пресметаме резервите во даденото наоѓалиште и да го одредиме степенот на категоризација на истите. Воедно тоа е и последната постапка од процесот на моделирање на рудните резерви. По завршувањето со пресметката добиваме рапорт во Excel фајл во кој е сместено името на блокот врз база на кој е вршена пресметката, име на рудното тело, категорија на резерви и на крајот квантитетот и квалитетот на корисната компонента.

Визуелно манипулирање со моделот на блокови

Сите понови компјутерски софтвери за програмирање и моделирање што се користат во рударството и геологијата, покрај основните карактеристики и својства коишто ги наброивме, даваат можности и да се врши манипулација со креираниот блок-модел.

Со манипулирањето на моделот на блокови добиваме визуелна слика за состојбата и категоризацијата на рудните резерви во наоѓалиштето, можеме полесно и побргу да констатираме кој дел од наоѓалиштето не е доволно истражен односно немаме доволен број на податоци и на тој начин да проектираме истражни или експлоатациони дупчотини.

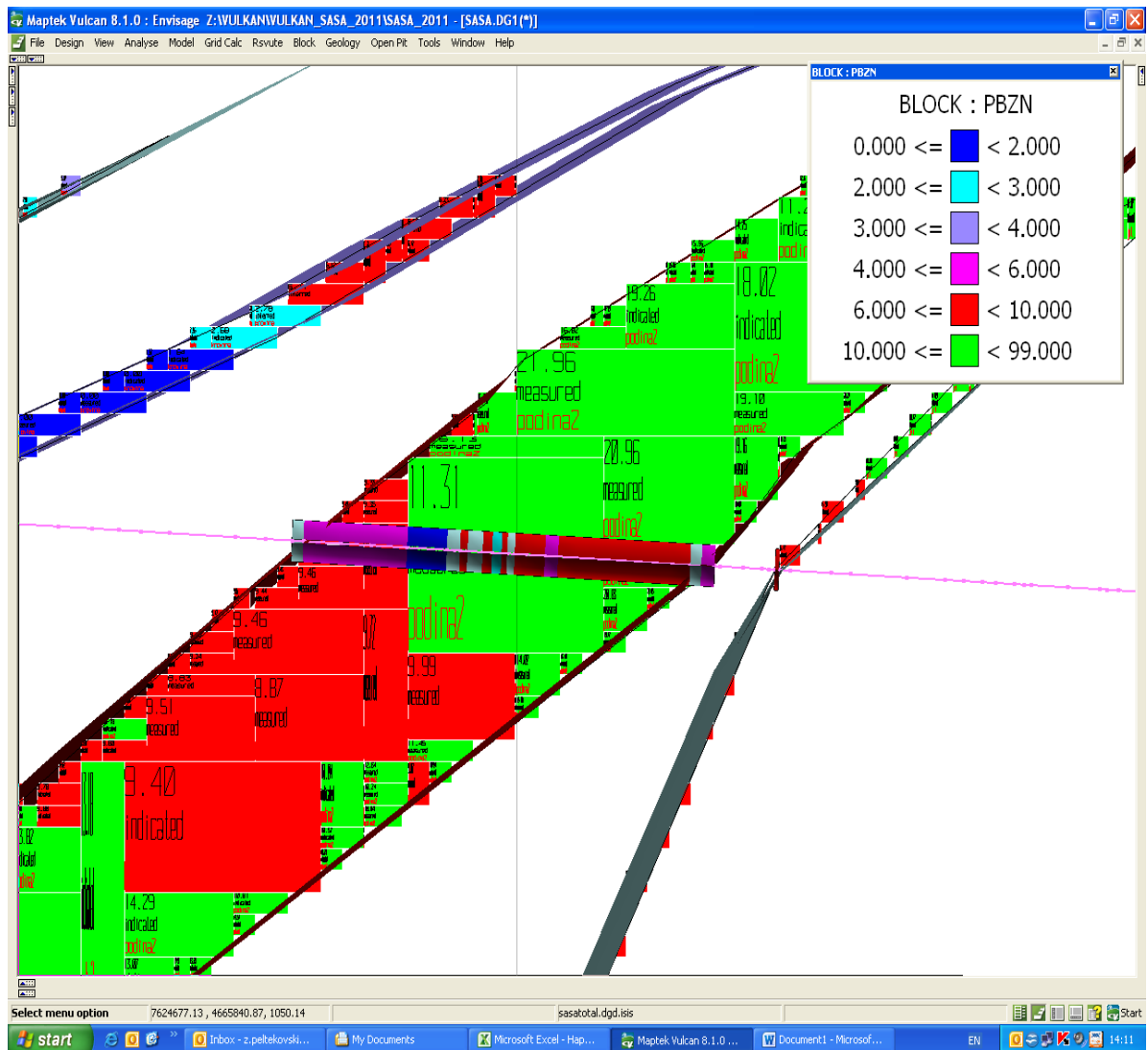
Манипулирањето со моделот на блокови може да се врши по вертикални профили (слика 57), по хоризонтални профили (слика 58), или во тридимензионална проекција (слики 59, 60 и 61).

На слика 57 е даден вертикален пресек на рудното тело каде што може да се види како е издупчена една дупчотина и врз база на податоците од неа, а во согласност со параметрите кои ги имаме зададено за класификација на рудните резерви се гледа и кој дел од рудните тела во која категорија припаѓа.

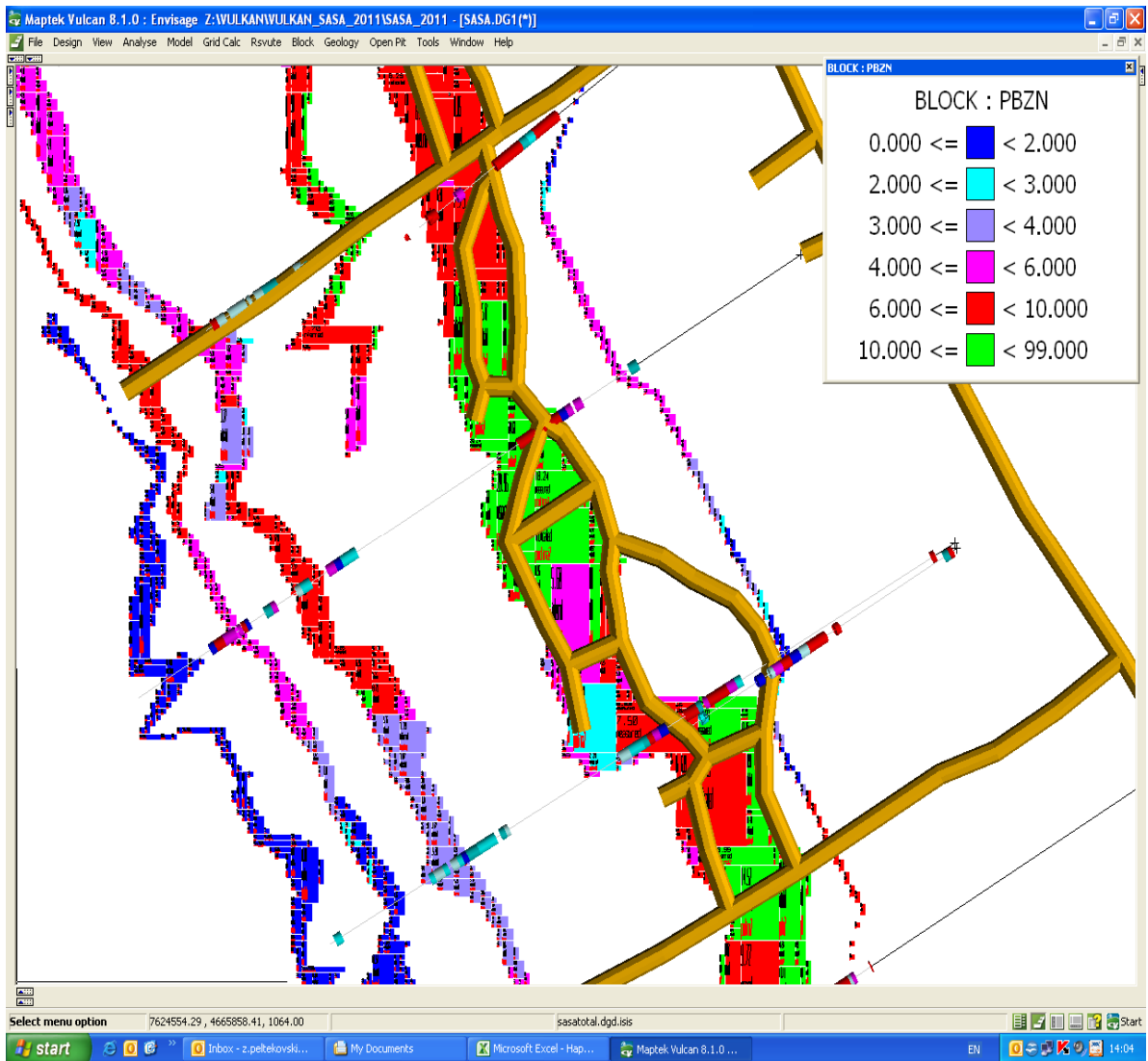
Ваквиот начин на манипулирање со моделот на блокови ни послужува при изготвувањето на годишните планови за разработка и откопување на рудните тела до кој дел од наоѓалиштето можеме да очекуваме потврда за дадениот квалитет и квантитет на корисната компонента.

На слика 58 е прикажан визуелен хоризонтален пресек на еден хоризонт (во случајот станува збор за хоризонт XIVб кота 1064) на кој пресек се гледа квалитетот на корисната компонента како по протегање така и по моќност. Исто

како и во претходниот случај и овде при изготвувањето на годишните планови за разработка и откопување можеме да планираме во кој период на разработката на етажите колку и каков ќе биде квалитетот на корисната компонента и на тој начин да ги сумираме добиените податоци за квалитет и квантитет од повеќе хоризонти и етажи и да дадеме една средна вредност за рудата која ќе биде откопана за една или повеќе години.



Слика 57. Вертикален пресек на рудното тело (манипулирање со моделот на блокови)
Figure 57. Vertical cross section of the ore body (manipulation with block model)



Слика 58. Визуелен хоризонтален пресек хоризонт XIVб ката 1064 (манипулирање со моделот на блокови)

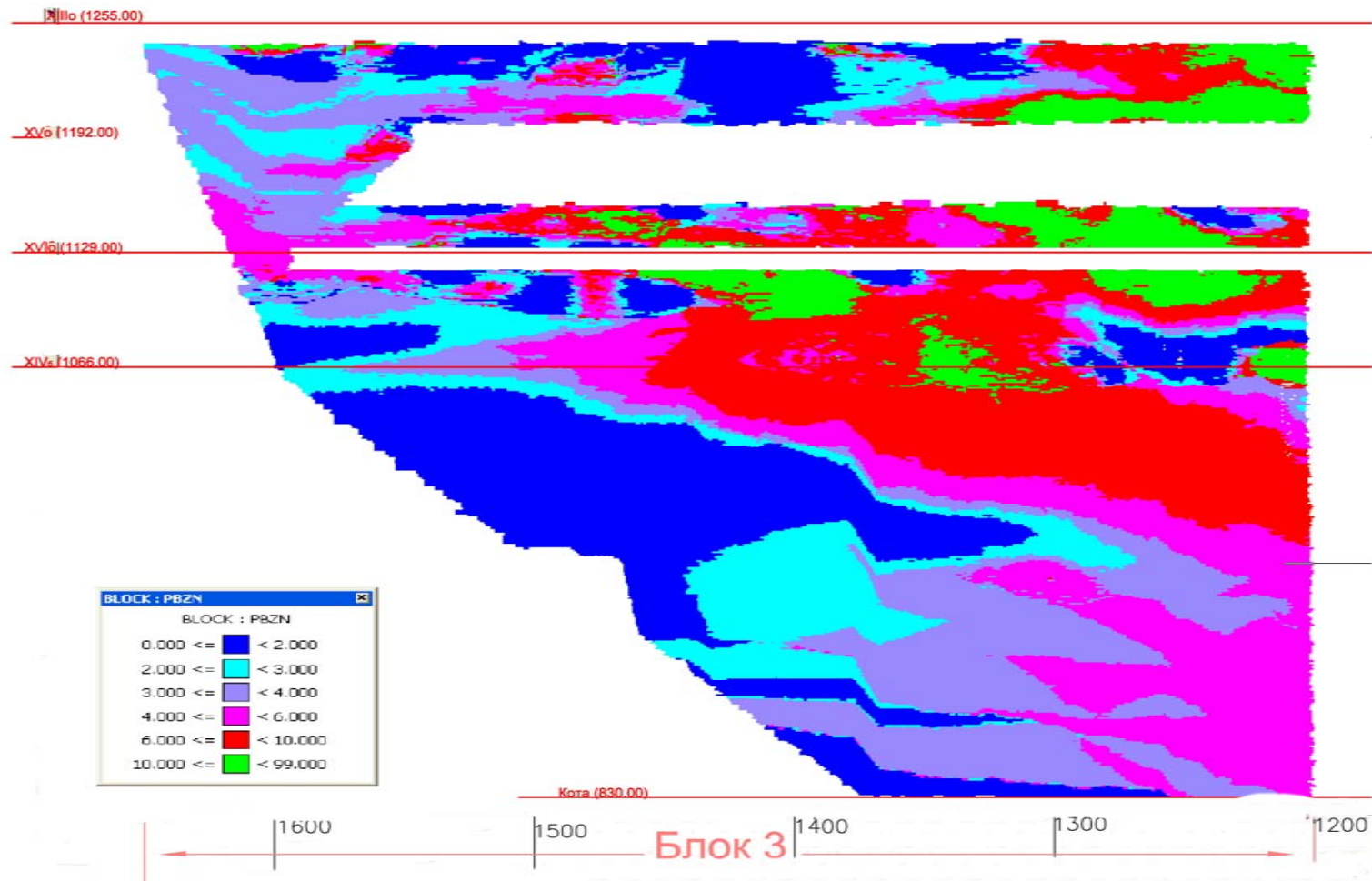
Figure 58. Visual horizontal section on the horizon XIVb level 1064 (manipulation with the block model)

На слика 59 е прикажана тридимензионална проекција на подинското рудно тело за блок 3, каде што во различни бои како што се гледа од табелата е прикажан квалитетот на корисната компонента изразена преку сумарните вредности на Pb и Zn. На оваа слика се забележува дека јужните делови на оваа рудно тело од наоѓалиштето се со многу подобар квалитет за разлика од ободните и северните делови на истото рудно тело.

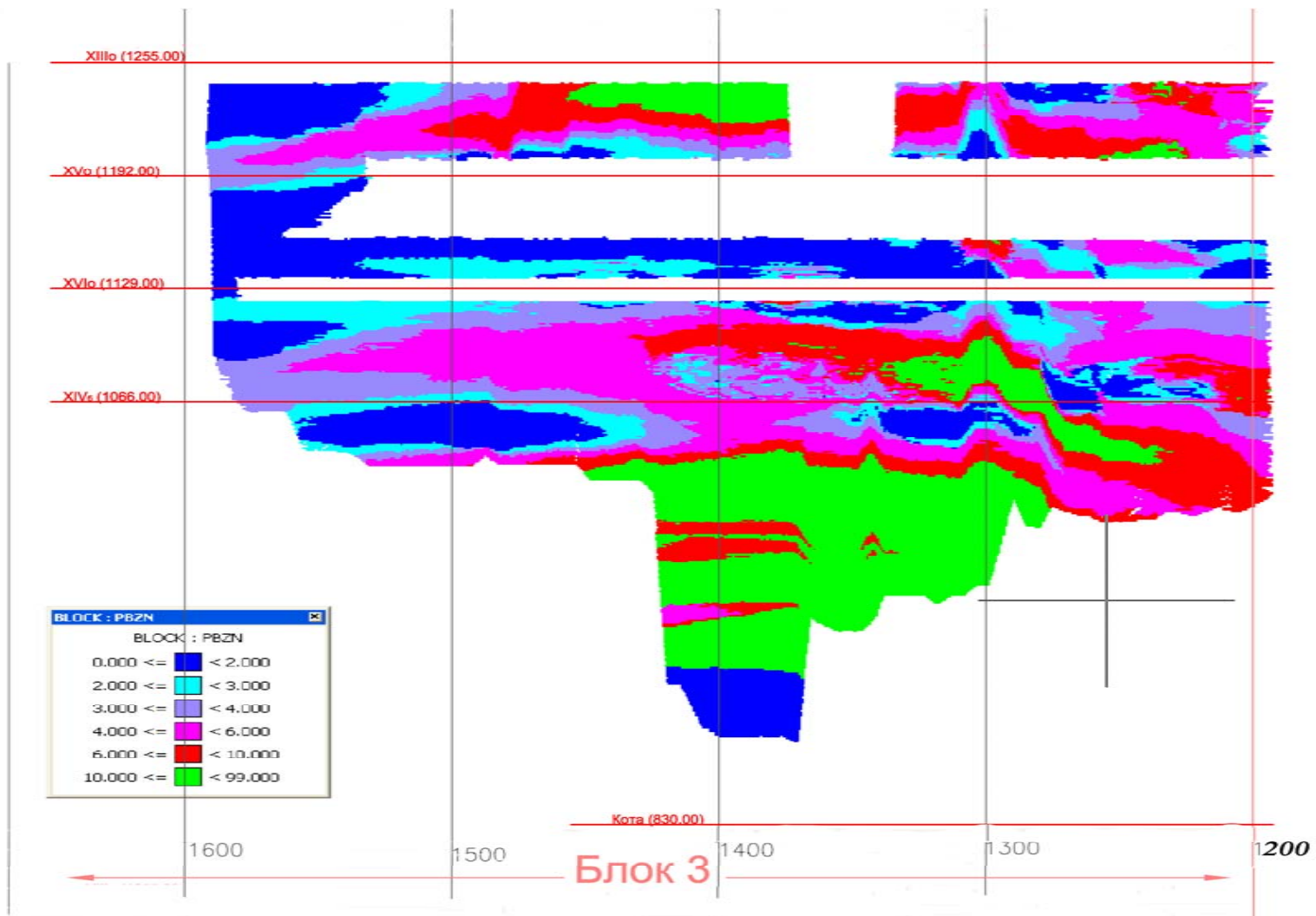
На слика 60 исто како и на претходната слика 58 е прикажана тридимензионална проекција, но на кровинското рудно тело за блок 3 каде што се забележува дека неговиот континуитет по протегање не е постојан како кај подинското рудно тело, што ни укажува на фактот дека кровинското рудно тело

по длабина не е доволно истражено и истото во иднина треба да го доистражуваме и да проектираме нови истражни јамски дупчотини. Квалитетот на корисната компонента се гледа дека е најпостојан во средишните делови на ова рудно тело. Додека пак на одредени делови од ова рудно тело се забележува по богата концентрација на Pb и Zn, што е резултат на т.н. *урагани проби* од дупчотините (урагани проби се оние проби каде што имаме интервал од бушотината којшто е по моќност многу мал 40-50 см во некои случаи и до 1 м, а има енормно високи концентрации на Pb и Zn од 20 и повеќе проценти во споредба со соседните проби на истата дупчотина), но таа количина на руда е многу мала бидејќи моќноста на рудните тела во овој дел се движи од 2 до 3 м.

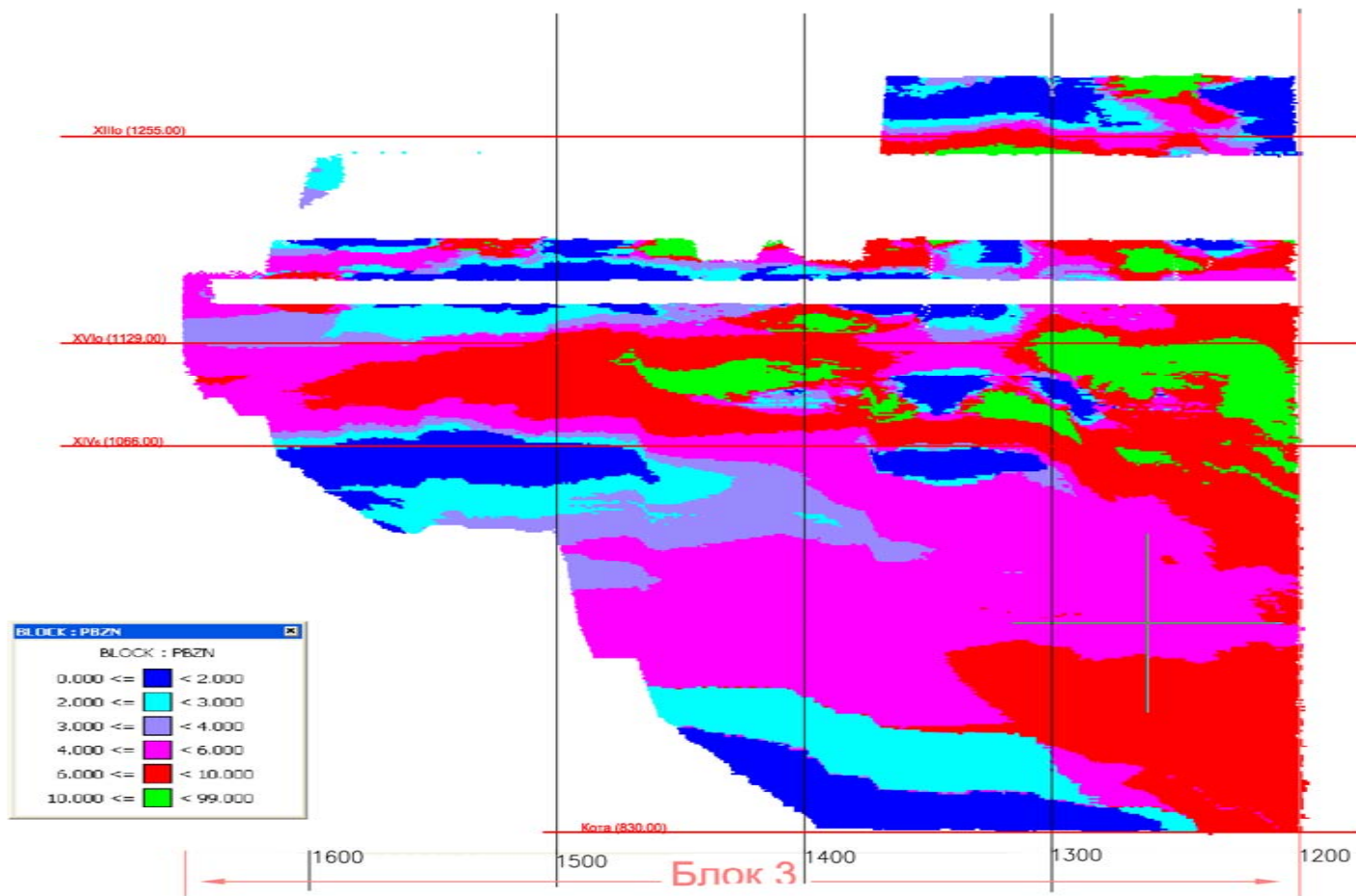
На слика 61 е прикажана тридимензионална проекција на средишното рудно тело за блок 3 на којшто се забележува дека средишните делови од овој блок се најконстантни во поглед на квалитативниот дел, а движејќи се спрема ободните делови квалитетот на рудата се намалува и е со променлив квалитет.



Слика 59. Тридимензионален подолжен профил на подинската рудна зона со прикажан квалитет на рудата по Pb+Zn
Figure 59. Three dimensional longitudinal section of the foot wall ore zone with given quality of ore in regards to Pb+Zn



Слика 60. Тридимензионален подолжен профил на кривинската рудна зона со прикажан квалитет на рудата по Pb+Zn
Figure 60. Three dimensional longitudinal section of the hanging wall ore zone with given quality of ore in regards to Pb+Zn



Слика 61. Тридимензионален подолжен профил на средишната рудна зона со прикажан квалитет на рудата по Pb+Zn
Figure 61. Three dimensional longitudinal section of the central ore zone with given quality of ore in regards to Pb+Zn

Овие податоци за моделирањето на рудните тела ни укажуваат дека компјутерските софтвери во значителна мера ја олеснуваат и подобруваат работата на геолошките и рударските инженери при планирањето и пресметувањето на геолошките рудни резерви, како и при решавањето на зададените или новонастанатите проблеми при секојдневното работење.

18. **Натурални и вредносни показатели на рудата**

Техничко-економската оценка претставува важен сегмент во рамките на истражувањата и испитувањата на една минерална суровина. Таа претставува методолошка постапка во која се опфатени битните геолошки, техничко-економски, економски и други фактори од кои произлегуваат показателите поврзани со можноста за искоистување на минералната суровина од нив. Цел на оваа оценка е да се одредат потребните параметри, кои се важни за економското значање на дел од наоѓалиштето „САСА“.

18. 1. *Натурални показатели*

Во натуралните показатели се обработуваат само оние поглавја кои не се третирали во пресметката или при обработката на факторите на техничко-економската оценка. Меѓу нив спаѓаат следните:

Геолошки резерви на минералната суровина

Геолошките резерви во наоѓалиштето Свиња Река (блок 3), рудник „Саца“ се пресметувани по две методи. Првата метода е метода на блокови со помош на компјутерски софтвер VULKAN, а втората метода е метода на паралелни хоризонтални профили, како помошна односно контролна (елаборат Саца 2012). Во табелите 8 и 9, кои следат, даваме преглед на резултатите од пресметката на двете методи за количините на руда и квалитетот на истите.

Табела 8. Квантитативен и квалитативен приказ на резервите во Свиња Река - САСА Блок 3 по програмот VULKAN

Table 8. Quantitative and qualitative review of ore reserves in the Svinja Reka Blok 3 according to the VULKAN software

Хоризонт	Категорија	Q	Pb	Zn	Pb-метал	Zn-метал
XIII-830	A+B	1.754.328	4.41	3.69	79.120	72.278
XIII-830	C1	2.098.412	4.40	4.06	92.330	85.196
TOTAL (A+B+C₁)		3.852.740	4.40	3.89	171.450	157.474

Табела 9. Квантитативен и квалитативен приказ на резервите во Свиња Река - САСА Блок 3 по Елаборат 2012

Table 9. Quantitative and qualitative review of ore reserves in the Svinja Reka Blok 3 according to the Elaborate 2012

Хоризонт	Категорија	Q	Pb	Zn	Pb-метал	Zn-метал
XIII-830	A+B	1.831.231	4.92	4.62	90.097	84.603
XIII-830	C1	1.837.515	4.20	4.18	77.176	76.808
TOTAL (A+B+C₁)		3.668.746	4.56	4.40	167.272	161.411

Разликите во пресметките (отстапувањата) се минимални, во проценти тие не изнесуваат повеќе од 5% по квантитет и по квалитет.

Тука сакам да потенцирам дека во наоѓалиштето Свиња Река - Блок 3 се пресметани и резерви од C₂-категорија со количини од 895.396 t со 3,67% Pb и 3.76% Zn, а додека според Елаборатот резервите од C₂-категорија се со количини од 822.097 t со 3,87% Pb и 3.89% Zn. Овие резерви по евентуалните доистражувања и прекатегоризација на истите само би ја зголемиле вредноста на наоѓалиштето.

Од табелата 10 се гледа дека пресметките на резервите по двете методи покажуваат блиски резултати и во однос на количините на руда и во однос на содржините на метал.

Табела 10. Разлики помеѓу двете методи на пресметка, VULKAN и паралелни профил

Table 10. Differences between the two methods of calculations, VULKAN and parallel cross sections

Категорија	Параметри	I/II
A+B	Q	96
	Pb	92
	Zn	89
C1	Q	114
	Pb	105
	Zn	97
A+B+C ₁	Q	105
	Pb	98
	Zn	93
C2	Q	109
	Pb	95
	Zn	97

За верификација се предлагаат параметрите добиени со првата метода на пресметка на геолошки рудни резерви по метода на блокови. Двете пресметки се однесуваат на геолошки резерви.

Средна содржина на корисните компоненти

Средната содржина на корисната компонента претставува средна содржина на една или повеќе компоненти во рудното тело, одредена врз основа на податоците добиени од опробувањето во процесот на истражувањето и експлоатацијата. Овие содржини се пресметувани врз база на поединечни проби, каде што се користени методите на средна аритметичка средина и методата на пондерисана средина.

Во наоѓалиштето „Саса“, за корисни комерцијални компоненти се сметаат: оловото, цинкот и среброто. Минералошкиот состав на рудното наоѓалиште „Саса“, којшто се состои од руда на олово и цинк автоматски претпоставува и содржина на сребро. Технолошки гледано среброто не може да биде одвоено од рудата на олово и цинк на никаков друг начин освен како составен дел на оловен концентрат.

Како што е технолошки овозможено од експлоатацијата на таков вид на лежиште од постоењето на рудникот „Саса“ од 1968 год. до денес се валоризира само среброто во Pb –концентрат.

Овде треба да се потенцира дека минералната асоцијација на оловно-цинковото наоѓалиште Саса е типично полиметалична. Со досегашните истражувања се утврдени преку 100 минерални видови. Сепак, главни рудни минерали и воедно носители на оруднувањето се галенитот и свалеритот следена најчесто од пирит, пиротин, халкопирит, сребреносни минерали, секако и минерали од скарновската парагенеза (јохансенит, гранатит, бустамити, родонити и др.)

Според основната пресметка на геолошки рудни резерви, по метода на блокови добиени се следните пресметани геолошки резерви во рудникот „Саса“ (ревер Свиња Река-Блок 3) се следниве:

A+B+C₁ . Q=3.852.740 t соPb=4,40% и Zn=3,89%

A+B+C₁ +C₂ категорија: Q=4.748.136t ,со Pb=4,30% и Zn=4,03

Минимална економска содржина (МЕС) - претставува природен показател на геолошко-економската оцена и под тој поим се подразбира најниска средна содржина на корисната компонента (или сума на компоненти) во едно наоѓалиште или рудно тело. Врз основа на нив, при експлоатацијата се обезбедува покривање на сите трошоци потребни за добивање и примарна преработка на минералната сировина, со остварување на потребното ниво на рентабилност во однос на ангажираните средства. Тоа значи дека минералната економска содржина е онаа содржина при која добивањето, екстракцијата на минерални сировини е економски целесходно, односно се остварува во рамките на проширена репродукција.

Минималната економска содржина е една од најважните показатели на геолошко-економската оцена и има пресудна улога во издвојувањето на билансите од вонбилансните резерви. Неговото одредување претставува комплексен проблем, бидејќи е во зависност од повеќе заемно зависни и променливи фактори (природни карактеристики на наоѓалиштето, економско-географски услови на подрачјето, трошоци за експлоатација и примарна преработка на минерални сировини, техничката опременост и нивото на организираноста на производството, како и други фактори релевантни за утврдување на условната вредност на рудното тело и минералната сировина во него). Тоа практично значи дека при определувањето на минералната економска содржина не се земаат предвид само соодветните трошоци (истражување, експлоатација, подготовка, примерна преработка, транспорт и др.), туку и искористувањата на корисните компоненти кои се постигнуваат, содржината на корисните компоненти во производите (концентрат, метал), особено пазарната цена на готовите производи (концентрат или метал).

При сето тоа, мора да се води сметка за можноста на комплексно искористување на рудното тело и минералните сировини во него (Јанковиќ, 1960; Јанковиќ и Миловановиќ, 1985). При пресметката на минералната економска содржина за рудното наоѓалиште „Саса“ е водено сметка за вклучување на сите релевантни фактори во конкретните услови и специфичности кои го придружуваат сегашното производство.

Појдовна основа за пресметување на МЕС се параметрите, приближно еднакви со оние со кои се оперира во рудникот „Саса“:

S - трошоци за добивање (експлоатација) и преработка (флотација) (Te и To) за 1t руда:-41.59 долари/тон

le - коефициент на разблажување на рудата при експлоатацијата-0,77%

lo - коефициент на искористување на обогатување-0,8925%

lm - коефициент на искористување при металуршка преработка-90.0%

Co - просечна пазарна цена на металите (Pb+Zn/2)-2000 долари/тона
(проектирана за 27 месеци)

Sm - трошоци на металуршката преработка на единица готов производ-
1.091 долари/тона

St - трошоци за транспорт на 1t концентрат-30 долари/тона

g - содржина на метал во концентрат-61,15%

Пресметката е вршена според применуваната формула на Гудалин и во конкретните услови на стопанисување најпогодна:

$$MES = \frac{100S}{le \cdot lo \cdot lm \left\{ Co - Sm - \frac{100St}{g \cdot lm} \right\}} = \frac{100 \cdot 41,59}{0,77 \cdot 0,8925 \cdot 0,90 \cdot \left\{ 2199,3 - 1091 - \frac{100 \cdot 30}{61,15 \cdot 0,90} \right\}} =$$

$$= \frac{4159}{527,02} = 7,89\%$$

MES=7,89% (Pb+Zn)

Добиената МЕС зборува дека наоѓалиштето би требало да има содржина 7,89%Pb+Zn, па рудните резерви да видат билансни.

Граничната содржина на корисната компонента (ГС) - претставува најниска содржина на таа компонента при која може да се откопува одредено наоѓалиште на принципот на проста репродукција. Тоа подразбира дека трошоците на откопување мораат да бидат покриени со вредноста на компонентата која се искористува од рудата, но без добивка. При одредување на граничната содржина (Г.С) на дел од рудното наоѓалиште „Саса“ земени се предвид влијанието на показателите фактори на техничко-економската оцена врз граничната содржина и тоа:

1. коефициент на разблажување на рудата при откопување (le=77%)
2. коефициент на искористување при обогатување (lo=89%)
3. коефициент на искористување при металуршката преработка (lm=90%)
4. трошоци за обогатување на 1t руда (So=10,78\$/t)
5. трошоци за транспорт на 1t концентрат (St=30\$/t)
6. трошоци за металуршка преработка на единица готов производ (Sm=1091 дол/t)
7. пазарна цена на металите (Co=2000 дол/t)
8. содржина на метал во концентратот (g=61,15%)

Земајќи ги предвид специфичностите кај рудните тела кај кои не постои остра граница помеѓу оруднувањето и минерализираните карпести маси (што-кверкно-импрегнациони наоѓалишта), одредувањето на границата на рудното тело се врши според граничната содржина (Janković, 1960; Janković i Milovanović, 1985).

Граничната содржина се пресметува на следниов начин:

$$GS = \frac{100S_o}{Ie.Io.Im \left\{ Co - Sm - \frac{100St}{g.Im} \right\}} = \frac{100.10,78}{0,77.0,8925.0,90. \left\{ 2000 - 1091 - \frac{100.30}{61,15.0,90} \right\}} =$$

$$= \frac{1078}{527.02} = 2.04\%$$

GS= 2,04 % Pb+Zn

Пресметаната гранична содржина се однесува на оловото и цинкот 2,04%. Во рудата покрај оловото и цинкот е присутен и се валоризира и среброто. Користејќи ги преодните коефициенти на монометал за среброто, трансформирани во олово и цинк, односно пресметувајќи ги тие содржини на корисните компоненти на монометал можат да се добијат соодветни содржини за монометалите, меѓутоа бидејќи не располагаме со званични податоци за среброто и останатите метали во рудата и концентратот не се земени во техно-економската анализа.

Билансот на резервите – Резервите на минералните сировини не се само природен показател на геолошко-економската цена, туку тие истовремено претставуваат и многу значајна економска категорија. Нивното значење како показател на геолошко-економската цена е неразделно од економската тежина која ја содржат во себе. Оттука, во зависност од економичноста на нивната експлоатација односно од нивната практична употреба, тие се вбројуваат во две основни групи: *билансни и вонбилансни резерви*.

Билансни резерви претставуваат оние количини на минерални сировини и корисни компоненти во нив, кои при постоечките услови на техника, технологија, пазарни цени и преработка можат рентабилно да се експлоатираат.

Притоа степенот на рентабилност на експлоатацијата и преработката е потребно да се биде во склад со општоусвоените економски и општествени

критериуми и тој може да биде различен за различни генетски и економски типови на наоѓалишта за иста минерална суровина, во зависност од друштвено-економските, пазарните, геолошките, техничко-експлоатационо технолошки и други фактори. Освен тоа, при утврдувањето на билансноста на резервите на основната минерална суровина, потребно е да се земат предвид и сите придружни компоненти во рудните тела или наоѓалиште како целина, кои на современото ниво на наука, техника, технологија и економика можат рентабилно да се експлоатираат и произведуваат.

Според Правилникот за класификација и категоризација на резервите на цврсти минерални суровини, билансноста на резервите се утврдува со техничко-економска оценка. Оваа оценка опфаќа анализа на основните фактори:

1. Геолошки фактори (економски тип на рудата и наоѓалиштето, степен на концентрација на резервите-рудоносност, морфолошки карактеристики на рудните тела и др.).

2. Генетски фактори (утврдување на потенцијалноста на наоѓалиштето и неговото пошироко подрачје).

3. Техничко-експлоатациони фактори (општи услови на идната експлоатација, хидрогеолошки и инженерско-геолошки карактеристики и услови, геомеханички карактеристики и др.).

4. Технолошки фактори (технолошки тип на рудата, основни услови на припрема и преработка на рудата, можност за комплексен третман на рудата и др.).

5. Пазарни фактори (општи услови на понуда и побарувачка на минералната суровина, цена и нивна перспектива).

6. Регионални фактори (транспортни услови, климатски услови, релјеф на подрачјето, услови со снабдување со вода и енергија, општи економски карактеристики на подрачјето и друго).

7. Општествено-економски фактори (економско значење на минералната суровина и нејзиното стратемско значење, влијанието на експлоатацијата на човековата средина, можност за рекултивирање на земјиштето по завршената експлоатација и др.). Влијанието на сите наведени фактори за рудното наоѓалиште е искажано со натуралните и вредносни показатели. Врз основа на овие показатели е извршена и економската класификација на резервите,

утврдена вредноста на рудните тела (без земање во обзир на временскиот фактор) во рамките на целокупното наоѓалиште.

Поради специфичностите во кои се одредува билансноста на резервите на рудното наоѓалиште „Саса“ покрај тоа што релевантните фактори, кои позитивно влијаат врз одредувањето на билансноста, пресудно значење има големината на минималната економска содржина (МЕС) пресметана за комплексно искористување на рудата. Добиените резултати на МЕС се следните: МЕС=7,89% Pb+Zn

Степен на искористување - Според постојната техника, технологија на експлоатација иметалуршка преработка, степенот на искористување на резервите е даден во наредната табела 11.

Табела 11. Преглед на степенот на искористување на рудата во рудникот „Саса“
Table 11. Review of the degree of exploitation of ore in the “Sasa” Mine

- рудник	89%
-флотација	Pb-89% Zn-89%
-Металуршка преработка	90%

Век на експлоатација на рудно наоѓалиште „Саса“ – Врз основа пресметаните количини на геолошки резерви во ревер Свиња Река кои изнесуваат $Q=3852740\text{ t (A+B+C}_1\text{)}$, векот на експлоатација на рудно наоѓалиште „Саса“ ќе изнесува:

$$V_e = \frac{QK_r}{270.000} = \frac{3852740 \cdot 0,77}{270.000} = 11.0 \text{ godini}$$

V_E - век на експлоатација

Q - количина на руда на тон концентрат

K_r - коефициент на разблажување

Потребни количини на руда за добивање 1t концентрат – Овој
параметар се пресметува последната формула:

$$Q = \frac{g}{C (pb + Zn) + Kr.Io.Im} = \frac{61,15}{8,29.0,77.0,89.0,90} = \frac{61,15}{5,113} = 11,960 \text{truda} / \text{tkoncentrat}$$

Q = 11,960 тона руда за 1t концентрат

каде се:

g - содржината на оловото и цинкот во концентратот - **61,15 %**

Q - количини на руда за 1t концентрат

C - содржина на метал во рудата- **8.29%**

Kr - коефициент на разблажување- **77%**

Io - коефициент на искористување при обогатување- **89%**

Im - коефициент на искористување при металуршка преработа- **90 %**

18. 2. Вредносни показатели

Во претходните образложенија, особено при анализирањето на техничко-експлоатационите, регионалните и пазарните фактори на техничко-експлоатационата оцена, практично се дефинирани сите вредносни показатели.

Овие показатели третираат заедно со природните показатели ја дополнуваат сликата за економската вредност на рудното тело (Janković, 1960; Janković i Milovanović, 1985). Вредносните показатели, сами за себе, имаат ориентационен карактер, кои упатуваат на натамошен третман на резултатите од истражувањето. Во натамошното излагање се добиваат битните вредносни показатели и во сооднос со другите економски фактори за да се добие претстава за евентуалната рентабилност на експлоатацијата на третираното наоѓалиште: пазарните цени на финалните производи – финални производи, во рудникот „Саса“ се третираат металите олово, цинк и сребро. Генерално, нивните цени се користат од информациите за цените, на една или повеќе светски берзи на метали (Лондон, Цирих, Њујорк, Токио итн.). Во конкретниот случај, за потребите на оваа техноекономска оцена се земаат цените од Лондонската берза на метали. Таквите цени се добиени за проектиран период од 27 месеци според Лондонската берза и за натамошен третман на оваа проблематика ќе се користат тие, односно 2.100 US\$/t Pb и 1.900 US\$/t Zn.

19. Вредносна оцена на наоѓалиштето

Синтетските показатели како најсложени параметри на техничко-економската оцена најчесто се изразуваат како систем на показатели. Нивното пресметување се користи за компарирање со различни вредносни и натурални показатели. Овие показатели ги обединуваат натуралните и вредносните показатели, каде основната цел е да се утврди економската (вредносната) оцена на истражуваното наоѓалиште, односно да се утврди неговата севкупна условна вредност изразена во парични единици.

Најпотполен синтетски показател или систем на показатели претставува економската (вредносната) оцена на наоѓалиштето. Оваа оцена комплексно го третира прашањето на искористувањето на рудното тело, примената на минералната суровина во различни сфери на потрошувачката, притоа посебно истакнувајќи ги ефектите кои се остваруваат или можат да се остварат при експлоатацијата и користењето на минералната суровина.

Во контекст на погоре искажаното оди и анализата на основните постулати на синтетските показатели во кои во основа станува збор за вредноста на наоѓалиштето, односно рудното тело кога не се зема предвид временскиот фактор, потоа кога се зема предвид овој фактор, понатаму калкулациите со условната вредност на металот во рудата и наоѓалиштето, условната вредност на металот кој може да се добие од рудата, пресметката на рентабилноста по 1t руда, рентабилноста калкулирана на ниво на рудно тело и др.

Во пракса најесто оцената на одредено наоѓалиште или рудно тело се изразува преку разликата помеѓу вредностите на корисните компоненти во наоѓалиштето/рудното тело (или оние компоненти кои можат да се искористат од наоѓалиштето) и трошоците за нивното добивање. Тоа всушност претставува геолошко-економска и вредносна оценка на едно рудно наоѓалиште/рудно тело без земање предвид на временскиот фактор, односно таков вид на оцена каде сегашните економски резултати се мултиплицираат со годините на експлоатација или вкупните резерви во наоѓалиштето/рудното тело. Ова понатаму значи дека идните ефекти на експлоатацијата не се сведуваат само

на денот кога е вршена оценката преку одредени интересни стапки, како што тоа најчесто се прави при пресметката и оценката на едно наоѓалиште/рудно тело кога се зема предвид временскиот фактор, туку има поголема флексибилност за периодот што следи.

На примерот на делот од рудното наоѓалиште Свиња Река ние се одлучивме пресметката на синтетските параметри, како и оценката за вредноста на наоѓалиштето да ја извршиме по постапката без земање во предвид на временскиот фактор. За таа цел ја даваме основната пресметка во форма и облик како што следи:

$$V_u = (V_i - T_i) \cdot (P - G)$$

V_u - условна вредност на рудното наоѓалиште Свиња Река без земање предвид на временскиот фактор (во САД долари)

V_i - вредност на корисните компоненти во рудното наоѓалиште (САД долари/тони)

T_i - трошоци за добивање на корисни компоненти (метали), САД долари/тони

P - вкупни количини на метал во рудното наоѓалиште (тони)

G - реални или со проектот за експлоатација предвидени губитоци на минералната суровина во однос на вкупните резерви во рудното наоѓалиште и сите фази на третирање на минералната суровина во тони

Согласно со наведената формула (Јанковиќ и Миловановиќ, 1985) и постапка за пресметка на условната вредност на делот од рудното наоѓалиште Свиња Река без земање предвид на временскиот фактор, во наредниот преглед ги калкулираме вредностите по одделните показатели кои се однесуваат на делот од рудното наоѓалиште Свиња Река:

$$V_u = (2000 - 1091) \cdot (306751 - 38828.74) =$$

$$V_u = 909 \cdot 129991.861 = 118.162.602$$

$$V_u = 118.162.602 \text{ USD}$$

Од предложениот модел за пресметка на условната вредност на корисната компонента во делот од рудното наоѓалиште Свиња Река се гледа дека неговата вредност пресметана на оловото и цинкот изнесува 118.162.602 САД долари, на параметри кои одговараат на пресметката без земање предвид на временскиот фактор. За цената на оловото и цинкот се земени просечните проектирани берзански цени за период од 27 месеци. Трошоците за транспорт,

металуршка преработка, производство и др. се земени како предвидени статистички податоци за рудникот „Саса“, а металот е калкулиран преку содржините на истиот во концентратот и губитоците кои настануваат во процесирањето. Постапката за пресметка на условната вредност на придружните компоненти, во прв ред на среброто, е соодветна на истата применета при калкулацијата на оловото и цинкот.

Заклучок

Оловно-цинковото наоѓалиште Свиња Река е лоцирано во рамките на рудникот „Саса“, во непосредна близина на градот Македонска Каменица, Република Македонија.

Од структурно-металогенетски аспект, рудниот реон Саса во кој се наоѓа наоѓалиштето Свиња Река, ги зафаќа централните делови на металогентската зона Бесна Кобила-Осогово-Тасос, односно, Осоговските Планини, а со својата тектоно-магматска активност за која е поврзана значајна рудна минерализација, претставува најинтересен, а воедно и водечки руден реон во оваа зона чии граници природно се трасирани токму врз база на интензивната тектоно-магматска активност.

Од литолошко-стратиграфски аспект во пошироката околина на рудното поле Саса (во чиј состав припаѓа и предметното наоѓалиште Свиња Река) се карактеризира со прекамбриски и рифеј-камбриски метаморфни карпи (гнајсеви, микашисти, амфиболски карпи и метабазити), палеозојски карпи (палеозоиски метаморфни карпи од редот на кварц-графитични шкрилци и палеозоиски гранитоиди), мезозојски и кенозојски карпи (терциерни седименти, терциерни магматски карпи и квартерни седименти).

Терциерната вулканска активност манифестирана преку вулканските карпи во Саското, Тораничкото и Руенското рудно поле, односно во Осоговскиот руден реон, претставува најзначајна магматска формација, во геолошката еволуција на подрачјето, за која просторно, а најверојатно и временски и парагенетски се поврзани наоѓалиштата и појавите на Pb-Zn, Mo, W, Cu, CaF и др. Развојот на терциерниот вулканизам во предметниот руден реон ги формира карактеристичните дацити, трахидацити, трахити, трахиандезити, андезити, риолити и лампрофири, чии пак хемиски состави укажуваат на нагласен калко-алкален карактер на магматизмот, односно тие просторно се проектираат во калко-алкалното поле, што укажува на вулкански карпи со субалкален до калко-алкален карактер.

Анализите на елементите на ретки земји (REE) во рудниот реон Тораница-Саса имаат укажуваат на тренд на осиромашување, односно, осиромашување на содржината на тешките елементи на ретки земји во однос на лесните елементи на ретки земји, најверојатно како последица на фракционацијата на лесните елементи на ретки земји и нивно зголемување во однос на хондритските вредности. Истовремено, вредностите за аномалијата на Eu се движат во опсег од 0.7277 до 0.8289, односно, помали се од еден што укажува на негативна аномалија на Eu, што најверојатно се должи на отстранувањето на фелдспатот од растопот по пат на фракциона кристализација или парцијално топење на карпа која во себе имала фелдспат доведува до зголемување на негативната Eu аномалија.

Геохронолошките изотопски истражувања на вулканските карпи во предметниот реон (K/Ar метода), укажале на опсег старости од 31.16 Ма (Олигоцен) па се до најмладите старости од 14 ± 3 Ма односно 13 ± 3 (Миоцен).

Во наоѓалиштето Свиња Река, постојат оруднувања од редот на метасоматски тип (метасоматски рудни тела), жичен тип (жични рудни тела) и штокверкно-импрегнационен тип (штокверкно-импрегнациони рудни тела) кои се манифестираат како псевдослоеве, складови, слоеви, леќи и др., при што главните и економски најзначајни концентрации се наоѓаат во псевдослојните метасоматски рудни тела.

Минералошките проучувања покажале дека водечки и најзначајни рудни минерали за продукцијата на оловото и цинкот во наоѓалиштето Свиња Река, се галенитот и сфалеритот при што нивни постојани пратители се пирит, пиротин, халкопирит, тетраедрит, фрајбергит, тенантит и марказит, борнит, крупкаит, бизмутин, самороден бизмут, пентландит, валерит, борнит, арсенопирит, електрум и др. Од структурно-текстурен аспект треба да се потенцира дека доминираат зрнести, корозиони, реликтни, емулзиони, мирмектиски, тракасти, жиличести, прачкасти, поикилитски, скелетни, сунѓерести, реликтни, метасоматски и други структури, додека карактеристични текстури се масивни, лентести, емулзиони, плисирани и др.

Со опсежните геохемиски проучувања на елементарниот состав добиени се факторите на корелација со корелациона зависност особено изразена за минералните парови: Fe-Au со 0.9128, Zn-Co со 0.8174, Ni-Sb со 0.9111, Pb-Ni

со 0.7852, Cu-Ag со 0.8698, Cu-Bi со 0.7989, Zn-Cd со 0.9875, Ag-Bi со 0.7719, Pb-Ag со 0.6129 и Ga-Au со 0.7915.

Најчести хидротермални промени во наоѓалиштето се: серицитизација, епидотизација, силификација, карбонатизација, аргилитизација, хлоритизација, пиритизација, пропилитизација и др.

Од аспект на генетското создавање на наоѓалиштето може да се потенцира дека создавањето и просторното разместување на оловно-цинковото орудување во наоѓалиштето Свиња Река претставувало сложен полифазен и долготраен процес, непосредно поврзан со еволуцијата на неогениот магматизам и хидротермалните раствори во наоѓалиштето и неговата непосредна околина, а пред резултат на заемно дејство на поголем број на синхрони и последователни фактори (погодна средина за промена, дробење-бречирање-натрошување, со што се создаваат зони со зголемена секундарна порозност, продирање на гасно-течните флуиди, меѓусебно делување на флуидите и средините, метасоматоза, термичка промена - мермеризирање и др.). Од посебно значење е секако скарновскиот стадиум во кој се создадени услови за одлагање на оловно-цинковата минерализација.

Во делот на моделирањето на рудните резерви и вредносната оценка, треба да се потенцира дека беше направен напор за независна пресметка на геолошките рудни резерви по две методи и тоа методата на паралелни профили со 3 668 746 t (A+B+Ц₁ резерви) со 4.56% Pb и 4.40% Zn, како и по методата на блокови (на подинамичниот начин) со софтверскиот пакет VULKAN, каде резервите изнесуваа 3 852 740 t (A+B+Ц₁ резерви) со 4.45% Pb и 4.09% Zn. За потенцирање е и малата разлика помеѓу двете методи од 5% за квантитативните и за квалитативните резерви. Свој придонес во ова поглавје даваат и пресметаните натурални и вредносни показатели за дел од наоѓалиштето Свиња Река (Блок 3) од редот на минимална економска содржина (7.89% Pb+Zn), гранична содржина (2,04% Pb+Zn), век на експлоатација на овој блок од 11,0 година при разблажување од 23% и проектиран годишен капацитет од 270 000 t руда. Секако треба да се потенцира и вредносната оценка на наоѓалиштето, кое според пазарните услови во времето на финалните подготовки за оваа магистратура, изнесува респектабилни 118.162.602 САД долари.

Л и т е р а т у р а

- Александров, М., 1975: Пресметка на рудните резерви за Pb-Zn наоѓалиште Саса. Стр. фонд на рудници Саса.
- Александров, М., 1986: Елаборат за пресметка на геолошките рудни резерви на оловно-цинковото наоѓалиште „Саса“ со состојба 31.12 1985 год. Стручен фонд на Саса, М. Каменица.
- Александров, М., 1992. Металогенетски карактеристики на полиметаличното рудно поле Саса-Источна Македонија. Докторска дисертација, Рударско-Геол. Фак, Штип, 264 стр.
- Александров, М., Манков. С., Серафимовски. Т., 1990: Сребрените минерали од олово - цинковото наоѓалиште, „Саса“ Источна Македонија. XII Конгрес на Геолозите на Југославија, Книга III., Охрид.
- Александров, М., Серафимовски, Т., 1993: Резултати од Масспектрометриските испитувања на руда, концентрат и јаловина од наоѓалиштето Саса - Источна Македонија. XXV октобарско саветовање Рудара и Металурга, 24 - 28, Бор.
- Allen, V. T. and Fahey, J. J., 1953. Rhodonite, johannsenite, and ferroan johannsenite at Vanadium, New Mexico. Am. Mineral. 38, pp. 883-890.
- Arnaudova, R. 1973. Petrographic and petrochemical peculiarities of the Osogovo Tertiary magmatites. –. Journal of Bulgarian Geological Society, 1, 19-34 (in. Bulgarian).
- Арсенијевиќ, М., 1969: Општи преглед распореда ретких и других микроелемената у главним сулфидним минералима неких олово- цинкових лежишта - Југославије, Радови, година IV/5, Београд.
- Бариќ, Љ., 1962: Овисност измеѓу појављивања барита и омјера олова према цинку у оловноцинканим лежиштима Стари Трг (Трепча), Добрево (Злетово), Саса и Сребреница, као и неким другим лежиштима у Југославији - Геолошки гласник 6.5 - 1 Сарајево.
- Бариќ, Љ., 1972: Барит од рудникот за олово и цинк „Саса“ во Македонија, Трудови на Геолошки завод на С.Р. Македонија., 15, 101 - 105, Скопје.
- Блечиќ, Н., 1999: Методе прорачуна рудних резерви. Рудраско-геолошки Факултет, Универзитета у Београду.

- Богоевски, К., 1962: Геологија на оловно - цинковото лежиште „Саса“ Труд на Геолошки завод на С.Р. Македонија, 9, 145-168, Скопје.
- Богоевски, К., 1964: Металогенија везана за терцијарни магматизам у области Осогово-Бесна Кобила. Доктор. дисер., Београд.
- Богоевски, К., 1967: Металогенија врзана за терцијарниот магматизам во областа Осогово Бесна Кобила. Реф. VI советување, дел II, Охрид.
- Богоевски, К., Александров. М., 1983: Анализа резултата истраживања олово-цинкових минерализација во С.Р. Македонија, Стручен фонд на Геолошки завод - Скопје.
- Богоевски, К., Денковски, Г., Александров, М., 1976: Методолошки пристап со постигнатите резултати на истражување на олово и цинк во рудниот реон Тораница - Сокол - Саса. Советување „Нове методе геолошких истраживања и опрема“, Опатија.
- Богоевски, К., Денковски, Г., Стојанов, Р., Ѓукиќ, Б., 1973: Оловно - цинкови наоѓалишта и појави во С.Р. Македонија. Зборник радова: Прво Југословенско саветување о оловно - цинковој минерализацији у СФРЈ, 343 - 378, Косовска Митровица.
- Богоевски, К., Паплер, С., 1955: Годишен извештај за истражните работи во Тораница, Саса, Караманица и Башибоз, Скопје.
- Богоевски, К., Фабијанчиќ. М., 1958: Годишни извештај за истражне радове у Саси и Тораници са прорачуном рудних резерви за 1957 год, Пробиштип.
- Bonchev, G. 1920. Ancient mining in Bulgaria and Macedonia. –*J. Bulg. Acad. Sci.*, 19, 1-50 (in Bulgarian).
- Boué, A., 1840. Le Turquie d'Europe ou observations sur la géographie, la géologie, l'histoire naturelle, la statistique, les moeurs, les coutumes, l'archéologie, l'agriculture, l'industrie, le commerce, les governments divers, le clergé, l'histoire et l'état politique de cet empire. Paris: Arthus Bertrand.
- Дивљан, С., Михајловиќ, Н., Арсенијевиќ, М., 1975: Елаборат о минералошко-петролошко-генетским и структурним изучавањима рудног поља Саса - Тораница. Стручен фонд на рудници Саса.
- Духовник, Ј., 1954: Рударско - геолошки извештај о посети рудиштима Тораница, Свињи Поток и Козји Поток те рудним појавама у Караманици, Прелесју и Лукама. Љубљана.
- Јанквоќ, С., 1957: Опробавање и прорачун резерви минералних сировина. Завод за геолошка и геофизичка истраживања Н. Р. Србије.
- Јанковиќ, С., 1990: Рудна лежишта Србије: Регионални металогенетски положај, средине стварања и типови лежишта. Републички фонд за геолошка истраживања и РГФ Београд, Београд.

- Јанковић, С., Петковић, М., 1974: Металогенија и концепције геотектонског развоја Југославије. Во зборник „Металогенија и концепције геотектонског развоја Југославије“, 349 - 394, РГФ - Београд.
- Јанковић, С и Миловановић, Д., 1985: Економска геологија и основи економике минералних сировина. Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду
- Манков, С., 1988: Руенско рудно поле. Во олово - цинковите наоѓалишта в Блгарија, изд. Техника, Софија.
- Harkovska, A. 1974. Structure of the Prekolnitsa graben (SW Bulgaria).–*Rev. Bulg. Geol.Soc.*, 35, 3, 239–251.
- Harkovska, A. 1984: TERTIARY MAGMOTECTONIC ZONES IN SOUTHWEST BULGARIA. In Konf., symp., semin.: Magmatism of the molasse-forming epoch and its relation to endogenous mineralization. Vyd. Geol. Ust. D. Stura, Bratislava, pp. 9-34
- Hutton, C. O., 1956. Manganpyrosmalite, bustamite, and ferroan johannsenite from Broken Hill, South Wales, Australia. *American Mineralogist*, 41, 581-591.
- Ivanova, L.V., Chapina, O .S., and M elezhik, V .A., 1988. Discovery of coccoidal microfossils in early Precambrian metamorphosed cherts: Communications of the USSR Academy of Sciences, v. 303, p. 210–211.
- Janković, S. (1960) *Ekonomска геологија*. Београд: Издavaчко предузеће 'Rad', 547
- Janković, S., Milovanović, D.B. (1985) *Ekonomска геологија и основи економике минералних сировина*. Београд: Rudarsko-geološki fakultet
- Jankovic, S., Serafimovski, T., Aleksandrov, M., 1995: The Besna Kobila-Osogovo Metallogenic zone. *Geologica Macedonica*, Vol. 9, No. 1, 39-50, Stip.
- Karamata, S., 1974, The geological evolution of the area of YugoslaviaT: The naturea and movement of plates and the importance of these properties and processes of metallogeny, in Jankovic S., ed., *Metallogeny and concepts of the geotectonic development of Yugoslavia: Fac. Mining Geology, Belgrade Univ.*, p.109-118.
- Karamata, S., Delaloye, M., Lovrić, A., Knežević, V., 1992; Two Genetic Groups of Tertiary granitic rocks of Central and Western Serbia. *Ann. Geol. Penins. Balk.*, 56/ 1, pp. 263-283.
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine. P. A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooley, A. R. and Zanettin, B., 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
- Le Maitre, R.W. 2002. *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms : Recommendations of International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, 236pp.

- Mankov, S., L. Andreeva. 1974a. Tertiary tungsten-molybdenum mineralisation in the Central Osogovo, Kjustendil. – *Review of Geological Institute, Series Ore and Raw Materials Mineral Deposits*, 23, 175-192 (in Bulgarian).
- Mankov, S., L. Andreeva. 1974b. Tungsten-molybdenum mineralisations connected with tertiary magmatism of the Bulgaria-Yugoslavian border region. Prague, 1, 53-59.
- Пенџерковски, Ј., 1964: Детално геолошко картирање 1: 10 000 на подрачјето Тораница - Саса. Стручен фонд на Геолошки завод, Скопје
- Пенџерковски, Ј., 1965: Геолошки состав и тектонски склоп централног дела Осоговске планине са освртом на појаве Pb - Zn на подручју Саса - Тораница. Докторска дисертација, РГФ, Београд.
- Пенџерковски, Ј., 1965: Геолошки состав и тектонски склоп централног дела Осоговске планине са освртом на појаве Pb-Zn на подручју Саса-Тораница. Докторска дисертација, РГФ, Београд.
- Rollinson, H., 1992. *Using Geochemistry Data: evaluation, presentation, interpretation*. Prentice Hall, an imprint of Pearson Education, Harlow, England. 352 p.
- Schaller, W. T. 1938. Johannsenite, a new manganese pyroxene. *American Mineralogist*, 23, 575-582.
- Серафимовски, Т. и коавтори, 1994: Минералните парагенези и придружните елементи во оловно-цинковите наоѓалишта во Македонија. Научно-истражувачки проект, 299 стр., РГФ - Штип.
- Серафимовски, Т., 1990: Металогенија на зоната Леце-Халкидики. Докторска Дисертација, Рударско-Геолошки факултет Штип, 390 стр., Штип
- Серафимовски, Т., 2008. Геолошко-минералолошки испитувања во рудниците Саса, за издвојување на поедини индустриски типови на руди. Апликативен проект, Рудници “Саса” М. Каменица, 223 стр.
- Серафимовски, Т., Александров, М., 1995: Наоѓалишта и појави на олово и цинк во Република Македонија. Рударско-геолошки факултет-Штип, Посебно издание бр. 4, стр. 387, Штип.
- Серафимовски, Т., Александров, М., Спасовски, О., 1993: Содржината и врската на индиумот и железото во сфалеритите од некои Pb-Zn наоѓалишта во Македонија. XXV Октобарско саветовање рудара и металурга, 10 - 4, Бор.
- Спасовски, О., и др., 2006: Дополнителен рударски проект за истражување на наоѓалиштето “Свиња Река” помеѓу хоризонтите XIVб-XVIо. Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Рударско-геолошки факултет-Штип.
- Стојанов, Р., Александров М., 1990: Терциерниот вулканизам во Сасо-Тораничката зона. - *XII Конгрес на геолозите на Југославија - Охрид*. стр. 371-386

- Streckeisen, A. L., 1974. Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geologische Rundschau. Internationale Zeitschrift für Geologie*. Stuttgart. Vol.63, p. 773-785.
- Streckeisen, A. L., 1978. IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, Vol. 141, 1-14.
- Тасев, Г., 2003. Полиметаличните минерализации поврзани со терциерниот магматизам во Република Македонија. Магистерски труд, Рударско-геолошки факултет-Штип, Универзитет "Св. Кирил и Методи"-Скопје, стр 176
- Tasev, G., Serafimovski, T and Lazarov, P., 2005: New K-Ar, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, REE, and XRF data for Tertiary volcanic rocks in the Sasa-Toranica ore district, Macedonia. *Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge*, Ed. *Jingwen Mao and Frank P. Bierlein*. 8th SGA Biennial Meeting, Beijing, China, pp. 837-840.
- Tufar, W., Strucal, I., 1984: The Sasa lead-zinc deposit (Macedonia/Yugoslavia) and its position in the Serbian-Macedonian ore province. Springer-Verlag, 412-421, Berlin.
- Cvijic, J., 1906. Fundamentals of geography and geology of Macedonia and Serbia, Special Edition VIII+680, Belgrade
- Шијакова-Иванова, Т., 1989: Кристалографске и кристалохемиске карактеристике неметаличних минерала из скарнова рудног поља Саса. Магистарски рад, РГФ - Београд.