

МАКЕДОНСКА АКАДЕМИЈА НА НАУКИТЕ И УМЕТНОСТИТЕ
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ ПРИ УНИВЕРЗИТЕТОТ
„СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ – СКОПЈЕ

ЕКОНОМСКИ МЕДИТАЦИИ
зборник на трудови посветен на академик Таки Фити
по повод 70 години од неговото раѓање

MACEDONIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS
FACULTY OF ECONOMICS AT THE SS. CYRIL AND METHODIUS
UNIVERSITY IN SKOPJE

ECONOMIC MEDITATIONS

PROCEEDINGS DEDICATED TO ACADEMICIAN TAKI FITI
ON THE OCCASION OF THE 70th ANNIVERSARY OF HIS BIRTH



SKOPJE 2020

МАКЕДОНСКА АКАДЕМИЈА НА НАУКИТЕ И УМЕТНОСТИТЕ
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ ПРИ УНИВЕРЗИТЕТОТ
„СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ – СКОПЈЕ

ЕКОНОМСКИ МЕДИТАЦИИ

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ ПОСВЕТЕН НА АКАДЕМИК ТАКИ ФИТИ
ПО ПОВОД 70 ГОДИНИ ОД НЕГОВОТО РАЃАЊЕ



СКОПЈЕ 2020

Уредник
акад. Гоце Петрески



СОДРЖИНА

<i>Љујчо Коцарев</i> , претседател на Македонската академија на науките и уметностите: Кон ова издание	11
Поглавје I: <i>Академик Таки Фити – живој и дело</i>	13
Биографија	15
Библиографија на академик Таки Фити	19
<i>Владимир Филиповски</i> : Таки Фити – професор чии личност и дело пленат и инспирираат	67
Поглавје II: <i>Современи макроекономски теми</i>	77
<i>Абдулменаф Беџеџи</i> : Фискалниот простор во време на глобалната пандемија со посебен осврт врз фискалната консолидација по пандемијата во Република Северна Македонија	79
<i>Aleksandar Stojkov, Thierry Warin</i> : Foreign Capital and Domestic Credit Growth: A Mundellian Trillema Perspective	97
<i>Оливера Косџоска, Љујчо Коцарев</i> : Економска криза или криза во економската наука: комплексност версус неолиберализам	111
<i>Мишко Димитров</i> : Европската дългава криза, квалитетот на институциите и икономскиот раст во Бугарија	133
<i>Румјана Желева</i> : Устойчива икономика: политики, стратегии, практики	151
<i>Глигор Бишев, Драгица Оцаклиска</i> : Ковид-19 рецесија: ефекти и одговор на економските политики	167
<i>Biljana Tashevska</i> : Social Expenditures and Fiscal Sustainability in the European Union	185

Поглавје III: <i>Политичка економија на современиот капитализам</i>	205
<i>Časlav Očić: Toward “New Reality”?</i>	207
<i>Nikola Popovski: Will Economic De-globalization Be a New Normal?</i>	219
<i>Драѓан Тевдовски, Виктор Стојкоски, Петар Јолаковски: Во која варијација на капитализмот припаѓа македонската економија?</i>	245
 Поглавје IV: <i>Фактори на производство, распределба на доходот и регулација на економската активност</i>	259
<i>Изет Зеќири, Брикенд Азири, Јеџон Мазлами: Функционирањето на регулаторните тела во Република Северна Македонија, нивната независност – компаративно искуство</i>	261
<i>Nevenka Hrovatin, Jelena Zorič: Stroškovna učinkovitost dejavnosti distribucije električne energije v Sloveniji</i>	281
<i>Владимир Филиповски: Даночните реформи: импликации врз економскиот раст, распределбата на доходот и справувањето со климатските промени</i>	289
<i>Kiril Jovanovski, Silvija Jakimovska: Overview of Integrated Financial Regulator Dilemmas</i>	307
<i>Ѓорѓи Гоцков: Јазот штедење – инвестиции во државниот наспроти приватниот сектор во македонската економија</i>	323
<i>Предраѓ Триески, Кристијан Којески: Анализа на каузалната врска помеѓу продуктивноста на трудот, бруто-платата и невработеноста – случајот на Република Северна Македонија</i>	341
<i>Борче Тренески, Кристијан Којески, Ѓуниџер Мерџан: Анализа на врската помеѓу продуктивноста на трудот и учеството на трудот во доходот – компаративна анализа на избрани земји од Западен Балкан</i>	355
 Поглавје V: <i>Претприемништво, иновации и менаџмент</i>	373
<i>Veland Ramadani, Robert D. Hisrich, Shqipe Gërguri-Rashiti: Female Entrepreneurs in Transition Economies: Insights from Albania, Macedonia and Kosovo</i>	375

<i>Siniša Zarić: Uloga socijalnog kapitala u preduzetničkom razvoju</i>	403
<i>Metka Tekavčič, Darja Peljhan: Current Issues in Performance Management in Transition Economies: the Case of Slovenia</i>	423
<i>Славица Роческа: Стратегиски пристапи за развој на регионалните иновациски системи</i>	439
<i>Марица Анићовска-Миџев, Таџјана Дранѓовска: Значењето на претприемништвото и на институциите за економскиот раст на Република Северна Македонија</i>	453
<i>Вељан Рамадани: Менаџирање со претприемачки бизниси: упатства за успешно спроведување на деловните операции</i>	483
 Поглавје VI: <i>Правно-економски теми</i>	509
<i>Владо Камбовски: Политички плурализам, конституционализам и владеење на правото: три македонски апории</i>	511
<i>Елена Мујоска Трџевска, Конџијанин Биџраков: Економски бенефити од примената на алтернативите на затворското казнување</i>	553
 Поглавје VII: <i>Трудови по специјална покана</i>	573
<i>Георѓи Сџарделов: Мојот однос кон Маркс</i>	575
<i>Глиѓор Јовановски, Блажо Боев, Владо Маџевски, Трајче Сџафилов, Пејџре Макрески, Иван Боев: Митот и вистината за Алшар и лорандитот</i>	579

Глигор ЈОВАНОВСКИ¹

Блажо БОЕВ²

Владо МАТЕВСКИ³

Трајче СТАФИЛОВ⁴

Петре МАКРЕСКИ⁵

Иван БОЕВ⁶

МИТОТ И ВИСТИНАТА ЗА АЛШАР И ЛОРАНДИТОТ

Апстракт

За научниците од областа на геологијата, геохемијата, минералологијата, физиката, хемијата, биологијата, астрологијата и од многу други интердисциплинарни научни подрачја (вклучувајќи ја и економијата), но и за вљубениците во минералите, флората, фауната и, воопшто, за сите ентузијасти заинтересирани за откривањето на тајната на Сонцето, рудниот локалитет Алшар претставува многугодишна енигма.

Рудникот бил познат уште од многу одамна (XII или XIII век), меѓутоа интересот за Алшар особено пораснал од 1976 година, кога американ-

¹ Редовен професор, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, во пензија, и редовен член на МАНУ, контакт: gligor@pmf.ukim.edu.mk

² Редовен професор, Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, и дописен член на МАНУ, контакт: blazo.boev@ugd.edu.mk

³ Редовен професор, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, и редовен член на МАНУ, контакт: vladom@pmf.ukim.edu.mk

⁴ Редовен професор, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, контакт: trajcest@pmf.ukim.edu.mk

⁵ Редовен професор, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, контакт: petremak@pmf.ukim.edu.mk

⁶ Доцент, Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, контакт: ivan.boev@ugd.edu.mk

скиот научник Мелвин Фридман (Melvin Freedman) дошол до сознание дека минералот лорандит – TlAsS_2 (кој во локалитетот Алшар го има во најголемо количество во споредба со сите други наоѓалишта на овој минерал во светот), може да послужи како геохемиски детектор на Сончевите неутрина, односно за откривање на тајната за староста на Сонцето. Имено, како детектор на неутрината од Сонцето, Фридман предложил да се користи еден изотоп на талиумот (^{205}Tl) во минералот лорандит, кој при интеракција со неутрината се трансформира во изотоп на оловото (^{205}Pb). Идејата била да се анализира талиумовиот минерал лорандит од Алшар, стар повеќе милиони години, така што најденото количество олово-205 во него би претставувало основа за пресметување на бројот на неутрината што во текот на милениумите поминале низ минералот лорандит, а со тоа и да се пресмета староста на Сонцето.

Во овој прегледен труд е даден опис на локалитетот, геологијата и на дел од досега откриените 45 минерали од Алшар, како и приказ на ендемските видови флора во овој уникатен локалитет, а опфатени се и дел од истражувањата насочени кон разрешувањето на енигмата за староста на Сонцето засновани на лорандитот од Алшар.

Вовед

Рудното наоѓалиште Алшар е познато од 12 или 13 век (Свијиќ 1906; Мирчевски 1972). Локалитетот се споменува во турските дефтери од 1481 година, каде што, покрај другото, се наведува дека во рожденскиот атар (селото Рожден е во непосредна близина на рудникот Алшар) околу 35 % од годишниот приход на турскиот султан биле од продажбата на арсеновата руда (Кънчов 1900; Архив на Македонија 1971). Поголема експлоатација на рудникот започнува во 1881 година, кога една англиско-француска компанија добила концесија од Отоманската Империја (Бариќ 1969 – 1970). Населбата и рудникот во близината на с. Рожден биле познати како „Мајдан“, што на турски јазик означува место каде што има руда. Концесионери на рудникот биле браќата Алатини (Allatini), а главен инженер бил Шарто (Charteau), па така рудникот бил прекрстен во Алшар (Allchar) – од почетните букви на нивните имиња. Во времето на браќата Алатини, па сè до почетокот на Балканските војни, арсен-антимоновата руда преку пристаништето во Солун била извезувана во Германија и во Англија (Ježek 1912; Бариќ 1969 – 1970).

По Втората светска војна, извршени се три темелни геолошки истражувања на Алшар, во периодот 1953 – 1957 (Иванов 1955, 1956, 1957, 1961), потоа во 1962 – 1964 (Величковиќ 1966) и 1970 – 1974 (Мирчевски 1972; Геолошки завод на СРМ 1972, 1973; Стојановски 1974). Со овие истражувања се утврдени значителни резерви антимон, арсен, талиум и злато.

Талиумот во Алшар се сретнува, пред сè, во минералот лорандит, TIAsS_2 , кој има темноцрвена боја (види слика) и релативно мала тврдост, што значи дека е многу кршлив. Во најголем број случаи се среќава во форма на кристали, обично помали од 1 cm, дисперзирани во реалгар или аурипигмент. Лорандитот првпат бил опишан во 1894 година, од страна на Кренер (Krenner 1897), познат минералог, подоцна и член на Унгарската академија на науките, кој новиот минерал го именувал во чест на Лоранд Етвос (Lorand Eötvös), физичар од Унгарија. Лоранд едно време бил претсе-



Кристали на лорандит (TIAsS_2) од Алшар

дател на Унгарската академија на науките. Универзитетот во Будимпешта, каде што поминал најголем дел од кариерата, во 1950 година е преименуван во Универзитет „Лоранд Етвос“.

Освен во Македонија, лорандитот го има и во наоѓалишта на злато или жива, на повеќе места во САД, како и во Таџикистан, Русија, Кина, Иран и Швајцарија. Меѓутоа, Алшар е најбогатиот извор на лорандит (Webmineral.com; Mindat.org). Исто така, треба да се одбележи дека во Алшар се најдени 45 минерали, од кои 13 во својот состав имаат талиум (Boev et al. 2001 – 2002).

Лорандитот се нашол во фокусот на научниците пред околу четириесет години, како можен геохемиски детектор на неутрина. Постоенето на неутрино то за првпат го постулирал Паули во 1930 година (Pauli 1930). Тоа има маса нула (или многу блиску до нулата), патува со брзина на светлината. Кога е масата нула, неутрино то нема полнеж и има неверојатна пробивност, па затоа многу тешко може да се детектира. Соларните неутрина потекнуваат од реакциите на фузија што се одвиваат во јадрото на Сонцето.

Во експериментот што почнал во 1960 година, Дејвис (Davis 1964; Davis et al. 1968) поставил специјално изградена опрема во еден рудник за злато во Јужна Дакота, САД, на длабочина од околу 1500 метри, со цел да ги преброи неутрината и на тој начин да се потврди предложениот Стандарден модел на Сонцето. Длабочината е многу важна за да се елиминира дејството на космичкото зрачење што би го регистрирал детекторот, со што би се добиле погрешни резултати. Со долгорочни и прецизни мерења, кои траеле повеќе од 20 години, утврдил дека детекторот функционира, меѓутоа, бројот на неутрината бил само една третина од теоретските предвидувања. Ова било наречено „проблем на соларното неутрино“ и повеќе години ги збунувало физичарите. Така, требало или да се модификува моделот или да се проверат експериментите, поради што почнале да се бараат алтернативни детектори за соларното неутрино.

Биле земени предвид повеќе реакции како неутрински детектори со употреба на галиум, литиум, манган итн. Во рамките на тие активности, Националната лабораторија „Аргон“ во Чикаго, Илиноис, САД (Argonne National Laboratory, Chicago, Illinois, USA), на 7 март 1975 година, преку југословенската амбасада во САД, до југословенската влада доставила писмо со барање за информација за состојбата на лежиштето Алшар, кое и тогаш било познато како најбогато со талиумови минерали во светот. По добивањето на бараната информација од југословенска страна и по посетата на професорот Мелвин Фридман (Melvin Freedman) од Националната

лабораторија „Аргон“ на претпријатието „Рудници и индустрија за никел, челик и антимон ФЕНИ“ во Кавадарци, како и на локалитетот Алшар, во 1976 година, Фридман (Freedman 1976) предложил како детектор да се користи талиумот.

Неутрината патуваат од Сонцето кон Земјата со брзината на светлината поминувајќи го тој пат за околу осум минути. Притоа, практично, сите неутрина поминуваат низ Земјината топка, но сепак, еден исклучително мал дел од нив стапува во интеракција со некои супстанции на Земјата. Токму тој тип интеракција, според Фридман, може да претставува основа за детектирање на Сончевите неутрина. Поточно, како детектор за неутрината од Сонцето, Фридман предложил да се користи еден изотоп на талиумот (^{205}Tl) во минералот лорандит кој, при интеракција со неутрината, се трансформира во изотоп на оловото (^{205}Pb).

Фридман сметал дека, ако се изврши анализа на талиумовиот минерал лорандит, количеството на изотопот на оловото (^{205}Pb) во него би требало да одговара на бројот на неутрина што, во текот на последните пет милиони години, поминале низ минералот, а оттука, би можела да се пресмета вкупната активност на Сонцето. Таткото на моделот, Бакол, уште веднаш искажал сомневања за хипотезата на Фридман. Неговата резервираност кон геохемиските детектори, меѓу другото, била поврзана со ерозијата која се одвивала на локалитетот во периодот на неколку милиони години, која речиси го оневозможува одредувањето на уделот на космичкото зрачење, како и фонската радиоактивност. Веројатно, затоа Фридман, во 1977 година, не успеал да добие проект и финансии од Националната фондација за наука на САД. Меѓутоа, оваа хипотеза била прифатена од германските научници, во 1983 година, и тогаш Алшар, поради релативно големата застапеност на лорандит, претставувал логичен избор за да се изврши истражувањето.

Движечката сила на проектот наречен „LOREX“/(*LORandite Experiment*) („ЛОРЕКС“/„ЛОРандит ЕКСперимент“) бил Миодраг Павиќевиќ (Miodrag Pavićević), професор од Рударско-геолошкиот факултет на Универзитетот во Белград. Почнувајќи од 1985 година, проектот бил финансиран од сојузните фондови. Во проектот имало и учесници од неколку институции во Македонија. Во Алшар е направен нов ископ, на длабочина од 30 метри, ископани се околу 10 тони руда, и од неа, во „Железарница Скопје“ е издвоен околу 1 kg лорандит (Pavićević 1988; Pavićević & Amthauer 2012 – 2015).

Проектот бил финансиран од разни фондови, сè до 2000 година. Бил поднесен и германско-југословенски проект до Европската Унија, но тој не

бил прифатен за финансирање. Сепак, австриската влада, од 2008 до 2010 година, започнува да го финансира проектот под раководство на Павиќевиќ и Амтхауер, за да продолжи и во периодот 2012 – 2015 г. (Pavićević & Amthauer 2012 – 2015). Основната цел е да се пресмета ерозијата околу рудникот во периодот на постоењето на лорандитот од над четири милиони години, за да се пресмета уделот на космичкото зрачење, како и на природната радиоактивност во тој временски период. За да се промовира проектот колку што е можно повеќе, организирани се две меѓународни конференции и пет меѓународни работилници.

Инаку, постојат четири различни методи кои се користат за детекција на неутрината: радиохемиска техника; техниката на Черенков со вода; сцинтилационна техника; техника на трагови и хибридни детектори. Проблемот на соларното неутрино, во основа, е решен со серија експерименти кои се изведени на неколку места во светот. Најважни се оние, изведувани во Институтот за истражување на космички зраци, во опсерваторијата „Камиока“, во Јапонија, кои траеле околу 20 години (Fukuda 1998). Паралелно со тоа, правени се мерења во Опсерваторијата за неутрина, која се наоѓа во рудниците во Садбери, во Канада, на длабочина од 2.000 метри (McDonald 2013). Сите овие долги и исклучително скапи експерименти покажале дека мерењата на Дејвис биле точни, но извршена е модификација на Стандардниот модел.

За нивниот речиси 50-годишен напредок, започнувајќи од теориите за детекција на неутриното, па сè до зафаќањето доволен број на оваа мистериозна честичка, која е речиси без маса, на раководителите Рејмонд Дејвис (Raymond Davis) и Масатоши Кошиба (Masatoshi Koshiba) на двата проекта – експериментот „Хоумстејк“/„Homestake“ (со радиохемиска техника) и „Супер-Камиоканде“ (со техниката на Черенков со вода), доделена им е Нобеловата награда за физика, во 2002 година, „за пионерски придонеси во астрофизиката, особено за откривање на космичките неутрина“.

Како и да е, Алшар е извонредно интересно и ретко минералошко наоѓалиште во светски рамки, кое во еден период било експлоатирано поради рудата, а кон крајот на минатиот век, било „експлоатирано“ за чисто фундаментални истражувања во физиката и во хемијата. За неговото значење и за рудното богатство доволно говори и фактот дека, во 2009 година, Собранието на Република Македонија донесува посебен закон со кој Алшар е прогласен за споменик на природата („Сл. весник на РМ“ 2009). Тоа значи дека Алшар станува заштитена зона во која научни истражувања може да се изведуваат само со дозвола од Министерството за животна средина, а

единствен тип дозволена економска активност е екотуризмот. Меѓутоа, во 2012 година, на предлог на Министерството за животна средина и просторно планирање, Собранието на Република Македонија ја укинува одредбата за прогласување на Алшар за споменик на природата. Така, според новиот закон („Сл. весник РМ“ 2012), овозможено е да се извршуваат геолошки истражувања за да се утврди присуството на економски значајните количества на злато, талиум и антимон, но и да се продолжи со истражувањата во рамките на проектот „ЛОРЕКС“. Сепак, основниот мотив за промена на статусот на Алшар е од економска природа. Имено, се смета дека содржината на злато во локалитетот Алшар се движи од 0,5 до 3 g/t (вкупно околу 20 тони злато) (Janković et al. 1997), чија моментална вредност на светскиот пазар би изнесувала близу 1.000.000.000 евра. Поради овие причини, локалитетот Алшар, во 2013 година, беше даден под концесија („Сл. весник на РМ“ 2013).

Многу е важно да се спомене дека, при евентуалната економска експлоатација, треба да се води грижа за животната средина и за хармонизирањето на работата со регулативите на Европската Унија.

Инаку, за Алшар се врзани безброј преданија, митови, енигми, тајни и недоречености, што го прават овој локалитет најмистичен во Македонија, но и едно од помистичните минералошки наоѓалишта во светот. Едно од тие преданија за минералот лорандит потекнува уште од времето на Александар Македонски, според кое „фалангата на Александар во битките што ги водела точно нападне и со движење на војската од запад кон исток, ги премачкувала своите штитови со лорандит, при што се јавувал силен одблесок од штитовите што ја заслепувал противничката војска“. Во последно време, интернетот е преплавен со голем број мистерии, енигми и недоречености врзани за локалитетот Алшар и за лорандитот. Една од нив е особено футуристичка и оди дури дотаму што, „ако се разоткријат процесите со чија помош се генерира енергијата на Сонцето, човекот ќе може да произведува ‘мали Сонца’, кои би ослободувале огромна енергија како замена за нуклеарната“.

Овој труд има цел да им ја пласира на читателите вистината за раритетниот локалитет Алшар и за реткиот (во светски размери) минерал лорандит, и со тоа да се направи обид да се разјаснат некои од големиот број мистерии, енигми, тајни и недоречености, врзани за овој локалитет. Преданијата и митовите што веќе се всадиле во вашата меморија, нека останат, притоа – негибнати.

Историјат на економската експлоатација на рудното наоѓалиште

Подрачјето Алшар се наоѓа на крајниот јужен дел на Македонија, на околу 40 km јужно од Кавадарци. Ги зафаќа источните падини на планината Козјак (Мариовски дел). На исток, просторот е ограничен со крајните западни ограноци на планината Кожуф (Зелен Брег, 2.165 m). Срединскиот дел на областа е расчленет со Мајданска Река, притоката на реката Бистрица, т. е. реката Блашница, десната притока на Црна Река.

Алшар, меѓу народот познат под името Мајдан (турски збор за рудник), има долга историја која почнува уште од времето на Античка Македонија, преку римскиот период и Отоманското Царство, до денешни дни. Историјата на рудникот Алшар (Мајдан) е многу интересна, но и многу малку документирана. Сепак, во овој дел од претставувањето на рудникот Алшар ќе споменеме неколку историски факти кои го потврдуваат ставот дека станува збор за рудник што има посебно голема традиција. Минерали од Алшар се најдени и во археолошките остатоци на Стоби.

Во пишуваните документи, рудникот Алшар (Мајдан) се споменува во турските дефтери од 1481 година (Кънчов 1900). Во овој документ, кој се однесува на рожденскиот атар (селото Рожден е во непосредна близина на рудникот Алшар), се споменува дека од годишниот приход на турскиот султан, кој изнесувал 13.380 акчиња, околу 1.500 акчиња се дел од продажбата на арсеновата руда од рудникот Алшар [акче – турска сребрена пара од времето на султанот Орхан (1326 – 1359), која се користела до крајот на XVII век. Вредела 1/40 талири (гроша), а тежела 1,07 g; талирот тежел 27,20 g сребро]. Во 1519 година, повторно е спроведен попис на населението и прикажан е приходот на султанот. Во овој попис во турските дефтери е забележано дека населението во овој регион брои 175 фамилии и има приход од 21.517 акчиња. Во пописот од 1528/29 година е запишано дека во Регионот имало 156 фамилии и годишен приход од 21.500 акчиња. Исто така, во овој попис е регистрирано и следново: од годишното производство на рудникот, чист арсен е произведено во вредност од 5.400 акчиња, а од нечистиот арсен, односно од арсенот со послаб квалитет, заработени се 3.600 акчиња. Во пописот направен во 1544/45 година, населението во овој крај броело 113 фамилии и вкупен приход од 19.600 акчиња. Од производството на чист арсен се добиени 5.040 акчиња, а од производството на нечист арсен, 4.200 акчиња. Треба да се спомене дека и во пописот спроведен во 1568/69 година се споменува работата на рудникот Алшар со вкупен приход од 9.240 акчиња.

Од прегледот може да се види дека значаен дел од приходите на султанот од овој дел на Мариово доаѓал од производството на арсен во рудникот Алшар. Станува многу јасно дека Регионот, во текот на XV и XVI век, бил релативно добро развиен и како резултат од дејноста во рудникот Алшар, во вкупните приходи на султанот од Регионот влегувале околу 35 %.

Следните податоци што се однесуваат на работата на рудникот Алшар (Мајдан) се среќаваат во документите од 1877 година, кога почнува да се формира и рударската населба „Мајдан“ (денес, селото Мајдан) (Бариќ 1969 – 1970). Во овој период, Алшар бил даден под концесија на една англиско-француска компанија со седиште во Солун, а работите во рудникот ги надгледувал инженерот Шарто (Charteau). На почетокот, во рудникот Алшар биле вработени околу 500 работници од околните села на Мариово, а најмногу работници имало од селото Рожден. Како што се развивал рудникот така се зголемувала и рударската населба, и таа полека добивала изглед на населено место, односно на село. Се споменува дека во периодот од 1890 до 1912 година, оваа населба, заедно со селцето Мајдан, веќе броела околу 32 куќи (Бариќ 1969 – 1970). Во рамките на рудникот Алшар имало изградено и мала сепарација за дробење на рудата и одвојување на корисните минерали. Во долните делови на селото Мајдан се забележуваат траги од старата сепарација на арсенова руда.

Последните рударски активности почнале во 1881 год. и, со одредени прекини, траеле сè до 1913 година (Janković 1960). Во текот на тој период се експлоатирала, главно, арсенова руда која, со карвани од коњи и мазги, се носела преку селото С'ботско, во Солун, од каде што со воз се транспортирала во топилниците во Фрајбург, во Германија. Во тоа време, количеството на експлоатираната арсенова руда од наоѓалиштето било мало, но не е познат нејзиниот точен износ. За време на Балканските војни и на Првата светска војна, рудникот Алшар престанал со работа. Рударските истражувања во наоѓалиштето се обновени дури по Втората светска војна.

Преглед на геолошките истражувања

Алшар Au-Sb-As-Tl-Hg наоѓалиштето се наоѓа на македонска страна на планината Кожуф, во јужните делови на Вардарската Зона, на околу 110 km од Скопје и на околу 40 km од Кавадарци. Наоѓалиштето е раритет во светски рамки, бидејќи содржи поголеми количини на минералот лорандит

(TiAsS_2) кој претставува посебен интерес за нуклеарните физичари и геохемикари (Pavićević et al. 2006).

Постојат повеќе истражувања во Алшар кои ги вклучуваат истражувањата на рудните парагенези (Janković 1988; Janković & Jelenović 1994; Percival & Radtke 1994), карактеризацијата на петролошките и геохемиските карактеристики на вулcano-интрусивниот комплекс на планината Кожуф (Boev 1988; Karamata et al. 1994), староста на вулканската и хидротермалната активност во оваа област (Jakupi et al. 1982; Lippolt & Fuhrmann 1986; Kolios et al. 1988; Boev 1988; Troesch & Frantz 1992) и други. Како и да е, прашањата што се поврзани со природата на хидротермалните флуиди (Beran et al. 1994), изворот на металите и улогата на магматизмот (Frantz et al. 1994), сè уште се отворени.

Наоѓалиштето Алшар покажува карактеристики на карлински тип минерализација, каде што, покрај другото, е откриено постоење на субмикронско злато во асоцијација со пирит, потоа арсенов пирит и арсенопирит и геохемика асоцијација на Au, As, Hg, Sb и Tl (Radtke 1985; Hofstra & Cline 2000).

Минерализацијата се појавува во три нејасно дефинирани зони: (1) Јужен дел, зона што се одликува со доминантно присуство на Au-минерализација, придружена со променливи количини на Sb- и As-минерали; (2) Централен дел од наоѓалиштето кој, покрај Au-, Sb- и As-минерализација, содржи и значителни количини на Tl-минерали, помали количини Ba, Hg и траги од Pb, и (3) Северен дел, со присуство на As- и Tl-минерализација, придружена со малку Sb, траги од Hg и Au (Ivanov 1986; Janković et al. 1997).

Алшарскиот комплекс на Sb-As-Tl-Au-резерви е едно од ретките наоѓалишта во светот, не поради пространоста туку поради минералошкиот состав. Тој содржи значителни количества на талиум кои го класификуваат како редок локалитет каде што се наоѓа овој метал. Покрај економското значење на значителните количества на антимон и арсен, локалитетот Алшар е прв локалитет од карлински тип на злато, најден на Балканскиот Полуостров, во средината на 1980-тите години.

Првите резултати што се однесуваат на истражувањата на сулфидните минерали од Алшар се објавени од Вон Фулон (Von Foullon 1890, 1892, 1904); Хофман (Hofmann 1891); Пеликан (Pelikan 1891); Голдшмит (Goldschmidt 1896); Хакман (Hackman 1897); Стевановиќ (Stevanovic 1904).

Кон крајот на деветнаесеттиот век (Vrba 1894; Krenner 1895; Goldschmidt 1899) и во почетокот на дваесеттиот (Jannasch 1904; Loczka

1904; Ježek 1912, 1913a), откриени се првите талиумови минерали (лорандит и врбаит, соодветно) како конституенти на арсен-антимоновата руда.

Алшар, во периодот по Втората светска војна, главно е истражуван само геолошки, без да биде извршувана стандардна експлоатација. Истражувањата се изведувани во периодот од 1953 до 1957 и од 1962 до 1965 година, и тие резултирале со откривање значителни количества руди на антимон, арсен и талиум, со околу 300.000 тони (1,5 % Sb, 2,2 % As и 0,11 – 0,22 % Tl) (Ivanov 1965). Сепак, економската експлоатација била попречена од високата содржина на арсен во Sb-концентрациите. Последните истражувања на антимонот биле извршени во периодот од 1970 до 1973 година (Ivanov 1986).

Според Јанковиќ (Janković) и соработниците (1997), минералните потенцијали на локалитетот Алшар достигнуваат околу 20.000 тони антимон со 0,5 % Sb како долна граница. Минералните потенцијали на арсенот во локалитетот, пак, се проценети на околу 15.000 тони (Ivanov 1965). Според денешните критериуми, арсенот е неповолен елемент што се добива при процесуирањето на антимонот бидејќи им пречи на неговите чистота и својства.

Посебниот интерес за талиумот како детектор на соларни неутрина (Freedman 1976, 1979) дал нов импулс за систематски истражувања на талиумовата минерализација во северниот дел на локалитетот Алшар (рудното тело Црвен Дол). Станува збор за меѓународниот проект „ЛОРЕКС“ („ЛОРандит ЕКСперимент“), наменет за да се утврди достапноста на минералот лорандит од овој локалитет како детектор на Сончевите неутрина (Јовановски и др. 2018). Отворени се некои од поткопите (поткоп бр. 21) за да се земат примероци. Оваа активност траела од 1987 до 1993 година, а подоцна се изведувани само лабораториски истражувања.

Минералните потенцијали на талиум на локалитетот Алшар се проценети од редот на големина од 500 тони (Ivanov 1986).

Можното присуство на злато во Sb-As-Tl-асоцијацијата во Алшар е првично сугерирана од различни автори (Stafilev 1985; Ivanov 1986; Stafilev & Todorovski 1987). Во периодот од 1986 до 1989 година, минерализацијата на златото е систематски истражувана. Резултатите од теренските и лабораториските студии покажале дека геолошките, геохемиските, минералоските и хидротермалните алтерациски карактеристики се стриктно слични со оние што го карактеризираат карлинскиот тип минерализација во западниот дел на САД (Percival & Radtke 1990; Percival et al. 1992).

Треба да се нагласи дека локалитетот Алшар не е целосно истражен и дека металогенетските истражувања не се комплетирани. Истражувањата сè уште се во тек.

За поподробните резултати од претходните истражувања на локалитетот Алшар, читателите се упатуваат на монографијата за Алшар (Јовановски и др. 2018).

Минералошки состав

Во Алшар се разликуваат четири типа минерализација врз основа на минералниот состав.

1. Првиот тип се карактеризира со висока содржина на железо и сулфур, но со ниска содржина на арсен и талиум. Пирит-марказитното орудување вклучува пирит, марказит и арсенопирит.

2. Вториот тип се карактеризира со висок процент антимон и со ниска содржина на железо и талиум. Најчест минерал е стибнит.

3. Третиот тип се карактеризира со големо присуство на арсен и сулфур и со релативно ниско количество талиум. Најчест минерал е аурипигментот. Реалгар-аурипигмент-лорандитното орудување, кое е прилично променливо, се создало за време на доцните фази од хидротермалната активност во подрачјето.

4. Четвртиот тип минерализација се карактеризира со висока содржина на манган и цинк. Таму најчести се талиумските минерали.

Бројот на досега најдени талиумски минерали во Алшар изнесува 13, од кои 5 се ендемични.

Во рамките на неколку домашни и меѓународни проекти, досега се извршени мноштво аналитички истражувања за определување на хемискиот состав и за концентрирање на некои од елементите од интерес кај сулфидните, оксидните и карбонатните минерали (за подробностите види: Јовановски и др. 2018). Освен аналитички истражувања, извршени се и спектроскопскоструктурни карактеризации на голем број минерали од локалитетот Алшар (Јовановски и др. 2018).

Интересно е да се спомне дека, досега, во светот се регистрирани вкупно 47 минерали на талиумот, од кои 13 се присутни на локалитетот Алшар.

Во светот, досега се откриени приближно 5 500 минерали, од кои околу 140 (2,5 %) се регистрирани во нашата земја. Досега откриените 45 минерали на локалитетот Алшар, пак, (табела 1), претставуваат безмалку 1 % од вкупнорегистрираните минерали во светот.

Табела 1: Приказ на досега утврдените минерали во Алшар

	Минерал	Хемиска формула	Кристалографски систем
Елементи			
1	Злато	Au	Кубичен
2	Сулфур	S	Орторомбичен
Сулфиди и сулфосали			
3	Арсенопирит	FeAsS	Моноклиничен
4	Бернардит	Tl(AsSb) ₂ S ₄	Моноклиничен
5	Динабарит	HgS	Хексагонал
6	Фангит	Tl ₂ AsS ₄	Орторомбичен
7	Јанковиќит*	Tl ₂ Sb ₂ (AsSb) ₄ S ₂₂	Триклиничен
8	Лорандит	TlAsS ₂	Моноклиничен
9	Марказит	FeS ₂	Орторомбичен
10	Аурипигмент	As ₂ S ₃	Моноклиничен
11	Парапиротит	Tl(Sb,As) ₂ S ₈	Моноклиничен
12	Парареалгар	As ₂ S ₃	Моноклиничен
13	Пикотпавлит*	TlFe ₂ S ₃	Орторомбичен
14	Пирит	FeS ₂	Кубичен
15	Рагуинит	TlFeS ₂	Орторомбичен
16	Реалгар	As ₂ S ₄	Моноклиничен
17	Ребулит*	Tl ₂ Sb ₂ As ₂ S ₂₂	Моноклиничен
18	Симонит*	TlHgAs ₂ S ₂₀	Моноклиничен
19	Стибнит	Sb ₂ S ₃	Орторомбичен
20	Вајсбергит	TlSbS ₂	Триклиничен
21	Врбант	Tl ₂ Hg ₂ As ₂ Sb ₂ S ₂₀	Орторомбичен
Оксиди			
22	Арсенолит (или клаудетит)	As ₂ O ₃	Кубичен
23	Сервантит	Sb ₂ O ₃	Орторомбичен
24	Гетит	FeO(OH)	Орторомбичен
25	Роменит	(Ca,Fe,Mn,Na) ₂ (Sb,Tl) ₂ O ₈ (O,OH,F)	Кубичен
26	Стибиконит	Sb ₂ O ₃ (OH)	Кубичен
27	Валентинит	Sb ₂ O ₃	Орторомбичен
Карбонати			
28	Арагонит	CaCO ₃	Орторомбичен
29	Калцит	CaCO ₃	Тригонал (ромбодарски)
30	Доломит	CaMg(CO ₃) ₂	Тригонал (ромбодарски)
Сулфати			
31	Барит	BaSO ₄	Орторомбичен
32	Доралшарит	(Tl,K)Fe ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	Тригонал
33	Епсомит	MgSO ₄ ·7H ₂ O	Орторомбичен
34	Фиброферит	FeSO ₄ (OH)·5H ₂ O	Тригонал (ромбодарски)
35	Гипс	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Моноклиничен
36	Мелантерит	FeSO ₄ ·7H ₂ O	Моноклиничен
37	Розенит	FeSO ₄ ·4H ₂ O	Моноклиничен
38	Старекит	MgSO ₄ ·4H ₂ O	Моноклиничен
Арсенати			
39	Хорнезит	Mg ₃ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O	Моноклиничен
40	Талиумфармакосидерит*	TlFe ₂ (AsO ₄) ₂ (OH) ₄ ·4H ₂ O	Кубичен
41	Фармаколит	CaHAsO ₄ ·2H ₂ O	Моноклиничен
42	Скоридит	FeAsO ₄ ·2H ₂ O	Орторомбичен
43	Пикрофармаколит	Ca ₂ Mg(HAsO ₄) ₂ (AsO ₄) ₂ ·11H ₂ O	Триклиничен
Молибдати			
44	Вулфенит	PbMoO ₄	Тетрагонал
Силикати			
45	Кварц	α-SiO ₂	Тригонал

Талиумовите минерали се испишани со масни букви, а ендемичните се означени со *.

Во продолжение е даден опис на некои од досега откриените и идентификувани 45 минерали од рудното наоѓалиште Алшар, со посебен осврт на ендемските минерали.

ЗЛАТО, Au

Присуството на злато во Sb-As-Tl-минерализациите било сугерирано од страна на Стафилов (Stafilev 1985), Иванов (Ivanov 1986), Стафилов и Тодоровски (Stafilev & Todorovski 1987). Во периодот 1986 – 1989 година, минерализацијата на златото била систематски истражувана. Персивал и Радтке (Percival & Radtke 1994), Персивал и соработниците (Percival et al. 1992), покажале дека геолошките, геохемиските, минералошките и хидротермалните промени се слични со оние, типични за карлинскиот тип на минерализација во западните делови на САД.

ЈАНКОВИЌИТ, $Tl_5Sb_9(AsSb)_4S_{22}$

Цветковиќ и соработниците (Cvetković et al. 1995) први го нашле овој минерал, а истата година Либовицки и соработниците (Libowitzky et al. 1995) ја решиле неговата кристална структура. Притоа, било потврдено дека постои делумна супституција на арсенот со антимон. Структурата покажува сличности со онаа, на ребулитот. Името му е дадено во чест на професорот Слободан Јанковиќ и на неговиот труд посветен на минералогијата и геологијата на Алшар. Овој минерал е ендемичен.

ЛОРАНДИТ, $TlAsS_2$

Лорандитот е светски најпознатиот и најраспространетиот минерал на талиумот. За првпат бил откриен во Алшар, во 1894 година (Krenner 1894, 1895, 1897), а хемиската анализа е направена од страна на Лоцка (Loczka 1904). Помали количества се најдени на само неколку локалитети низ светот. Моноклинични плочести агрегати на лорандит вообичаено се дисперзирани низ реалгар и аурипигмент. Убаво оформени кристали ретко можат да се сретнат. Кренер (Krenner 1895), Голдшмит (Goldschmidt 1899) и Бариќ (Barić 1958), опишале 32 различни кристални форми. Лорандитот, со својата потемна црвена боја, со полуметалниот сјај и совршената цепливост по (001) (201) и (110) лесно се разликува од реалгарот. Некои кристали се прекриени со жолтокафеава кора. На локалитетот, кристалите од лорандит имаат големина од 1 cm, иако биле најдени извонредни кристали чија големина достигнува до 5 cm. Лорандитот е именуван по унгарскиот физичар Лоранд Етвеш (Lorand Eötvös, 1848 – 1919).

Хемискиот состав на лорандитот е утврден од Јанаш (Jannasch 1904). Истражувањата поврзани со програмата „ЛОРЕКС“/„LOREX“ довеле до некои интересни заклучоци. Лорандитот од Алшар е чист и содржи само траги од К, Cr, Fe, Cu, Pb и Zn (Palme et al. 1988; Boev et al. 1993a; Lazaru & Stafilov 1993; Frantz et al. 1994; Petrov et al. 1994; Stafilov et al. 1994; Lazaru & Stafilov 1998). Во најбогатите зони, содржината на руда од овој минерал е проценета на околу 18.000 m³, со средна содржина на Tl од 0,35 %. Нео-дамнешните истражувања покажале присуство на Hg. За овој минерал се направени голем број спектроскопскоструктурни студии, во корелација со други талиумови и арсенови минерали (Trajkovska et al. 1993; Šoptrajanov et al. 1994; Makreski et al. 2014), како и геохемиски определувања на соларниот pp-неутрино флукс (Pavićević et al. 2010).

АУРИПИГМЕНТ, As₂S₃

Стевановиќ (Stevanović 1904) прв го опишал аурипигментот, а Палме и соработниците (Palme et al. 1988) одредиле дека е стехиометриски прилично чист минерал (иако содржи траги од К, Cl, Cr, Mn, Fe и Cu). Главно се среќава како компактни маси кои, понекогаш, тежат и по неколку стотини килограми. Светложолтите издолжени идиоморфни кристали со сјајни површини се многу ретки. Аурипигментот вообичаено формира кристални агрегати или хемисфери кои, главно, имаат кафеавожолта боја и темен сјај. Големината на кристалите најчесто изнесува неколку милиметри. Забележано е присуството на лорандит во близина на зоните каде што се среќаваат реалгарот и аурипигментот.

ПАРАРЕАЛГАР, As₄S₄

Парареалгарот настанува како резултат од распаѓањето на реалгарот под дејство на Сончевата светлина (Roberts et al. 1980). За овој феномен има многу истражувања, а нашите истражувања ја објаснија реакцијата на молекуларно ниво (Naumov et al. 2010). Заедно со реалгарот од Алшар, овој минерал, во форма на наносуспензии, е потврден како антиканцероген агенс при терапија на H460-белодробните човечки клетки (Vujnakova et al. 2015). Овој минерал се среќава во вид на многу мали, жолтообоени микрокристали.

ПИКОТПАУЛИТ, TlFeS₃

Пикотпаулитот бил пронајден во облик на инклузии со големина до 0,5 mm, во делови од наоѓалиштето кои се богати со лорандит, како и во

зоните со пирит и рагенит. Има бронзена боја која станува кремавобела кога ќе се исполира. Тој е орторомбичен, но кристалите најчесто се псевдохексагонални поради длабокопроникнувачкото близнење на неговите кристали (Johann et al. 1970). Именуван е според францускиот минералог Пол Пикот (Paul Picot). Холотипите се чуваат во минералошката колекција на Вишата национална школа за рударство (École nationale supérieure des mines), во Париз. Кристалната структура е решена од Балиќ Зуниќ и соработниците (Balić Žunić et al. 2008). Овој минерал е ендемичен.

РЕАЛГАР, As_4S_4

Реалгарот бил споменат во трудовите на Фон Фулон (Von Foullon 1892, 1894), Голдшмит (Goldschmidt 1896) и Хекман (Hackman 1897), каде што се опишани неговите физички и хемиски карактеристики. Тој се среќува во вид на кристали со големина до 2 cm. Кристалите се издолжени, црвенообоени призми кои (изложени на светлина) се разложуваат и се трансформираат до жолт парареалгар. Важно е да се напомене дека реалгарот е „домаќин“ на лорандитот, но, исто така, образува и индивидуални агрегати или се појавува во асоцијација со аурипигментот и со другите талиумови минерали. Течни инклузии може да се најдат во некои кристали (Beran et al. 1994).

РЕБУЛИТ, $\text{Ti}_5\text{Sb}_5\text{As}_8\text{S}_{22}$

Овој минерал е именуван во чест на познатиот геолог Борис Ребула (Boris Rebula) од Македонија, кој напорно работел на карактеризација на минералите од Алшар. Кристалите на ребулитот се темносиви, со метален сјај и со кафеавоцрвена гребаница. Опишани се кристали со големина до 2 mm. Ребулитот се среќава заедно со реалгарот и симонитот. Идентитетот на изучуваните примероци на ребулитот бил утврден од страна на Балиќ Жуниќ и соработниците (Balić Žunić et al. 1982). Овој минерал е ендемичен.

СИМОНИТ, $\text{TiHgAs}_3\text{S}_6$

Резултатите од одредувањето на кристалната структура на новиот сулфосолен минерал, симонит, биле објавени од страна на Енгел и соработниците (Engel et al. 1982). Мали портокаловоцрвени кристали на симонитот биле најдени само како инклузии во примероци на ребулит. Тие имаат неправилна форма со димензии од 0,1 до 0,2 mm. Симонитот може многу лесно да биде погрешно морфолошки идентификуван со реалгарот поради нивната многу слична портокаловоцрвена боја. Овој минерал е ендемичен.

СТИБНИТ, Sb_2S_3

Стибнитот е споменат од Фон Фулон (Von Foullon 1890), Хофман (Hofmann 1891) и, подоцна, од Јанковиќ (Janković 1960). Кристалите се призматично издолжени, достигнуваат должина до 10 cm и се одликуваат со висок сјај (Riesch 1993). Минералот поседува идиоморфна зрнеста структура со индивидуални зрна кои ги поврзуваат кварцните агрегати со марказитот. Значителна содржина на други елементи во стибнитот не е забележана. Ласерски индуцираната трансформација на стибнитот за првпат е следена со природен примерок од овој локалитет (Makreski et al. 2013). Најатрактивните примероци од стибнит честопати содржат распрскани мали кристали на реалгар на површината.

Алшар е едно од најголемите и најважните антимонови наоѓалишта во Српско-македонската металогенска зона. Најголема експлоатација на стибнит од ова наоѓалиште се вршела на преминот од XIX во XX век. Целосното производство на рачнозбогатената руда со содржина на антимон од 60 % (содржината на Sb во чистиот стибнит изнесува 71,68 %) била продавана во Англија, каде што се употребувала за зацврстување на оловните и калајните легури.

Антимонот, како главен конституент на стибнитот, спаѓа во т.н. група на критични материјални сировини (Critical Raw Materials), определени од страна на Европската комисија во 2017 година, а во којашто влегуваат 27 материјали (од металите се вклучени антимон, бариум, берилиум, бизмут, кобалт, галиум, германиум, хафниум, индиум, магнезиум, ниобиум, скандиум, метален силициум, тантал, волфрам, ванадиум, иридиум, платина, родиум, рутениум, паладиум и лесните и тешките ретки земји). Критични материјални сировини претставуваат материјалите кои се економски и стратегиски важни за европската економија, меѓутоа се високоризични од аспект на нивното снабдување. Тие се употребуваат во технологиите за заштита на животната средина, потоа во електрониката, здравството, одбраната, во изучувањето на просторот, авијацијата, автомобилската индустрија, производството на челик, телекомуникациите, транспортот и во многу други области. Покрај другото, тие се прогласени за ризични од аспект на снабдувањето со нив, затоа што се присутни во големи концентрации само во определен мал број земји, а имаат многу специфични својства, така што нивната замена со други материјали е многу тешко остварлива.

ВРБАИТ, $\text{Ti}_4\text{Hg}_3\text{As}_8\text{Sb}_2\text{S}_{20}$

Врбаитот е многу редок минерал од групата на сулфосолите кој првпат бил забележан во 1903 година од Вилхелм Маукер (Wilhelm Maucher)

(Ježek 1912). Подоцна Жежек (Ježek 1912, 1913a) го опишал овој нов минерал и го именувал во чест на неговиот наставник Карл Врба (Karl Vrba, 1845 – 1922).

Врбаитот се сретнува во вид на темносиви ситни кристали со синикав блесок и полуметален сјај. Тие се вообичаено плочести или бипирамидално рамни. Во најтенките делови, врбаитот е со темноцрвена прозрачност. Било најдено дека Hg е главен конституент во составот на овој минерал (Caye et al. 1967; Nowacki 1968), што придонело за најчестоприфатената хемиска формула на минералот – $\text{Ti}_4\text{Hg}_3\text{As}_8\text{Sb}_2\text{S}_{20}$. Кристалната структура на врбаитот е решена од страна на Омаса (Ohmaza) и Новацки (Nowacki) (1971).

ДОРАЛШАРИТ, $(\text{Ti},\text{K})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

Доралшарит е најден во оксидациските зони на рудните маси (Balić Žunić et al. 1994). Се појавува како земјеножолти маси од субмикроскопски кристали. Овој минерал е член на алуни-тарозитната група и е изоморфен со тарозитот, $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$. За овие два минерала се вршени и спектроскопскоструктурни изучувања (Makreski et al. 2017). Често се среќава заедно со аморфните Fe-Mn сулфато-арсенати кои не содржат Ti. Минералот беше ендемичен до 2011 година, кога со EDX/XRD-анализи е откриен во талиумското богато наоѓалиште Ла Рукс, Шапел ен Валгаудемар (Франција), во форма на жолти кристали од 1,5 mm (Bourgoin et al. 2011).

ТАЛИУМФАРМАКОСИДЕРИТ, $\text{TiFe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Талиумфармакосидеритот е последниот откриен минерал (Rumsey et al. 2014) и во моментот петти ендемичен минерал од Алшар. Влегува во фармакосидеритната група кристализирајќи кубично. Примерок од овој минерал е депониран во збирките во Природонаучниот музеј во Лондон и во музејот „Викторија“, во Мелбурн.

ФАРМАКОЛИТ, $\text{CaHAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Рик (Riesck 1993) прв го објавил присуството на фармаколитот во ова наоѓалиште. Го опишал како сјајни игличести наслаги врз реалгарот, аурипигментот и голем број други карпи. Единични кристали многу ретко може да се најдат, а се среќава во асоцијација со пикрофармаколитот кој, во однос на првиот, почесто може да се сретне во Алшар (Makreski et al. 2018).

ПИКРОФАРМАКОЛИТ, $\text{Ca}_4\text{Mg}(\text{HAsO}_4)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$

Пикрофармаколитот бил идентификуван од Рик (Rieck 1993). Се јавува како густе наслаги со максимална дебелина од 0,5 mm по должината на прекршените површини. Кристалите со големина до 50 μm се листести и му даваат свиленакстобел или безбоен сјај на примерокот. Во една од најновите студии, овој минерал е и спектроскопскоструктурно карактеризиран (Makreski et al. 2018).

Експеримент со лорандит (LORandite EXPeriment – LOREX)

По негативните резултати од експериментот „Хоумстејк“/„Homestake“ на Дејвис, објавени од Бакол и Дејвис (Bahcall & Davis 1976), преку експериментирањето со $^{35}\text{Cl}/^{35}\text{Ar}$, Фридман и соработниците (Freedman et al. 1976a; 1976b) од националната лабораторија „Аргон“, во Аргон, Илиноис, во САД, објаснуваат дека треба да бараат нови детектори за Сончевите неутрина. За таа цел, Фридман (Freedman) и неговите соработници подготвиле детална студија за детекција на Сончевиот неутрински флукс со користење на неколку килограми од најдостапниот од многу ретките појави на познати талиумови кристални минерали, лорандит (TlAsS_2), со проценета старост од околу 10 до 15 милиони години. Талиумовите минерали се многу ретки во светот и се сметало дека лорандитот е достапен во доволни количества во местото на неговото првично откритие, во СР Македонија, во тогашна СФР Југославија (Geršanovski & Zdravkovski 2007 – 2008; Zdravkovski & Geršanovski 2009). Се верувало дека има соодветно количество од лорандит на длабочина од околу 120 m. Фридман и соработниците ја измериле содржината на Pb во музејскиот примерок од лорандит, која изнесувала околу 3 mg/kg, што укажувало на можна примена за неутрински експеримент.

Поради тоа, националната лабораторија „Аргон“ во Чикаго, во Илиноис, во САД (Argonne National Laboratory, Chicago, Illinois, USA), на 7 март 1975 година, преку југословенската амбасада во САД, до југословенската влада доставила писмо со барање информација за состојбата на лежиштето Алшар кое и тогаш било познато како најбогатото со талиумови минерали во светот. По добивањето на бараната информација од југословенска страна и по посетата на професорот Мелвин Фридман (Melvin Freedman), од националната лабораторија „Аргон“, на претпријатието „Рудници и индустрија за никел, челик и антимон ФЕНИ“ во Кавадарци и на локалитетот Алшар, во 1976 година, Фридман (Freedman & Zucks 1976a) предложил како детек-

тор да се користи талиумот кој, при интеракција со неутрината, се трансформира во олово.

Почетокот и крајот од оригиналот на подготвената информација, како и целосниот препечатен текст, подготвен од Томислав Иванов, Борис Ребула и Драган Ангелески (Ivanov et al. 1975), дадени се во монографијата „Алшар – светско природно богатство“ (Јовановски et al. 2018). Во ова монографско издание, во продолжение се дадени, исто така, оригиналот и препечатениот текст на Извештајот на професорот Фридман од посетата на ФЕНИ и на локалитетот Алшар (Freedman & Zucks 1976a)

Поради тоа, научните работници од САД, на чело со професорот Фридман, упатиле официјално барање, преку американската влада, до тогашната југословенска влада, да бидат отстапени неколку килограми од минералот лорандит од рудникот Алшар за да можат да извршат одредени експерименти. Меѓутоа, нивното барање тогаш било одбиено. Се претпоставува дека причината за ова одбивање е прогласувањето на рудникот Алшар од страна на тогашната југословенска влада за локалитет од посебна важност за државата кој бил ставен под контрола на војската (Здравковски 2009).

Како и да е, почнувајќи од 1985 година, голем број институции од Европа и од САД соработувале во овој многу комплексен, мултидисциплинарен меѓународен проект, чиј акроним е ЛОРЕКС/LOREX, од: „ЛОРандит ЕКСперимент“/*LORandite EXperiment* (Pavićević 1988). Првиот интерес на старата идеја на Фридман е произлезен од контактите меѓу колегите од Националната лабораторија „Аргон“ во Чикаго, во САД, Техничкиот универзитет во Минхен и „GSI Хелмхолцовиот центар за истражување на тешки јони“ во Дармштат, во Германија. Според Павиќевиќ (Pavićević 1988, 1994), оваа идеја е поддржана од проф. Морианага од Техничкиот универзитет во Минхен (Dockhorn et al. 1991) и првпат е формиран меѓународниот проект наречен „Детекција на Сончеви неутрина со талиумови минерали“ (*Solar Neutrino Detection by Thallium Minerals*). Овој проект вклучува многу истражувачи од поранешна Југославија, Германија и други земји. Во овој проект беа вклучени следниве институции: Рударско-геолошкиот факултет, Технолошко-металуршкиот факултет и Институтот „Борис Кидрич“ во Белград, Природно-математичкиот факултет во Нови Сад, Природно-математичкиот факултет и Институтот „Руѓер Бошковиќ“ во Загреб, „GSI Хелмхолцовиот центар за истражување на тешки јони“ во Дармштат, Факултетот за природни науки во Салцбург, Институтот за минералологија и петрологија ЕНТ во Цирих, Институтот за хемија „Макс Планк“ во Мајнц,

Институтот за нуклеарна физика „Макс Планк“ од Хајделберг и Техничкиот универзитет од Минхен.

Од македонска страна во овие активности, од почетокот, бил вклучен професорот Томислав Иванов од Рударско-геолошкиот факултет во Штип, а од 1986 година и истражувачите од Природно-математичкиот факултет, од Институтот за рударство и металургија и Центарот за радиоизотопи во Скопје.

Во 1988 година, од Фондот за научен развој на Југославија (т.н. Матиќев фонд) добиени се средства од околу 300.000 DM, со кои беа извршени опсежни рударски активности, со што е овозможено да се земе голема количина руда од внатрешноста на рудникот. Од оваа руда, по методата што беше разработена во Институтот за рударство и металургија во Скопје, добиено е околу 1 kg чист минерал лорандит и неколку килограми од другите минерали застапени во рудникот (реалгар, стибнит, аурипигмент и др.). Земните примероци од рудата и издвоените минерали се дистрибуирани до учесниците на Проектот за натамошни истражувања.

Меѓутоа, распаѓањето на Југославија и војните доведоа до распаѓање и на југословенскиот проект, а значително се намали и интересот на германските истражувачи, што повторно ги оддалечи странските фондации со кои би се продолжило со истражувањата. Сепак, поради големото залагање на професорот Павиќевиќ, во соработка со универзитетите во Салцбург и во Виена, во Австрија, а со поддршка на австриската влада, и во периодот потоа, па сè до денес, се вршат истражувања за решавање на одредени проблеми поврзани со можноста за примена на лорандитот како детектор на Сончевите неутрина (Pavićević & Amthauer 2012).

Резултатите од сите области на истражувањата во проектот „ЛОРЕКС“/„LOREX“ (астрофизичките, нуклеарните, геохемиските, минералешките и др.) се објавени во зборниците на трудови и на апстракти на пет меѓународни конференции и работилници одржани во Минхен (Nolte 1986), две конференции одржани во Дубровник, во 1988 година (Nolte & Pavićević 1988) и во 1990 година (Pavićević & Amthauer 1994), во Скопје (Stafilov 1993), во Салцбург, во Австрија, во 1994 година (Pavićević & Amthauer 1994) и во Белград, во 1996 година (Pavićević 1996).

Бидејќи лорандитот е природен детектор на Сончеви неутрина, сите релевантни геолошки и генетски аспекти на лежиштето Алшар, како и минералешките карактеристики на лорандитот и когенетските минерали, се многу важни и мора да бидат многу детално испитани за да се разбере влијанието на неутрината и космичкото зрачење на лорандитот како детектор. Успешното завршување на проектот зависи од точноста и прецизноста на

мерењето на одредени геолошки, минералошки и геохемиски параметри и карактеристики, како и од степенот на тие истражувања (Amthauer et al. 2012).

Според Амтауер и соработниците (Amthauer et al. 2012), пред да се продолжи со последните два чекора, односно (i) утврдувањето на попречниот пресек за веројатноста за зафат на неутрино од ^{205}Tl (Bosch et al. 1996) и со (ii) тешкото и скапо определување на количеството на ^{205}Pb во лорандитот со Шоткиевата (Schottky-ева) масена спектрометрија (Litvinov et al. 2004), треба да се решат задоволително неколку геолошки проблеми:

1. Просторните појави на лорандитот, како и неговата генеза во рудното наоѓалиште Алшар, треба да бидат познати, со посебно внимание на земањето доволно материјал за понатамошни испитувања. Ова бара детално познавање на двете рудни тела на локалитетот, како и на парагенезата на рудата, особено лорандитот и когенетските минерали (реалгар, аурипигмент).

2. Треба да се испитаат хемискиот состав на лорандитот, како и содржината на елементите во траги, особено содржината на радиоактивните елементи (U, Th), кои придонесуваат во таканаречениот фон, како и вкупното количество на сите изотопи на оловото кои влијаат на точното аналитичко определување на ^{205}Pb . Ако вкупното количество Pb во лорандитот е многу големо, тогаш определувањето на ^{205}Pb е многу тешко или речиси невозможно (^{205}Pb -детекцијата).

3. Бројот на ^{205}Pb -атомите $[(N^{205}\text{Pb})_B]$ добиени од космичкото зрачење и од елементите U и Th, мора да биде точно утврден (поради фонот).

4. Староста на лорандитот треба да биде позната поради важноста на временската секвенца на формирањето на лорандитот.

5. Палеолошката длабочина на лорандитот, како и степенот на ерозијата како функција од времето, се важни параметри за определување на фонот од космичкото зрачење.

Во овој прегледен труд, накусо ќе стане збор само за просторната застапеност на лорандитот на локалитетот Алшар, како и за неговиот хемиски состав.

Рудното лежиште Алшар и просторната застапеност на лорандитот

Просторната застапеност на лорандитот, како и неговата генеза во рудното лежиште Алшар, треба добро да се познаваат од аспект на обезбедувањето доволно количество материјал за понатамошни испитувања. Ова бара детално познавање на двете рудни тела во лежиштето, односно Црвен

Дол и Централниот дел, како и на парагенезата на рудата, особено на лорандитот и когенетските минерали (реалгар, аурипигмент).

Од досега објавените литературни податоци може да се заклучи дека рудното лежиште Алшар е добро проучено преку многу студии, почнувајќи од истражувањата извршени од страна на Геолошкиот завод на СР Македонија, извршени во периодот од пред околу 70 години, па сè до средината на 1970-тите. Геологијата и петрологијата на лежиштето се добро презентирани во неколку публикации, во кои е објаснето дека во геолошката основа на лежиштето Алшар доминантни се формации од средниот и горниот тријас и од калциум-алкалните вулcano-интрузивни од неогенот (за подробности-те види: Јовановски и др. 2018).

Од сите овие истражувања заклучено е дека во северниот дел од лежиштето доминираат As и Tl, придружени со помали количества Sb, како и на одредени места траги од Hg и Au, додека во централниот дел од лежиштето доминираат Sb и Au, кои исто така, содржат значајни количества As и Tl, помали количества Ba и Hg, како и траги од Pb. Јужниот дел на лежиштето се карактеризира со доминација на минерализацијата на златото, проследена со променливи количества Sb. Најголемиот дел од талиумовите минерали (со доминантно присуство на минералот лорандит) се наоѓаат во рудното тело Црвен Дол, кое се наоѓа во северниот дел на локалитетот Алшар. Минералите присутни во рудникот Алшар се добро опишани во многу публикации и сумирани во прегледните трудови на Рик (Rieck 1993) и на Боев и соработниците (Boev et al. 2001 – 2002), и многу добро се објаснети и илустрирани од Јовановски и соработниците (Jovanovski et al. 2012).

Важно е да се додаде дека тимот на Благој Петров од Институтот за рударство и металургија во Скопје веќе има развиено постапка за успешно сепарирање на минералот лорандит од рудата на локалитетот Црвен Дол во Алшар, добивајќи околу еден килограм релативно чисти кристали од лорандит (Petrov et al. 1994), кој бил користен во понатамошните студии. За концентрирање на лорандитот од рудата биле користени следниве методи: гравитациско концентрирање со „тешки“ течности, гравитациско концентрирање со користење сепарациона маса, магнетна сепарација со висок интензитет, како и нивни комбинации.

Хемиски состав на лорандитот

Вкупната содржина на Pb во лорандитот директно влијае на чувствителноста и точноста на определувањето на ^{205}Pb . Колку е поголема вкупната

содржина на Pb во лорандитот толку се помали чувствителноста на методот за определување на ^{205}Pb и точноста на неговото мерење. Затоа, хемискиот состав на лорандитот од локацијата Црвен Дол и содржината на елементите во траги обемно се истражувани (Pavićević 1988; Todt 1988; Pavićević & El Goresy 1988; Palme et al. 1988; Ljubičić et al. 1988; Preisenberger et al. 1988; Anovski et al. 1993; Pavićević 1994; Frantz et al. 1994, Stafilov et al. 1994; Lazaru et al. 1999; Jaćimović et al. 2002; Boev et al. 2017). Лорандитот од локалитетот Црвен Дол има речиси стехиометриски состав и се карактеризира со многу ниска содржина на елементи во траги, особено Pb, U и Th. Концентрациите на овие елементи се значително пониски во реалгарот, како и во аурипигментот (Pavićević 1994).

Структурната карактеризација и чистотата на лорандитот и другите минерали присутни на локалитетот Алшар, исто така, се проучувани со примена на инфрацрвена спектроскопија (Trajkovska et al. 1992, 1993; Šoptrajanov et al. 1993, 1994, 1997).

Преглед на резултатите во рамките на проектот „Лорекс“

Резултатите постигнати до денес, како и очекуваните резултати од идните истражувања, може да се поделат во три групи.

Резултати постојани до сега

– Рудните тела со антимон, арсен и талиум, на локалитетите Црвен Дол (As-Tl) и централниот дел (Sb-As-Tl), може да обезбедат доволни количества руда за сепарација на „чисти кристали“ од лорандит, во количества до неколку килограми, од најмалку три различни длабочини од површината на почвата (Janković & Jelenković 1994).

– Содржината на елементите во траги во лорандитот и когенетските минерали релагар и аурипигмент се многу ниски и лорандитот има речиси стехиометриски состав (Pavićević 1988; Pavićević & El Goresy 1988; Palme et al. 1988; Pavićević 1994; Frantz et al. 1994).

– Просечните концентрации на Pb, U и Th во лорандитот се респектабилни: 3,6 ppm Pb, 0,12 ppm U и 0,02 ppm Th, соодветно (Pavićević 1994; Frantz et al. 1994).

– Просечните концентрации на Pb, U и Th, во реалгарот се: 0,02 ppm Pb, 0,03 ppm U и 0,004 ppm Th, соодветно (Pavićević 1994; Frantz et al. 1994).

– Просечните концентрации на Pb, U и Th, во аурипигментот се: 0,77 ppm Pb, 0,04 ppm U и 0,004 ppm Th, соодветно (Pavićević 1994; Frantz et al. 1994).

– Геолошката ера на хидротермално изменетите андезити од локацијата Црвен Дол, одредена на санидини, изнесува $4,22 \pm 0,07$ Ma (Troesch & Frantz 1992).

– Геолошката старост на хидротермално изменетите андезити на локалитетот Рудина, која е тесно поврзана со централниот дел на локалитетот Алшар, определена на санидини, изнесува $4,31 \pm 0,02$ My (Neubauer et al. 2009).

– Со процена на максималниот степен на ерозија на осум различни локации на Алшар со користење на еден радиоактивен (^{26}Al) и два стабилни (^3He и ^{21}Ne) нуклиди во кварц, санидин и диопсид, како мониторинг-минерали, добиени се 85 % од вредностите, кои се движат од ~ 20 m/Ma до ~ 90 m/Ma, во зависност од локацијата. Врз основа на „кривите на островската ерозија“ за $^{26}\text{Al}/^{21}\text{Ne}$, може да се заклучи дека областа Алшар имала компликувана историја на космичко зрачење на површинските карпи. За време на плиоценот, очигледната старост на изложеноста се движи од 9 до 93 ka, додека староста на покривање изнесува ~ 500 ka $^{-3}$ Ma (Pavićević et al. 2012).

Испиражувања во шек

– Во моментот се изведуваат мерења со AMS на ^{53}Mn во примероци од пирит-марказит од локалитетот Црвен Дол и од две локации што му припаѓаат на централниот дел. Врз основа на овие резултати, стапката на ерозија ќе се пресметува со користење на три космогени нуклиди во два различни минерали – кварц и пирит-марказит.

– Исто така, се прават и истражувања за определување на степенот на ерозија во седиментите на Мајданска Река со користење на космоген нуклид ^{10}Be . Овие податоци треба да обезбедат просечна вредност на степенот на ерозија според Фон Бланкенбург (Von Blanckenburg 2006).

Планирани испиражувања во блиска иднина

– Повторно отворање на подземните рудници (тунели и поткопи) од локалитетите Црвен Дол и во централниот дел за да се извадат доволни количества од лорандит и когенетски минерали реагар, аурипигмент и пирит.

– Збогатување и сепарирање на лорандит од когенетските реалгар, аурипигмент и пирит. Ова ќе биде последната фаза на геолошките истражувања на Алшар во рамките на проектот „ЛОРЕКС“/„LOREX“.

– Од сите резултати од досегашните геолошки, минералошки и геохемиски истражувања на рудното лежиште Алшар и од истражувањата планирани за блиска иднина, може да се заклучи дека успешното завршување на проектот „ЛОРЕКС“/„LOREX“ може да се реализира со голема сигурност.

Истражувања на флората на локалитетот Алшар

Историски преглед

Локалитетот Алшар и неговата поширока околина, на пошироката европска ботаничка јавност ѝ станаа познати преку истражувањата на Форманек (Formanek) и Дерфлер (Dörfler). Чешкиот ботаничар Форманек (Formánek 1894a, 1984b), за време на неговите флористички истражувања во повеќето балкански земји, реализирани во периодот 1890 – 1900 година, објавил неколку трудови кои се однесуваат на флората на одделни делови на Балканскиот Полуостров, вклучително и за територијата на Македонија, во кои се наведуваат податоци за планината Дудица-Конопиште, Мрежичко и Рожден. Неговата хербариумска збирка е подоцна обработена и ревидирана од Вандас (Vandas 1909). Во текот на 1890 и 1893 година, на територијата на Македонија престојува Игнац Дерфлер (Ignac Dörfler) од Ботаничката градина и музеј во Виена, кој посетил неколку локалитети во Македонија, меѓу кои и локалитетот Алшар. Неговиот собран хербариумски материјал малку подоцна е обработен и објавен од Ветштајн (Wettstein 1892), Бек (Beck 1894), Деген и Дерфлер (Degen & Dörfler 1897), Ронигер (Ronniger 1924) и други. Бек (Beck 1894) ги објавува трите нови видови за науката од родот *Viola*, од локалитетот Алшар – *Viola arsenica*, *Viola allchariensis* и *Viola X halacsiana* (*V. allchariensis* X *V. arsenica*). Објавениот труд на Деген и Дерфлер (Degen & Dörfler 1897) има посебно значење бидејќи во него се објавуваат многу интересни флористички податоци од повеќе локалитети на територијата на Македонија, меѓу кои и неколку нови видови за науката од локалитетот Алшар, како што се *Onobrychis degenii*, *Galium kernerii*, *Campanula formanekiana*, а со детални описи и илустрации повторно се навраќа на претходно опишаните видови темјанушки – *Viola arsenica*, *Viola*

allchariensis и *Viola X halacsiana*. Подоцна, Ронигер (Ronniger 1924) опишал уште еден нов вид за науката од овој простор, алшарската мајчина душичка – *Thymus alsarensis*, чиј таксономски статус сè уште е предмет на дополнителни анализи.

Во почетокот на XX век, периодот пред и по Балканските војни, како и за време и по Првата светска војна, флористички податоци за одделни ретки видови од локалитетот Алшар наведуваат Борбас (Borbas 1902), Дегранк (Degranc 1902), Домин (Domin 1904), Хандел-Мацети (Handel-Mazzeti 1909), Хајек (Hayek 1920), Кошанин (Košanin 1921), Херцог (Herzog 1922), Стојаноф (Stojanoff 1928) и други.

Посебно значење за флората во Македонија имаат истражувањата на познатиот германски ботаничар Јозеф Борнмилер (Josef Bornmüller), одличен познавач на флората од јужните делови на Балканскиот Полуостров и Мала Азија. Во над 30 трудови посветени на флората во Македонија, Борнмилер (Bornmüller) опишал над 70 таксони нови за науката, чии *Locus classicus* се наоѓа на територијата на Македонија. Во текот на неговите теренски истражувања, кои се одвивале во текот на 1917 – 1918 година, тој посетил многу локалитети на територијата на Македонија и собрал богат хербариумски материјал. Притоа, на располагање имал и хербариумски материјал собиран од други истражувачи, како што е случајот со хербариумскиот материјал од К. Шер (K. Scheer) (околу 600 хербариумски примероци), собран од околината на Алшар. Борнмилер (Bornmüller 1921, 1925, 1926, 1928, 1932) објавува мноштво податоци кои се однесуваат на локалитетот Алшар, вклучително и новоопишаниот вид за науката, *Centaurea leucomala*, чиј холотип потекнува од овој локалитет.

Сошка (Soška 1933, 1938/1939), во своите трудови кои се однесуваат на клисурите на реките во Македонија, повторно ги афирмира податоците на Деген и Дерфлер (Degen & Dörfler 1897) и на Борнмилер (Bornmüller 1921, 1926, 1926, 1928, 1932), кои се однесуваат на локалитетот Алшар, и дополнува извесен број нови податоци, а малку подоцна одделни податоци за Алшар наведуваат Ахтаров и Линтнер (Achтарov & Lindtner 1940), Рекингер (Rechinger 1941), Пулевиќ (Pulević 1979), Лакушиќ и Гргиќ (Lakušić & Grgić 1971).

Ботаничкиот интерес за овој простор не прекинува сè до денес. Мицевски (1981, 1985, 1990, 1993, 1995, 1998, 2001), Мицевски & Матевски (1987, 2000, 2005) и Матевски (2009, 2010, 2013), во одделни сепаратни трудови, но особено при обработката на синтетичното дело „Флората на Република Македонија“, наведуваат голем број податоци за овој локалитет,

даваат критички осврт на сите дотогашни податоци кои се однесуваат на територијата на Македонија, вклучително и на податоците кои се однесуваат на локалитетот Алшар и на неговата поширока околина. Притоа, од овој локалитет опишани се три нови видови за науката – *Knautia caroli-rechingeri*, *Centaurea kavadarensis* и *Alyssum kavadarensis* (Мицевски 1981, 1990).

Ендемизам – ендемити од флората на Алшар

Ендемизмот претставува појава на уникатна биолошка разновидност која се развива на одреден простор.

Според Мицевски и Матевски (Micevski & Matevski 1987), најзначајни центри на ендемизмот на територијата на Македонија претставуваат високите планини, тесните и длабоките клисури на поголемите реки, како и некои делови од низинскиот појас (како што е пошироката околина на Прилеп – Трескавец, Сивец, Плетвар, Козјак, Мариово, степоликото подрачје помеѓу Велес, Штип и Неготино, и околината на Кавадарци – Алшар).

Помеѓу нив, Алшар зазема посебно место, бидејќи од еден сосема мал простор опишани се неколку видови, нови за науката – *Alyssum kavadarcensis*, *Centaurea kavadarensis*, *Centaurea leucomalla*, *Knautia caroli-rechingeri*, *Viola allchariensis*, *Viola arsenica*, *Viola X halacsyana*, кои претставуваат локални ендемични видови (стеноендеми), кои се карактеризираат со многу мал адаптивен капацитет, со врзаност кон специфична геолошка подлога и со многу ограничено распространување.

Помеѓу нив, посебно би требало да се издвојат двете темјанушки – *Viola arsenica* и *Viola allchareinsis*, кои се простираат на површина од само неколку хектари и тие, денес, претставуваат ботанички заштитен знак на овој простор. Тие се специфични биоиндикатори за типот на геолошката подлога, бидејќи се развиваат исклучиво само на подлога од антимон и арсен. Од локалните ендеми, откриени првпат на овој локалитет, значаен е видот *Knautia caroli-rechingeri*, опишан од проф. Кирил Мицевски, а именуван по презимето на еден од најдобрите познавачи на балканската флора и на флората на Мала Азија и Блискиот Исток – австрискиот ботаничар, проф. Карл Рекингер (Karl Rechinger).

Локалитетот Алшар и поблиската околина претставуваат *Locus classicus* уште на неколку видови опишани од овој простор (*Asyneuma canescens* subsp. *cordifolium*, *Campanula formanekiana*, *Galium kernerii*,

Hesperis theophrastii, *Onobrychis degenii*, *Thymus alsarensis*), но тие се карактеризираат со пошироко распространување на територијата на Македонија и во одделни земји на Балканскиот Полуостров.

Најзначајни локалитети за флората во пошироката околина на Алшар

Поширокиот простор околу локалитетот Алшар изобилува со богата флорно-вегетациона разновидност. Како најзначајни флористички локалитети на тој простор можат да се издвојат следниве:

Околината на с. Мајдан-Алшар, Црвен Дол: Од ботанички аспект, тоа е најзначајниот локалитет на овој простор, каде што во минатото се одвивале интензивни рударски истражувања и експлоатација на антимонска руда од рудникот Алшар. Како последица на напуштените рударски активности на овој простор во еден подолг период, најзначајните растителни видови во околината на селото Мајдан – Алшар и Црвен Дол се со релативно добра биолошка виталност. Заканите што произлегуваат од евентуалното преземање нови рударски активности на овој простор може дополнително негативно да се одразат врз опстанокот на локалните ендемични видови на ова подрачје, особено на следните видови: *Viola alsharensis*, *Viola arsenica*, *Viola X halacsyana*, *Centaurea leucomalla*, *Knautia caroli-rechingeri* и *Onobrychis degeni*, чии популации се развиваат во непосредна близина на напуштените рудници, каде што се наоѓаат нивните класични наоѓалишта. Денес, современите концепти за заштита на загрозените растителни видови посебно внимание посветуваат на заштитата на класичните наоѓалишта (*locus classicus*) на видовите, бидејќи на тој начин се чуваат и се одржуваат изворните популации на видовите, односно изворниот генетски потенцијал што послужил како основа за опишување на одреден вид или на друг понизок таксон.

Поради тоа, треба да се преземат посебни мерки за заштита, особено на локалитетите Алшар и Црвен Дол, каде што непосредно, околу старите рударски окна и во нивната околина, сè уште се присутни значително деградирани станишта, во чија близина е концентриран најголемиот број ендемични видови што се опишани од тој простор: *Asyneuma canescens* subsp. *cordifolium*, *Centaurea leucomalla*, *Hesperis theophrastii*, *Knautia caroli-rechingeri*, *Onobrychis degenii*, *Thymus alsarensis*, *Viola alsharensis*,

Viola arsenica, *Viola X halacsyana*, како и други значајни локални и глобално загрозени видови.

Клисурата на Мајданска Река (Мрежичко – Рожден – Мајдан): Автентичниот изглед на оваа клисура, со изградбата на патот за рудникот 'Ржаново и на патот до селата Рожден и Мајдан, е мошне нарушен. Сообраќајот со тешки возила за потребите на рудникот 'Ржаново, каде што долго време се одвиваа интензивни градежни и рударски активности, како и за потребите на шумското стопанство во Кавадарци, претставува дополнително оптоварување на поширокиот простор. На овој простор се наоѓаат класичните наоѓалишта на видовите *Alyssum kavadarcensis*, *Centaurea kavadarensis* и *Galium kernerii*, како и значајни популации на видовите *Alkanna noneiformis*, *Centaurea grbavacensis*, *Eryngium serbicum*, *Ramonda nathaliae* и други, кои претставуваат флористичка реткост на тој простор и пошироко на територијата на Македонија (*Astragalus monspessulanus*, *Campanula formanekiana*, *Hypericum cerastioides*, *Ophioglossum vulgatum*, *Ranunculus lateriflorus*, *Saxifraga grisebachii* и други).

Трибор: Потегот од селото Мајдан до Трибор претставува еден од најдобро зачуваните шумски комплекси со црн и бел бор во Македонија. Тука се присутни сè уште добро зачувани букови и елово-букови шуми. Нивното одржливо стопанисување ќе доведе до зачувување на виталниот шумски потенцијал на ова подрачје, што треба задолжително да се земе предвид при изработката на идните шумско-стопански основи или во менаџмент-плановите за управување со овој простор во рамките на поширокиот простор на Мариово. Посебно значајни видови на овој простор се: *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Abies borisii-regis*, *Daphne blagayana*, *Daphne laureola*, *Hypericum cerastioides*, *Hypericum hirsutum*, *Festuca gigantea*, *Veronica urticifolia*, *Chenopodium foliosum*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Paris quadrifolia*, *Gentiana lutea* subsp. *symphiandra*, *Anemone ranunculoides*, *Laser trilobum* и други.

Литература

На кирилица:

- Архив на Македонија. (1971). *Турски документи за историјата на македонскиот народ* – опширен пописен дефтер бр. 4 (1467 – 1468), Скопје.
- Барик, Љ. (1969 – 1970). Минералоски откритија врз материјалите од македонски наоѓалишта, *Трудови на Геолошкиот завод на СРМ*, **14**, 55–66.
- Боев, Б. (1988). *Петролошки, геохемиски и вулканолошки карактеристики на вулканскиот карпн од Кожуф Планина*, Докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет, Штип, стр. 195.
- Величковиќ, С. (1966). *Алшар, Извештај о истражним радовима у 1965 години*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Геолошки завод на СРМ. (1972). *Извештај за истражните работи на објектот „Алшар“ во 1972 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Геолошки завод на СРМ. (1973). *Извештај за извршените истражни работи во „Алшар“ во периодот од 21.V до 1. IX 1973 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Закон за прогласување на локалитетот Алшар за споменик на природата, *Службен весник на Република Македонија*, бр. 83, 3 јули 2009, стр. 8.
- Закон за прогласување на престанок на важењето на Законот за прогласување на локалитетот Алшар за споменик на природата, *Службен весник на Република Македонија*, бр. 59, 2012, стр. 17.
- Иванов, Т. (1955). *Годишен извештај за извршените работи и постигнатите резултати во рудникот „Алшар“ во 1954 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Иванов, Т. (1956). *Годишен извештај за рударските истражи на антимон – Алшар во 1955 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Иванов, Т. (1957). *Годишен извештај за истражните работи во Алшар во 1956 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Иванов, Т. (1961). *Прорачун на резерви во Алшар за опробување со опшочнување во 1957 година*, Геолошки завод на НРМ, Скопје⁷.
- Јовановски, Г., Боев, Б., Стафилов, Т., Макрески, П., Матевски, В., Боев, И. (2018). Алшар – светско природно наследство (Allchar – a world natural heritage), Македонска академија на науките и уметностите, Скопје, стр. 240 (двојазично македонско-англиско издание).
- Књнчов, В. (1900). *Македонија. Етнографија и статистика*, Софија, стр. 281–283.
- Матевски, В. (2009). „Флористички и вегетациски истражувања на територијата на Македонија (1839 – 1945)“. Материјали од Меѓународниот научен собир „Откривањето и проучувањето на Македонија во европската наука со формирањето на македонските древни институции“. Скопје: МАНУ: 313–342.
- Матевски, В. (2010). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **2**(1): 1–187.
- Матевски, В. (2013). „Разновидност и потекло на флората на Република Македонија“. Пристапни предавања, прилози и библиографија на новите членови на Македонската академија на науките и уметностите, МАНУ: 125–186.

⁷ Пресметка на резервите во Алшар за земање проби започнувајќи од 1957 година.

- Мицевски, К. (1985). „Флора на СР Македонија“. МАНУ, **1**(1), 1–152.
- Мицевски, К. (1990). „Новитети од родот *Dianthus* L. (*Caryophyllaceae*) во флората на СР Македонија“. *Прилози*, Одд. биол. мед. науки, МАНУ, **7** (1-2), 31–46.
- Мицевски, К. (1993). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **1**(2), 153–391.
- Мицевски, К. (1995). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **1**(3), 401–772.
- Мицевски, К. (1998). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **1**(4), 781–1113.
- Мицевски, К. (2001). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **1**(5), 1121–1430.
- Мицевски, К., Матевски, В. (2005). „Флора на Република Македонија“. МАНУ, **1**(6), 1433–1715.
- Мирчевски, А. (1972). *Извештај за истражуванијте работи на објектот „Алишар“ со пресметка на рудните резерви во 1972 година*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.
- Одлука за избор на најповолна понуда за доделување на концесија за детални геолошки истражувања на минерална сировина – металични минерални сировини на Друштвото за обработка на податоци, хостирање и слични дејности „ИН-ФОГРУП“ ДОО Скопје, на локалитетот „Мајдан“, Општина Кавадарци, *Службен весник на Република Македонија*, бр. 95, 2013, стр. 22.
- Стојановски, А. (1974). *Елаборат за пресметка на рудните резерви на рудник „Алишар“*, Геолошки завод – Скопје, Скопје.

На латиница:

- Achteroff, B., Lindner, V. (1940). Beitrag zur Kenntnis der *Dianthus*- und *Centaurea*-Arten Mazedoniens und Albaniens. *MKN*, **13**, 195–200.
- Amthauer, G., Pavićević, M. K., Jelenković, R., El Goresy, A., Boev, B., Lazić, P. (2012). *State of geoscientific research within the lorandite experiment (LOREX)*, *Miner. Petrol.*, **105**, 157–169.
- Anovski, T., Cvetanovska, L., Geršanovski, D., Popov, V. (1993). Gamma spectrometric determination of U and Th in Allchar ore and mineral samples, *Geologica Macedonica*, **7**, 31–33.
- Bahcall, J. N., Davis, Jr., R. (1976). Solar neutrinos: A scientific puzzle, *Science*, **191**, 264–267.
- Balić Žunić, T., Ščavničar, S., Engel, P. (1982). The crystal structure of rebulite, $\text{Ti}_5\text{Sb}_3\text{As}_8\text{S}_{22}$, *Z. Kristalogr.*, **160**, 109–125.
- Balić Žunić, T., Möelo, Y., Lončar, Ž., Michelsen, H. (1994). Dorallcharite, $\text{Ti}_{0.8}\text{K}_{0.2}\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, a new member of the jarosite-alunite family, *Eur. J. Mineral.*, **6**, 255–263.
- Balić Žunić T., Karanović L., Poletti D. (2008). Crystal structure of *picotpaulite*, TiFe_2S_3 , from Allchar, Macedonia, *Acta Chim. Slov.*, **55**, 801–809.
- Barić, Lj. (1958). Neuuntersuchungen des Loranditvorkommens von Mazedonien Vergleich der Mineralvergesellschaftungen in den beiden bisher unbekannten Fundorten des Lorandits, *Schweizer Miner. Petrogr. Mitt.*, **38**, 247–253.
- Beck, G. (1894). Jahres-Kat. Wien. Bot. Tauschverein.
- Beran, A., Goetzinger, M. A., Rieck, B. (1994). A fluid inclusion study of realgar from the Allchar deposit, Macedonia, *N. Jb. Miner., Abh.*, **167**, 345–348.

- Boev, B., Bermanec, V., Serafimovski, T., Lepitkova, S., Mikulcic, S., Soufek, M., Jovanovski, G., Stafilov, T., Najdoski, M. (2001 – 2002). Allchar mineral assemblage, *Geol. Macedonica*, **15/16**, 1–23.
- Boev, B., Stojanov, R., Denkovski, G. (1993). Geology of Allchar polymetallic deposit, Macedonia, *Geologica Macedonica*, **7**, 35–39.
- Boev, I., Šorša, A., Tasev, G., Serafimovski, D., Boev, B. (2017). *Mineralogy and geochemistry of trace elements from Crven Dol – Alšar deposit (Republic of Macedonia)*. *Geologica Macedonica*, **31**, 5–20.
- Borbas, V. (1902). Hazánk meg a Balkán Hesperisei. – *Magy. Bot. Lap.*, 161–167, 196–204, 229–237, 261–272, 304–313, 344–248, 569–380.
- Bornmüller, J. (1921). Zur Gattung *Centaurea*. *BBC*, **38**, 458–465.
- Bornmüller, J. (1925). Beiträge zur Flora Mazedoniens, I. *Engl. Bot. Jahrb.*, **59**, 294–504, Leipzig
- Bornmüller, J. (1926). Beiträge zur Flora Mazedoniens, II. *Engl. Bot. Jahrb.*, **60**, 1–125, Leipzig.
- Bornmüller, J. (1928). Beitrag zur Flora Mazedoniens III. *Eng. Bot. Jahrb.*, **61**, 1–195.
- Bornmüller, J. (1932). Bearbeitung der von H. Burgeff und Th. Herzog in den Kriegsjahren 1916/18 in Mazedonien gesammelten Pflanzen, III. *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.*, **30**, 337–362.
- Bosch, F., Faestermann, Th., Friese, J., Heine, F., Kienle, P., Wefers, E., Zeitelhack, K., Beckert, K., Franzke, B., Klepper, O., Kozhuharov, C., Menzel, G., Moshhammer, R., Nolden, F., Reich, H., Schlitt, B., Steck, M., Stoeckle, T., Winkler, T., Takahashi, K. (1996). Observation of bound-state beta-decay of fully ionized ^{187}Re : $^{187}\text{Re}/^{187}\text{Os}$ cosmochronometry, *Phys. Rev. Lett.*, **77**, 5190–5193.
- Bourgoin, B., Favreau, G., Boulliard, J.-C. (2011). Jas Roux: un gisement exceptionnel à minéraux de thallium, *Le Cahier des Micromonteurs*, **3**, 2–91.
- Bujňáková, Z., Baláž, P., Makreski, P., Jovanovski, G., Čaplovičová, M., Zorkovská, A., Turianicová, E., Shpotyuk, O., Ingram, A., Lee, T.-C., Cheng, J.-J., Sedlák, J. (2015). Arsenic sulfide nanosuspensions prepared by circulation mill and their anti-cancer effect on H460 cell line, *J. Mater. Sci.* **50**, 1973–1985.
- Caye, R., Picot, P., Pierrot, R., Permingeat, F. (1967). Nouvelles donnees sur la verbaite, sa teneur en mercure, *Bull. Soc. fr. Mineral. Cristallogr.*, **90**, 185–191.
- Cvetković, Lj., Boronikhin, V. A., Pavičević, M. K., Krajnović, D., Gržetić, I., Libowitzky, E., Giester, G., Tillmanns, E. (1995). *Jankovičite*, $\text{Ti}_3\text{Sb}_9(\text{As},\text{Sb})_4\text{S}_{22}$, a new Ti-sulfosalt from Allchar, Macedonia, *Miner. Petrol.*, **53**, 125–131.
- Cvijić, J. (1906). *Basis of geography and geology of Macedonia and Old Serbia*, Beograd.
- Davis, R. Jr. (1964). Solar neutrinos. II. Experimental. *Phys. Rev. Lett.* **13**, 303–305.
- Davis, R. Jr., Harmer, D. S., Hoffman, K. C. (1968). A search for neutrinos from the Sun. *Phys. Rev. Lett.* **20**, 1205–1209.
- Degen, A., Dörfler, I. (1897). Beitrag zur Flora Albaniens und Mazedoniens. *DAWW*, **64**, 702–748.
- Degranc, L. (1902). Geographische Verbreitung der *Daphne blagayana* Freyer I. *ABZ*, **8**, 176–179.

- Dockhorn, B., Neumaier, S., Hartmann, F. J., Petitjean, C., Faestermann, H., Korschinek, G., Morinaga, H., Nolte, E. (1991). Determination of erosion rates with cosmic ray produced ^{36}Cl , *Z. Phys. Hadr. Nucl. A*, **341**, 117–119.
- Domin, K. (1904). Fragmente zu einer Monographie der Gattung *Koeleria*, I-II. MBL. **3**, 254–281; 329–348.
- Engel, P., Nowacki, W., Balić Žunić, T., Ščavničar, S. (1982). The crystal structure of simonite, $\text{TiHgAs}_3\text{S}_6$, *Z. Kristallogr.*, **161**, 159–166.
- Formanek, E. (1894a). Zweiter Beitrag zur Flora Serbien und Macedonien. *Verh. Naturf. Vereins Brünn*, **32**, 146–210.
- Formanek, E. (1894b). Zweiter Beitrag zur Flora Serbien, Macedonien und Thessalien. *Verh. Naturf. Vereins Brünn*, **34**, 255–365.
- Frantz, E., Palme, H., Todt, W., El Goresy, A., Pavićević, M. K. (1994). Geochemistry of Tl-As minerals and host rocks at Allchar (Macedonia), *N. Jb. Miner. Abh.*, **167**, 359–399.
- Freedman, M. S., Zucks, L. H. (1976). Report of visit to Fe-Ni Company, pp. 2.
- Freedman, M. S., Stevens, C. M., Horwith, E. D., Fuchs, H., Lerner, J. S., Childs, W. J., Hessler, J. (1976). Solar Neutrinos, proposal for a new test. *Science*, **193**, 1117–1118.
- Freedman, M. S. (1979). Tl as a low energy neutrino detector, *Informal Conference on the Status and Future of Solar Neutrino Research*, Editor: G. Frieland, Proceedings, **1**, RNL 50879, 313–360.
- Fukuda, Y. et al. (1998). Measurements of the Solar Neutrino Flux from Super-Kamiokande's First 300 Days, *Phys. Rev. Lett.*, **81**, 1158–1162.
- Geršanovski, D., Zdravkovski, Z. (2007/2008). Lorandite – Short history and significance to fundamental physics, *Mac. Phys. Teacher*, **2007/2008**, 33–39.
- Goldschmidt, V. (1896). Realgar von Allchar. Beispiel der Discussion eines Projektionsbildes, *Z. Krystallogr.*, **25**, 553–555.
- Goldschmidt, V. (1899). Über Lorandit von Allchar in Macedonien. *Z. Krystallogr.*, **30**, 272–294.
- Gržetić, I. (1993). Thallium sulphosalts and their phase diagrams related to natural mineral occurrences, *Geologica Macedonica*, **7**, 61–68.
- Hackman, V. (1897). Über eine neue Form am Realgar von Allchar in Macedonien, *Z. Krystallogr.*, **27**, 608–609.
- Handel-Mazzetti, H. F. (1909). Revision der balkanischen und vorderasiatischen *Onobrychis* arten aus des Sect. *Eubrychis*, II-III. OBZ, **59**, 424–430; 479–488.
- Hayek, A. (1920). Zwi neue *Tragopogon*-Arten. Fedde Rep. **27**, 36–37.
- Herzog, Th. (1922). *Botanische Studien eines Frontsoldaten in Macedonien*. ABZ, **24-25**, 8–23.
- Hofmann, R. (1891). Antimon – und Arsen-Erzbergbau “Allchar” in Macedonien, *Öst. Zeitsch. Berg.*, **39**, 167–173.
- Hofstra, A. H. and Cline, J. S. (2000). Characteristics and models for Carlin-type gold deposits, *Rev. Econ. Geol.*, **13**, 163–220.
- Ivanov, T. (1965). Zonal distribution of elements and minerals in the deposit Allchar, *Symposium: Problems of Postmagmatic Ore Deposition*, Pargue, Proceedings, Vol. II, 186–191.

- Ivanov, T., Rebula, B., Andeleski, D. (1975). Informacija za naodališteto za antimon (Sb), arsen (As) i talium (Tl) „ALŠAR” – Kavadarci, pp. 5⁸.
- Ivanov, T. (1986). *Allchar the richest or deposit of Tl in the world*, Proceedings on The Feasibility of the Solar Neutrino Detection with ²⁰⁵Pb by Geochemical and Accelerator Mass Spectroscopical Measurements, GSI-86-9, Darmstadt, pp. 1–6.
- Jakupi, B., Kostić, A., Antanasijević, R., Jovanović, L., Todorović, Ž., Parelygin, V. P., Stesenko, S. G. (1982). Određivanje geološke starosti auripigmenta is Alšara (Makedonija), *Bull. Mus. D'Histoire, Natur. Ser. A*, **37**, 156.
- Janković, S. (1988). The Allchar Tl-As-Sb Deposit, Yugoslawien and its specific metallogenic features, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res., A*, **271**, 286.
- Janković, S., Jelenković, R. (1994). Thallium mineralization in the Allchar Sb–As–Tl–Au deposit. *N. Jb. Mineral. Abh.*, 167, 283–297. Janković, S. (1960). Allgemeine Charakteristika der Antimonit Erzlagerstätten Jugoslawiens. *N. Jb. Miner. Abh.*, **94**, 506–538.
- Janković, S., Boev, B., Serafimovski, T. (1997). *Magmatism and Tertiary Mineralization of the Kožuf Metallogenic District, the Republic of Macedonia with Particular reference to the Allchar Deposit*, Faculty of Mining and Geology, Štip, Special Issue No. 5, pp. 1–262.
- Jannasch, P. (1904). Analyse des Lorandit von Allchar, *Z. Krystallogr.*, **39**, 122–124.
- Ježek, B. (1912). Vrbait, ein neues Thalliummineral von Allshar in Macedonien, *Z. Krystallogr.*, **51**, 365–378.
- Ježek, B. (1913). Vrbait, ein neues Thalliummineral von Allchar in Macedonien, *Z. Krystallogr. Miner.*, **51**, 365–378.
- Johann, Z., Pierrot, R., Schubnel, H.-J., Permingeat, F. (1970). La Picotpaulite TiFe_2S_3 , une nouvelle espèce minérale, *Bull. Soc. fr. Mineral. Krystalogr.*, **93**, 545–549.
- Jovanovski, G., Boev, B., Makreski, P. (2012). *Minerals from the Republic of Macedonia with an introduction to mineralogy*, pp. 664, Macedonian Academy of Sciences and Arts, Skopje.
- Karamata, S., Pavičević, M. K., Korikovkij, S. K., Boronikhin, V. A., Amthauer, G. (1994). Petrology and mineralogy of Neogene volcanic rocks from the Allchar area, the FY Republic of Macedonia, *N. Jb. Mineral. Abh.*, **167**, 317–328.
- Kolios, N., Innocenti, F., Maneti, P., Peccerillo, A., Giuliani, O. (1988). The Pliocene volcanism of the Voras Mts. (Central Macedonia, Greece). *Bull. Volcanol.*, **1**, 3–43.
- Košanin, N. (1921). Geografija balkanskih ramondija. *Glas. SKA*, **101** (43), 44–49.
- Krenner, J. A. (1894). Lorandit, ein neues Thallium-Mineral von Allchar in Macedonien, *Math. es term. tud. Ertesitő*, **12**, 473.
- Krenner, J. A. (1895). Lorandit, ein neues Thallium-Mineral von Allchar in Macedonien, *Math. es term tud Ertesitő*, **13**, 258–263.
- Krenner, J. A. (1897). Lorandit, ein neues Thallium-Mineral von Allchar in Macedonien, *Z. Krystallogr.*, **27**, 98–99.

⁸ Ivanov, T., Rebula, B., Angeleski, D. (1975). Informacija za naogjališteto za antimon (Sb), arsen (As) i talium (Tl) „ALŠAR” – Kavadarci, str. 5/Иванов, Т., Ребула, Б., Ангелески, Д. (1975). Информација за наоѓалиштето за антимион (Sb), арсен (As) и талиум (Tl) „Алшар” – Кавадарци, стр. 5.

- Lakušić, R., Grgić, P. (1971). Ekologija i rasprostranjenje vrsta *Narthecium scardicum* Koš., *Pinguicula balcanica* Cas., *Gymnadenia friwaldii* Hampe i *Silene asterias* Griseb. *Ekologija (Acta Biol. Jugoslavica)*, **6**(2): 337–350.
- Lazaru, A., Stafilov, T. (1993). Determination of Fe, Mn, Cu, Cr and Ni in some minerals from the Alšar mine by atomic absorption spectrometry, *Geologica Macedonica*, **7**, 73–80.
- Lazaru, A., Stafilov, T. (1998). Determination copper in sulfide minerals by Zeeman electrothermal atomic absorption spectrometry, *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **360**, 726–728.
- Lazaru, A., Ilić, R., Skvarč, J., Krištof, E. S., Stafilov, T. (1999). Neutron induced autoradiography of some minerals from Alchar mines, *Radiat. Meas.*, **31**, 677–682.
- Libowitzky, E., Giester, G., Tillmanns, E. (1995). The crystal structure of jankovičite, $\text{Ti}_5\text{Sb}_9(\text{As,Sb})_4\text{S}_{22}$, *Eur. J. Mineral.*, **7**, 479–488.
- Lippolt, H. J., Fuhrmann, U. (1986). *K–Ar Age determinations on volcanics of Allchar Mine*, Yugoslavia. GSI-report 86-9, Darmstadt, pp. 2.
- Libowitzky, E., Giester, G., Tillmanns, E. (1995). The crystal structure of jankovičite, $\text{Ti}_5\text{Sb}_9(\text{As,Sb})_4\text{S}_{22}$, *Eur. J. Mineral.*, **7**, 479–488.
- Loczka, J. (1904). Chemische Analyse des Lorandit von Allchar in Macedonien und des Claudetit von Szomolnok in Ungara, *Z. Krystalogr.*, **39**, 520–525.
- Ljubičić, A., Krčmar, M., Kaučić, S. (1988). Experimental determination of uranium and thorium in Allchar ore, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 262–263.
- Litvinov, Yu. A., Geissel, H., Novikov, Yu. N., Patyk, Z., Radon, T., Scheidenberger, C., Attallah, F., Beckert, K., Bosch, F., Falch, M., Franzke, B., Hausmann, M., Kerscher, Th., Klepper, O., Kluge, H.-J., Kozuharov, C., Loebner, K. E. G., Muenzenberg, G., Nolden, F., Steck, M., Wollnik, H. (2004). Precision experiments with time-resolved Schottky mass spectrometry. *Nucl. Phys.*, **A734**, 473–476.
- Makreski, P., Petruševski, G., Ugarković, S., Jovanovski, G. (2013). Laser-induced transformation of stibnite (Sb_2S_3) and other structurally related salts, *Vib. Spectrosc.*, **68**, 177–182.
- Makreski, P., Jovanovski, G., Boev, B. (2014). Micro-Raman spectra of extremely rare and endemic Tl-sulfosalts from Allchar deposit, *J. Raman Spectrosc.*, **45**, 610–617.
- Makreski, P., Stefov, S., Pejov, L., Jovanovski, G. (2017). Minerals from Macedonia. XXIX. Experimental and theoretical study of the vibrational spectra of extremely rare Tl-sulfate mineral from Allchar – dorallcharite, *Vib. Spectrosc.*, **89**, 85–91.
- Makreski, P., Todorov, J., Makrievski, V., Pejov, L., Jovanovski, G. (2018). Vibrational spectra of the rare-occurring complex hydrogen arsenate minerals pharmacolite, picropharmacolite and vladimirite. Dominance of Raman over IR spectroscopy to discriminate arsenate and hydrogen arsenate units, *J. Raman Spectrosc.*, **49**: 747–763.
- McDonald, A. B. (2013). SNO and future solar neutrino experiments, *Nucl. Phys.*, B – Proc. Suppl.: **235–236**, 61–67.
- mindat.org/min-2434.html (пристапено на 20 maj 2020).
- Micevski, K. (1981). *Knautia karoli-rechingerii* Micevski spec. nov. u flori Makedonije. *Acta bot. Croat.*, **40**, 233–243.

- Micevski, K., Matevski, V. (1987). *Teritorijalna podela endema u SR Makedoniji i problem njihove ugroženosti*. ANU BiH. Posebna izdanja. Odd. prir. nauka, Sarajevo, **14**, 199–207.
- Micevski, K., Matevski V. (2000). *Natural monuments in Proeva, N.*: NATURAL and cultural monuments. Ministry of information, 9–26, Skopje.
- Naumov, P., Makreski, P., Petruševski, G., Runčevski, T., Jovanovski, G. (2010). Visualization of a discrete solid-state process with steady-state X-Ray diffraction: Observation of hopping of sulfur atoms in single crystals of realgar, *J. Am. Chem. Soc.*, **132**, 11398–11401.
- Neubauer, F., Pavičević, M. K., Genser, J., Jelenković, R., Boev, B., Amthauer, G. (2009). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of geological events of the Allchar deposit and its host rock. *Geochim. Cosmoch. Acta*, **73**, 13.
- Nolte, E. (Ed.). (1986). *Proceeding of the Workshop on the Feasibility of ^{205}Pb Detection by Geochemical and Accelerator Mass Spectroscopica Measurements*, September 23 – 24, 1985, München, GSI Report 86-9, Darmstadt.
- Nolte, E., Pavičević, M. K. (Eds.). (1988). Solar neutrino detection, *International Conference on Solar Neutrino Detection with Tl and Related Topics*, September 29 – October 3, 1986, Dubrovnik, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 237–342.
- Nowacki, W. (1968). Über Hatchit, Lengenbachit und Vrbait, *N. Jb. Miner., Monat.*, **102**, 69–75.
- Ohmasa, M., Nowacki, W. (1971). The crystal structure of vrbait $\text{Tl}_4\text{Hg}_3\text{As}_8\text{Sb}_2\text{S}_{20}$, *Z. Kristallogr.*, **13**, 360–380.
- Palme, H., Pavičević, M. K., Spettel, B. (1988). Major and trace elements in some minerals and ore from Crven Dol, Allchar, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 314–319.
- Pauli, W. (1930). Letter, reprinted in *Neutrino Physics*, K. Winter (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- Pavičević, M. K., El Goresy, A. (1988). Crven Dol Tl deposit in Allchar: mineralogical investigation, chemical composition of Tl minerals and genetic implicatons, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 297–300.
- Pavičević, M. K. (1988). Lorandite from Allchar – A low energy solar neutrino dosimeter. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 287–296.
- Pavičević, M. K. (1994). The “LOREX” – Project, solar neutrino detection with the mineral lorandite, *N. Jahr. Min. – Abh.*, **167**, 205–245.
- Pavičević, M. K., Amthauer, G. (1994). Solar neutrino detection with Tl-205 – The “LOREX” project. *Proceedings of the International Symposium on Solar Neutrino Detection with Tl-205*, 9 – 12 October 1990, Dubrovnik, Yugoslavia, *N. Jahr. Min.-Abh.*, **167**, 125–426.
- Pavičević, M. K. (1996). *3rd Workshop on Geochemical Solar Neutrino Detection with ^{205}Tl – LOREX Project*, Belgrade, Programme and Abstract Book, 9 – 12 October 1990.
- Pavičević, M. K., Cvetković, V., Amthauer, G., Bieniok, A., Boev, B., Brandstatter, F., Gotzinger, M., Jelenković, R., Prelević, D., Prohaska, T. (2006). Quartz from Allchar as monitor for cosmogenic ^{26}Al : Geochemical and petrogenetic constraints, *Mineral. Petrol.*, **88**, 527–550.

- Pavićević, M., Bosch, F., Amthauer, G., Aničin, I., Boev, B., Bruchle, W., Djurčić, Z., Faestermann, T., Henning, W., Jelenković, R., Pejović, V. (2010). New data for the geochemical determination of the solar pp-neutrino flux by means of lorandite mineral, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A*, **621**, 278–285.
- Pavićević, M., Amthauer, G. (2012). *Geochemische und physikalische Untersuchungen im LOREX-Project II*, P25084, Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (FWF), Gebiete: Physik, Mechanik, Astronomie, Wien, 2012 – 2015.
- Pelikan, A. (1891). Schwefel von Allchar in Macedonien, *Tscherm. Min. Mit.*, **12**, 344–345.
- Percival, T. J., Radtke, A. (1990). Carlin Type Gold Mineralization in the Allchar District, Macedonia, Yugoslavia. *Eight IAGOD Symposium*, Ottawa, Canada, 1990, Program with Abstracts, P. A. 108.
- Percival, T., Radtke, A., Jankovic, S., Dickinson, F. (1992). Gold Mineralization of the Carlin type in the Allchar District, Macedonia. In Y. T. Maurice, ed., *Eight IAGOD Symposium*, Ottawa, E. Schweizerbartische Verlag, Proceedings, 637–646, Stuttgart.
- Percival, T., Radtke, A. (1994). Sedimentary Rock-hosted disseminated Gold Mineralization in the Allchar District, Macedonia, *Can. Mineral.*, **32**, 649–655.
- Petrov, B., Andonova, D., Stafilov, T., Novakovski, T. (1994). Possibility of concentrating the thallium mineral lorandite from the Allchar deposit, Crven Dol region, *N. Jb. Miner. Abh.*, **167**, 413–420.
- Preisenberger, E., Korschinek, G., Nolte, E., Morinaga, H. (1988). Determination of lead concentration in Allchar lorandite, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A*, **271**, 266.
- Pulević, V. (1979). The genus *Crocus* in Yugoslavia division nudiflori section reticulati. *Glasnik Republičkog Zavoda za Zastitu Prirode i Prirodnjackog Muzeja Titogradu* **12**, 195–212.
- Radtke, A. S. (1985). Geology of the Carlin gold deposit, Nevada, *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1267, p. 124.
- Rechinger, K. H. (fil.). (1941). *Neue und kritische Labiaten aus der Orient und Mittelmeergebiet*. EBJ, **51**, 526–546.
- Rieck, B. (1993). Allchar, Macedonia, *Miner. Record*, **24**, 437–448.
- Roberts, A. C., Ansell, H. G. (1980). Bonardi, M., *Pararealgar, a new polymorph of AsS₂ from British Columbia*, *Can. Mineral.*, **18**, 525–527.
- Ronniger, K. (1924). *Beiträge zur Kenntnis der Thymus-flora der Balkan-halbinsel*, I. Repert. Spec. Nov. Regni Veg., **20**, 334–336.
- Rumsey, M. S., Mills, S. J., Spratt, J., Hay, D. G., Farber, G. (2014). Thalliumpharmacosiderite, *Mineral. Mag.*, **78**, 549–558.
- Soška, Th. (1933). Beitrag zur Marmorflora der Umgebung von Prilep. *BIJBu Belg.*, **2** (3), 176–182.
- Soška, Th. (1938/39). Beitrag zur Kenntnis der Schluchtenfloren von Südserbien. III. *Glas. SND*, **20**(7), 167–191.
- Stafilov, T. (1985). *Representation of some rare and noble metals in arsenic-antimony ore from Alšar mine and the possibility of their concentration*, PhD Thesis, Faculty of Science, Skopje.
- Stafilov, T., Todorovski, T. (1987). Determination of gold in arsenic-antimony ore by flameless atomic absorption spectrometry, *At. Spectrosc.*, **8**, 12–14.

- Stafilev, T. (Ed.) (1993). Soral Neutrino Detection. *International Conference on Solar neutrino Detection with Thallium Minerals*, Skopje, June 3 – 5, 1993, *Geol. Macedonica*, **7**, 1–82.
- Stafilev, T., Aleksovska, S., Jordanovska, V. (1994). Determination of lead in lorandite and marcasite from alchar by electrothermal atomic absorption spectrometry, *N. Jb. Miner. Abh.*, **167**, 401–408.
- Stojanoff, N. (1928). *Thracische und macedonische Herbarmaterialien des Verstorbenen prof. Dr. Theodor Nikoloff*. Spis. BAN, 37(18): 49–209.
- Stevanović, S. (1904). Auripigment von Allchar in Macedonien, *Z. Krystallogr.*, **39**, 14–18.
- Stojanovski, A. (1972). *Report on the calculation of the ore reserves of Allchar mine*, Geological Survey – Skopje, Skopje.
- Šoptrajanov, B., Trajkovska, M., Jovanovski, G., Stafilev, T. (1994). Infrared spectra of lorandite and some other minerals from Alšar, *N. Jb. Miner. Abh.*, **167**, 329–337.
- Šoptrajanov, B., Trajkovska, M., Stafilev, T., Jovanovski, G., Gržetić, I. (1997). Infrared spectra of three $M^I M^{III} S_2$ type of synthetic minerals ($M^I = \text{Ag or Tl}$, $M^{III} = \text{As or Sb}$), *Spectrosc. Lett.*, **30**, 79–87.
- Todt, W. (1988). Isotope dilution, easurements of Pb, U and Th concentrations in lorandite from Allchar, *Nucl. Inst. Meth. Phys. Res.*, **A271**, 251–252.
- Trajkovska, M., Šoptrajanov, B., Stafilev, T. Jovanovski, G. (1993). Determination of lorandite and realgar in mineral using infrared spectroscopy, *Geologica Macedonica*, **7**, 55–59.
- Trajkovska, M., Šoptrajanov, B., Jovanovski, G., Stafilev, T. (1992). Vibration spectra of some sulfide minerals from Alšar, *J. Mol. Struc.*, **267**, 191–196.
- Troesch, M., Frantz, E. (1992). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ alter der Tl–As mine von Crven Dol, Allchar (Macedonia), *Berichte der DMG, Beih. Eur. J. Miner.*, **4**, 276.
- Von Foullon, H. B. (1890). Über Antimonit und Schwefel von Allchar bei Rozsdan in Macedonien, *Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt*, **1890**, 318–322.
- Von Foullon, H. B. (1892). Schwefel und Realgar von Allchar, *Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt*, **1892**, 175–177.
- Von Foullon, H. B. (1894). Realgar von Allchar in Macedonien, *Z. Krystallogr.*, **39**, 113–121.
- Von Blanckenburg, F. (2006). The control mechanisms of erosion and weathering at basin scale from cosmogenic nuclides in river sediment, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **237**, 462–479.
- Vrba, K. (1894). O nekterych mineralech z Allcharu v Macedonii, *Vestnik kr. České Spol. Nauk, tr. math. prir. pojedn.*, **1894**, 48.
- webmineral.com/data/Lorandite.shtml#.WZFyH1EjGUk (пристапено на 20 maj 2020).
- Zdravkovski, Z., Geršanovski, D. (2009). Lorandite: in Pursuit of solar neutrinos and a new chemical element, *Philatelia Chem. Phys.*, **31**, 116–124.