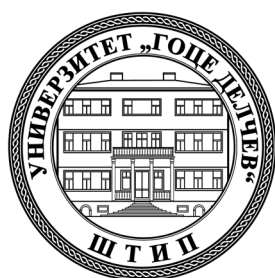


**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technologies**

**декември 2018  
December 2018**

**ГОДИНА 12  
БРОЈ 12**

**VOLUME XII  
NO 12**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

---

**ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES**

**За издавачот**

Проф. д-р Зоран Десподов

**Издавачки совет**

Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

**Editorial board**

Prof. Blazo Boev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

**Редакциски одбор**

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски

**Editorial staff**

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

**Главен и одговорен уредник**  
Проф. д-р Мирјана Голомеова

**Managing & Editor in chief**

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

**Јазично уредување**

Вангелија Цавкова  
(македонски јазик)

**Language editor**

Vangelija Cavkova  
(macedonian language)

**Техничко уредување**

Славе Димитров  
Благој Михов

**Technical editor**

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

**Редакција и администрација**

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

**Address of the editorial office**

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

---

## С о д р ж и н а / C o n t e n t s

<b>Ванчо Аџиски, Дејан Мираковски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски</b> ПРИМЕНА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА УПРАВУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ПОСЕБЕН ОСВРТ НА ВЕНТИЛАЦИЈАТА APPLICATION OF MANAGEMENT PLANS IN UNDERGROUND MINES WITH EMPHASIS TO VENTILATION .....	5
<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева</b> ОДРЕДУВАЊЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ И ОСИРОМАШУВАЊЕ НА РУДАТА СО ЛАБОРАТОРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА DETERMINATION OF THE INDICATORS FOR ORE RECOVERY AND ORE DILUTION WITH LABORATORY RESEARCH .....	15
<b>Ристо Поповски, Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов</b> ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПЛИТКИ ПОДЗЕМНИ ВОДИ СО ГЕОЕЛЕКТРИЧНО КАРТИРАЊЕ INVESTIGATION OF SHALLOW GROUNDWATER WITH GEOELECTRICAL MAPPING .....	25
<b>Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов</b> ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА НАФТА И ЈАГЛЕН GRAVITY INVESTIGATIONS OF DEPOSITS OF OIL AND COAL .....	37
<b>Tena Sijakova-Ivanova, Kristina Atanasovska, Sara Nedanovska, Angela Velinovska, Aleksandra Maksimova</b> MINERALOGICAL CHARACTERISATION OF TITANITE FROM ALINCI, REPUBLIC OF MACEDONIA МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТИТАНИТ ОД АЛИНЦИ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	45
<b>Ivan Boev</b> ORPIMENT MINERALIZATIONS IN TUFFACEOUS DOLOMITES IN ALLCHAR DEPOSIT-SEM-EDS INVESTIGATIONS МИНЕРАЛИЗАЦИЈА НА АУРИПИГМЕНТ ВО ТУФОЗНИТЕ ДОЛОМИТИ ВО НАОЃАЛИШТЕТО АЛШАР-SEM-EDS ИСПИТУВАЊА .....	53
<b>Орце Спасовски, Даниел Спасовски</b> МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ И ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ МАЖУЧИШТЕ (ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА) MINERALOGICAL - PETROGRAPHIC AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GRANITOID ROCKS FROM THE LOKALITY MAZUCISTE, WESTERN MACEDONIA .....	59
<b>Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов</b> АКТИВЕН ТРЕТМАН НА РУДНИЧКИ ВОДИ ACTIVE MINE WATER TREATMENT .....	69
<b>Митко Јанчев, Иван Боев</b> ЕКОЛОШКАТА ЖЕШКА ТОЧКА – ДЕПОНИЈА ЗА ИНДУСТРИСКИ ОТПАД „ХИВ-ВЕЛЕС“ МИНЕРАЛОШКИ, ГЕОХЕМИСКИ И РАДИОХЕМИСКИ ИСТРАЖУВАЊА ENVIRONMENTAL HOT SPOT – LANDFILL FOR INDUSTRIAL WASTE “HIV-VELES” MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL AND RADIOCHEMICAL RESEARCH .....	77

---

<b>Сашка Богданова Ајцева, Зоран Десподов</b> ИСТРАЖУВАЊА ЗА УТВРДУВАЊЕ НА МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР НА ЛОКАЦИЈА ЗА ПРЕМИНИ НА ЖИВОТНИ ПРЕКУ ТРАНСПОРТНИ ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ INVESTIGATION IN DETERMINATION OF THE METHODOLOGY FOR CHOICE OF LOCATION OF BIO CORRIDORS FOR ANIMALS ACROSS INFRASTRUCTURAL TRANSPORT OBJECTS .....	85
<b>Тоше Ѓорѓиевски</b> СОСТОЈБИ И ПЕРСПЕКТИВИ ЗА ТРЕТМАН НА МЕДИЦИНСКИ ОТПАД ВО ИСТОЧЕН ПЛАНСКИ РЕГИОН CONDITIONS AND PERSPECTIVES FOR TREATMENT OF MEDICAL WAST IN THE EAST PLANNING REGION .....	97
<b>Офелија Илиева, Крсто Блажев</b> ЛОГИСТИКА И СТРАТЕГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА УКРАСЕН КАМЕН LOGISTICS AND STRATEGIES IN PRODUCTION OF DECORATIVE STONE .....	107
<b>Екатерина Намичева, Петар Намичев</b> ЗНАЧЕЊЕТО НА СКОПСКИТЕ ПАЛАТИ ВО ФОРМИРАЊЕТО НА УРБАНИОТ РАЗВОЈ НА ГРАДОТ СКОПЈЕ ОД 1920-ТИТЕ ГОДИНИ THE SIGNIFICANCE OF SKOPJE'S PALACES IN THE FORMATION OF THE CITY'S URBAN DEVELOPMENT FROM THE BEGINNING OF THE 20TH CENTURY .....	113
<b>Vaska Sandeva, Katerina Despot</b> CONTEMPORARY INTERIOR WITH A STRONG ECLECTIC TREND СИЛНИ ЕКЛЕКТИЧНИ ДВИЖЕЊА ВО СОВРЕМЕНИТЕ ЕНТЕРИЕРИ .....	123
<b>Katerina Despot, Vaska Sandeva</b> BIDERMAER STYLE IN CONTEMPORARY INTERIOR ACCENT БИДЕРМАЕР СТИЛ АКЦЕНТ ВО СОВРЕМЕНИТЕ ЕНТЕРИЕРИ .....	129

# MINERALOGICAL CHARACTERISATION OF TITANITE FROM ALINCI, REPUBLIC OF MACEDONIA

<sup>1</sup>Tena Sijakova-Ivanova, <sup>1</sup>Kristina Atanasovska, <sup>1</sup>Sara Nedanovska, <sup>1</sup>Angela Velinovska, <sup>1</sup>Aleksandra Maksimova

<sup>1</sup>Faculty of Natural and Technical Sciences, "Goce Delčev" University, P.O. Box 201, MK 2001 Štip, Republic of Macedonia [tena.ivanova@ugd.edu.mk](mailto:tena.ivanova@ugd.edu.mk)

UDC: 549.655.086(497.775)

Оригинален научен труд

## Abstract

In this paper is presented the mineralogical characterization of titanite from Alinci, Republic of Macedonia. Two samples of titanite were analysed by scanning electron microscope (SEM) and XRD method. Titanite grows within arfvedsonite nests. Their growth started after the arfvedsonite had been crystallised. Most commonly appear as (100) twins with a typical shape of steep roof. Titanite has honey yellow colour because has low concentration of Fe. The concentration of elements in titanite crystals is: Si (11.21-11.90); Ca (9.93-11.64); Ti (11.49-13.53), Fe (0.26-0.41). Arfvedsonite has black colour. The concentration of elements in arfvedsonite crystals is: Si (22,37-23,84); Fe (8.27-10.48); Ca (1,45-2,66); Mg (7.64-7.98); K(0.53-0.64); Na (3.73-4.34).

The most intense registered maxima in the studied powder pattern [d values (in Å, I and hkl)] are: 3.24 (100); 3.00(87); 2.61(57); 2.59(41); 2.06(21); 2.29(19); 1.64(45); 1.55 (13); 1.50(15); 1.42(16). The most intense registered maxima in the studied powder diagram were compared with the corresponding maxima in the diagram of titanite sample ICDD card 00 050 1614 for titanite and ICDD 01 089 7346 for arfvedsonite.

The results of the SEM analysis and X-ray powder pattern enable straightforward identification of the studied mineral samples as titanite in which small crystals of arfvedsonite were incorporated.

**Key words:** titanite, arfvedsonite, (SEM) - scanning electron microscope, (X-ray) - powder diffraction.

# МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТИТАНИТ ОД АЛИНЦИ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

<sup>1</sup>Тена Шијакова-Иванова, <sup>1</sup>Кристина Атанасовска, <sup>1</sup>Сара Недановска,  
<sup>1</sup>Ангела Велиновска, <sup>1</sup>Александра Максимова

Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип  
[tena.ivanova@ugd.edu.mk](mailto:tena.ivanova@ugd.edu.mk)

## Апстракт

Во овој труд се претставени минералошките карактеристики на титанит од Алинци, Република Македонија. Два примероци на титанит беа анализирани со сканинг електронски микроскоп (SEM) и рендген дифрактометар. Титанитот од Алинци расте во рамките на арфведонитските гнезда. Нивниот раст започнал откако арфведсонитот бил искристализиран. Најчесто се појавуваат како (100) близнаци. Титанитот има медово жолта боја и смолеста сјајност. Кристализира во моноклинична система. Концентрацијата на елементите во кристалите на титанит е: Si (11.21-11.90); Ca (9.93-11.64); Ti (11.49-13.53), Fe (0.26-0.41). Во кристалите на титанит се вклопени кристали од арфедсонит. Арфедсонитот е одреден исто така со сканинг електронски микроскоп (SEM) и рендген дифрактометар. Концентрацијата на елементите во кристалите на арфедсонит е: Si (22,37-23,84); Fe (8.27-10.48); Ca (1,45-2,66); Mg (7.64-7.98); K(0.53-0.64); Na (3.73-4.34).

Најинтензивните регистрирани пикови во дифрактограмот [d вредности (во Å, I,)] се: 3.24 (100); 3,00 (87); 2,61 (57); 2,49 (41); 2,59 (41); 2.06 (21); 2.29 (19); 1.55 (13); 1.50(15); 1.42(16). Овие пикови беа споредувани со соодветните пикови од дијаграмот на ICDD 00 050 1614 картичката на титанит и ICDD 01 089 7346 картичката за арфедсонит.

Резултатите од SEM анализата и Рендгенско-дифракционата анализа утврдија дека испитуваните примероци се титанит во кои е се вклопени кристали на арфедсонит.

**Клучни зборови:** титанит, арфедсонит, сканинг електронски микроскоп, рендгенска дифракција.

## 1. Introduction

The Alinci locality is situated 11 km southwest of Prilep. It covers an area of 4 km<sup>2</sup> and is built up of syenites, gneisses, marbles and schists. Syenite is present as a magmatic body length 3 km and width 2 km. Syenite body has a fine-grained structure and a massive texture. Fine grained syenites are grayish white. They are composed of quartz, albite, microcline, arfvedsonite, augite, aegirine, biotite, titanite, apatite and zircon. Also are found coarse grain syenite. Coarsely grain syenite are also compact, hard with green white colour. Texture is massive. They are composed of feldspar, quartz, amphibole, pyroxene, titanite and apatite. The first data on geological research at the locality Alinci are given by Kossmat (1924), Protić (1959), Baric (1965) and Bermanec & Zebec (1988). Bermanec (1992) examines the mineral monazite and sennait from this locality.

Investigation samples of titanite are found in pegmatite hydrothermal veins inside alkali syenite. The size of the crystals is different. Crystals of size up to 4-5 cm can be found. Their colour is honey yellow (fig. 1 and 2). The lustre is resinous. Small crystals of arfvedsonite are incorporated in titanite crystals.

## 2. Experimental methods

Investigation samples were identified by Scanning electron microscopy (SEM), coupled with an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) and X-ray diffraction (XRD).

SEM is model VEGA3 LMU, increasing 2x1000 000, W-wire, voltage up 200 V to 20 KV, infrared camera, maximum sample size 81 mm height, 30 mm width. The standards used are as follows: O: SiO<sub>2</sub>; Na: albite; Mg: MgO; Al: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Si: SiO<sub>2</sub>; P: GaP; Ca: wollastonite; Ti: Ti; Fe: Fe; Br: KBr.

X-ray powder diffraction (XRD) is a rapid analytical technique primarily used for phase identification of a crystalline material. The analyzed material is finely ground, homogenized, and average bulk composition is determined. X-ray researches were performed using an XRD-6100 Diffractometer (Shimadzu) with X-ray Cu (1.54060 Å) radiation operating at 40 kV and 30 mA. The powdered samples were scanned over the 5–80° range with step size of 0.02° and scanning speed of 1.2°/min. The most intense registered maxima in the studied powder diagrams were compared with the corresponding diagrams from PDF-2 software.

## 3. Results and discussion

We took two representative titanite crystals from Alinci for examination (fig.1 and 2).



**Figure 1.: Titanite from Alinci, R. Macedonia**  
**Слика 1.: Титанит од Алинци, Р. Македонија**



**Figure 2.: Titanite from Alinci, R. Macedonia**  
**Слика 2.: Титанит од Алинци, Р. Македонија**

The results for the chemical composition of the titanite from the Alinci obtained by SEM-EDS are given in fig 3-10 and Table 1.

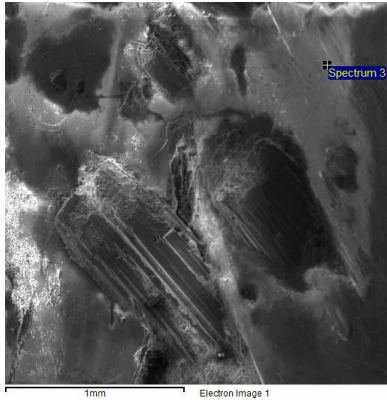


Figure 3.: SEM images of titanite, sample 1 (spectrum 1)  
Слика 3.: СЕМ слика на титанит, примерок 1 (спектар 1)

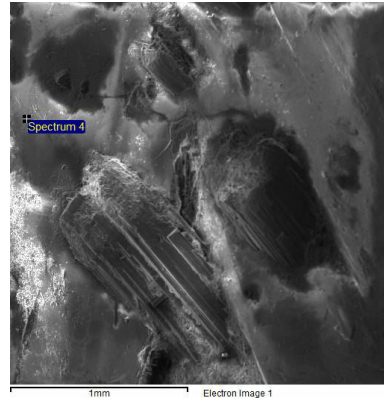


Figure 4.: SEM images of titanite, sample 1 (spectrum 3)  
Слика 4.: СЕМ слика на титанит, примерок 1 (спектар 3)

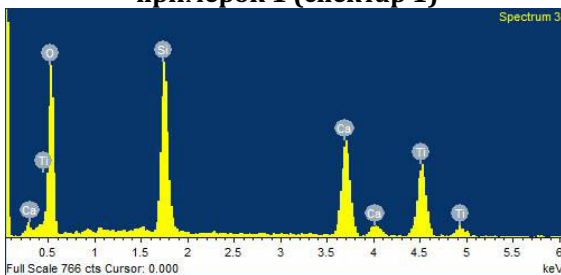


Figure 5.: EDX spectrum of titanite, sample 1 (spectrum 3)  
Слика 5.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 1 (спектар 3)

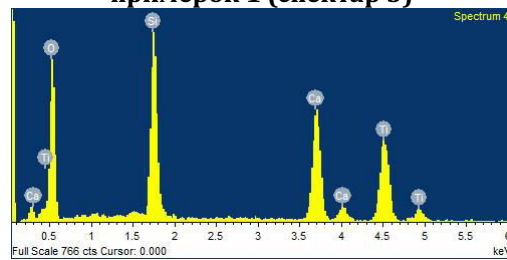


Figure 6.: EDX spectrum of titanite, sample 1 (spectrum 4)  
Слика 6.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 1 (спектар 4)

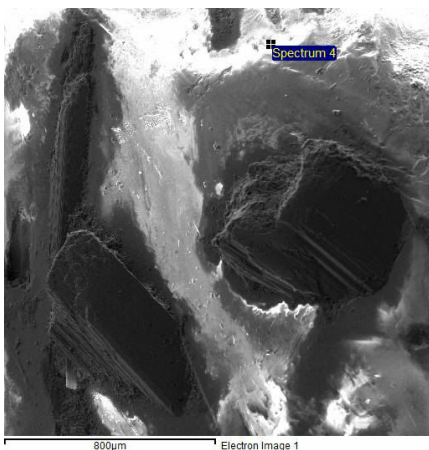


Figure 7.: SEM images of titanite, sample 2 (spectrum 4)  
Слика 7.: СЕМ слика на титанит, примерок 2 (спектар 4)

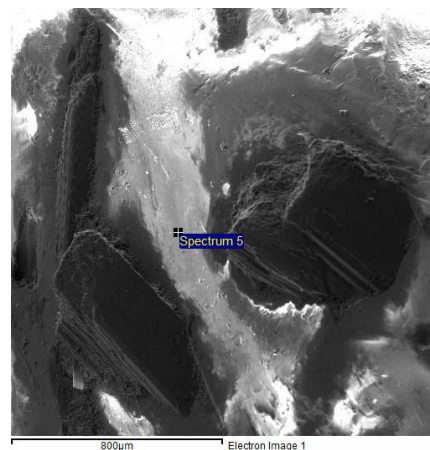


Figure 9.: SEM images of titanite, sample 2 (spectrum 5)  
Слика 9.: СЕМ слика на титанит, примерок 2 (спектар 5)

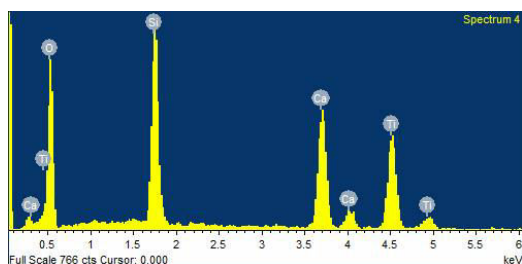


Figure 8.: EDX spectrum of titanite, sample 2 (spectrum 4)  
Слика 8.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 2 (спектар 4)

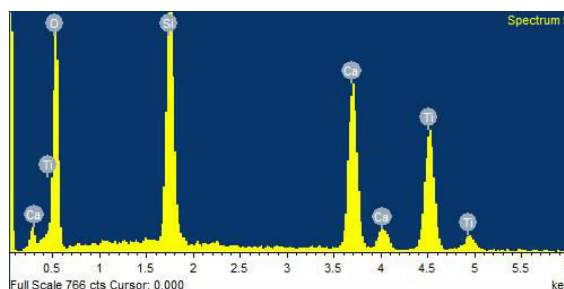


Figure 10.: EDX spectrum of titanite, sample 2 (spectrum 1)  
Слика 10.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 2 (спектар 5)

Table 1. Chemistry of titanite from Alinci  
Табела 1. Хемизам на титанит од Алинци

Element	Weight %			
	Spectrum 3 (sample 1)	Spectrum 4 (sample 1)	Spectrum 4 (sample 2)	Spectrum 5 (sample 2)
O	64.21	63.27	62.39	62.98
Si	11.21	11.54	11.90	11.75
Al	0.25	0.17	-	-
Ca	9.93	10.86	11.43	11.64
Ti	11.49	12.90	13.53	12.85
Fe	0.26	-	0.41	0.40
Na	0.32	0.33	0.34	0.38
F	2.33	0.93	-	-
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

The chemical composition of titanite can be represented by the general formula  $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)_x(\text{O,OH,F})_y$ , but it may deviate from its ideal composition through the substitution of Ti and O by Al and F (Frank & Spear 1985, Tropper et al. 2002).

It can contain other elements such as iron, magnesium, manganese, sodium, chromium and zirconium. Sometimes titanite contains rare earth elements such as cerium, niobium, and yttrium (Oberti,1991).

Iron has a strong influence on the colour of titanite. Small amounts of iron darken the colour. Yellow and green specimens have a low iron content, while brown and black specimens have a higher iron content. Studied titanite is honey yellow because has low concentration of Fe (0.26-0.41). The concentration of another elements in investigated titanite crystals is: Si (11.21-11.90); Ca (9.93-11.64); Ti (11.49-13.53).

The results for the chemical composition of the arfvedsonite from Alinci obtained by SEM-EDS are given in fig 11-18 and Table 2.



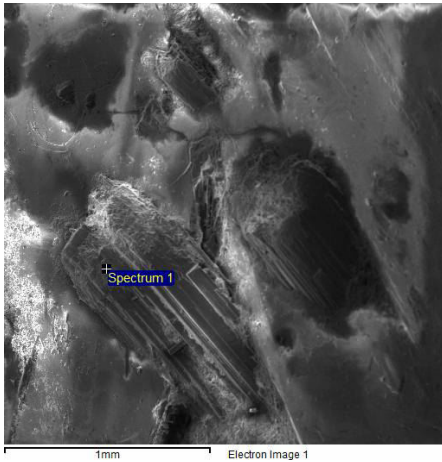


Figure 11.: SEM images of arfvedsonite, sample 1 (spectrum 1)

Слика 11.: СЕМ слика на арфедсонит, примерок 1 (спектар 1)

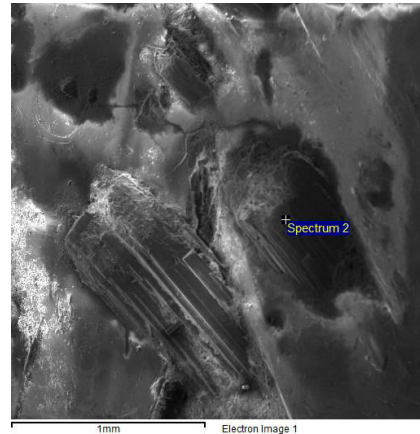


Figure 12.: SEM images of arfvedsonite, sample 1 (spectrum 2)

Слика 12.: СЕМ слика на арфедсонит, примерок 1 (спектар 2)

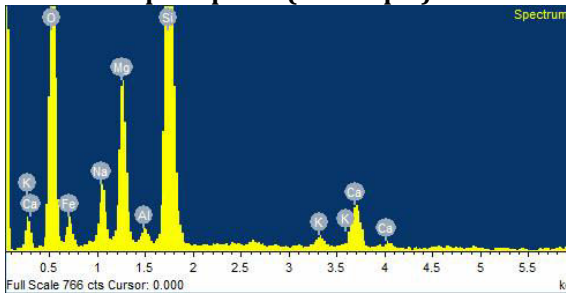


Figure 13.: EDX spectrum of arfvedsonite, sample 1 (spectrum 1)

Слика 13.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 1 (спектар 1)

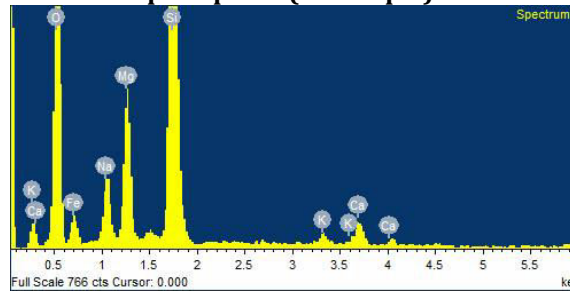


Figure 14.: EDX spectrum of arfvedsonite, sample 1 (spectrum 2)

Слика 14.: ЕДХ спектар на титанит, примерок 1 (спектар 2)

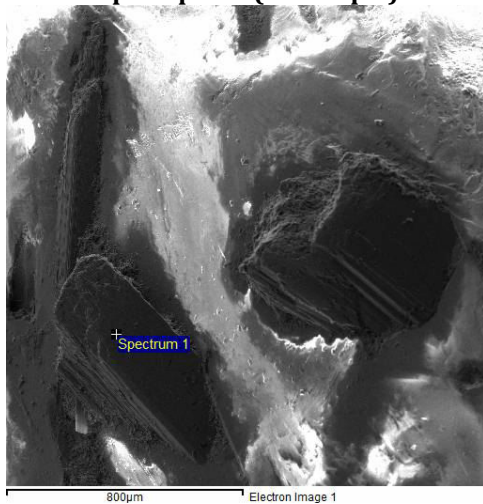


Figure 15.: SEM images of arfvedsonite, sample 2 (spectrum 1)

Слика 15.: СЕМ слика на арфедсонит, примерок 2 (спектар 1)

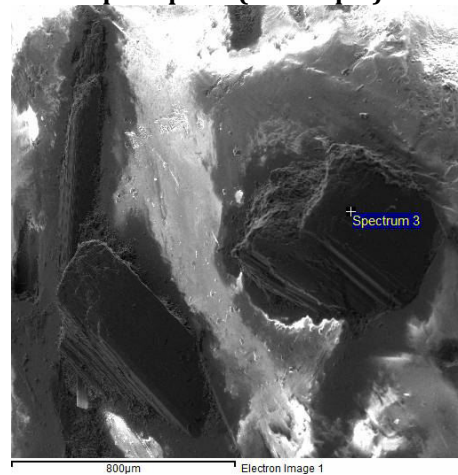


Figure 16.: SEM images of arfvedsonite, sample 2 (spectrum 3)

Слика 16.: СЕМ слика на арфедсонит, примерок 2 (спектар 2)

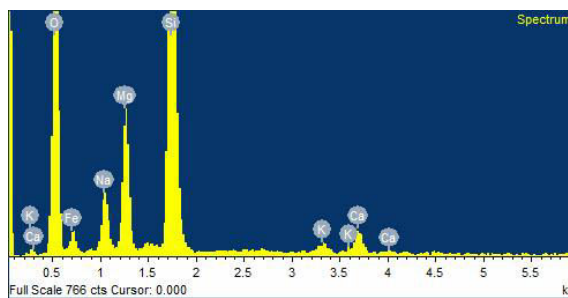


Figure 17.: EDX spectrum of arfvedsonite, sample 2 (spectrum 1)

Слика 17.: ЕДХ спектар на арфедсонит, примерок 2 (спектар 1)

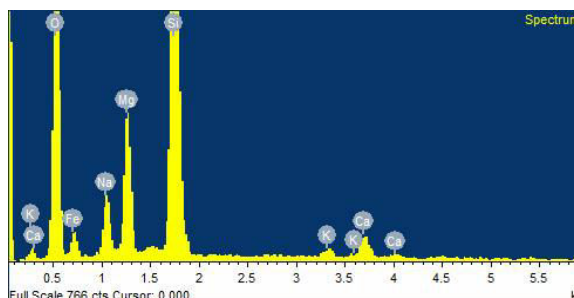


Figure 18.: EDX spectrum of arfvedsonite, sample 2 (spectrum 3)

Слика 18.: ЕДХ спектар на арфедсонит, примерок 2 (спектар 3)

Table 2.: Chemistry of arfvedsonite from Alinci  
Табела 2.: Хемизам на арфедсонит од Алинци

Element	Weight%			
	Spectrum 1 (sample 1)	Spectrum 2 (sample 1)	Spectrum 1 (sample 2)	Spectrum 3 (sample 2)
O	53.99	52.22	52.16	51.76
Si	22.37	23.80	23.69	23.84
K	0.64	0.55	0.63	0.53
Ca	2.66	1.45	1.47	1.53
Mg	7.72	7.64	7.98	7.66
Na	3.73	4.34	4.28	4.19
Fe	8.27	9.99	9.80	10.48
Al	0.63	-	-	-
Total	100.00	1000	100.00	100.00

With X-ray the five alues–d and intensities I: 3.24 (100); 3.00(87); 2.61(57); 2.59(41); 2.06(21); 2.29(19); 1.64(45); 1.55(13); 1.50(15); 1.42(16). The most intense registered maxima in the studied powder diagram (Fig.19) were compared with the corresponding maxima in the diagram of titanite sample ICDD cards 01 075 8331. The comparison has shown that the X-ray powder pattern taken from the ICDD card for titanite and arfvedsonite are practically identical with the studied diagram.

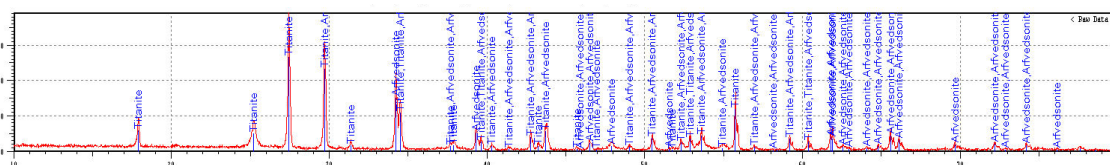


Figure 19.: X-ray diffractogram of titanite and arfvedsonite  
Слика 19.: Рендгенски дифрактограм на титанит и арфедсонит

#### 4. Conclusion

After summarizing the data collected in this research, we can confirm that the studied mineral samples are titanite and arfvedsonite. Titanite is found in pegmatite hydrothermal veins inside alkali syenite. In this locality can be found extremely large and well-developed titanite crystals.

Their growth started after the arfvedsonite had been crystallised. Some crystals up to 5 cm in length survived. Most commonly appear as (100) twins with a typical shape of steep roof. The colour is honey yellow because studied titanite has low concentration of Fe. Lustre is resinous. The concentration of elements in titanite crystals is: Si (11.21-11.90); Ca (9.93-11.64); Ti (11.49-13.53); Fe (0.26-0.41). Small crystals of arfvedsonite were incorporated in titanite crystals.

The concentration of elements in arfvedsonite crystals is: Si (22,37-23,84); Fe (8.27-10.48); Ca (1,45-2,66); Mg (7.64-7.98); K(0.53-0.64); Na (3.73-4.34).

The most intense registered maxima in the studied powder pattern [d values (in Å and, I)] are: 3.24 (100); 3.00(87); 2.61(57); 2.59(41); 2.06(21); 2.29(19); 1.64(45); 1.55(13); 1.50(15); 1.42(16). The most intense registered maxima in the studied powder diagram were compared with the corresponding maxima in the diagram of titanite sample ICDD card 00 050 1614 for titanite and ICDD 01 089 7346 for arfvedsonite.

The results of the SEM analysis and X-ray powder pattern enable straightforward identification of the studied mineral samples as titanite in which small crystals of arfvedsonite were incorporated.

#### References:

- [1] Baric, Lj. (1965), Mineralgange von Crni iKamen bei dem Dome Alinci in Mazedonien. - Tscermak's mineral.-petrol. Mitt. 1011-4, 368-378. Wien;
- [2] Bermanec, V., Zebec V. (1988), Izmjena titanita i orljentirano srastanje rutila i titanita od Alinaca kraj Prilepa u Makedoniji, Geol. vjesnik I. Vol. 41 str. 81-S6 Zagreb;
- [3] Bermanec, V., et al: (1992), Monazite in Hydrothermal Veins from Alinci, Yugoslavia, Mineralogy and petrology, Volume 38, Issue 2, pp 139-150;
- [4] Bermanec, V., et al: (1992), Uranium-rich metamict senaite from Alinci, Yugoslavia. European Journal of Mineralogy 4 (2): 331-335;
- [5] Deer, W.A., Howie, R. A., Zussman, J. (1992), An Introduction to the rock-forming minerals. 2 ed. Longman House, England, 696 p.;
- [6] Frank, G., & Spear, F. S. (1985), Aluminous titanite (sphene) from the eclogite zone, south-central Tauern Window, Austria. Chemical Geology, 50: 33-46;
- [7] Kossmat, F. (1924), Geologie der zentralen balkanhalbinsel. Mit einer ueber-sicht des dinarischen gebirgsbaus. Die Kriegsschauplatze 1914-1918 geologisch dargestellt, H, 12 Berlin;
- [8] Oberti, R., D. C. Smith, G. Rossi, and F. Caucia (1991), The crystal-chemistry of high-aluminum titanites. Eur. J. Mineral., 3, 777-792;
- [9] Protić, M. (1959), Alkaline syenite and related rock of Crn kamen south of Prilep. Ibid. XXVI. Beograd;
- [10] Tropper, P., Manning, C.E., Essene, E. J. (2002), The Substitution of Al and F in Titanite at High Pressure and Temperature: Experimental Constraints on Phase Relations and Solid Solution Properties. Journal of Petrology, Vol. 43, N.10: 1787-1814.