



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

Институт за геологија, петрологија, минералологија и геохемија

Штип

Саше Митрев

**ПЕТРОЛОШКИ И ВУЛКАНОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРПИТЕ ОД  
ЛОКАЛИТЕТОТ КОКИНО**

**магистерски труд**

**Штип, март 2015 г.**

**Комисија за оценка и одбрана:**

**Ментор:** проф. д-р Блажо Боев  
Факултет за природни и технички науки  
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

**Член:** проф. д-р Тена Шијакова Иванова  
Факултет за природни и технички науки  
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

**Член:** проф. д-р Војо Мирчовски  
Факултет за природни и технички науки  
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

**Претседател:** проф. д-р Тена Шијакова Иванова  
Факултет за природни и технички науки  
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

**Научно поле:** Петрологија

**Научна област:** Геологија

**Датум на одбрана:**

## *Благодарност*

*Сакам да изразам благодарност до менторот на магистерскиот труд проф. д-р Блажо Боев, како и до членовите на Комисијата проф. д-р Војо Мирчевски и проф. д-р Тена Шијакова-Иванова за укажаната помош и корисни сугестии при изработката на трудот.*

*Посебно, голема благодарност до Геолошкиот институт БАН во Софија - Р. Бугарија за можноста за користење на лабораториските услуги и литература за изработка на трудот и големата помош од проф. д-р Ирена Пејчева, проф. д-р Петер Марчев, д-р Митко Попов и д-р Раја Рајчева како и посебна благодарност кон проф. д-р Иван Загорчев, проф. д-р Александра Харковска и проф. д-р Страшимир Страшимиров.*

*Исто така, голема благодарност и до Институтот по геохемија и петрологија во Цирих – Швајцарија и до д-р Albrecht Von Quadt, како и до д-р Kadosa Balogh од Институтот за нуклеарни истражувања во Дебрецен - Унгарија за можноста за изработка на гехронолошките анализи.*

*Голема благодарност и до проф. Дејвид Олдертон од Универзитетот „Ројал Холовеј“ во Лонодон - Англија за срдечната помош со странска стручна литература и консултации за време на моите постдипломски студии.*

*Голема благодарност и до проф. Слободан Радосавлевиќ од Институтот за испитување на нуклеарни минерални сировини - ИТНМС во Белград – Р. Србија за срдечната помош со странска стручна литература за време на моите постдипломски студии.*

Објавена публикација во Бугарската академија на науките во списанието “Comptes rendus de l’Académie bulgarie des Sciences”, протокол бр.10, 25 ноември 2014 година.

Наслов на публикацијата:

„Петрологија на вулканските карпи од Кокино, област Куманово, Република Македонија”

Published abstract in Bulgarian Academy of sciences, in the journal “Comptes rendus de l’Académie bulgare des Sciences”, protocol No.10, 25 November 2014.

Title of the abstract:

“Petrology of the Kokino volcanic rocks, Kumanovo district, Republic of Macedonia”

**САШЕ МИТРЕВ**

**ПЕТРОЛОШКИ И ВУЛКАНОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРПИТЕ ОД  
ЛОКАЛИТЕТОТ КОКИНО**

**АПСТРАКТ**

Локалитетот Кокино во Република Македонија е од посебен интерес како археолошки локалитет (мегалитна опсерваторија од бронзено време). Тој е изграден од вулкански карпи од палеогенот кои се предмет на овој магистерски труд.

За целта на испитувањата беа собрани 20 примероци на карпи од кои 10 се темелно испитани. Сите 10 примероци се проучувани со хемиски анализи за главни оксиди на карпите, микроскопски испитувања, со анализи за елементи во траги и ретки земји, 2 геохронолошки анализи за изотопен состав со методата Rb/Sr и 2 геохронолошки анализи на фенокристали од една проба по методата K/Ar и се утврдени како трахидацити од шошонитска серија со порфирска структура и масивна текстура.

Староста беше утврдена со K/Ar методата како ран олигоцен (од околу 31 милиони години).

**Клучни зборови:** *оксиди, елементи во траги, елементи на ретки земји, геохронолошки анализи, хемиски анализи, микроскоп.*

**SASHE MITREV**

**PETROLOGICAL AND VOLCANOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE  
ROCKS FROM THE LOCALITY KOKINO**

**ABSTRACT**

The Locality Kokino in the Republic of Macedonia is of particular interest as Archaeological site (Bronze Age megalithic observatory). It is built of Paleogene volcanic rocks, subject of this Master thesis.

For the aim of the research 20 rock samples have been collected, ten of them being thoroughly examined. All samples have been studied with chemical analyses for major oxides, microscopic examinations, with analyses for trace elements and rare earth elements (REE), 2 geochronological analyses for isotopic ratio with Rb/Sr method and 2 geochronological analyses for fenocrystals from one sample with K/Ar method, and determined as trachydacites of the shoshonitic series with porphyritic structure and massive texture.

The age has been determined by K-Ar method as Early Oligocene (ca. 31 Ma).

**Key words:** *oxides, trace elements, rare earth elements, geochronological analyses, chemical analyses, microscope.*

## Содржина

|                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ВОВЕД .....</b>                                                                                                                                        | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Геолошки карактеристики .....</b>                                                                                                                    | <b>3</b>  |
| <b>2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА .....</b>                                                                                                                      | <b>6</b>  |
| <b>3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО .....</b>                                                                                                                         | <b>6</b>  |
| <b>3.1. Методи на испитувања на карпите .....</b>                                                                                                            | <b>7</b>  |
| <b>3.1.1. Теренски испитувања на карпите .....</b>                                                                                                           | <b>7</b>  |
| <b>3.1.2. Лабораториски испитувања на карпите .....</b>                                                                                                      | <b>8</b>  |
| <b>3.2. Петролошки карактеристики, поделба и класификација на<br/>магматските карпи .....</b>                                                                | <b>10</b> |
| <b>1. Класификации засновани на непосредната употреба на<br/>хемиските анализи .....</b>                                                                     | <b>16</b> |
| <b>1.1. Класификација и номенклатура на Терминолошката комисија на<br/>Петрографскиот комитет на Руската академија на науките<br/>(поранешен СССР) .....</b> | <b>16</b> |
| <b>1.2. Класификација според <math>K_2O/SiO_2</math> на Pессерилло, Taylor (1976).....</b>                                                                   | <b>16</b> |
| <b>2. Нормативни класификации .....</b>                                                                                                                      | <b>16</b> |
| <b>3.2.1. Класификација на Меѓународниот сојуз по геолошки науки<br/>(МСГН) .....</b>                                                                        | <b>17</b> |
| <b>1. QAPF шема за плутонските карпи .....</b>                                                                                                               | <b>18</b> |
| <b>2. QAPF шема за вулканските карпи .....</b>                                                                                                               | <b>18</b> |
| <b>3. Шеми за ултрамафичните карпи .....</b>                                                                                                                 | <b>19</b> |
| <b>4. TAS класификација .....</b>                                                                                                                            | <b>19</b> |
| <b>4.1. Ограничувања на TAS дијаграмот .....</b>                                                                                                             | <b>19</b> |
| <b>5. Специјални шеми .....</b>                                                                                                                              | <b>20</b> |
| <b>3.3. Минерален и хемиски состав на магматските карпи .....</b>                                                                                            | <b>20</b> |
| <b>3.3.1. Минерален состав на карпите .....</b>                                                                                                              | <b>20</b> |
| <b>3.3.2. Хемиски состав на карпите .....</b>                                                                                                                | <b>22</b> |
| <b>3.4. Елементи во траги и елементи на ретки земји (REE) .....</b>                                                                                          | <b>25</b> |
| <b>3.4.1. Елементи во траги .....</b>                                                                                                                        | <b>25</b> |
| <b>3.4.2. Елементи на ретки земји (REE) .....</b>                                                                                                            | <b>27</b> |
| <b>3.5. Геохронолошки методи за одредување изотопен состав и старост</b>                                                                                     |           |

|                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| на карпите .....                                                                                                                                                         | 29        |
| <b>4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА .....</b>                                                                                                                          | <b>30</b> |
| <b>4.1. Користени методи .....</b>                                                                                                                                       | <b>31</b> |
| <b>4.1.1. Аналитичка метода ICP-OES (Оптичка емисиона спектрометрија со индуктивно спрегната плазма) и начинот на примена на примероците од Кокино .....</b>             | <b>31</b> |
| <i>4.1.1.1. Општи карактеристики на аналитичката метода ICP-OES.....</i>                                                                                                 | <i>31</i> |
| <i>4.1.1.2. Начин на подготовка на примероците од Кокино за хемиски анализи за макро составот со помош на методата ICP-OES...</i>                                        | <i>34</i> |
| <b>4.1.2. Петрографски микроскоп применет во микроскопските испитувања .....</b>                                                                                         | <b>34</b> |
| <i>4.1.2.1. Општи карактеристики на петрографскиот микроскоп Leica DM LSP.....</i>                                                                                       | <i>35</i> |
| <i>4.1.2.2. Начин на подготовка на примероците од карпи за микроскопско испитување - изработка на микроскопски препарати .....</i>                                       | <i>37</i> |
| <b>4.1.3. Аналитичка метода LA – ICP – MS (ласерна аблација–индуктивно спрегната плазма со масена спектрометрија) и начинот на примена на примероците од Кокино.....</b> | <b>38</b> |
| <i>4.1.3.1. Општи карактеристики за методата LA – ICP – MS.....</i>                                                                                                      | <i>40</i> |
| <i>4.1.3.2. Начин на подготовка на примероците од Кокино за одредување на елементите во траги и REE со примена на аналитичката метода LA-ICP-MS .....</i>                | <i>45</i> |
| <b>4.1.4. Геохронолошки Rb-Sr и Sm-Nd методи за датирање и начинот на нивната примена на примероците од Кокино .....</b>                                                 | <b>47</b> |
| <i>4.1.4.1. Основни карактеристики на Rb-Sr геохронолошката метода за датирање .....</i>                                                                                 | <i>47</i> |
| <i>4.1.4.2. Основни карактеристики на Sm-Nd геохронолошката метода за датирање .....</i>                                                                                 | <i>53</i> |
| <i>4.1.4.3. Примена на Rb-Sr и Sm-Nd изотопни методи на примероците од Кокино .....</i>                                                                                  | <i>60</i> |
| <b>4.1.5. Геохронолошка K-Ar метода за датирање и начинот на примена на примероците од Кокино .....</b>                                                                  | <b>62</b> |
| <i>4.1.5.1. Основни карактеристики на K/Ar геохронолошката метода</i>                                                                                                    |           |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>за датирање</i> .....                                                                          | 62 |
| 4.1.5.2. <i>Примена на геохронолошката K/Ar метода за датирање на примероците од Кокино</i> ..... | 64 |
| 5. РЕЗУЛТАТИ .....                                                                                | 66 |
| 5.1. Макроскопски опис на карпите од локалитетот Кокино .....                                     | 66 |
| 5.2. Резултати од микроскопските испитувања на карпите од локалитетот Кокино .....                | 66 |
| 5.2.1. Микроскопски карактеристики на испитаните примероци .....                                  | 67 |
| 5.3. Резултати од хемиските анализи извршени со методата ICP – OES .....                          | 72 |
| 5.4. Резултати од анализите за елементи во траги и REE извршени со методата LA – ICP – MS .....   | 76 |
| 5.5. Резултати од геохронолошките анализи за изотопен состав Rb-Sr и Sm-Nd .....                  | 81 |
| 5.6. Резултати од геохронолошките K/Ar анализи за одредување на староста на карпите .....         | 82 |
| 6. ДИСКУСИЈА И ЗАКЛУЧОК .....                                                                     | 83 |
| 7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES) .....                                                        | 84 |