

Посебноизданиена  
Geologica Macedonica,  
№.5

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО - Скопје, 1952

ЧЕТВРТИ КОНГРЕС  
на  
Геолозите на Република Северна Македонија  
ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Главни и одговорни уредници:  
Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Тодор Серафимовски

Охрид, 2021



Посебно издание на  
Geologica Macedonica,  
No 5

**МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО – Скопје, 1952**

**ЧЕТВРТИ КОНГРЕС**  
**на**  
**ГЕОЛОЗИТЕ НА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**Охрид, 2021**

Издава: Македонско геолошко друштво – Скопје, 1952

**Главни и одговорни уредници**

Проф. д-р Блажо Боев

Проф. д-р Тодор Серафимовски

**Организационен одбор:**

Проф. д-р Горан Тасев

д-р Баара Науаф

д-р Костадин Јованов

Доц. д-р Игор Пешевски

м-р Флорент Чиче

Кирил Филев

м-р Златко Пелтековски

Љупчо Петрески

Доц. д-р Иван Боев

м-р Даниела Бомбол

Ванчо Ангелов

Мице Тркалески

**Секретар:**

д-р. Златко Илијовски

**Извршен секретар:**

Филип Јованоски

**Технички уредник:**

Благоја Богатиноски

**Организатор на Конгресот  
Македонско геолошко друштво Скопје 1952**

**Носители на Конгресни активности**

**Претседатели:**

Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Тодор Серафимовски

**Научен одбор**

Проф. д-р Ванчо Чифлиганец  
Проф. д-р Крсто Блажев  
Проф. д-р Орце Спасовски  
Проф. д-р Гоше Петров  
Проф. д-р Тена Шијакова-Иванова  
Проф. д-р Милорад Јовановски  
Проф. д-р Владимир Берманец  
Проф. д-р Соња Лепиткова  
Проф. д-р Дејвид Алдертон  
Проф. д-р Војо Мирчовски  
Проф. д-р Владица Цветковиќ  
Проф. д-р Дејан Прелевиќ  
Проф. д-р Виолета Стефанова  
д-р. Александар Волков  
Проф. д-р Виолета Стојанова  
Проф. д-р Евгенија Тарасова  
Проф. д-р Сабина Стрмиќ-Палинкаш  
Проф. д-р Андреј Шмуц  
Прив. Доц. д-р Уве Колич

**Почесен одбор**

Проф. д-р Никола Думурџанов  
Проф. д-р Иван Загорчев  
Проф. д-р Марин Александров  
Проф. д-р Тодор Делипетров  
Проф. д-р Панде Лазаров  
Проф. д-р Борче Андреевски  
Проф. д-р Симеон Јанчев  
Проф. д-р Тадеј Доленец  
Проф. д-р Ладислав Палинкаш

## **Конгресот финансиски го подржаа:**

ДПТУ „Бучим“, доел – Радовиш

Кожувчанка, доо –Кавадарци

Македонска Авторска Агенција, доо – Скопје

Авто-Искра, доел – Скопје

Хидроинженеринг, доел – Битола

Градежен Институт Македонија – Скопје

Градежен факултет – Скопје

Рудници за олово и цинк „Саса“ – Македонска Каменица

Геоинженеринг – Скопје

Геоинженеринг-консалтинг, доо – Скопје

Геинг – Скопје

## СОДРЖИНА – TABLE OF CONTENTS

ПРЕДГОВОР – PREFACE ..... 1–2

### ПЛЕРНАРНИ

MGK-2021-0-PL-01- **Блажо Боев,**  
**ПЕРМАФРОСТ – ГЕОЛОШКИ ПОТЕНЦИЈАЛ И ХАЗАРД**  
Permafrost – Geological potential and hazard ..... 3 – 8

### 1. ОСНОВЕН И ФУНДАМЕНТАЛЕН ДЕЛ

*Геохронологија и изотопна геохемија, Магматизам и вулканологија, Минералологија и петрологија,  
Палеонтологија и палеоантропологија, Структурна геологија и тектоника,  
Планетарни науки, Геофизика, Геохемија*

MGK-2021-1-OF-01- **Elena Angelova, Vlatko Šešov, Silvana Dimitrijević, Vojka Gardić,**  
CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FLY ASH SAMPLES FOR FURTHER USE IN  
SEISMIC GEOTECHNICAL ENGINEERING  
Хемиска карактеризација на примероци од летечка пепел  
за понатамошна употреба во сеизмичкото геотехничко инженерство ..... 11–17

MGK-2021-1-OF-02- **Blažo Boev, Ivan Boev**  
NEW INFORMATION ABOUT THE AGE OF THE PELAGONIAN METAMORPHIC  
COMPLEX (??)  
Нови информации за староста на Пелагонискиот метаморфен  
комплекс (??) ..... 19 –24

MGK-2021-1-OF-03- **Ivan Boev**  
PETROGRAPHY OF THE DREN-BOHULA MASSIF AS A PART OF THE OPHIOLITIC  
COMPLEX DEMIR KAPIJA–GEVGELIJA  
Петрографија на масивот Дрен–Бохула како дел од офиолитскиот  
комплекс Демир Капија–Гевгелија ..... 25–34

MGK-2021-1-OF-04- **Saše Mitrev, Mitko Popov**  
PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE TERTIARY  
VOLCANIC ROCKS FROM THE LOCALITY GOLEMA ČUKA, BOGDANCI DISTRICT,  
REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA  
Петролошки и геохемиски карактеристики на терциерните вулкански  
карпи од локалитетот Голема Чука, општина Богданци, Република  
Северна Македонија ..... 34–42

MGK-2021-1-OF-05- **Kujtim Onuzi, Agim Ymeri**  
CORRELATION OF THE GEOLOGICAL MAPS 1:50 000 SCALE OF THE ALBANIAN  
– NEIGHBOURING COUNTRIES BORDER AREA

	Корелација на геолошките карти со размер 1:50 000 на албанската гранична области со соседните земји.....	43–49
MGK-2021-1-OF-06-	<b>Kujtim Onuzi, Friedrich Koller</b> SOUTH-EASTERN ALBANIAN OPHIOLITES Југоисточни албански офиолити.....	51–55
MGK-2021-1-OF-07-	<b>Irakli Prifti, Gjergji Stoja, Agim Ymeri</b> OPINIONS ON GEOLOGICAL SETTING OF ALBANIAN–THESSALIAN BASIN IN KORÇA–POGRADECI REGION Мислења за геолошката градба на Албанско-Тесалискиот басен во Корча-Подградец регионот.....	57–64
MGK-2021-1-OF-08-	<b>Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних, Моника Андреевска, Љубчо Јованов</b> СЕИЗМИЧНОСТ НА МАКЕДОНИЈА ВО ПЕРИОДОТ 2010-2020 ГОДИНА Seismicity in the Republic of North Macedonia during the period 2010–2020 .....	65–71
MGK-2021-1-OF-09-	<b>Barbara Radulović, Draženko Nenadić, Katarina Bogičević, Slobodan Knežević</b> PALEO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MOLLUSCS OF THE PLEISTOCENE CORBICULA BEDS IN THE SAVA RIPARIAN AREA IN BELGRADE (SERBIA) Палеоеколошки карактеристики на мекотели од плеистоценските Corbicula наслаги во крајбрежната област на реката Сава во Белград (Србија) .....	73–76
MGK-2021-1-OF-10-	<b>Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова</b> МИКРО И НАНОФОСИЛНА АСОЦИЈАЦИЈА ОД ПАЛЕОГЕНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО КОЧАНСКАТА КОТЛИНА, РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Micro and nanophosylic association of paleogenic sediments in the Kočani valley, Republic of North Macedonia .....	77–82

## 2. ИНЖЕНЕРСКИ ДЕЛ

*Инженерска геологија и геотехника, Применета геофизика, Урбана геологија,  
Хидрогеологија и геотермија*

MGK-2021-2-ID-01-	<b>Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Елена Ангелова, Наташа Неделковска</b> ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА НА ЛОКАЛИТЕТОТ БАЛТАШНИЦА – САСА, МАКЕДОНСКА КАМЕНИЦА Engineering-geological investigations and tests at locality Baltašnica – Sasa, Makedonska Kamenica.....	85–94
MGK-2021-2-ID-02-	<b>Игор Пешевски, Јован Папиќ, Бојана Неделковска, Тамара Јовановска, Марија Манева, Сеад Абаз</b> ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ И ГЕОТЕХНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА ВО ФУНКЦИЈА НА РУДАРСТВОТО ВО МАКЕДОНИЈА Engineering-geological and geotechnical investigations in function of mining in Macedonia.....	95–104

- MGK-2021-2-ID-03- **Булент Сулооца, Сеад Абази**  
ПОДГРАДУВАЊЕ И ОСИГУРУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ РУДАРСКИ  
ПРОСТОРИИ СО ТЕХНИКА НА ПРСКАН БЕТОН  
Upgrading and securing the underground mining premises with shotcrete  
technique .....105–109
- MGK-2021-2-ID-04- **Игор Пешевски, Милорад Јовановски, Зоран Панов, Јован Папиќ,  
Сеад Абази, Александра Николовска Атанасовска**  
ТРЕТМАН НА ИНЖЕНЕРСКАТА ГЕОЛОГИЈА И ГЕОТЕХНИКАТА  
ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ  
Treatment of engineering geology and geotechnics in investigation and  
exploitation of mineral resources.....111–122
- MGK-2021-2-ID-05- **Стојан Михаиловски, Златко Илијовски, Ивица Андов, Војо Мирчовски**  
ИЗВЕДБА НА ПИЕЗОМЕТРИ ЗА ДЕФИНИРАЊЕ НА МОЖНИ ПАТИШТА НА  
ДВИЖЕЊЕ НА ШЕСТОВАЛЕТЕН ХРОМ СО ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ НИЗ  
ЖЕДЕНСКИОТ МАСИВ КОН ИЗВОРОТ РАШЧЕ  
Construction of piezometers to define possible routes of movement of  
hexavalent chromium with groundwater through the zheden massif towards  
the spring Rashche .....123–134
- MGK-2021-2-ID-06- **Моме Милановски, Мила Крулановиќ, Сергеј Полекшиќ**  
ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА  
НА ПРИСТАНИШТЕТО БАР, ЦРНА ГОРА  
Engineering geological research and testing to the port of Bar, Montenegro.....135–143
- MGK-2021-2-ID-06- **Војо Мирчовски, Дарко Пијов, Ѓорѓи Димов**  
ПРОЦЕНА НА РАНЛИВОСТА ОД ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ  
ВО ВОДОНОСНИКОТ ГРДОВСКИ ОРМАН СО ПРИМЕНА НА МЕТОДИТЕ  
"GOD" И "AVI"  
Assessment of the groundwater vulnerability of pollution in the aquifer  
Grdovski Orman with the application "GOD" AND "AVI" method .....145–154

### 3. ЕКОНОМСКА ГЕОЛОГИЈА

*Металогенија, Минерални ресурси, Енергетски ресурси, Техногени наоѓачиштва*

- MGK-2021-3-EG-01- **Todor Serafimovski, Ivica Ristović, Blažo Bovev, Goran Tasev,  
Ivan Bovev, Dalibor Serafimovski Matej Dolenc**  
SOME GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF SAMPLES  
FROM OLD BOR'S TAILING DAM  
Некои геохемиски и минералогски карактеристики на примероци  
од старото борско хидројаловиште .....157–164
- MGK-2021-3-EG-02- **Виолета Стефанова, Ѓорѓи Димов, Виолета Стојанова**  
МОРФОЛОШКО-ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗЛАТНИ АГРЕГАТИ  
ОД ЛИПОВДОЛСКА РЕКА, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА  
Morphological-chemical characteristics of golden aggregates  
from Lipovdolska river, Eastern Macedonia .....165–172



- MGK-2021-3-EG-03- **Goran Tasev, Kiril Filev, Dalibor Serafimovski, Todor Serafimovski**  
TECHNO-ECONOMIC PARAMETERS OF THE NORTHEASTERN PART  
OF CENTRAL PART ORE BODY, BUČIM COPPER MINE, REPUBLIC OF NORTH  
MACEDONIA  
Техно-економски параметри на североисточниот дел од централното  
рудно тело, рудник за бакар Бучим, Република Северна Македонија.....173–178
- MGK-2021-3-EG-04- **Aleksandar Gadzhalov, Irina Marinova**  
STYLES OF EPITHERMAL MINERALIZATION IN THE SURNAK DEPOSIT,  
KROUMOVGRAD GOLDFIELD, SE BULGARIA. DATA FROM SURFACE  
OUTCROPS  
Типови на епитермална минерализација во SURNAK наоѓалиштето,  
Крумовград Златоносно поле. Податоци од површински изданоци .....179–189
- MGK-2021-3-EG-05- **Mihail Tarassov, Eugenia Tarassova, Alexey Benderev, Milen Stavrev,  
Elena Tacheva, Alexander Nikolov, Mila Trayanova**  
TUNGSTEN IN SOILS, SEDIMENTS AND WATERS IN THE AREA  
OF THE GRANTCHARITSA TUNGSTEN DEPOSIT, WESTERN RHODOPES,  
BULGARIA  
Волфрам во почви, седименти и вода во поширокиот регион на  
наоѓалиштето за волфрам Грнчарица, Западни Родопи, Бугарија .....191–195
- MGK-2021-3-EG-06- **Hazim Hrvatović, Ladislav Palinkaš, Tola Merza, Petar Katanić,  
Enve Kamberović**  
LISTWANITES OF DINARIDE AND CENTRAL VARDAR ZONE OPHIOLITES  
A Review  
Листванитите на офиолитите од Динаридите и Вардарската централна  
зона. Преглед .....197–202
- MGK-2021-3-EG-07- **Lazar Gorgjiev, Todor Serafimovski, Marin Aleksandrov, Goran Tasev**  
OVERVIEW OF THE NATURAL PARAMETERS FROM THE GEOLOGICAL-  
ECONOMIC ASSESSMENT OF THE ORE DEPOSIT BALTAŠNICA, ORE FIELD SASA  
Преглед на природните параметри од геолошко-економската  
оцена на рудното наоѓалиште Балташница, Рудно Поле Саса .....203–210

#### 4. ПРОГРЕСИВНА ГЕОЛОГИЈА

*Примена на ГИС, Геоинформатика, Математичка геологија, Наногеологија, Медицинска Геологија*

- MGK-2021-4-PG-01- **Dalibor Serafimovski, Goran Tasev, Todor Chekerovski**  
THE ACCESS DATABASE FOR THE NORTHEASTERN PART OF THE CENTRAL  
PART ORE BODY AT THE BUČIM MINE, REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA  
Акцес база на податоци за североисточниот дел од централното рудното  
тело во рудникот бучим, Северна Македонија.....213–219
- MGK-2021-4-PG-02- **Александар Буов, Анета Ристовска**  
РЕЗУЛТАТИ ОД РЕГИОНАЛНИТЕ ПРОСПЕКЦИСКИ ИСТРАЖУВАЊА  
НА ДЕЛ ОД ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА  
Results from the regional prospective research part  
of the territory of the Republic of North Macedonia .....221–230

- MGK-2021-4-PG-03- **Марија Манева, Игор Пешевски, Љупчо Петрески**  
ГЕОЛОШКО МОДЕЛИРАЊЕ НА НАОЃАЛИШТЕТО ЗА ЈАГЛЕН БРОД-  
ГНЕОТИНО СО ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ КОМПЈУТЕРСКИ ТЕХНИКИ  
Geological modeling of the coal deposit Brod-Gneotino with application of  
contemporary computer techniques .....231–240
- MGK-2021-4-PG-04- **Александар Буов, Анета Ристовска**  
ОКОНТУРУВАЊЕ НА РУДНО ТЕЛО ВО ПОРФИРСКИ ИСТЕМ,  
НА ПРИМЕР НА НАОЃАЛИШТЕ ЗА Cu, Au И Ag “БОРОВ ДОЛ”  
Contouring ore body in a porphy system an example mineral deposits  
for Cu, Au and Ag „Borov Dol“ .....241–249

#### 5. ГЕОЛОШКИ ХАЗАРДИ И ЗАШТИТА,

*Климатски промени, Геохазард, Геоколоџија и заштитата на животната средина*

- MGK-2021-5-GH-01- **Ivan Boev, Sonja Lepitkova**  
BARIUM IN AIRCONDITIONER FILTERS IN THE CITY OF SKOPJE  
(REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA)  
Бариум во филтрите на климатизерите во градот Скопје  
(Северна Македонија) .....253–266
- MGK-2021-5-GH-02- **Toni Nikolić, Samir Huseinbasić, Suad Spago**  
NATURAL DISASTER IN BOSNIA AND HERZEGOVINA OVER 2014. WHAT WE  
LEARN – PREVENTION, DISASTER MANAGEMENT AND INTERVENTION  
Natural disaster in Bosnia and Herzegovina over 2014. what we learn –  
prevention, disaster management and intervention .....267–272

#### 6. ГЕОЛОШКО КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО И,

*Културно историски споменици, Геопаркови и туризам, Гаонаследство и национални музеи*

- MGK-2021-6-GK-01- **Ivan Boev**  
CHEMICAL COMPOSITION OF ROMAN COINS FROM PELAGONIA  
(NORTH MACEDONIA) DETERMINED BY THE SEM-EDS METHOD  
Хемиски состав на римските монети од Пелагонија  
(Северна Македонија) одреден со методата СЕМ-ЕДС.....275–279
- MGK-2021-6-GK-02- **Ivan Boev, Blažo Boev**  
SHOCKED QUARTZ IN THE SAMPLES FROM ARCHEOLOGICAL LOCALITY STOBI  
Шок кварц во примероците од археолошкиот локалитет Стоби .....281–295

## ИНДЕКС НА АВТОРИ – AUTHORS INDEX

Абази, Сеад, 2-ID-02, 2-ID-03, 2-ID-04,  
Aleksandrov, Marin, 3-EG-07,  
Ангелов, Ванчо, 2-ID-01,  
Angelova, Elena, **1-OF-01**, , 2-ID-01,  
Андов, Ивица, 2-ID-05,

Benderev, Alexey, 3-EG-05,  
Boev, Blažo, **0-PL-01**, **1-OF-02**, 3-EG-01,  
6-GK-02,  
Boev, Ivan, 1-OF-02, **1-OF-03**, **5-GH-01**,  
**6-GK-01**, **6-GK-02**,  
Bogićević, Katarina, 1-OF-0,  
Буов, Александар, **4-PG-02**, 4-PG-04,

Gadzhalov, Aleksandar, **3-EG-040**,  
Gardić, Vojka, 1-OF-01,  
Gorgjiev, Lazar, **3-EG-07**,

Dimitrijević, Silvana, 1-OF-01,  
Димов, Ѓорѓи, 2-ID-07, 3-EG-02,  
Дрогрешка, Катерина, **1-OF-08**,

Eugenia Tarassova, 3-EG-05,

Ивановски, Ласте, 2-ID-01,  
Илијовски, Златко, 2-ID-05,

Filev, Kiril, 3-EG-03,

Јовановска, Тамара, 2-ID-02,  
Јовановски, Милорад, 2-ID-04,

Kamberović, Enve, 3-EG-06,  
Katanić, Petar, 3-EG-06,  
Крулановиќ, Мила, 2-ID-06,  
Knežević, Slobodan, 1-OF-09,  
Koller, Friedrich, 1-OF-06,

Lepitkova, Sonja, 5-GH-01,

Манева, Марија, 2-ID-02, **4-PG-03**,  
Marinova, Irina, 3-EG-04,  
Merza, Tola, 3-EG-06,  
Милановски, Моме, **2-ID-06**,  
Мирчовски, Војо, 2-ID-05, **2-ID-07**,  
Mitrev, Saše, **1-OF-04**,  
Михаиловски, Стојан, **2-ID-05**,

Најдовска, Јасмина, 1-OF-08,  
Неделковска, Бојана, 2-ID-02

Неделковска, Наташа, 2-ID-01,  
Nenadić, Draženko, 1-OF-09,  
Николовска Атанасовска, Александра, 2-ID-04,  
Nikolić, Toni, **5-GH-02**,  
Nikolov, Alexander, 3-EG-05,

Onuzi, Kujtim, **1-OF-05**, **1-OF-06**,

Hrvatović, Hazim, **3-EG-06**,  
Huseinbasić, Samir, 5-GH-02,

Панов, Зоран, 2-ID-04,  
Папиќ, Јован, 2-ID-02, 2-ID-04,  
Петковски, Орце, **2-ID-01**,  
Петрески, Љупчо, 4-PG-03,  
Петров, Гоше, 1-OF-10,  
Пешевски, Игор, **2-ID-02**, **2-ID-04**, 4-PG-03,  
Пишов, Дарко, 2-ID-07,  
Полекшиќ, Сергеј, 2-ID-06,  
Palinkaš, Ladislav, 3-EG-06,  
Popov, Mitko, 1-OF-04,  
Prifti, Irakli, **1-OF-07**,

Radulović, **1-OF-09**,  
Ristović, Ivica, 3-EG-01,  
Ристовска, Анета, 4-PG-02, 4-PG-04,

Serafimovsk, Todor i, **3-EG-01**, 3-EG-03,  
3-EG-07,  
Serafimovski, Dalibor, 3-EG-03, **4-PG-01**,  
Spago, Suad, 5-GH-02,  
Stavrev, Milen, 3-EG-05,  
Stoja, Gjergji, 1-OF-07,  
Стефанова, Виолета, 1-OF-10, **3-EG-02**,  
Стојанова Виолета, **1-OF-10**, 3-EG-02,  
Сулооца, Булент, **2-ID-03**,

Šešov, Vlatko, 1-OF-01

Tacheva, Elena, 3-EG-05,  
Tarassov, Mihail, **3-EG-05**,

Tasev, Goran, 3-EG-01, **3-EG-03**, 3-EG-07,  
4-PG-01,  
Trayanova, Mila, 3-EG-05,

Черних, Драгана, 1-OF-08,  
Chekerovski, Todor, 4-PG-01,

Ymeri, Agim, 1-OF-05, 1-OF-07,

## ПРЕДГОВОР

Четвртиот Конгрес на Геолозите на Македонија требаше да се одржи минатата, 2020 година, но поради пандемијата на КОВИД-19, Конгресот беше одложен за ова 2021 година, со надеж дека пандемијата ќе помине и дека ќе можеме во нормални околности да го одржиме Конгресот. Меѓутоа пандемијата на КОВИД-19 продолжи и во текот на 2021 година а со тоа и одржувањето на Конгресот на геолозите на Македонија стана неизвесен и во тековната 2021 година, затоа организациониот одбор на конгресот одлучи собраните конгресни материјали да бидат објавени во посебно издание на ГЕОЛОГИКА МАКЕДОНИКА (2021) и со тоа да бидат затворени активностите околу 4-от Конгрес на Геолозите на Македонија.

4-от Конгрес на Геолозите на Македонија претставува континуитет во конгресните активности на Македонското Геолошко Друштво и основа прави пресек на достигнувањата на геологијата во Македонија помеѓу двата конгреса.

Македонското геолошко друштво како асоцијација на сите геолози и истражувачи од сферата на гео-науките во Македонија уште од своето формирање во 1952 година па се до денес во својот фокус на интерес ги има гео науките како интегрален дел во развојот на општеството и во развојот на планетата Земја во целина.

Гео-науките во иднината ќе се занимаваат со изучувањето на динамиката на самата планета Земја, односно клучните двигатели и процеси кои управуваат со еволуцијата и однесувањето на планетата, како клучни елементи за стратешките планирања за развојот на Планетата и зачувувањето на нејзините посебности како што се: динамиката на движењето на луѓето, динамиката на промените во диверзитетот на флората и фауната (екологија), а посебно внимание ќе се посвети на оние еко-системи кои ги населуваат неколкуте најоддалечени места на оваа планета, чиј радиус е 6370 km, ќе заземаат централно место во иднината на Земјата, начинот на кој реагираат на (глобалните) животни и климатски промена.

Како резултат на Првиот Закон на термодинамика кој се однесува на зачувување на енергијата во системот, сите модификации на балансот на енергијата (и масата) во внатрешноста на планетата мора да имаат ефект на површината на планетата и нејзината биосфера, вклучувајќи го и општеството. Поседувањето на соодветно

## PREFACE

The fourth Congress of the Macedonian geologists was supposed to take place last year, 2020, but due to the COVID-19 pandemic, the Congress was postponed for this year, 2021, hoping that the pandemic will pass so that we could hold the Congress under normal conditions. However, the COVID-19 pandemic continued to spread in the course of 2021 and as a result of it, the holding of the Congress of the Macedonian geologists proved to be uncertain in the current 2021. So, the Organizing Committee of the Congress decided to publish the collected Congress materials in a separate publication GEOLOGICA MACEDONICA (2021) and with that, to close the activities around the fourth Congress of the Macedonian geologists.

The fourth Congress of the Macedonian geologists presents a continuity in the Congress activities of the Macedonian Geological Society and basically shows the achievements of geology in Macedonia between the two Congresses.

The Macedonian Geological Society, as an Association of all the geologists and researchers in the field of the geological sciences in Macedonia, has had the geological sciences in their focus of interest since its establishment in 1952 until today, as an integral part in the development of the society as well as within the development of our planet in general.

In the future, the geological sciences will be focused on studying the dynamics of the very planet Earth, i.e. the key moving forces and processes that govern the evolution and the behavior of the planet, as crucial elements for the strategic planning of the development of the Planet and preserving its particularity, such as the movement of the people, the dynamics of the changes in the diversity of the flora and fauna (ecology). A special attention will be paid to those eco-systems that have been populated at the most distant places on this Planet, whose radius is 6370 km. They will take the central place in the future of the Earth, the way in which they react to the (global) living and climatic changes.

As a result of the First Law of the thermodynamics, which refers to preserving the energy within the system, all the modifications of the energy balance (and the mass) in the interior of the planet must affect the surface of the planet and its biosphere, including the society as well. Possessing the appropriate knowledge and better understanding of such processes at a higher level is a precondition for comprehending the processes of the occurrence

знаење и подобро разбирање на таквите процеси на подлабоко ниво е предуслов за разбирањето на процесите за појавата на човечки и други форми на живот на површината. Од сите сфери во Земјиниот систем, една (гео сферата) е особено премалку застапена во програмите за истражување на планетата Земја во иднината. Секоја амбиција подобро да се разберат механизмите кои ги покренуваат промените во животната средина, што е очигледно важно, е нецелосно и најверојатно погрешно ако не се вклучат најрелевантните дисциплини од сферата на геонауките бидејќи промените во гео сферата ги покренуваат промените во животната средина на оваа планета.

Многу аспекти поврзани со Земјата често се главен фокус за широк спектар на гео научници кои секојдневно се занимаваат со науките за Земјата. За време на минатите декади, гео научниците проучувале широк спектар на теоретски и применети аспекти на Земјата и изградиле огромна база на знаење, која може да обезбеди многу одговори на прашањата за истражување кои се релевантни за гео науките во иднината. Дел од оваа база на знаење се геолошките записи кои се откриени при истражувањата на Антарктикот во неколкуте претходни декади, и кој може да се користат како соодветна природна референца за идни климатски промени во однос на отпорноста на екосистемите и човештвото под голема разновидност на атмосферски и климатски услови.

Гео научниците направиле значаен напредок во развојот на особено релевантните модели за предвидување на случувањата во литосферата и атмосферата и преку тие огромни достигнувања во истражувањето сега ги разбираат најголемиот дел од механизмите и времето на случувањата на поголемите, помалите до оние на нано-ниво процеси на Земјата. Кога дискутираме за иднината на Земјата, нејзината геосфера, атмосфера, хидросфера и биосфера, не можат да се игнорираат резултатите на таквите значајни истражувања.

Гео-научниците може значајно да допринесат да се даде осврт на сите приоритети под темата: Динамична планета. Всушност, не може да се даде осврт на најголемиот дел од овие приоритети (>65%) под темата Динамична планета, без виталните знаење на заедница на научните од областа на гео науките.

Затоа и IV-от Конгрес на геолозите на Македонија треба да биде посветен на теми кои се исклучително важни за еволуцијата и развојот на самата планета Земја.

Организационен одбор

of human and other forms of life at the surface. Considering all the spheres within the Earth system, one of them (the geo-sphere) has been particularly little represented in the programs for the exploration of the Earth system in the future. Each ambition and effort to better understand the mechanisms that are moving forces for the changes in the environment, which is obviously very significant, is incomplete and most probably wrong if the most relevant disciplines in the sphere of the geological sciences are not included, because the changes within the geo-sphere are moving the changes within the environment of this planet.

Many aspects related to the Earth have been a major interest for a wide spectrum of geo scientists who are continually working on the sciences about the Earth. In the course of the past decades the geo scientists were studying a wide scope of theoretical and applied aspects of the Earth and they have established an enormous knowledge base which can provide many answers to the questions considering the exploration, answers that are relevant for the geo sciences in the future. A part of this knowledge base presents the geological records that were found out in exploring the Antarctic during the last decades. They can be used as an adequate natural reference for the future climatic changes in relation to the resistivity of the eco-systems and the humanity under a great diversity of the atmospheric and climatic conditions.

The geo scientists have achieved a significant advancement in the development of the particular relevant modules for predicting the occurrences within the lithosphere and the atmosphere. Owing to that vast achievement in exploring, they can now understand the greatest part of the mechanisms and the time of the occurrences of the greater, the smaller to those at the nano level processes of the Earth. When we discuss about the future of the earth, its geosphere, atmosphere, hydrosphere and biosphere, we cannot ignore the results of such significant exploration.

The geological sciences can significantly contribute for providing a review to all the priorities of the Subject: Dynamic planet. In fact, a review cannot be provided to the greatest part of these priorities (>65%) under the subject the Dynamic planet, without taking into consideration the essential knowledge of the association of the scientists from the field of the geo sciences.

Accordingly, the fourth Congress of the Macedonian geologists should be dedicated to subjects that are exceptionally important for the evolution and the development of the very planet Earth.

Organizing board



## NEW INFORMATION ABOUT THE AGE OF THE PELAGONIAN METAMORPHIC COMPLEX (??)

**Blažo Boev, Ivan Boev**

*Faculty of Natural and Technical Sciences, "Goce Delčev" University in Štip,  
Blvd. Blvd. Krste Misirkov 10-A, P.O. Box 210, 2000 Štip, Republic of North Macedonia  
blazo.boev@ugd.edu.mk*

**A b s t r a c t:** Regarding the problem of the age the Pelagon, two questions can be asked: the first question is the age of the metamorphic rocks (??) and the second one is the age of the consolidation of the massif (?). The metamorphic complex of the Pelagon is polymetamorphic and polydeformational, and the age of the oldest relics has not been determined yet. This information paper for the first time presents information about determining the age of metamorphic rocks using the U / Pb method of samples representing titanites from the lower metamorphic complex (gneisses). The information obtained indicates an age in the range of about  $(1840 \pm 25 \text{ m / y})$ . This is the first information that has been received and, in any case, it should be rechecked in some further research. The second question concerning the age of the consolidation of massifs has been documented in more detail in almost all crystalline massifs on the Balkans and that age ranges from about 550 to 600 million years, and this consolidation ends with an intense granitic (Herzianian) magmatism of about 300 million years of age.

**Key words:** age, Pelagonian, metamorphism, metamorphic rocks

## НОВИ ИНФОРМАЦИИ ЗА СТАРОСТА НА ПЕЛАГОНИСКИОТ МЕТАМОРФЕН КОМПЛЕКС (??)

Во однос на проблемот за староста на Пелагонот, може да се постават две прашања и тоа: првото е која е староста на метаморфните карпи (??) и второто прашање која е староста на консолидацијата на масивот (?). Мертаморфниот комплекс на Пелагонот е полиметаморфен и полидеформационен, при што староста на најстарите реликти досега не е утврдена. Во овој информациона труд за прв пат се прикажуваат информации за одредување на староста на метаморфните карпи со примена на U/Pb метода на примероци кои претставуваат титанити од долниот метаморфен комплекс (гнајсеви). Информациите кои се добиени укажуваат на старост во границите од околу  $(1840 \pm 25 \text{ m.y.})$ . Овие се први информации кои се добиени и во секој случај би требало во некои понатамошни истражувања да бидат повторно проверени. Второто прашање кое се однесува на староста на консолидацијата на масивите е досега подетално документирано во скоро сите кристалести масиви на Балканот и таа старост се движи во границите од околу 550 до 600 милиони години и истата консолидација завршува со интензивен гранитски (херцински) магматизам од околу 300 милиони години.

**Клучни зборови:** старост, Пелагон, метаморфизам, метаморфни карпи

### INTRODUCTION

*The Pelagonian massif* is the largest unit of the belt. It is situated between the Vardar zone and the Dinaride (West Vardar) ophiolite belt on the territories of North Macedonia and Greece (Florina "terrane") (Arsovski, 1960, Stojanov, 1958, 1960), (Jacobshagen, 1986; Pe-Piper & Piper, 2002; Yarwood & Aftalion, 1976; Mountrakis, 1984; Koroneos *et al.* 1993; Katerinopoulos *et al.* 1998; Vavassis *et al.* 2000; Reischmann *et al.* 2001; Anders *et al.* 2003; Most, *et al.* 2001; Zagorchev, 2020.

The major lithostratigraphic features of the Pelagonian metamorphic complex result from the

primary accumulation of petitic-psamitic and carbonate sediments accompanied by poorly expressed initial magmatism. Over the Grenville orogenesis the complexes were affected by metamorphic-magmatic and tectonic processes when they metamorphosed into metamorphic rocks of epidote-amphibolite facies. Present day understanding of the geological composition of the geological-geotectonic unit makes it possible to divide the complex into two parts: northern and southern. The northern part is an asymmetric structure whose eastern portion is raised and contains gneiss and micaschist formations, whereas the formations of the so-called mixed series and the series of marbles have been found in

the western portions of the segment. Plicative structures are mainly of west and northwest extensions. The south part of the Pelagonian metamorphic complex is also asymmetrically built with uplift of the western wing where numerous plicative structures of sub meridian direction that bend to the north and north-west. The middle parts are built mainly of granodiorite masses, so the part of the area is rather raised or deeply eroded. The transition from gneisses to marbles in the eastern margin of

the Pelagonian metamorphic complex is gradual, with absence of micaschists and mixed series, which have been preserved only as relicts. There, the marble series in the eastern rim is present as a band with thickness almost twice smaller than that in the northern part. The lithostratigraphic position of some formations differs from that of the formations in the northern part of the Pelagonian metamorphic complex (Figure 1).

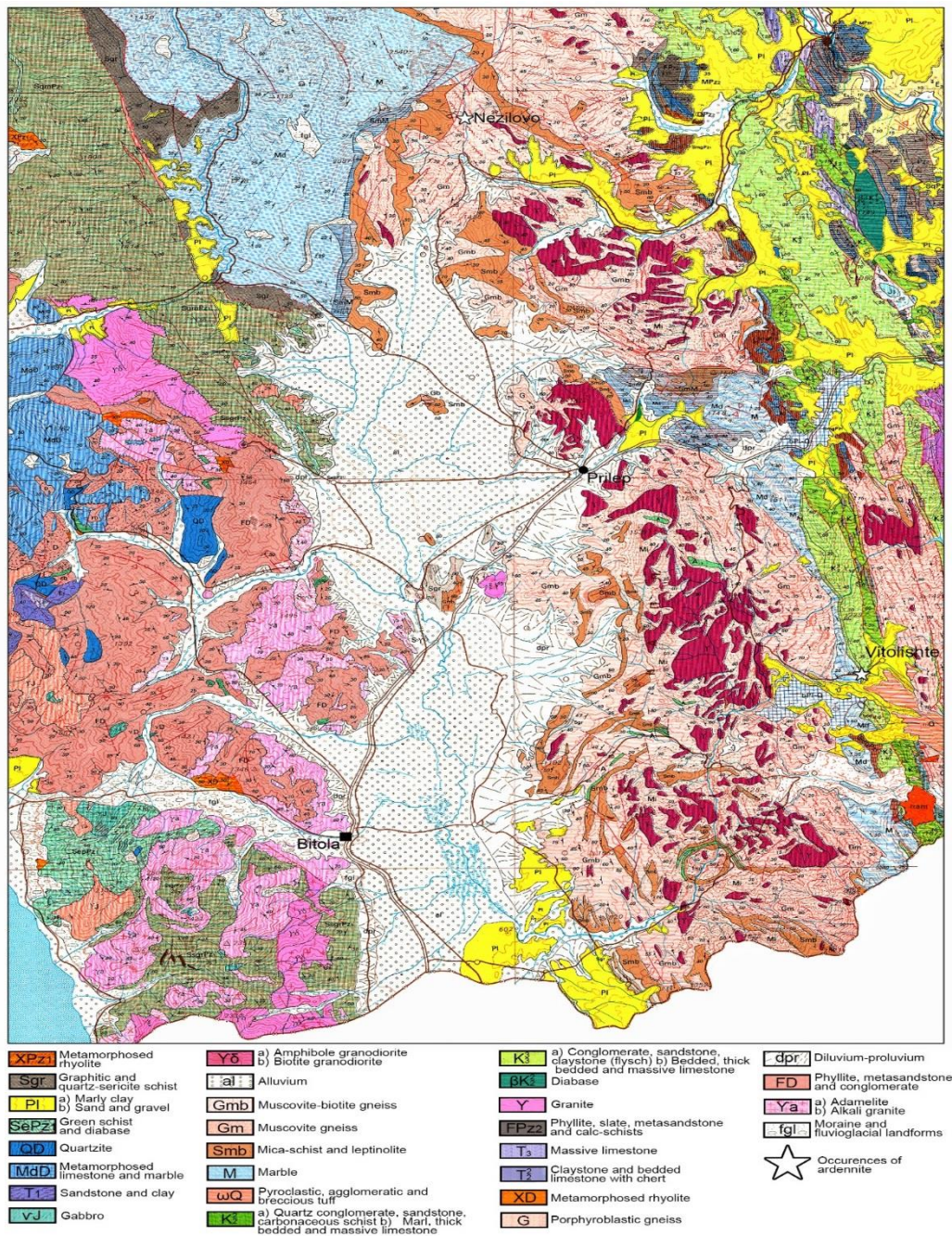


Fig. 1. Lithostratigraphic map of Pelagonian metamorphic complex (Scale 1: 200 000, Base Geological map of Macedonia)

*Lithostratigraphic characteristics  
of the northern part of the Pelagon*

Besides, the lower part of the metamorphic complex is connected with granitoid bodies of the Prilep granitoids which in this part of the Pelagonian metamorphic complex are connected mainly with the terrains of Mt Babuna. In the series of gneisses which make up the deepest parts of the Grenville metamorphic complex several lithofacial types have been distinguished: augen two-mica amygdaloidal, band like, leucocratic muscovite and epidot-muscovite-biotite gneisses. Augen two-mica amygdaloidal gneisses are connected with the contact parts of the granitoid intrusions and gradually grade into two-mica biotite-muscovite gneisses. In the lower parts gneisses are massive and stratified pseudo layered and schistose owing to the presence of mica. On the surface they erode into various irregular, oval shapes or sporadically there are half a meter thick gneiss arenite. Gneisses are light red so the portions that contain more quartz and feldspar-albite are brighter and those with more mica are grey-greenish. As a rule, the lower parts of gneisses, present as biotite muscovite gneisses, are characterized by prevalence of microcline, whereas in the upper parts most abundant are albite and microcline.

Porphyroblastic gneisses are closely related to the contact parts of the granites or the gneiss-granites in the valley of the river Babuna (at Teovo). The thickness of the gneiss series in the northern part of the Pelagonian metamorphic complex is estimated at 5 000 to 7 000 meters. The series of micaschists is less widespread than the gneiss series. It was discovered at Plaven-ski Rid, Osoj and Silegarnik, Begovi Virovi and Kadino Pole, Ubava, north-west of the Kadina Reka basin and Mt Kitka. To the east of Prilep they were distinguished in Mts Prisoj, Viorila and some other places. As a whole, the series of micaschists is present as micaschists, quartzites and graphite schists, which facially grade one into other both latterly and vertically. Unlike gneisses, micaschists possess clearly pronounced dark brown to dark schistose texture depending on the graphite material in them. In addition to quartz, micaschists also contain micas (muscovite, biotite, paragonite), chlorite and garnets (of up to 30% in some parts), distene, staurolite, albite, amphibole, tourmaline etc. There are also garnet micaschists rich in garnet with crystals attaining several centimeters in size.

Upper and lower parts have been distinguished in the northern part of the Pelagonian metamorphic complex in the Grenville metamorphic complex. The lower part is present as a series of gneisses and micaschists, whereas in the upper part a mixed series and a series of marbles have been determined.

They are abundant in Mt Viorila, north of Kozjak. Large distene crystals of 10 cm in size have been found in the micaschists in the area. The mixed series in the north part of the Pelagonian metamorphic complex occupies a sequence of metamorphic rocks of variable petrographic composition: augen schists, feldspatized chlorite schists, cipolines, talc schists and marbles where rocks grade one into other both laterally and vertically. Of all lithological varieties gneisses (mainly albite) prevail (the area of Markova Reka, Kitka, Ruen, the village of Izvor etc). Metarhyolites are also present. The marble series comprises the top parts of the Precambrian complex in the Pelagon. In the north, the series of marbles comprises the mountain masses of Jakupica, Karadžica and Dautica and the River Treska valley. Some areas north of Prilep (Sivec, Platvar and Kozjak) are also made up of this carbonate formation. Relicts of it are present in the northern slopes of Kitka and in the eastern marginal part of the Pelagon (the village of Izvor, Veles). The granitoid formation is less present in the north part of the Pelagon. It occurs as smaller granite bodies located in the gneiss and micaschists series. The bodies are 0.5 km<sup>2</sup> to several square kilometers in size. Larger granitoid bodies have been found in the north parts of Mt Babuna. Granodiorites prevail in the north, and granites are less present in the formation. A small diorite occurrence has also been found. Pegmatites, aplites and quartz veins occur as lode rocks.

*Lithostratigraphic features of the south part  
of the Pelagonian metamorphic complex*

The Precambrian metamorphic complex in the south part of the Pelagonian metamorphic complex extends south of the Pelagon to Mt Selečka, Dren, Nidže and Kajmakčalan. The complex is deeply eroded that can be seen from the metamorphic facies' characteristic of the deeper parts of the amphibolite facies, then from the position of the micaschist series and the absence of mixed series. The Precambrian metamorphic complex was formed in conditions of regional metamorphism of pelitepsamite sediments, basic and acid volcanic intrusive rocks and carbonate rocks. The rocks are located in



three lithostratigraphic levels: gneiss-micaschist series (lower metamorphic complex), mixed series and a series of marbles. The gneiss-micaschist series (gneisses and micaschists) comprises the lower stratigraphic level of the metamorphic complex and is made up of gneisses, micaschists, metadiabases, quartzites and granodiorites. Different temperature and pressure conditions during metamorphism, different levels and the influence of polyphase of granodiorite magmatism, resulted in zonal structure of the gneiss micaschist series. This made it possible to distinguish: A lower zone present as homogenized mass, made up of muscovite-biotite gneisses, seldom amphibolite bands. An upper zone, lithologically present as a fairly heterogeneous mass in which various types of gneisses, micaschists, amphibolites and quartzites alternate both vertically and horizontally. The mixed series is well built and is present as a thick mass of layers in the north part of the Pelagonian massif. In the south the thickness of the massif decreases. Only partially preserved relicts of mixed series occur in the slope of the marble series. The marble series is well preserved and has been found as a 1 500 to 2 000 meters thick mass in the margin of the south part of the Pelagon, It is transgressively overlain, with an angle discordance, by Riphean Cambrian low metamorphic rocks and Upper Cretaceous sediments that are characteristic of the Vardar Zone. At the Nidže-Labnica-Melnica-Veprčani-Belovodica strike the marble series is present as two superposition horizons. Dolomites and dolomite marble prevail in the lower horizon, whereas quartzite marbles in the upper.

## METHODOLOGY

From the lower metamorphic complex of Selecka Mountain from the series of gneisses, samples of gneisses were collected from which small grains of titanium were extracted. The determination of age is made on two samples with the following methodology.

Analytical Methods for LA-ICPMS Attom (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) U–Pb dating analyses were performed using a Nu Plasma AttoM single collector ICPMS connected to a Photon Machine Excite laser ablation system. Samples were ablated in He gas (gas flows = 0.4 and 0.1 l/min) within a HeEx ablation cell (Müller et al., 2009). The He aerosol was mixed with Ar (gas flow = 0.9 l/min) prior to entry

into the plasma. The gas mixture was optimized daily for maximum sensitivity. Ablation conditions were: beam diameter: 35  $\mu\text{m}$ , pulse frequency: 5 Hz, beam energy density: 2.0 J/cm<sup>2</sup>. A single U–Pb measurement included a short preablation, 20 s of He flushing 10 s of on-mass background measurement, followed by 30 s of ablation with a stationary beam. <sup>235</sup>U was calculated from the signal at mass 238 using a natural <sup>238</sup>U/<sup>235</sup>U = 137.88. Mass number 204 was used as a monitor for common Pb. The contribution of <sup>204</sup>Hg from the plasma was eliminated by on-mass background measurement prior to each analysis. In an ICPMS analysis, <sup>204</sup>Hg mainly originates from the He supply. The observed background counting-rate on mass 204 was 200–250 cps and has been stable at that level over the last two years. Age related common lead (Stacey and Kramers, 1975) correction was used when the analysis showed common lead contents significantly above the detection limit (i.e. >50 cps). Because of very high common Pb contents, a modern common Pb correction was tested as well (Sheet “common Pb T = 0”). Signal strengths on mass 206 were typically 100000 cps, depending on the uranium content and age of the titanite.

Calibration standard MKED-1 (1518 ± 1.4 Ma; Spandler et al., 2016) and in-house control sample A1756 (1857 ± 3 Ma, unpublished) were run at the beginning and end of each analytical session, and at regular intervals during sessions. Raw data were corrected for the background, laser-induced elemental fractionation, mass discrimination and drift in ion counter gains and reduced to U–Pb isotope ratios by calibration to concordant reference zircons, using the program Glitter (Van Achterbergh et al, 2001). Further data reduction including common lead correction and error propagation was performed using an inhouse excel spreadsheet. Errors include measured within-run errors (SD) and quadratic addition of reproducibility of standard (SE). To minimize the effects of laser-induced elemental fractionation, the depth/diameter ratio of the ablation pit was kept low, and isotopically homogeneous segments of the time-resolved traces were calibrated against the corresponding time interval for each mass in the reference zircon. Plotting of the U–Pb isotopic data and age calculations were performed using the Isoplot/Ex 4.15 program (Ludwig, 2011). All the ages were calculated with 2 $\sigma$  errors and without decay constants errors. Data-point error ellipses in the figures are at the 2  $\sigma$  level.

Titanite samples did not show signs of zoning, hence they were not extensively imaged with a

SEM. U-Pb ages were obtained along traverses across the grains. After analysis, a backscattered electron image was obtained on grain A of sample A20-02856-1 to confirm the internal homogeneity. All titanite data are severely hampered by very high levels of common Pb, hence numerical results cannot be given. The standard data processing involves age-related common Pb-correction. As the ages used for the common Pb composition are based on

measured  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ratios, they are obviously unrealistically high in extreme common Pb concentrations. Therefore, a modern common Pb correction was attempted also. While it does produce more concordant results, the data are too scattered for a definitive age result to be given. As a summary weighted average age of  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  was calculated.

## RESULTS AND COMMENTS

The results obtained and the concordance diagrams are shown in Figure 2. The values indicate an age in the interval from  $1840 \pm 25$  million years. In the paper by Anders et al, 2014, several points were obtained on the terrains in Greece that had values up to  $1777 \pm 13$  million years; the determinations were performed on the mineral zircon, and they are mentioned only as points, without going into a more detailed comment. These age values indicate Gren-

villian age (1.5–1.8 GA), although all published results indicate Neoproterozoic age (699–713 m/y) (De Leon, 1966, he presents the age of granitoid of Prilep area around 1 GA). However, it should be mentioned that, although certain problems were observed during the measurements of age and that the obtained values should be rechecked in further work, still these values may arouse interest for further research on the age of the Pelagonian metamorphic complex.

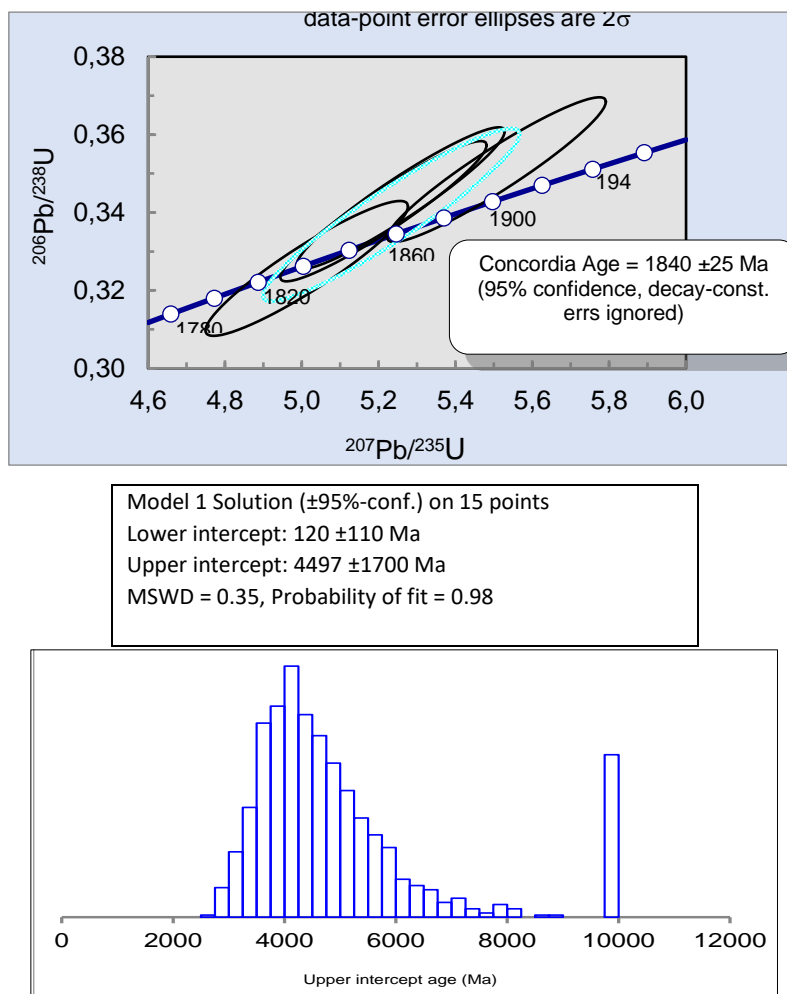


Fig. 2. Concordia age of Pelagonian metamorphic complex



## REFERENCES

- Anders, B., Reischmann, T., Poller, U., Kostopoulos, D. (2003): First zircon ages from South Pilion and Skiathos Island, Greece. *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beiheft zum European Journal of Mineralogy*, **15** (1), 5.
- Anders, B., Reischmann, T., Kostopoulos, D., Poller, U. (2006): The oldest rock of Greece: First evidence for a Precambrian terrane within the Pelagonian Zone, *Geol. Mag.* **143** (1), pp. 41–58.
- Арсовски, М. (1960): Некои особености на тектонскиот склоп на централниот дел на Пелагонискиот хорстан-тиклинориум и неговиео однос со Вардарската зона, *Трудови на Геолошкиот Завод на СРМ*, Св. 7., 1960,
- Де Леон, Р. (1966): Поглед на геолошката старост на граниотоидните стени во пелагониската зона во Македонија на основа на нивната изотопска старост, *Реферати на 6 Советување на Геолозиите на Југославија*, Охрид, 1966,
- Jacobshagen, V. (1986): *Geologie von Griechenland*. Berlin/Stuttgart: Gebrueder Borntraeger, 363 pp.
- Katerinopoulos, A., Kyriakopoulos, K., Del Moro, A., Kokkinakis, A., Giannotti, U. (1998): Petrology, Geochemistry and Rb/Sr Age Determination of Hercynian Granitic Rocks from Thessaly, Central Greece. *Chemie der Erde*, **58**, pp 64–79.
- Koroneos, A., Christofides, G., Del Moro, A., Kiliias, A. (1993): Rb–Sr geochronology and geochemical aspects of the Eastern Varnountas plutonite (NW Macedonia, Greece). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **165** (3), pp 297–315.
- Ludwig, K.R. (2011). *User's manual for Isoplot/Ex, Version 4.1. A geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center Special Publication No. 4.
- Most, T., Frisch, W., Dunkl, I., Kadosa, B., Boev, B., Avgerinas, A. & Kiliias, A. (2001). Geochronological and structural investigations of the Northern Pelagonian Crystalline Zone. Constraints from K/Ar and zircon and apatite fission track dating. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, **XXXIV** (1), pp 91–5.
- Müller, W., M. Shelley, Miller, P., Broude, S. (2009). Initial performance metrics of a new custom-designed ArF excimer LA-ICPMS system coupled to a two-volume laser-ablation cell. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **24**: pp 209–214
- Mountrakis, D. (1984). Structural evolution of the Pelagonian Zone in Northwestern Macedonia, Greece. In: *The geological evolution of the Eastern Mediterranean* (eds J. E. Dixon and A. H. F. Robertson), pp. 581–90. Geological Society of London, Special Publication no. 17.
- Pe-Piper, G. & Piper, D. J. W. (2002): *The igneous rocks of Greece. The anatomy of an orogen*. Berlin/Stuttgart: Gebrueder Borntraeger, 573 pp.
- Reischmann, T., Kostopoulos, D. K., Loos, S., Anders, B., Avgerinas, A., & Sklavounos, S. A. (2001): Late Palaeozoic magmatism in the basement rocks southwest of Mt. Olympos, Central Pelagonian Zone, Greece: remnants of a Permo-Carboniferous magmatic arc. *Bulletin of the Geological Society of Greece* **XXXIV** (3), pp 985–993.
- Стојанов, Р. (1958): Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања на Селечка Планина, *Трудови на Геолошкиот Завод на НРМ*, Св 6, 1958,
- Стојанов, Р. (1960): Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања на високо метаморфните стени во централниот дел на Пелагонискиот масив, *Трудови на геолошкиот Завод на НРМ*, Св, 7, 1960,
- Spandler, C., Hammerli, J., Sha, P., Hilbert-Wolf, H., Hu, Y., Roberts, E., Schmitz, M. (2016). MKED1: A new titanite standard for in situ analysis of Sm–Nd isotopes and U–Pb geochronology. *Chemical Geology* **425**, pp. 110–126.
- Stacey, J. S., Kramers, J. D. (1975): Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters* **26**, pp 207–221.
- Vavassis, I., De Bono, A., Stampfli, G. M., Giorgis, D., Val-loton, A. & Amelin, Y. (2000): *U–Pb and Ar–Ar geochronological data from the Pelagonian basement in Evia (Greece): geodynamic implications for the evolution of Palaeotethys*. Schweizerische Mineral
- Van Achterbergh, E., Ryan C., Jackson, S. and Griffin W., (2001): *Data reduction software for LA-ICP-MS, in: Laser-Ablation ICPMS in the Earth Sciences – Principles and applications, Mineralogical Association of Canada short course series*, 29, St John, Newfoundland, Sylverster P. Ed., 239-243.
- Yarwood, G. A., Aftalion, M. (1976): Field relations and U–Pb geochronology of a granite from the Pelagonian Zone of the Hellenides (High Pieria, Greece). *Bulletin de la Soci'ete G'ologique de France* **18** (2), 259–264.