



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**XIV<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '23**

Охрид  
06 – 08. 10. 2023 год.

## **ПРИСУСТВО НА САМОРОДЕН СУЛФУР И ГИПС ВО СЕЛО ПЛЕШЕНЦИ И НИВНО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

**Марјан Георгиевски<sup>1</sup>, Соња Лепиткова<sup>2</sup>, Ивица Андов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>БУЛМАК 2016 ДООЕЛ, Рудник “Злетово”, Пробиштип, Р. С. Македонија

<sup>2</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Р. С. Македонија

<sup>3</sup>Градежен Институт „Македонија“, Скопје, Р. С. Македонија

**Апстракт:** Овој труд претставува еден вид спој на податоци од предходно извршените геолошки, геохемиски и други видови на истражни работи на рудното наоѓалиште Плешенци, со новодобиените податоци од хемиското испитување на концентрација на микроелементи од земени проби на самороден сулфур и гипс од истата локација. Исто така е даден осврт на разнобразните начини на корисна и иновативна употреба на самородниот сулфур и гипс во различни сфери, со фокус на нивните влијанија врз животната средина. Во случај на сулфурот се истражува улогата на овој елемент во намалувањето на емисиите на сулфур-диоксид и загадување на воздухот, како и негова примена во критични индустрии, како производство на сулфурна киселина и гума. Што се однесува до гипсот, се анализира неговата способност за подобрување на рН вредноста и структурниот квалитет на почвата.

**Клучни зборови:** самороден сулфур, гипс, рудна зона, влијание, животна средина.

## **PRESENCE OF NATURAL SULFUR AND GYPSUM IN THE AREA OF PLESHENCI VILLAGE AND THEIR INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT**

**Marjan Georgievski<sup>1</sup>, Sonja Lepitkova<sup>2</sup>, Ivica Andov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>BULMAK 2016 DOOEL, Mine "Zletovo", Probishtip, R. of North Macedonia

<sup>2</sup>Goce Delchev University, Faculty of Natural and Technical Sciences,  
Shtip, R. of North Macedonia

<sup>3</sup>Civil Engineering Institute "Macedonia", Skopje, R. of North Macedonia

**Abstract:** This paper represents combination of previously obtained data by already performed geological, geochemical and other types of investigative work at Pleshenci ore deposit and newly acquired data by chemical examination of the concentration of microelements extracted from native sulfur and gypsum samples on the very same location. Also, the paper incorporates analyses of various useful and innovative applications of native sulfur and gypsum in different spheres, with spotlight on their impacts on the environment.

Regarding the sulfur, its role in reducing sulfur dioxide emissions and air pollution, as well as its application in critical industries, such as sulfuric acid and rubber production, is being investigated. As for gypsum, its ability to improve soil pH and structural quality is analyzed

**Key Words:** native sulphur, gypsum, ore zone, impact, environment.

## 1. ВОВЕД

Географски, истражниот простор го зафаќа североисточниот дел на Република Северна Македонија, односно се наоѓа во северозападниот дел на територијата на Општина Пробиштип, во непосредна близина на селото Плешиници, недалеку од самиот град Пробиштип, на оддалеченост од околу 4 km во задна насока, (Слика 1). Овој дел од теренот припаѓа во рамките на Кратовско-Злетовскиот руден реон, кој е еден од позначајните Терциерни вулканогени рудоносни подрачја на територијата на Балканот. Кратовско – Злетовското вулканско подрачје се карактеризира со интензивно развиен Терциен магматизам, на површина од околу 1200 km<sup>2</sup>, за кого просторно и парагенетски се поврзани голем број на наоѓалишта на металични и неметалични минерални суровини. Појавата на самороден сулфур и гипс во рамките на ова наоѓалиште, иако нема големо економско значање, сепак претставува предизвик за негово истражување од аспект за нивното потекло, за поврзаноста со терциерниот магматизам и Кратовско-Злетовскиот руден реон, како и за влијанието врз животната средина и нивно евентуално искористување.



Слика 1. Местоположба на истражен простор

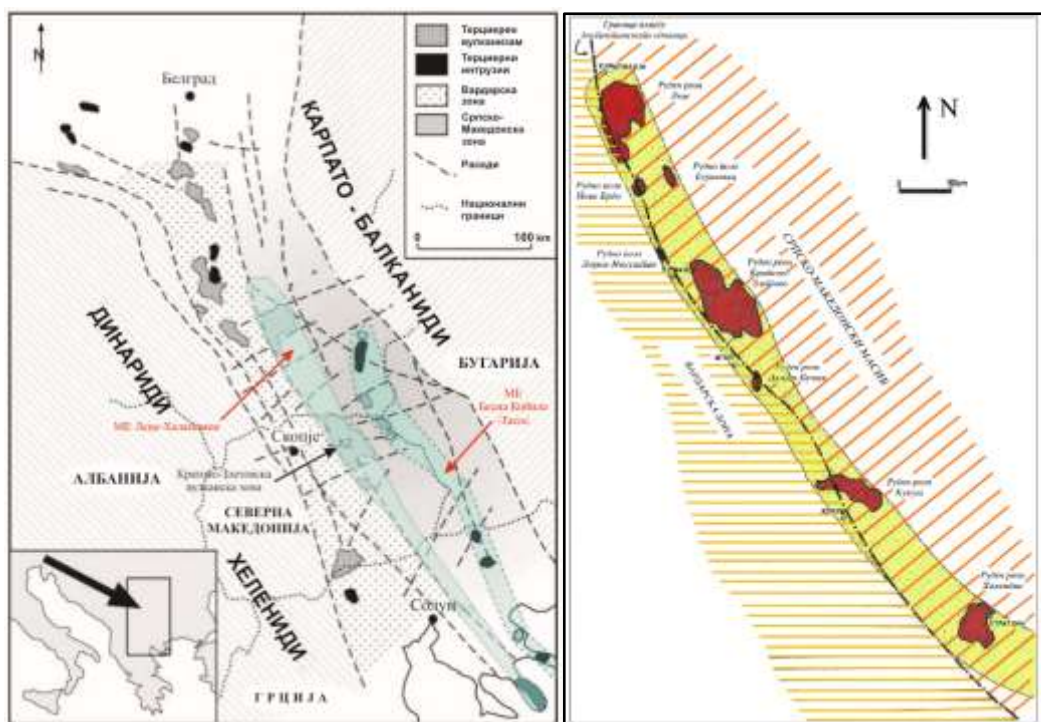
## 2. ГЕОТЕКТОНСКА ПОЛОЖБА НА ИСПИТУВАНОТО ПОДРАЧЈЕ

Овој дел од теренот претставува дел од Кратовско-Злетовската вулканска област, која со својата комплексна структурно-геолошка и металогенетска градба, влегува во составот на металогенетската зона Леце-Халкидик (Слика 2), дефинирана и ограничена како посебна металогенетска зона, за која се поврзани бројни специфичности и обележја во структурно-геолошката градба.

Зоната Леце-Халкидик започнува од рудниот реон Леце во Србија на северозапад и се простира на југоисток до источен Халкидик во Грција. Просечна ширина на зоната е 30 – 35 km во должина од неколку стотина километри.

Просторно металогенетската зона Леце-Халкидик е локализирана во граничното подрачје помеѓу Вардарска зона и Српско-Македонскиот масив.

Оруднувањето во оваа металогенетска зона е распоредено во неколку помали металогенетски единици: Леце, Лојане-Никуштак Кратово-Злетово, Дамјан-Бучим-Боров Дол, кои просторно залегнуваат како во Српско-Македонскиот масив, така и во Вардарската зона, што претставува уште една значајна карактеристика на геотектонската положба на оваа металогенетска единица.



Слика 2. Геотектонска положба на металогенетска зона Леце-Халкидик (Серафимовски, 1990)

### 3. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖНИОТ ПРОСТОР

#### 3.1. Геолошки одлики на Кратовско-Злетовската област

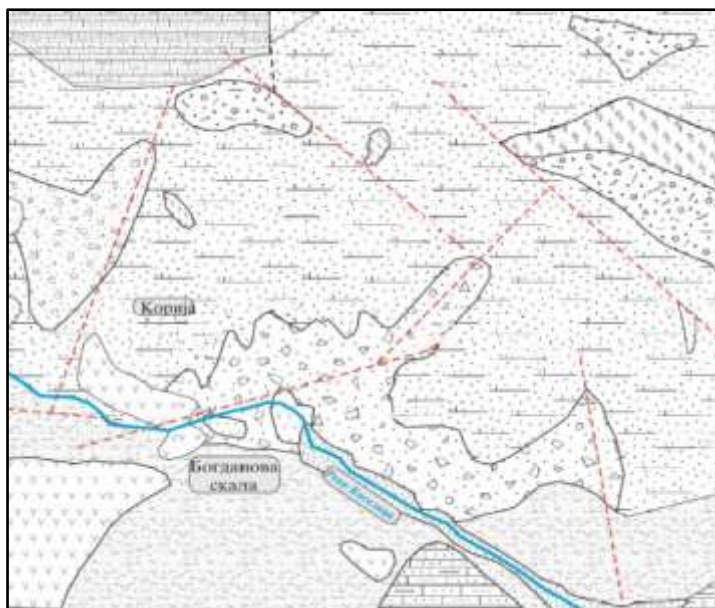
Геолошко истражување и картирање на Кратовско-Злетовската вулканска област е вршено во неколку наврати назад низ историјата. Врз основа на овие теренски истражувања т.е врз основа на деталното геолошко картирање, утврдени се сложени литостратиграфски односи, кои ги сочинуваат различни типови на карпи со различен состав, старост и услови на настанување.

Застапени се кристалести карпи со прекамбриска и палеозојска старост, мезозојски гранити во помал обем, терциарни вулканити и седименти, како и квартерни творби претставени со различни видови на карпи. За локализација на полиметаличната минерализација, како и менерализацијата на злато и сребро, најголемо значење имаат терциерните вулканити, за кои се смета дека настанале во период помеѓу горен еоцен и квартер.

За разлика од полиметаличните оруднувања, самородниот сулфур просторно е поврзан со вулканските предстваници, од кои најзастапени се игнимбритите со дацитски андезитски состав, дацити, кварцлатити, трахити, вулкански бречи и т.н.

#### 3.2. Геологија на рудното наоѓалиште „Плешинци“

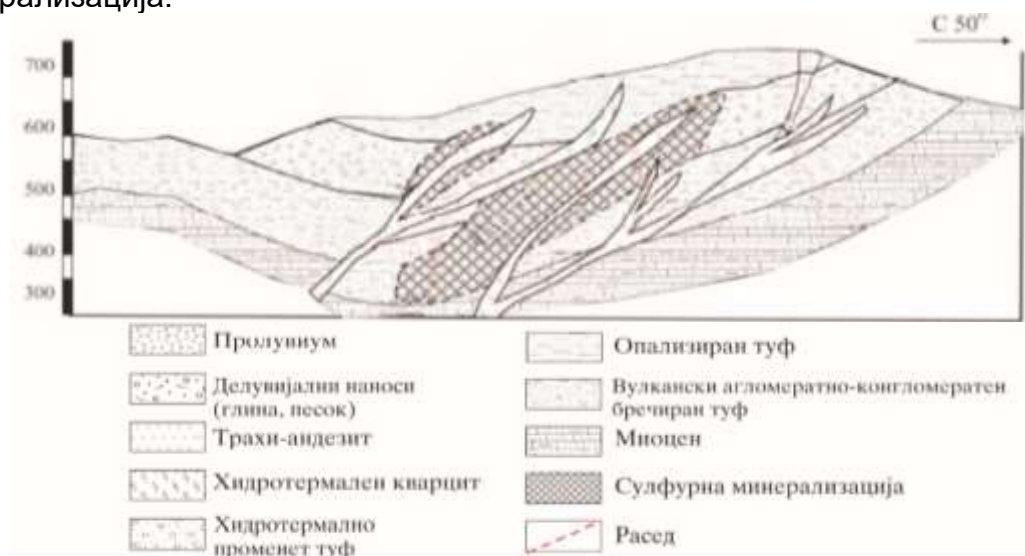
Самородниот сулфур е просторно поврзан со интрузиите на трахи андезитите и фомрациите на хидротермалниот кварцит. Интродурираната серија е изградена од редепонирани вулканогени материјали, претставени со различни типови на туфозни песочници и бречиранипродукти.



**Слика 3.** Геолошка карта на наоѓалиште „Плешенци“ (Серафимовски Т. Генеза на рудни наоѓалишта)

Од металогенетски поглед, од најголема важност се вулканските агломератни-бечирани туфозни серии, изградени од вулкански карпи со различен состав, кои се заменуваат со песокливо-глинест материјал (слика 3 и 4). Овде можат да бидат пронајдени дацито-андезити, опализирани туфови, кварцити и др. Во склоп на овие серии, се детерминирани интрузии на андезитско-дацитски дајкови, каде што на нивниот контакт се разликуваат хидротермални алтерации и појава на жично-импрегнациона минерализација. Минерализацијата, главно, е составена од самороден сулфур, пирит, гипс и анхидрит.

Како резултат на интензивните вулканските активности кои се одвивале на ова подрачје, се вршеле одредени алтерации на соседните карпи (пропилизација, алунитизација, прититизација, опализација, каолинизација и т.н.), кои се користеле како посебни показатели во истражувањето на сулфидната минерализација.



**Слика 4.** Геолошки профил низ наоѓалиштето „Плешенци“ (Серафимовски Т. Генеза на рудни наоѓалишта)



### 3.3. Тектонски карактеристики

Од геотектонски поглед, овој дел од теренот припаѓа на Кратовско-Злетовската вулканска област, која има синклинален облик, и била дополнително раседната со раседи со СЗ-ЈИ и СИ-ЈЗ правец. Вдолж овие раседи се детерминирани трагови на движење на хидротермални алтерации, кои главно се во согласност со правецот на вулканските интрузии. Како резултат на овие тектонски движења, се создаваат празнини, кои се значајни за циркулацијата на рудоносните раствори и води обогатени со кислород, кои што овозможуваат депонирање на самороден сулфур од жично-импрегнациоен тип.

## 4. САМОРОДЕН СУЛФУР И ГИПС ВО НАОЃАЛИШТЕТО „ПЛЕШЕНЦИ“ И РЕЗУЛТАТИ ОД ДОСЕГАШНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Самородниот сулфур во природата е доста чест, но се појавува во релативно мали количини. Понекогаш е доста чист, но обично содржи одредени количини на глиновити и органски материи. Како штетни примеси во сулфурот се поавуваат арсен, селен и биумиите.

Самородниот сулфур ширум светот е доста распространет и вообичаено може да се најде близу топлиите извори и во вулканските региони. Голем број на наоѓалишта се најдени во солните доми и фумаролите, формирани со бактериско декомпонирање на калциум сулфат. Често е застапен и во хидротермалните наоѓалишта, вообичаено близу површината, односно во оксидационата зона.

Во непосредна близина на село Плешенци се констатирани појави на самороден сулфур. Тој се појавува во андензитските туфови и бречи во вид на импрегнации и жици. Во истата локалност каде што се појавува сулфурот, се констатирани и кристали на гипс. Кристалите на гипс се нерамномерно рафрлани во хидротермално променетите андензитски туфови.

Сулфурот во околината на с. Плешенци е поврзан за крајната фаза на Кратовско-злетовската вулканската активност, а и за истиот се добиени податоци кои укажуваат на ендегено потекло.

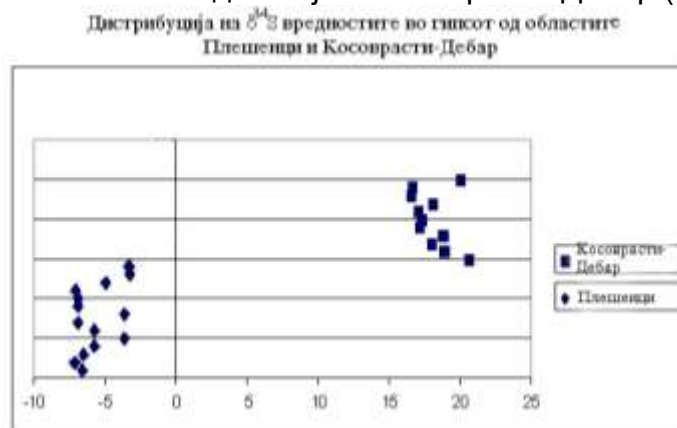
Во 2006 година, од страна на Универзитетот за природни и технички науки (Т.Серафимовски и Д.Рогожарева), се земени проби и направени испитувања на стабилните изотопи на сулфур во гипсот од областа „Плешинци“. Анализите се изведени во Геолошкото одделение на факултетот за природни науки и инженеринг, при Универзитетот од Љубљана. Во продолжение приказ на дел од добиените резултати.

**Табела 1.** Сулфурно изотопски состав на гипсот од наоѓалиште „Плешенци“

| Проба | $\delta^{34}\text{S}$ [‰ VCDT] | $\pm\text{std}$ |
|-------|--------------------------------|-----------------|
| 12    | -6,6                           | 0,5             |
| 13    | -7,1                           | 0,1             |
| 14    | -6,5                           | 0,6             |
| 15    | -5,7                           | 0,8             |
| 16    | -3,6                           | 0,8             |
| 17    | -5,7                           | 0,2             |
| 18    | -6,9                           | 0,9             |
| 19    | -3,6                           | 0,5             |
| 20    | -6,9                           | 0,6             |
| 21    | -6,9                           | 0,1             |

|    |      |     |
|----|------|-----|
| 22 | -7,0 | 0,3 |
| 23 | -4,9 | 0,1 |
| 24 | -3,2 | 0,1 |
| 25 | -3,3 | 0,1 |

Добиените резултати од ова испитување (Табела 1) се споредени со податоците од истражувањето направено од Јанчев и др. 1999 година, на стабилно изотопскиот состав на гипсот од линијата Косоврасти-Дебар (Слика 5).



**Слика 5.** Дистрибуција на  $\delta^{34}\text{S}$  вредностите во гипсот од областа „Плешинци“ и  $\delta^{34}\text{S}$  вредностите во гипсот од областа „Косоврасти-Дебар“

Како што може да се заклучи од дијаграмот (слика 5), добиените резултатите се надвор од евапоритско потекло на гипсните минерали во наоѓалиштето „Плешинци“. Негативните  $\delta^{34}\text{S}$  вредности во овие примероци на гипс не е добиен од едноставно растварање и репреципитација на маринските евапоритски сулфати во стратиграфскиот дел.

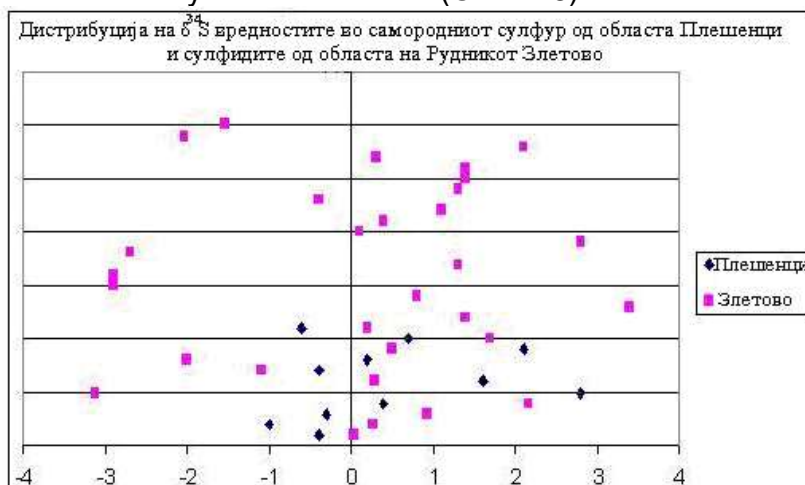
**Табела 2.** Сулфурен изотопски состав на самородниот сулфур од наоѓалиште „Плешенци“

| Проба | $\delta^{34}\text{S}$ | $\pm\text{std}$ |
|-------|-----------------------|-----------------|
| 1     | -0.4                  | 0.1             |
| 2     | -1.0                  | 0.2             |
| 3     | -0.3                  | 0.7             |
| 4     | 0.4                   | 0.2             |
| 5     | 2.8                   | 0.6             |
| 6     | 1.6                   | 0.8             |
| 7     | -0.4                  | 0.4             |
| 8     | 0.2                   | 0.3             |
| 9     | 2.1                   | 0.5             |
| 10    | 0.7                   | 0.8             |
| 11    | -0.6                  | 0.5             |

Сулфат-сулфурот веројатно е добиен со оксидација на дијагенетските сулфидни минерали или евентуално со од органскиот граничен сулфур во блискиот слој. Овие заклучоци се потврдени со резултатите добиени од подоцнежните сулфурни изотопски податоци, добиени од самородниот сулфур од истата област (Табела 2).

Вредностите на податоците од сулфурниот изотопски состав на самородниот сулфур, прикажани во табела 2, несомнено укажуваат на ендегено потекло на сулфурот.

Важно е да се истакне дека податоците кои се добиени за самородниот сулфур од областа Плешенци и неговото ендегено потекло, сосема се компатибилни со податоците за сулфидите во рудникот Злетово, кои се наоѓаат во рамките на Кратовско-Злетовската вулканска област (Слика 6).

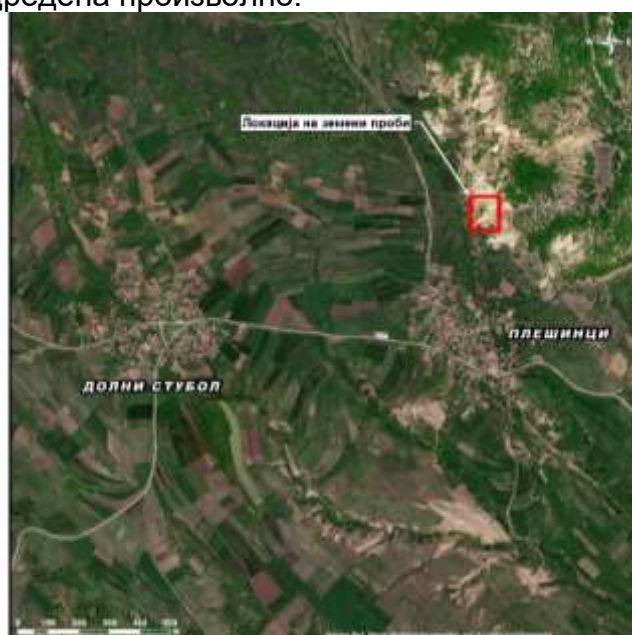


**Слика 6.** Дистрибуција на  $\delta^{34}\text{S}$  вредностите во гипсот од областа „Плешинци“ и  $\delta^{34}\text{S}$  вредностите од областа на рудникот „Злетово“

## 5. МЕТОДОЛОГИЈА НА ЗЕМАЊЕ И ИСПИТУВАЊЕ НА ПРИМЕРОЦИ

Во рамките на ова истражување, од наоѓалиштето „Плешенци“ земени се вкупно 4 проби од теренот и тоа две проби од гипс и две проби од сулфур, и беше извршено нивно хемиско анализирање, односно одредување на микроелементите во пробите.

Примероците се земени без одреден редослед, на локација северно од село Плешенци (Слика 7). Примероците се змени претежно од места каде се забележани изразени промени на површината на теренот. Пробите се соберени во чисти пластични кеси, на кои по земањето на пробата е запишана и соодветната ознака (за сулфур S-1 и S-2, за гипс G-1 и G-2). Количината на една земена проба е одредена произволно.



**Слика 7.** Локација на земени примероци

## 6. АНАЛИЗА И ДУСКИСИЈА ОД ДОБИЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Со цел да се добијат резултати за хемискиот состав и микроелементите присутни во земените примероци, истите се изложени на хемиско анализирање, изведено во лабораторијата за животна и работна средина, која функционира во рамки на Факултетот за природни и технички науки при Унуверзитетот „Гоце Делчев“ во Штип. Испитувањето е направено со метод на индуктивно поврзана плазма масовна спектрометрија ICP-MS.

Резултатите од изведените хемиски анализи се дадени во табела 3 и 4.

Како што може да се види од табела 1, примарна концентрација во земените проби S-1 и S-2, ја има сулфурот. Зголемени концентрации во пробите се забележани за алумиумот, железото, олово, стронциум и титан, додека останатите елементи имаат значително пониски концентрации. Концентрацијата на одредени елементи се бележи во трагови.

**Табела 3.** Содржина на микроелементи во пробите од сулфур (mg/kg)

| Елемент | Проба  |        | Елемент | Проба |       |
|---------|--------|--------|---------|-------|-------|
|         | S-1    | S-2    |         | S-1   | S-2   |
| S       | 142308 | 140208 | Ca      | 1562  | 750   |
| Al      | 5691   | 3720   | Mn      | 23,10 | 22,10 |
| As      | 227    | 48,20  | Mo      | 2,31  | 2,52  |
| Cu      | 132    | 38,9   | Na      | 639   | 102   |
| Ba      | 630    | 482    | Ni      | 15,55 | <1.00 |
| Be      | 2,56   | <1.00  | Pb      | 1300  | 481   |
| V       | 15,50  | 13,90  | Se      | 12,20 | 12,30 |
| Hf      | 2,81   | 2,55   | Sr      | 1077  | 986   |
| Nb      | 11,70  | 16,40  | La      | 27,20 | 18,90 |
| Nd      | 6,82   | 6,24   | Tl      | 2,37  | 4,10  |
| Ga      | 6,09   | 4,73   | Ti      | 3532  | 4598  |
| Fe      | 13112  | 17845  | Cr      | 99,8  | 47,6  |
| Rb      | 85,4   | 4,98   | P       | 936   | 623   |
| Sn      | <1.00  | 1,12   | Zn      | 38,1  | 12,4  |
| Y       | 5,21   | 3,85   | Cs      | 2,97  | 2,41  |
| *Sc     | 1,20   | 1,23   | W       | 2,57  | 2,66  |
| Sm      | <1.00  | <1.00  | Ce      | 28,70 | 36,3  |
| Co      | 4,75   | 5,32   | Gd      | 3,01  | 2,17  |
| Mg      | 233    | 169    | B       | <10.0 | <10.0 |
| K       | <100   | <100   | Li      | <10.0 | <10.0 |

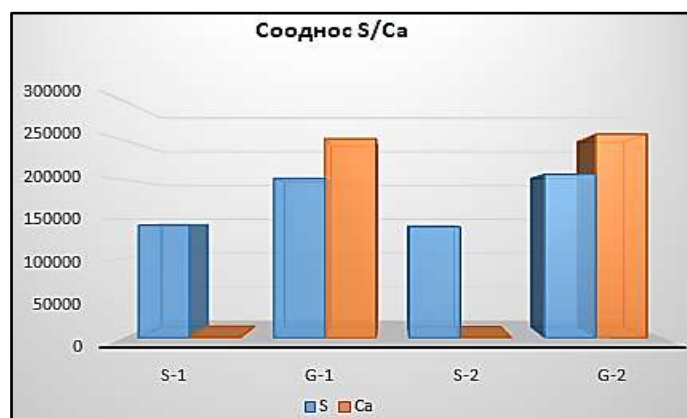
Врз основа на добиените резултати прикажани во табела 3, а за подобра визуелна прегледност на резултатите, нивни максимални концентрации во однос на пробите, изработен е дијаграм (Дијаграм 1), на кој јасно може да се забележи соодносот на микроелементите во пробите. На дијаграмот за подобра прегледност се исклучени вредностите за сулфур и калциум.

Во табела 2, се дадени резултатите од изведените хемиски анализи од земените проби на гипс. Како што може да се забележи од вредностите, односно од соодносот на концентрациите на сулфурот и калциумот (График 1), јасно е дека станува збор на проба од гипс. За разлика од примероците на сулфур, кај овие примероци освен примерната концентрација на сулфур и калциум, единствено алуминиумот и железото јавуваат високи концентрации, додека останатите вредности на микроелементите се со пониски концентрации. Исто како и кај сулфурот, концентрацијата на одредени микроелементи се бележи во трагови.





**Дијаграм 1.** Содржина на микроелементи во пробите од сулфур (концентрациите се дадени во mg/kg)



**График 1.** Сооднос сулфур-калциум во земаните проби од гипс и сулфур (концентрациите се дадени во mg/kg)

**Табела 4.** Содржина на микроелементи во пробите од сулфур (концентрациите се дадени во mg/kg)

| Елемент | Проба  |        | Елемент | Проба  |        |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
|         | G-1    | G-2    |         | G-1    | G-2    |
| S       | 201686 | 206522 | Ca      | 251457 | 257160 |
| Al      | 5443   | 4527   | Mo      | 7,10   | 1,16   |
| As      | 5,80   | 5,25   | Na      | 829    | 1035   |
| Cu      | 7,59   | 7,03   | Ni      | <1.00  | <1.00  |
| Ba      | 92,2   | 61,8   | Pb      | 5,18   | 5,58   |
| Be      | <1.00  | <1.00  | Se      | <1.00  | <1.00  |
| V       | 1,58   | <1.00  | Sr      | 433    | 510    |
| Hf      | 2,85   | 2,35   | La      | 22,50  | 27,80  |
| Nb      | 16,30  | 15,20  | Tl      | <1.00  | <1.00  |
| Nd      | 6,92   | 3,05   | Ti      | 269    | 200    |
| Ga      | 4,14   | 3,93   | Cr      | 16,6   | 12,8   |
| Fe      | 2740   | 3989   | P       | 22,2   | <10.0  |
| Rb      | 4,34   | 4,14   | Zn      | 29,2   | 40,7   |
| Sn      | <1.00  | <1.00  | Cs      | 2,32   | 2,14   |
| Y       | 5,05   | 4,25   | W       | 1,30   | 1,92   |
| *Sc     | 1,93   | 1,55   | Ce      | 35,2   | 32,5   |
| Sm      | 1,72   | <1.00  | Gd      | 2,85   | 3,09   |
| Co      | <1.00  | <1.00  | B       | <10.0  | <10.0  |
| Mg      | 507    | 423    | K       | <100   | <100   |
| Mn      | 26,60  | 21,10  | Li      | <10.0  | <10.0  |

На следниот дијаграм (Дијаграм 2) се прикажани вредностите од табела бр.4. На истиот може јасно да се забележат максималните концентрации на одредени елементи и нивниот сооднос во пробите. На дијаграмот за подобра прегледност се исклучени вредностите за сулфур и калциум



**Дијаграм 2.** Содржина на микроелементи во пробите од гипс (концентрациите се дадени во mg/kg)

## 7. ВЛИЈАНИЕТО НА ЕЛЕМЕНТАРНИОТ СУЛФУР И ГИПС ВРС ЖИВОТНАТА СРЕДИНА И НИВНА МОЖНА ПРИМЕНА

Во современата доба, потребата за одржлива и одговорна употреба на природните ресурси се наоѓа во центарот на интересот за остварување баланс помеѓу економскиот развој и заштитата на животната средина. Елементарниот сулфур и гипс, се два природни материјали кои навлегуваат како потенцијални инструменти за овој тип на баланс. Тие имаат многу корисни аспекти и употреби во различни области, од земјоделство и индустрија, па се до заштита на животната средина.

Векови наназад, сулфурот како двигател на индустријата, остави отпачок во загадувањето на почвата и воздухот. Но денашната ера на информатизација и концентрација кон одржлив развој, сулфурот стапува на нова патека, како инструмент за намалување на негативните влијанија врз животната средина. Преку иновативни процеси за „прочистување на димот“, сулфурот денес има улога во редуцирање на сулфур-диоксидот (SO<sub>2</sub>) во емисиите, со што значително се намалува присуството на кисели дождови и загадувањето на воздухот.

Сулфурот претставува и критична компонента во производството на сулфурна киселина (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), која е есенцијален компонент за многу индустрии, вклучувајќи го градежниот, текстилниот, хемискиот, фармацевскиот сектор и ткн. Исто така има значајна улога во производството на гуми. Сулфурот се додава во полимерната матрица, зголемувајќи ја механичката стабилност и интегритет на гумата.

Од друга страна, гипсот се наоѓа во центарот на вниманието како материјал кој може значително да го подобри производството на храна и однесувањето на почвата. Способноста на гипсот структурно да ја подобри почвата и да ја регулира pH вредноста, го прави недвосмислен избор во земјоделството. Од подобрување на пропусливоста на вода и воздух во почвата, до негова улога во регулирање на pH вредностите за оптимална апсорпција на хранливите материји, гипсот навлегува како “тајна состојка“ во одржувањето на плодноста на

почвата. Гипсот наоѓа и широка примена во градежната и други индустрии, допринесувајќи кон различни аспекти на современа примена на материјалите. Како што напоменавме предходно, во поново време сулфурот и гипсот наоѓаат голема примена во земјоделството, имајќи значаен ефект врз растенијата и земјиштето.

Во продолжение неколку аспекти за употребата на сулфурот и гипсот во земјоделството и нивните предности:

1. Употреба како фунгицит: Сулфурот и гипсот се користат како природен фунгицит за контрола на разни болести на растенијата. Оваа употреба е значајна во биолошкото земјоделство каде се нагласува забележителната способност на сулфурот и гипсот да ги уништуваат патогените болести без притоа да има штетно влијание врз животната средина.
2. Регулација на pH: Сулфурот и гипсот можат да помогнат во регулирање на pH вредностите на почвата. Кога почвата има висока pH вредност, додавањето на сулфур, односно гипс може да ја намали pH вредноста, што ја прави почвата благопријатна за растенијата кои бараат нормални pH услови.
3. Употреба во производство на ѓубрива: Сулфурот се користи за производство на некои видови ѓубрива, како што се амониум-сулфатното ѓубриво.
4. Подобрување на апсорпцијата на хранливите материји: Сулфурот и гипсот можат да ја подобрат апсорпцијата на некои хранливи материји како магнезиум, калциум и фосфор. Оваа може да биде корисно за растенијата, особено во услови кога тие се во дефицит на овие хранливи материји.
5. Влијание врз вкусот и мирисот на плодовите: Додавањето на сулфур на растенијата може да влијае на вкусот и мирисот на плодовите. Тоа може да биде позитивен аспект во производството на плодови и зеленчук.
6. Подобрување на почвената структура: Гипсот има способност да ги разбива тешките глини и да ја подобри структурата на почвата. Оваа помага во зголемување на пропустливоста на вода и воздух, креирајќи погодни услови за кореновите системи на растенијата.
7. Стимулирање на микробиолошка кативност: Гипсот може да го стимулира развојот на корисни микроорганизми во почвата, како бактерии и габи. Ова може да помогне во подобрување на обработката на органската материја и подобрување на структурата на почвата.

Важно е да се има во предвид дека користењето на овие материјали треба да се изведува со посебно внимание и во согласност со препораките и регулативите за заштита на животната средина. Тие можат да бидат корисни алатки, но нивната употреба треба да биде добро управувана за да се избегнат евентуални негативни последици.

## 8. ЗАКЛУЧОК

Наоѓалиштето „Плешинци“ кое се наоѓа во близина на село Плешинци - Пробиштип, назад низ историјата е доста истражувано од различни истражувачи, за различни цели и со различни методи на истражување. Првите истражувања за оваа област датираат уште од време на Турската Империја. Оваа област е составен дел од Кратовско-Злетовската вулканска област, која пак претставува дел од металогенетската единица „Леце-Халкидики“. Појавата

на самороден сулфур е непосредно поврзана со трахиандензитските интрузии и формацијата на хидротермалните кварцити. Поврзан е за крајната вулканска активност, и според досегашните истражувања иститот е со ендегено потекло. Во непосредна близина од самородниот сулфур се забележени појави на кристали на гипс.

Од хемиската анализа на микроелементите во земените проби, констатирана е зголемена концентрација на сулфур и калциум, која се јавува како доминатна. Освен овие елементи, зголемена концентрација е констатирана и кај алуминиумот, железото, оловото, титан, натриум, додека останатите микроелементи имаат значително помала концентрација, а некои од нив се јавуваат во трагови.

Иако наоѓалиштето „Плешенци“ нема големо економско значање, треба да се имат во предвид потенцијалните можности за искористување на самородниот гипс и сулфур. Тие имаат многу корисни аспекти и употреби во различни области, од земјоделство и индустрија, па се до заштита на животната средина. Имаат голема употреба во земјоделството каде имаат значаен ефект врз плодноста на почвата и растенијата, без притоа да имаат штетно влијание врз животната средина.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Серафимовски Т. Структурно металогенетски карактеристики на зоната Леце-Халкидик: Типови на наоѓалишта и реонизација, Рударско геолошки факултет, Штип, Посебно издание бр.2, 1993, стр.328.
- [2] Serafimovski T, Tasev G, Gjorgiev L. Sulfur isotope composition in the Plesenci native sulfur mineral deposit, Republic of Macedonia, *Precedia Earth and Planetary Science* 13, 2015, pp 35-38.
- [3] Серафимовски Т. Генеза на рудни наоѓалишта, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Факултет за природни и технички науки, 2009, стр.681-683.
- [4] Серафимовски Т. Минерални ресурси 2, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Факултет за природни и технички науки, 2011, стр.77-80.
- [5] Serafimovski T, Tasev G, Stafilov T. General features of some polymetallic ore deposits in the Republic of North Macedonia, *Geologia Croatica* 75(3), 2022, pp 349-364.
- [6] Serafimovski T, Tasev G. Sulfur isotope study of sulfides from some mineral deposits from the Lece-Chalkidiki metallogenetic zone, "GEOSCIENCES 2006" – Proceedings, 2006, pp 251-251.
- [7] Tasev G, Serafimovski T. REE in some tertiary volcanic complexes in the Republic of Macedonia, *Geologica Macedonica*, vol. 23, 2009, pp 17-25.
- [8] Боев Б, Лепиткова С. Геохемија на средината, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Факултет за природни и технички науки, 2002, стр.116-119,
- [9] Рогожарева Д. Семинарска работа Наоѓалиште „Плешенци“, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Рударско - Геолошки факултет, 2006.
- [10] Medeline F. Amending soils with Gypsum, *Crops & Soils magazine*, November-December, 2011.
- [11] Agritopic - Gypsium, November, 2021.
- [12] Ralf S. Elemental Sulfur and Sulfur-Rich Compounds I, 230 Topics in Current Chemistry, 2003.
- [13] Sulewski G.D. Elemental sulfur combination and regional waste gypsum products as alternative sulfur fertilizer sources, *Soils and Crops Workshop*, 02-22, 1996, pp. 229-235.