

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС

на

Геолозите на Република Македонија

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**-КНИГА 1-**



**Уредници:**

Лепиткова, С. & Боев, Б.

*Струга, 2016*

*Посебно издание на  
Geologica Macedonica, № 4*

**МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО**

**ТРЕТ КОНГРЕС  
на  
Геолозите на Република Македонија**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**-КНИГА 1-**

*Уредници:*  
Лепиткова, С. & Боев, Б.

Струга, 2016

**Издавач:** Македонско геолошко друштво

**Главни и одговорни уредници:** Проф. д-р Соња Лепиткова и  
Проф. д-р Блажо Боев

**Уреднички одбор:** Проф. д-р Тодор Серафимовски (Р.Македонија), Проф. д-р Блажо Боев (Р.Македонија), Acad. Prof. Vladimir Bermanec PhD (Croatia), Акад. проф д-р Владица Цветковиќ (Србија), Acad. prof. Ivan Zagorchev PhD (Bulgaria), Prof. Tadej Dolenec PhD (Slovenia), Prof. David Alderton PhD (Great Britain), Prof. Wolfgang Todt PhD (Germany), Акад. проф. д-р Николај С. Бортников (Русија), Prof. Clark Burchfield PhD (USA), Prof. Thierry Auge PhD (France), Проф. д-р Тодор Делипетров (Р.Македонија), Проф. д-р Милорад Јовановски (Р.Македонија), Проф. д-р Споменко Михајловиќ (Србија), Проф. д-р Драган Миловановиќ (Србија), Проф. д-р Дејан Прелевиќ (Germany), Prof. Albrecht von Quadt (Switzerland) PhD.

**Технички уредник:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Печати:** Печатница "2-ри Август С" -Штип

**Тираж:** 300 примероци

## Организационен одбор на Третиот Конгрес на Геолозите на Република Македонија

**Претседател:** Проф. д-р Соња Лепиткова  
**Секретар:** д-р Златко Илијовски

**Технички секретар:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Членови:** Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Тодор Серафимовски  
Проф. д-р Милорад Јовановски  
Проф. д-р Орце Спасовски  
Проф. д-р Војо Мирчовски  
д-р Коста Јованов  
м-р Флорент Чиче  
Кирил Филев

### Финансиска поддршка:

ДПТУ „Бучим“ ДОО-Радовиш  
АДОРА ИНЖЕНЕРИНГ ДООЕЛ – Скопје  
Рудник “САСА” ДООЕЛ – Македонска Каменица  
Градежен Институт „Македонија“ АД – Скопје  
ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје  
„Мермерен комбинат“ АД – Прилеп  
Простор ДОО – Куманово  
„Геохидроконсалтинг“ ДООЕЛ – Скопје  
„Геохидроинженеринг“ ДООЕЛ – Скопје  
Хидроинженеринг ДООЕЛ– Битола  
Градежен факултет – Скопје, Катедра за геотехника  
„ГЕОМАП“ ДОО – Скопје  
БУЛМАК ГРУП ДООЕЛ – Скопје  
ЕУРОМАКС РЕСОУРЦЕС ДОО – Скопје  
САРДИЧ МЦ ДООЕЛ – Скопје  
МАРКОВСКИ КОМПАНИ БОРЧЕ ДООЕЛ – Битола  
DIWI Македонија ДООЕЛ – Скопје  
ВАРДАРГРАДБА ДОО – Скопје

## ПРЕДГОВОР

Геологијата како природна фундаментална наука има незаменливо значење за општеството и е оној камен темелник на кој се засновани голем број гранки од инженерството и индустријата.

Нејзиното значењето кај нас е многу јасно препознаено уште во далечната 1944 година, кога со одлука на Президиумот на АСНОМ е формиран Геолошкиот институт на НРМ, прва македонска геолошка институција.

Денес Македонското геолошко друштво како еден од главните промотори на геолошката наука во нашата земја, е пред нов предизвик, организирањето на Третиот Конгрес на геолозите на Република Македонија.

Организациониот и Научниот одбор на Третиот Конгрес, имајќи ја предвид долгата традиција на геолошката наука, но истовремено согледувајќи го актуелниот момент, одлучија носечките теми на Конгресот да бидат поврзани со:

- Геологијата и општеството,
- Фундаменталната геологија и
- Геологијата и економијата.

За овие теми во овој Зборник се публикувани вкупно 105 оригинални научни трудови, кои се подготвени од преку 350 автори и коавтори од поголем број на земји. Низ трудовите се елаборирани резултати од вредни и долготрајни истражувања на нашите и странските инженери и научни работници.

Од пристигнатите трудови може да се забележи поврзаноста на традиционалните истражни методи и примената на нови современи технологии и алатки при геолошките проучувања, вклучувајќи најсовремени теренски и лабораториски инструментални методи, системи за обработка, чување на податоци и следење на параметрите на животната средина. Се надеваме, дека прикажани ставови, размислувања и резултати ќе ги зацврстат досегашните знаења, и ќе се поттикнат идеи за значајни нови истражувања.

Затоа, Организациониот одбор искрено им се заблагодарува на сите автори, учесници и помагачи на Конгресот, кои сите заедно со пожртвуваноста овозможиле овој Зборник да биде нешто со кое сите ќе се гордееме.

## PREFACE

Geology as a natural and fundamental science is of great importance for the society and it is the foundation of many engineering and industry branches.

Its' importance in our country was clearly recognized in 1994, when the presidium of ASNOM reached a decision to establish a Geological institute of NRM, the first Macedonian geological institution.

Nowadays, the Macedonian geological society as one of the main promoters of the geological science in our country, has accepted a new challenge, the organization of the Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia.

The Organizing and scientific committees of the Third congress, given the long tradition of the geological science, at the same time looking at its' current state, has decided that the main topics of the Congress are related to:

- Geology and society
- Fundamental geology and
- Geology and economy

There is a total of 105 original scientific papers published in these Proceedings, prepared by over 350 authors and coauthors from number of countries for these proceedings. Results from valuable and long investigations of our and the foreign engineers and scientific workers have been elaborated through the papers.

From the papers, it could be noted that there is a strong connection between the traditional investigation methods and the new contemporary technologies and tools in geological explorations, including the latest field and laboratory instrumental methods, systems for processing and data storage, and monitoring environmental parameters. We hope that, the presented views, considerations and results will strengthen the existing knowledge, and will encourage ideas for new significant research.

Therefore, the Organizing Committee would like to sincerely thank all the authors, participants and supporters of the Congress, who along with their devotion helped making us all proud of this Proceedings book.

**Претседател**  
**на Организационен**  
**Одбор**

**President**  
**of Organizing**  
**Committee**

Проф. д-р Соња Лепиткова

**КНИГА 1**  
**СОДРЖИНА**  
**CONTENTS**

**1. Геологијата и Општеството**

КЛИМАТСКИТЕ ПРОМЕНИ И ДОКАЗИТЕ ВО ГЕОЛОШКИТЕ ЗАПИСИ НА ПРИМЕРИТЕ НА НАЈГОЛЕМИТЕ МАСОВНИ УНИШТУВАЊА НА ВРСТИТЕ (P-T ГРАНИЦА, K-T ГРАНИЦА) <i>Блажо Боев</i> .....	1
ГЕОЛОШКИ ЗАВОД НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА <i>Костадин Јованов</i> .....	17
СОСТОЈБА И НАТАМОШЕН РАЗВОЈ НА ОСНОВНИТЕ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА <i>Новица Столик</i> .....	23
РЕАЛИЗАЦИЈА НА ГЕОПРОСТОРНИ МРЕЖНИ УСЛУГИ ВО РАМКИТЕ НА ГЕОИНФОРМАЦИОНИОТ СИСТЕМ НА ГЕОЛОШКИОТ ЗАВОД НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА <i>Лука Јовичиќ</i> .....	33
THE METHODOLOGY AND CONCEPTION OF DEVELOPING GEOLOGICAL MAP (GK-50) OF REPUBLIC SERBIA AND SYNTHESIS OF GEOLOGICAL FORMATIONS AFTER FINISHED SHEETS <i>Rodoljub Gajić, Divna Jovanović, Dejan Barjaktarović, Petar Stejić, Mihailo Pandurov</i> .....	43
ПОДЕЛБА И НОМЕНКЛАТУРА НА ОСНОВНИТЕ ГЕОЛОШКИ КАРТИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА <i>Новица Столик</i> .....	47
ТРАНСФОРМАЦИЈА НА ОДНОСОТ ПОМЕЃУ ГЕОИНЖЕНЕРИТЕ И ДОНОСИТЕЛИТЕ НА ОДЛУКИ ПРИ УРБАНОТО ПЛАНИРАЊЕ (COST ACTION TU1206 SUB-URBAN) <i>Игор Пешевски, Diarmad Campbell, Милорад Јовановски</i> .....	55
INTERPRETING GROUNDWATER CHARACTER FROM FLOOD PULSES AND ARTIFICIAL TRACER TEST-A CASE STUDY OF THE SLATINSKI IZVOR SPRING (REPUBLIC OF MACEDONIA) <i>Biljana Gičevski, Metka Petrič, Janja Kogovšek</i> .....	67

CROSS-CORRELATION ANALYSES OF KARST SPRING DISCHARGES <i>Marina Čokorilo Ilić, Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Kostadin Jovanov, Radisav Golubović</i>	77
AUTOCORRELATION ANALYSES OF KARST SPRING DISCHARGE REGIMES <i>Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Marina Čokorilo Ilić, Kostadin Jovanov, Ljiljana Vasić</i>	85
ИЗРАБОТКА НА АЖУРИРАНА ХИДРОГЕОЛОШКА КАРТА НА МАКЕДОНИЈА 1 : 300 000 <i>Златко Илијовски</i>	93
DETERMINATION OF SUBSURFACE THERMAL PROPERTIES FOR HEAT PUMP UTILIZATION IN CROATIA <i>Staša Borović, Kosta Urumović, Josip Terzić</i>	105
ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖНИ РАБОТИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА И ИЗВЕДБА НА БУНАРСКИ СИСТЕМ ЗА ПОТРЕБИ НА СИСТЕМОТ ЗА КЛИМАТИЗАЦИЈА НА ОБЈЕКТОТ „НОВА БОЛНИЦА ФИЛИП ВТОРИ“ – СКОПЈЕ <i>Стојан Михаиловски, Златко Илијовски</i>	111
ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГНОЗА НА ПРИЛИВ НА ВОДИ ВО РУДНИК ЗА ЈАГЛЕН „СУВОДОЛ“-БИТОЛА <i>Костадин Јованов, Весна Ристиќ Вакањац</i>	121
ЗАШТИТА НА РУДНИКОТ ЗА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА „БРОД - ГНЕОТИНО“ ОД ПОДЗЕМНИ ВОДИ <i>Розета Јанкова, Сандо Донеv, Александар Муrиовски</i>	127
ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЛИМЕТАЛИЧНОТО НАОЃАЛИШТЕ ЛУКЕ - КРИВА ПАЛАНКА <i>Ласте Ивановски, Војо Мирчовски, Ѓорѓи Димов, Виолета Стефанова, Силвана Пешовска</i>	135
ИСТРАЖУВАЊА НА ПЕТРОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА НА ЛОКАЛИТЕТОТ КРАТОВСКО ЗЛЕТОВСКА ОБЛАСТ <i>Силвана Пешовска, Новица Столик, Димитар Петров, Маринко Ефтимов</i>	145
СЛЕДЕЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ ВО ОКОЛИНАТА НА ИДНИОТ РУДНИК „ИЛОВИЦА-ШТУКА“ <i>Драги Пелтечки, Вера Ѓоргиева, Теодора Стојанова, Љубица Панова</i>	155

<p>ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОТРЕБНИТЕ КОЛИЧИНИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА СЕЛО ОРЕЛ, ОПШТИНА СВЕТИ НИКОЛЕ <i>Орце Спасовски, Даниел Спасовски</i></p>	.....	163
<p>SAMPLING AND CHARACTERIZATION OF RIVERINE SUSPENDED PARTICULATE MATERIAL (SPM): THE SAVA RIVER (CROATIA) <i>Neda Vdović, Mavro Lučić, Niko Vačić, Nevenka Mikac</i></p>	.....	169
<p>BIOACCESSIBILITY AND BIOAVAILABILITY OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN HEALING MUD <i>Hana Fajković, Esad Prohić, Ivan Nemet, Sanda Rončević, Dražen Kurtanjek, Ana Rosandić</i></p>	.....	171
<p>МОНИТОРИНГ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДНИ ТЕЛА ВО РЕЧНИОТ СЛИВ НА РЕКА БРЕГАЛНИЦА <i>Розета Јанкова, Сандо Донеv</i></p>	.....	173
<p>ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ПОТРЕБИТЕ НА „СКИ ЦЕНТАР ВОДНО“ <i>Никола Димов, Марко Марков, Владимир Костовски</i></p>	.....	183
<p>LEVEL CHANGE IN VRGORAC LAKE - RESULT OF NEOTECTONIC SUBSIDENCE AND INTENSIVE SEDIMENT EROSION <i>Hrvoje Posilović, Lidija Galović</i></p>	.....	189
<p>VERIFICATION OF CATCHMENT SIZE USING THE WATER BALANCE EQUATION <i>Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Zoran Nikić, Dušan Polomčić, Marina Čokorilo Ilić, Dragoljub Bajić</i></p>	.....	191
<p>FROM LANDSLIDE INVENTORY TO LANDSLIDE RISK ASSESSMENT: METHODOLOGY, CURRENT PRACTICE AND CHALLENGES <i>Miloš Marjanović, Uroš Đurić</i></p>	.....	199
<p>ВЛИЈАНИЕТО НА СВЛЕЧИШТАТА ВО ПК “СУВОДОЛ”- МИКРОЛОКАЦИЈА 7 НА КВАЛИТАТИВНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ПРЕОСТАНАТИОТ ЈАГЛЕН ВО ИСТОИМЕНАТА МИКРОЛОКАЦИЈА <i>Љупчо Петрески, Анита Мартиновиќ, Елизабета Митревска</i></p>	.....	209
<p>DATA ABOUT LANDSLIDES: ACQUISITION, EDITING, USABILITY AT GEOLOGICAL SURVEY OF SLOVENIA <i>Špela Kumelj</i></p>	.....	217

THE PREVENTIVE AND URGENT ACTIVITIES TO AVOID LANDSLIDE CONSEQUENCES - CASE STUDY OF VOGOSCA MUNICIPALITY DURING THE PERIOD OF FLOODS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA IN MAY 2014-	.....	223
<i>Toni Nikolić, Jasminka Nikolić</i>		
ENGINEERING GEOLOGICAL MODEL OF LANDSLIDE DRAGODAN	.....	229
<i>Željko Miklin, Kosta Urumović, Josip Terzić, Josip Halamić, Tomislav Novosel</i>		
REMEDICATION OF SMALL LANDSLIDES AS EMERGENCY MEASURES FOR THE PRESERVATION OF STABILITY OF THE TERRAIN	.....	237
<i>Nedjo Djuric, Dijana Djuric</i>		
POTOŠKA PLANINA LANDSLIDE (NW SLOVENIA)	.....	243
<i>Tina Peternel, Marko Komac</i>		
САНАЦИЈА НА ОДРОНЕТ ДЕЛ ОД ТУНЕЛ „ПРЕСЕКА“ НА СТАЈ. КМ 20+250, ДЕЛ ОД АВТОПАТ КИЧЕВО- ОХРИД	.....	249
<i>Моме Милановски, Стојанче Николов, Антонио Костов, Бојан Јаневски</i>		
ОСИГУРУВАЊЕ НА НЕСТАБИЛЕН БЛОК НАД ЗАТВАРАЧНИЦА НА ХЕЦ „СВЕТА ПЕТКА“	.....	259
<i>Моме Милановски, Бојан Јаневски, Ацо Велевски</i>		
ЗНАЧЕЊЕ НА ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ И ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗВЕДБА НА КОСИНИ	.....	265
<i>Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски</i>		
ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ НА ВОДОЗАФАТОТ ЗА ИЗГРАДБА НА МАЛАХИДРОЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛА НА КЛЕПАЛСКА РЕКА – БЕРОВО	.....	273
<i>Соња Паунова, Војо Мирчовски, Ѓорѓи Димов</i>		
ФИЗИЧКО - МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ КАЈ ПОЗНАЧАЈНИ НАОЃАЛИШТА НА ГРАДЕЖНО - ТЕХНИЧКИ КАМЕН ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	.....	283
<i>Љупче Ефнушев, Зоран Панов, Ѓорѓи Димов</i>		
СТЕРЕОГРАФСКА АНАЛИЗА НА ПЛАНАРНИТЕ И РУПТУРНИТЕ СТРУКТУРИ НА ИСТОЧНОТО КРИЛО НА БРЖДАНСКАТА АНТИКЛИНАЛА ВРЗ ОСНОВА НА ГЕОТЕХНИЧКИТЕ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ЖЕЛЕЗНИЧКА ПРУГА, КОРИДОР VIII, ДЕЛНИЦА КИЧЕВО – ЛИН (Р. АЛБАНИЈА)	.....	289
<i>Игор Митев, Александар Мурџовски, Сашо Георгиевски</i>		

## 2. Фундаментална Геологија

GEOCHRONOLOGICAL DATA FROM SOME CAVES IN MACEDONIA AND THEIR CONTRIBUTION TO THE UNDERSTANDING OF THE REGIONAL GEOLOGICAL EVOLUTION <i>Marjan Temovski</i>	297
ОДРЕДУВАЊЕ НА АПСОЛУТНАТА СТАРОСТ НА МАГМАТСКИТЕ КАРПИ ОД ОГРАЖДЕНСКИОТ МАСИВ <i>Емил Петрушев, Новица Столик</i>	307
LITHO-, BIO- AND CHEMOSTRATIGRAPHIC METHODS IN STRATIGRAPHY: SOME EXAMPLES FROM THE DINARIDES (CROATIA AND SLOVENIA) <i>Dunja Aljinović, Tea Kolar-Jurkovšek, Bogdan Jurkovšek, Duje Smirčić</i>	313
POSTOROGENIC INTERPLAY OF TECTONIC AND MAGMATIC PROCESSES WITHIN THE INTERNAL DINARIDES <i>Ana Mladenović, Vladica Cvetković, Branislav Trivić</i>	317
CHARACTERISTICS OF MIDDLE TRIASSIC VOLCANICLASTIC DEPOSITS IN THE EXTERNAL DINARIDES (CROATIA AND BOSNIA AND HERZEGOVINA) <i>Duje Smirčić, Dunja Aljinović, Vesnica Garašić, Tea Kolar-Jurkovšek, Uroš Barudžija, Hazim Hrvatović, Bogdan Jurkovšek</i>	319
VOLCANOLOGY OF KOZUF MOUNTAIN IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA <i>Blazo Boev, Ivan Boev, Sonja Lepitkova</i>	323
SEDIMENTOLOGY AND BIOSTRATIGRAPHY OF THE CAMPANIAN-MAASTRICHTIAN CALCICLASTIC TURBIDITIES FROM THE LJIG AREA (CENTRAL PART OF THE VARDAR ZONE) <i>Violeta Gajić, Milena Dunčić, Nebojša Vasić, Vladislav Gajić</i>	335
RECONSTRUCTION OF PALAEOENVIRONMENT DURING QUATERNARY SEDIMENTATION IN THE VRGORAČKO POLJE <i>Lidija Galović, Hrvoje Posilović, Petar Stejić, Mihajlo Pandurov, Rodoljub Gajić</i>	339
A MONOSPECIFIC ASSEMBLAGE OF A NEW GIANT RHYNCHONELLIDE BRACHIOPOD FROM THE MIDDLE JURASSIC OF EASTERN SERBIA <i>Barbara V. Radulović, Michael R. Sandy, Wagih Ayoub-Hannaa, Peter Schaaf, Vladan J. Radulović</i>	343

<p>PALEOECOLOGICAL CHARACTER OF ASIAN CLAMS IN ESTIMATES OF THE ANTHROPOGENOUS EFFECT ON RECENT ECOSYSTEMS</p> <p><i>Barbara Radulović, Draženko Nenadić, Slobodan Knežević, Momir Paunović, Katarina Bogićević</i></p>	.....	347
<p>SQUAMATE REMAINS FROM THE EARLY AND MIDDLE PLEISTOCENE SREM SERIES IN THE MUTALJ QUARRY (BEOČIN, NORTHERN SERBIA)</p> <p><i>Dragana Đurić, Katarina Bogićević, Draženko Nenadić</i></p>	.....	351
<p>SMALL MAMMALS FROM THE VELIKA AND MALA BALANICA CAVES (NIŠ, SOUTHERN SERBIA)</p> <p><i>Katarina Bogićević, Draženko Nenadić, Dušan Mihailović</i></p>	.....	357
<p>ФОРАМИНИФЕРНА ФАУНА ОД ПАЛЕОГЕНИТЕ СЕДИМЕНТИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА</p> <p><i>Виолета Стојанова, Гоше Петров, Крсто Блажев</i></p>	.....	361

## ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЛИМЕТАЛИЧНОТО НАОЃАЛИШТЕ ЛУКЕ - КРИВА ПАЛАНКА

<sup>1</sup>Ласте Ивановски, <sup>2</sup>Војо Мирчовски, <sup>2</sup>Ѓорѓи Димов,  
<sup>2</sup>Виолета Стефанова, <sup>1</sup>Силвана Пешовска

<sup>1</sup>Геохидроконсалтинг, Скопје, [laste.geohidro@gmail.com](mailto:laste.geohidro@gmail.com)

<sup>2</sup>Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев Штип

### Абстракт

Од особена важност за секое наоѓалиште на минерална суровина е детално проучување и разјаснување на хидрогеолошката проблематика, особено квалитативните и хемиски карактеристики на подземните и површински води. Ова е посебно значајно за наоѓалиштата кај кои се планира подземна експлоатација. Од досега реализираните истражни работи на локацијата на полиметалично наоѓалиште „Луке“ се гледа дека со досегашниот обем на изведени истражни работи од хидрогеолошки аспект ова наоѓалиште речиси и да не е третирано. Сите досегашни истражувања и испитувања се сведувани само на утврдување на геолошката градба и на квалитативно квантитативните карактеристики на минералната полиметалична суровина. Имајќи го во предвид фактот дека на ова наоѓалиште ќе се изведува подземна експлоатација на минералната суровина, од голема важност е третирање и на хидрогеолошката проблематика, при што поважните ХГ карактеристики на ова подрачје се дадени во овој труд.

**Клучни зборови:** хидрогеолошки карактеристики, наоѓалиште, подземна вода, водоносник

### ВОВЕД

Во текот на 2014 год. извршени се хидрогеолошки истражувања за дефинирање на хидрогеолошките карактеристики на полиметаличното наоѓалиште „Луке“ - Крива Паланка. Со овие истражувања извршено е:

- Дефинирање на хидрогеолошки карактеристики на средината со акцент на хидрогеолошки својства и функција на застапените литолошки формации;
- Дефинирање на хидрогеолошките параметри на средината: коефициент на филтрација (kf) и трансмисивност (Т),
- Режим и биланс на подземните води;
- Резервите на подземните води: статички, динамички и експлоатациони;

### ПРИМЕНЕТА МЕТОДОЛОГИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Во претходниот период за овој простор вршени се само регионални хидрогеолошки истражувања кои се прикажани во ОХГК 1:100 000, лист Кратово. (С. Пешовска, З. Илијовски)

Врз основа на досегашните хидрогеолошки истражувања и искуства, проектирани се хидрогеолошки истражни работи за дефинирање на деталните хидрогеолошки

- Условите на прихранување;
- Дефинирање на параметрите на бунарот: радиусот на депресија, издашноста и депресија на НПВ;
- Влијанието на експлоатацијата на подземната вода врз природните услови во регионот;
- Влијание на подземните води на идната експлоатација на подземниот коп;
- Хемискиот состав на водата и реонизација на теренот според хидрохемиските типови на вода.

карактеристики на полиметаличното наоѓалиште Луке.

Во оваа фаза на истраги изведени се следните хидрогеолошки истражувања и испитувања:

- Хидрогеолошко картирање на предметната локација и пошироката околина на претходно изработена топографска основа;

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

- Формирање на набљудувачка мрежа на површински и подземни појави и објекти, мониторинг на извори и површински водотеци и изработка на катастар за истите;
- Мониторинг на ниво на подземни води во истражни дупнатини во период од три месеци;
- Изработка на комплетни физичко-хемиски анализи на вода од извори и површински водотеци (10 анализи);

### РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

За дефинирање на хидрогеолошките карактеристики на полиметаличното наоѓалиште „Луке“ анализирани се одредени сознанија за геолошката, структурно-тектонската градба на теренот како и морфолошките, хидролошките и климатолошките карактеристики на подрачјето. Како резултат на изведените истражни работи добиени се одредени сознанија за хидрогеолошките карактеристики и хидрогеолошките параметри на овој простор кои ќе претставуваат основа за понатамошните

- Радиолошки анализи на вода од површински водотеци (2 анализи).

За дефинирање на хидрогеолошките параметри на овој истражуван терен во склоп на овие истражувања изведени се и еден истражно-експлоатационен бунар ИЕБ-1 и еден набљудувачки пиезометар П-1.

хидрогеолошки истражувања во фазата пред и по отпочнување на експлоатација на наоѓалиштето „Луке“. Меѓу другото добиени се и одредени податоци за ХГ функција на литолошките членови од кои е изграден теренот како и податоци за можниот прилив на подземни води во идните рударски простории, и начинот на одводнување на јамските простории. Притоа е водено сметка за зачувување на работната и животна средина, како и заштита од загадување на подземните води и површински водотеци.

### ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

На поширокиот простор, теренот има доста сложена геолошка градба како и сложени структурно тектонски карактеристики. Ние сепак ќе дадеме опис само на литолошките единици присутни во самото наоѓалиште и за кои е поврзано оруднувањето. Основата на потесното подрачје на наоѓалиштето ја изградуваат рифеј-камбриските зелени шкрилци преку кои од СИ страна се распространети и еоценски седименти. Овие постари метаморфни и седиментни творби се пробиени со помладиот терциерен вулканизам вдолж државната граница со Р. Бугарија. Во површинските делови се распространети и квартерни седименти (С. Христов, М. Карајовановиќ, Ј. Јанчевски, В. Иванова; Толкувач Лист Кратово, 1969).

**Рифеј-камбриските** карпи во склоп на наоѓалиштето „Луке“ се распространети на ЈЗ дел како издолжена маса во правец ССЗ-ЈИ. Изградени се од шкрилци со низок кристалинитет од така наречената зелена

серија. Во рамките на оваа „зелена серија“ се издвојуваат различни вариетети: хлорит-мусковит-серицитски, албит-епидотски, албит-епидот-хлоритски, албит-хлорит-амфиболски и хлоритско-биотитски шкрилци, а поретко во зелените шкрилци се појавуваат и партии на амфиболски шкрилци, а не е исклучок да постојат и масивни амфиболити и метабазити (се сретнуваат големи блокови од овие карпи покрај коритото на Лучка Река).

Сите напред наведени шкрилави карпи во поедини делови се интензивно здробени и тектонизирани а, во поедини делови и интензивно изменети и оруднети.

Во шкрилците се сретнуваат и кварцни жици (q), издолжени до десетици метри, а во дебелина до мах. 2-3m. Кварцните жици најчесто се претставени со доста чист кварц, кои ја пратат фолијацијата, а се појавуваат и во др. правци, предиспонирани со пукнатинските и раседни структури.



Слика 1. Комплекс на зелени шкрилци

Горноеоценските седименти се распространети трансгресивно над зелените шкрилци а контактираат од СИ страна и со терциерните вулканити и имаат генерален правец на протегање ССЗ-ЈИ како и вулканитите. Истите на теренот добро се уочливи. Како главна литолошка единица се јавуваат конгломератите но, вонив се јавуваат и потенки слоеви и прослојки од песочници и глинци. Генерално имаат субхоризонтална до коса слоевитост со пад кон СИ.

Терциерните вулканити се настанати како резултат на интензивните тектонски движења и големата магматска мобилност, кон крајот на палеогенот и почетокот на неогенот. Притоа се настанати многубројни пробои (дајкови, некови) и неправилни изливни вулкански карпи претставени од кварцлатити, санидински дацити и андезити со променлив структурно-минералоски состав.

Кварцлатитите ( $ха$ ) се јавуваат вдоль државната граница со Р. Србија во вид на пробои низ шкрилците и горноеоценските седименти. Се јавуваат во вид на издолжени тела во правец ССЗ-ЈИ во вид на жили, дајкови, и изливи низ и преку напред спомнатите карпести маси. Самите се испробиени со помлади ефузивни карпи дацити и андезити.

Јасно се издвојуваат од останатите литолошки членови по својата сива до сивкастозеленикава боја и изразита порфирска структура, со фенокристали на санидин со големина и до неколку см. Често оваа вулканска карпеста маса е зафатена со серицитизација, каолинизација, карбонатизација и силификација.

Дацитите и андезитите ( $αq$ ) ги пробиваат и кварцлатитите и сите останати постари карпести маси. И дацитите и андезитите како и кварцлатитите се интензивно алтерисани и содржат калцит, глинест материјал, серицит, хлорит и пиорит.

Квартерните седиментни ( $Q$ ) се претставени претежно со делувијални наслаги ( $dQ$ ), настанати со површинското распаѓање на матичниот материјал и краток транспорт.

Структурно-тектонските карактеристики се доста значајни бидејќи тие се главните причинители за вулканската активност на овој простор како и полиметаличното оруднувањето во покасниот период. Овој простор и неговата поширока околина се карактеризира со повеќе фазно формирање на масивот во текот на каледонската, херцинската и алпската орогена фаза. Со каледонската орогенеза се создадени основните контури на осоговскиот масив - антиклинориум.

Во текот на херцинската орогенеза се вршело создавање на брахи облици на тангенцијалната тектоника. Тектонската слика на овој простор, се дооформува со алпската орогена фаза, кога и настануваат дисјунктивните руптурни структури, бидејќи основното разместување на полиметаличната минерализација е извршено токму во овие дисјунктивни руптурни структури.

Постарите структури имаат правец на протегање ССЗ-ЈИ кои во најголем дел се наполнети со хидротермални измени пропратени со полиметалично оруднување, додека другиот систем е дијагонален или нормален на првиот, со генерално протегање СИ-ЈЗ.

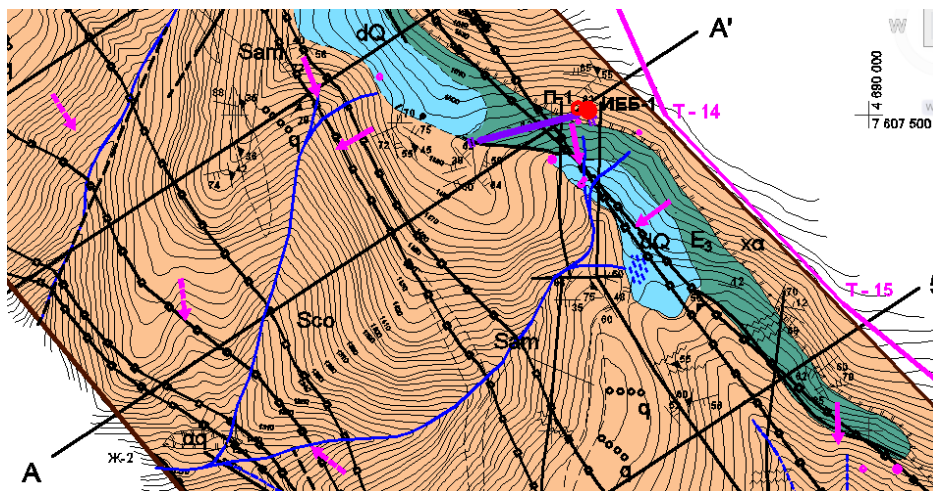
## ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

Овој терен во поглед на хидрогеолошката реонизација на република Македонија припаѓа на Српско-македонската хидрогеолошка провинција (Д. Гузелковски, 1999).

Карактеристично за оваа хидрогеолошка провинција е што најголема распространетост завземаат карпи со пукнатинска порозност во кои се јавуваат пукнатински тип на водоносници со слободно ниво на подземната вода и поретко ниво под притисок (артеско и субартеско ниво). Оваа карактеристика се однесува и за самиот истражен простор кој во основа е претставен со палеозојски и предпалеозојски шкрилци и еоценски

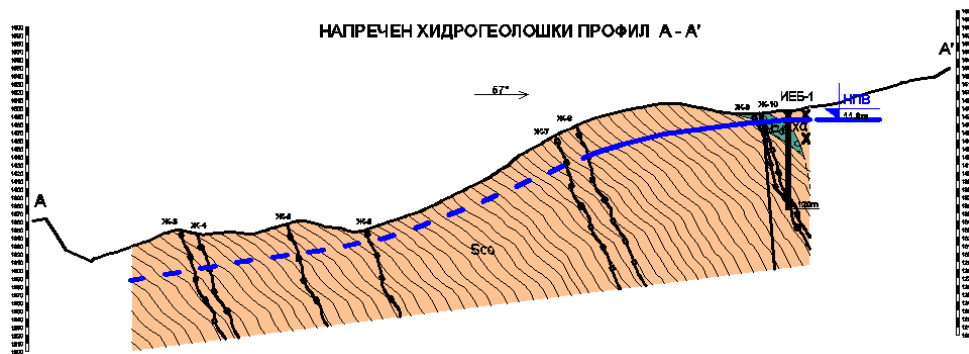
конгломератични седименти пробиеани со терциени вулканити. Во овие средини постои мала можност за акумулација на поголеми количини на подземни води.

На наредниот прилог (хидрогеолошка карта со ХГ профил) се гледа хидрогеолошката градба на еден дел на теренот каде е изведен и еден истражно експлоатационен бунар (ИЕБ-1). Овој ИЕБ-1 е изведен во сложена хидрогеолошка градба на теренот. Според режимот на дупчење до длабина од околу 30-тина метри се дупчеше во вулкански карпи, потоа се продолжи во еоценските седименти до длабина од 50-тина а, потоа до крајната длабина од 120m во зелените шкрилци.



ХИДРОГЕОЛОШКА КАТЕГОРИЗАЦИЈА НА ЛИТОСТРАТИГРАФСКИТЕ ЕДИНИЦИ								
Вид на карпа		ЛИТОЛОШКИ СОСТАВ И СТРАТИГРАФСКА ПРИПАДНОСТ		ХИДРОГЕОЛОШКИ СВОЈСТВА		ХИДРОГЕОЛОШКИ ОЗНАКИ		
		Име и опис	Стратиграфска припадност	Литолошка ознака	Хидрогеолошки опис	Класа на водопропусност	На карта Водоносник на површина на терен	На столб и профил
Водопропусни карпи	Неврзани или слабо врзани класични седименти	Делувиум		dQ	Маѓарска порозност, трансмисбилност и надахност на бунари:	Средна C=2.0-10.0 Us; T=60-300 m <sup>2</sup> /den	11	
		Конгломерати		E <sub>3</sub>	пукнатинска порозност, хидрогеол. карактеристики на водоносникот (T и Q на бунари и Q на извори)	Слаба Q=0.5-2.0 Us; T=15-50 m <sup>2</sup> /den	41	
Водонепропусни карпи	Претежно водонепропусни карпи	Дацити и андезити		oq	Пукнатинска порозност, развиена само плитко под површина на теренот, а во длабина непропусни карпи, издани формирани локално и со ограничено простирание; T и Q во горната зона воглавно многу слаби:		60	60
		Кварцлатити		XQ				
		Хлорит-серицитски шкрилци		Sco				
		Амфиболски карпи и метабазити		Sam				

Слика 2. Хидрогеолошка карта на дел од истражниот терен



Слика 3. Хидрогеолошки профил на дел од истражниот терен

Од хидрогеолошки аспект поинтересни се помладите раседни и незаполнети пукнатински системи, вдоль кои постојат поволни хидрогеолошки услови за циркулација и акумулација на подземните води. Особено интересни се тектонските јазли каде контактираат постарите со помладите тектонски дисконтинуитети. Според структурниот тип на порозност, сите литолошки единици кои го изградуваат овој простор можат да се сврстат во три групи:

- карпи со интергрануларна порозност;
- карпи со пукнатинска порозност;
- и условно безводни карпи.

**Карпи со интергрануларна порозност** на овој простор се претставени со алувијалните седименти на поголемите речни текови Лучка Река и Крстов дол. Во овие седименти има формирано збиен тип на водоносник, со слободно ниво на подземна вода. Ако се земе во предвид фактот дека третирираниот простор ги зафаќа горните текови на овие реки, може да се заклучи дека поради брзите води и стрмни текови не постојат поволни услови за формирање на алувијални наноси со поголем депозит.

Алувијалните седиментни наноси се изградени од пескливо чакалест неврзан и несортиран материјал, со присуство на прашињеста материја и големи слабо обработени блокови од околните шкрилави карпести маси и поретко кварц.

На одредени делови на теренот се застапени и делувијални седименти во кои исто така постои можност за формирање на збиен тип на водоносник. Но, со оглед на тоа дека овие седиментни наслаги се застапени во повисоките површински

падински делови на теренот, и истите се со доста мала дебелина во Х.Г. поглед не се посебно интересни и имаат хидрогеолошка функција на спроводници.

**Карпите со пукнатинска порозност** на просторот на наоѓалиштето „Луке“ се најзастапени литолошки единици. Тука спаѓаат зелените шкрилави карпи кои се застапени во вид на повеќе вариетети, потоа еоценските конгломерати песочници и глинци, како и вулканитите (кварцлатити и дацито-андезити).

Генерално сите овие карпести маси се сврстени во група на многу слабо водопрпусни до водонепрпусни карпи, со функција на хидрогеолошки изолатори, многу ретко колектори. Ретко во одредени интервали, карпите може да имаат пукнатинска порозност, пропусност само плитко под површината, локално со ограничено простирање. Конгломератите како најзастапен литолошки член во еоценските творби може да се издвојат како хидрогеолошки колектор со пукнатинска порозност а локално и интергрануларна порозност во одредени површински делови каде се послабо врзани.

Во шкрилците кои во поедини делови се интензивно испукани и тектонизирани постојат можности за формирање на пукнатински тип на водоносник. Поповолни услови за формирање на овој водоносник постојат кај раседите и раседните и пукнатински зони со генерален правец на протегање СС3-ЈЈИ, СИ-ЈЗ, кои се најзастапени дисконтинуитети на овој простор. Ова е потврдено со изведба на еден истражно-експлоатационен бунар и пиезометар на локација кај рудна жица бр.10, изведен на контактниот дел помеѓу вулканитите, еоценските конгломерати и

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

шкрилците. Со изработка на овој ИЕБ се потврдија очекувањата дека главните водоносници се формирани вдолж раседните структури како и контактот на вулканитите со еоценските конгломерати при што, при тестирање на бунарот е добиена количина на вода од  $Q=1.25\text{l/sek}$ . Врз основа на напред изнесените констатации, треба да се очекува циркулација и појави на влажнење од подземна вода вдолж оруднетите раседни структури. Тоа се потврдува и со фактот што од предходно изведените поткопи, од отворите на површина на теренот регистрирано е истекување на вода со количина од околу  $0.1-0.2\text{ l/sek}$ . Во одредени делови на вулканските карпи не е

### Хидрогеолошки карактеристики на водоносниците

Во овој контекст опфатени се видовите на подземни води, условите за формирање на водоносник, ниво на подземните води, определување на хидрогеолошките параметри, динамика на подземните води, како и физичко-хемиските својства на подземните води. Од извршеното хидрогеолошко картирање, изработена е хидрогеолошка карта на теренот, согласно со Правилникот за изработка на ОХГК. Сите картирани единици се изделени во класи и групи, според нивната хидрогеолошка функција (сл.2).

Поволни услови за формирање на водоносник постојат кај алувијалните и делувијални неврзани и слабоврзани седиментни наслаги со интергрануларна порозност. Овие литолошки единици на истражниот простор се слабо застапени.

За разлика од нив зелените шкрилци, еоценските конгломерати и вулканитите имаат широка распространетост но, истите претставуваат хидрогеолошки изолатори, многу ретко колектори, со понеповолни услови за формирање на водоносник. Хидрогеолошките особености и функција на подземните води е во тесна врска со геолошката средина низ која циркулират подземните води.

Имајќи ја во предвид геолошката градба на теренот, може да се заклучи дека тој во целина е изграден од шкрилави и вулкански карпи и на нивниот контакт горноеоценски конгломератично песочнички седименти.

исклучена можноста да има формирано пукнатински тип на водоносник.

**Условно безводни, водонепропусни карпи** кои се претставени со комплексот на вулканити-кварцлатити, дацити и андезити. Овој хидрогеолошки комплекс се карактеризира со сложени структури на порозност. Како резултат на површинското распаѓање на вулканитите дошло до формирање на комплетна зона на распаѓање. Водоносноста на овие карпи, односна акумулацијата на слободните подземни води во нив е мала, поради тоа што продуктите на распаѓање се од глиновит карактер, кој во значителна мера ја намалува ефективната порозност.

Во нив има развиено наместа пукнатинска порозност, при што треба да се очекува дека присутната минерализација како и хидрохемискиот тип на водата ќе зависи токму од минералошко-петрографскиот состав на средината низ која циркулират подземните води.

Правецот на движење на подземните води е во директна зависност од морфолошките карактеристики на истражниот простор како и правците на протегање на раседните структури и главните пукнатински системи. Имајќи го во предвид фактот дека главното дренирање на водоносникот оди преку изворите кои се од гравитационен тип, согласно на тоа правците на движење на подземните води генерално одат од повисоките кон пониските морфолошки делови на теренот.

Но, во одредени случаи (локално) треба да се очекува и движење на подземните води и во спротивен правец како резултат на одредени раседни структури и пукнатински системи кои имат падна насока кон СИ, односно спротивно на падот на теренот. Сепак главното движење на подземните води би било по помладите раседи и раседни зони кои имат правец на протегање СИ-ЈЗ, и поради овие причини, како и поради морфологијата на теренот главните правци на движење на подземните води се ~~баш~~ токму во овој смер, од СИ кон ЈЗ.

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

### Добиени хидродинамички параметри на средината

За дефинирање на хидродинамичките параметри на подземната вода, на овој простор изведен е еден истражно-експлоатационен бунар (ИЕБ-1) до длабина од 120m. Врз основа на податоците добиени со пробното црпење на бунарот според формулата на Dupuit (лит.5) извршено е пресметување на коефициентот на филтрација (Kf) и коефициентот на водопроводноста (T)

$$Kf = 0.732 \times \frac{Q}{(2H - S)S} \times \log \frac{R}{r} \text{ [m/s];}$$

Q [m<sup>3</sup>/s] – максимален капацитет на црпење на ИЕБ-1;

S [m] - снижување на НПВ;

H [m] - дебелина на водоносен слој;

r [m] - полупречник на дупчење;

R [m] - радиус на влијание;

T [m<sup>2</sup>/s; m<sup>2</sup>/den]- коефициент на водопроводност.

$$T = Kf \times H$$

Како влезни параметри се користени:

Q=1,25l/sek; S=55,2m; R=80m; r=0,1125m;

H=35.0m, врз основа на што се добиени:

$$kf = 3.194 \times 10^{-6} \text{ m/sek}$$

$$T = 1,118 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sek} = 9,66 \text{ m}^2/\text{den.}$$

### Хемизам на подземните и површински води

Од просторот Луке, земени се вкупно 11 проби за анализа од подземните и површинските води на кои се извршени комплетни физичко-хемиски анализи: една од истражно-експлоатациониот бунар ИЕБ-1, 3 комплетни физичко-хемиски анализи од изворите, и 7 комплетни физичко-хемиски од површинските води (Табела 1).

Покрај физичко - хемиските анализи, направени се и 3 радиолошки анализи врз основа на што е утврдено дека водите не се радиоактивни.

Врз основа на резултатите од хемиските анализи одреден е хидрохемиски тип на водата.

Ке ги дадеме само најкарактеристичните показатели за хемизмот на подземните води:

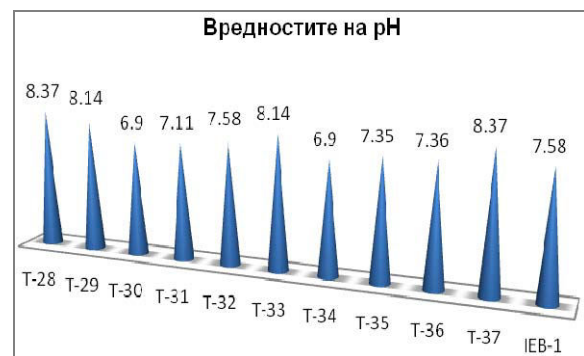
Според основните физичко-хемиски показатели и основните ањони и катјони,

испитуваните примероци на земените проби, на подземните води ги сврстува во група на HCO<sub>3</sub>-Ca тип. Според вредноста на елекролитска спроводливост и минерализацијата, овие води се сврстени во група на нискоминерализирани води. Според pH вредноста на водите кои се во опсег од 6.9 до 8.37, водата е неутрална до слабо базична (слика 4).

**Табела 1.** Хемизам на подземни и површински води

Локалитет „Луке“		Правилник за безбедност на водата - Сл. весник на РМ бр. 46/08)	Забелешка
T-28	поток	V класа*	Заголемена количина на As
T-29	извор	ОДГОВАРА како вода за пиење	
T-30	извор	НЕ ОДГОВАРА како вода за пиење	Заголемена количина на Fe
T-31	извор	ОДГОВАРА како вода за пиење	
T-32	поток	I класа*	
T-33	поток	II класа*	
T-34	поток	III класа*	Заголемена количина на As
T-35	поток	I класа*	
T-36	поток	III класа*	Заголемена количина на Fe
T-37	поток	I класа*	
IEB-1	бунар	НЕ ОДГОВАРА како вода за пиење	

\*класа на површинските води според Сл.весник 18/99



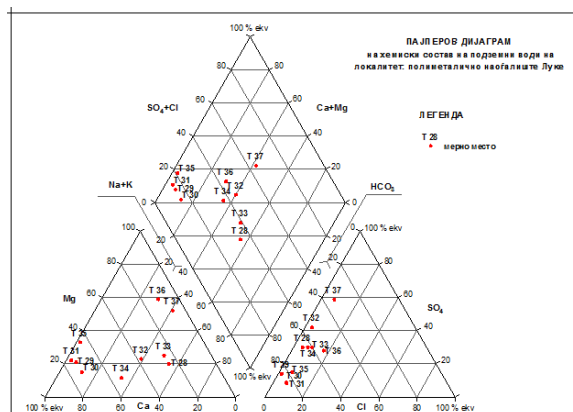
**Слика 4.** Измерени pH вредности

Бидејќи се работи за подрачје во кое постоеле предходни рударски активности (Крстов Дол) скренавме внимание кон содржината на тешките метали (Fe, Mn, Cu, Ni), вкупната минерализација, како и самите физички карактеристики на водата (боја, мирис и тн.). Според добиените хемиски анализи констатирано е дека нема индикации на загаденост на подземните и

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

површински води, т.е зголемени концентрации на метали во водата. Агресивно дејство на подземните води врз металите и бетонот и киселинската агресивност, според добиените резултати не е за очекување, бидејќи некои од испитуваните примероци одговараат дури и како вода за пиење (Табела 1).

Исклучок претставува хемиската анализа земена од поток кој се наоѓа во непосредна близина на поткопите, со концентрација на тешки метали особено As и до 10 пати поголема од МДК, што водата ја сврстува во V КЛАСА и може од аспект на заштита на животната средина да биде сигнал за дополнителни хидрохемиски испитувања. Според досегашните хидрогеолошки истражувања, не може да се потврди дека зголемените концентрации на арсен и железо се поврзани со претходните рударски активности. На наредниот дијаграм (Пајперов дијаграм) е прикажан хемизмот на подземните и површински води од локалитетот „Луке“.



Слика 5. Хемиски состав на подземни води прикажан со Пајперов дијаграм

### Хидрохемиски тип на подземните води

Обработката и интерпретација на податоците од хемиските анализи е направена по формула на Курлов, на основ на застапеноста на основните макрокомпоненти во водата изразена во %ekv. Поради подобра прегледност обработката на овие податоци ќе ги прикажеме во наредната табела:

Самите оксидо-редукциони услови, во подлабоките зони и составот на карпите во зона на раседните зони, условиле да во бунарот ИЕБ-1 имаме поголема концентрација на  $Na^+$  од  $Ca^+$ , за разлика од изворите каде е ситуацијата обратна.

Табела 2. Хидрохемиски тип на подземни води

Извор	Курлова формула	Хидрохемиски тип на вода	Вкупна тврдина TV(dH°)	Вкупна минерализација (g/l)
T-29	$M0.07 \frac{HCO_3 84 SO_4 14 Cl 2}{Ca 73 Mg 21 Na + K 6} pH 7.4$	Хидрокарбонатно калциумска	Многу мека	Малку минерал.-слатка
T-30	$M0.06 \frac{HCO_3 84 SO_4 9 Cl 8}{Ca 73 Mg 13 Na + K 14} pH 7.22$	Хидрокарбонатно калциумска	Многу мека	Малку минерал.-слатка
T-31	$M0.05 \frac{HCO_3 84 SO_4 8 Cl 9}{Ca 75 Mg 22 Na + K 3} pH 7.11$	Хидрокарбонатно калциумска	Умерено тврда	Малку минерал.-слатка
ИЕБ-1	$M0.05 \frac{HCO_3 65 SO_4 30 Cl 5}{Ca 25 Mg 20 Na + K 55} pH 7.58$	Хидрокарбонатно калциумска	Умерено тврда	Малку минерал.-слатка

### Количини на резерви на подземни води во застапените водоносници

При деталните хидрогеолошки истражувања на просторот на наоѓалиштето „Луке“ извршени се и пресметки на резервите на подземните води што претставува значаен сегмент за докомплетирање на овие ХГ истражувања и испитувања.

Притоа освен статичките утврдени се и динамичките и експлоатационите резерви кои ќе дадат прогноза на сумараниот прилив на подземна вода кон подземните јамски простории во услови на јамска експлоатација на минералната сировина. За ваква прогноза се применуваат повеќе методи: ХГ аналогија; Метод на воден биланс; Аналитичка; Експериментална метода; Искусвена метода и др.

Податокот за севкупната количина на изворите е земена од континуираните мерења во тек на април-мај 2014 год. Истекување на вода преку изворите всушност ги претставуваат динамичките резерви формираны во овој комплекс, и тие изнесуваат за една хидролошка година:

$$Q_{\text{дин}} = 4,63 \text{ l/sek} = 146\,012 \text{ m}^3/\text{god}$$

При пресметка на статичките резерви земена е во предвид површината на сливното подрачје која всушност го зафаќа горниот тек на Лучка река, која изнесува околу  $42 \text{ km}^2$ . Со земање во предвид на соодносот на површините на застапеноста на литолошките формации на лист Кратово и сливното подрачје на истражниот терен во кои има формирано пукнатински тип на водоносник може да се добие вредност за статичките резерви на приближно:

$$Q_{\text{стат}} = 12,5 \times 10^6 \text{ m}^3$$

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

Овој податок треба да се земе со резерва, односно овие статички резерви на вода можат да се зголемат за уште 10-15 %, при што би се добиле статички резерви на околу  $13-14 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Ова зголемување е како резултат на тоа што ова подрачје има поголеми количини на атмосферски талози во однос на просечните на лист Кратово, а исто така има и поволни структурно тектонски карактеристики со нешто подобра можност за циркулација и акумулација на подземните води.

За време на целиот период на експлоатација ќе дојде до црпење на дел од статичките резерви, кои се во зона на влијание на рударските активности, а исто така континуирано треба да се црпат и динамичките т.н. обновливи резерви. Пресметка на експлоатационите резерви на водоносникот од наоѓалиштето „Луке“ може да се изврши преку следната формула:

$$Q_{\text{exp}} = Q_{\text{obn}} + Q_{\text{st}}/T \times a, \quad \text{каде } e,$$

$Q_{\text{obn}}$  - Обновливи резерви на подземни води ( $\text{m}^3/\text{sek}$ )

$Q_{\text{st}}$  - Вкупни статички резерви на подземни води ( $\text{m}^3$ )

$T$  - Време на експлоатација на мин. сур.

$a$  - Коефициент на искористување на рудните резерви

$$Q_{\text{exp}} = 0,00647 \text{ m}^3/\text{sek} + 12,5 \times 10^6 \text{ m}^3 / 158 \times 10^6 \text{ sek} \times 0,6 = 0,054 \text{ m}^3/\text{sek}$$

### Заштита од подземни води

Врз основа на досегашните сознанија може да се констатира дека полиметаличното оруднување кај ова наоѓалиште е жично и главната минерализација е по раседните структури со генерален правец на протегање ССЗ-ЈЈИ, со субвертикална до вертикална падна насока, каде ќе се одвива подземна експлоатација на минералната суровина со изведба на подземни рударски простории. Паралелно со експлоатацијата на минералната суровина ќе се одвива и одводнување кое ќе оди главно преку јамските простории.

### ЛИТЕРАТУРА

Арсовски М. 1997: Тектоника на Македонија;  
Арсовски М., Петковски Р. 1975: Неотектоника на Социјалистичка Република Македонија;  
Бабович М., Роглич Ч., Аврамович В., Марич С., 1968: Толкувач за Основна Геолошка

Паралелно со изведба на јамските простории треба да се врши и хидрогеолошко истражување. Основна цел на тие хидрогеолошки истражувања е обезбедување услови за безбедна изведба на рударските простории и експлоатација на минералната суровина. Постојано треба да се врши комплетно следење на режимот на површинските, подземните и рудничките води. Одводнувањето на рудникот ќе доведе до општо снижување на нивото на подземните води, и образување на депресиона површина која може да има влијание и на околината. Покрај динамичките резерви при одводнување ќе се црпат и статичките резерви. Систематското црпење на подземните води со цел за одводнување ќе има влијание на самиот режим на подземните води.

Односот помеѓу влезниот и излезниот дел на водниот биланс во своите природни услови ќе биде нарушен во тек на изведба на рударските работи. Во текот на одводнување настанува депресиона инка чие влијание може да биде проширено надвор од зоната на рударските активности, со што ќе дојде до промена на хидрауличниот градиент, а со тоа и до промена на подземната вододелница. При експлоатацијата на минералната суровина водите кои се отстрануваат од рудничките простории може да бидат онечистени со компоненти, најчесто со тешки метали.

Поради овие причини рудничките води по својот хемиски состав можат да бидат доста сложени и хетерогени. Тие мора да бидат предмет и на понатамошно испитување, во смисол на заштита поради нивното штетно влијание на луѓето, механизација и опрема кои се изложени на нивно влијание, или пак од друга страна во поглед на можност на нивно користење за потребите на водоснабдување, за добивање на поедини елементи од нив, за проучување на одредена асоцијација на поедини елементи и нивен меѓусебен однос поради користење на таквите податоци за хидрохемиски и др. истражувања.

Карта на СФРЈ, 1:100 000, лист Трговиште К 34-57;

Весник 1967- Инженерска геологија и хидрогеологија, Београд;

**Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија**  
**Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia**

- Драгашиќ, В., 1997: Општа хидрогеологија, Београд;
- Ѓузелковски, Д., Котевски Ѓ., 1979: Хидрогеолошка карта на Македонија 1:200 000
- Илијовски, З., 2015: Методологија за проучување на ранливост на подземните води;
- Ивановски Л., Марков М., 2014: Елаборат за изведените детални хидрогеолошки истражувања за полиметалична минерална суровина на локалитет „Луке“, ГИМ - Скопје
- Јанковиќ С. 1957г: Економска геологија I део. Београд.
- Лазаревски, А., 1993: Климата во Македонија, Скопје: Култура, 1993
- Миловановиќ, Д., 1970г: Геолошко-економска оцена лежишта минералних сировина у појединим стадиума истраживања и њена проблематика.
- Мирчовски В., Мајер, Д., 2008г: Заштита на подземните води, ФПТН, Универзитет Гоце Делчев, Штип.
- Пешовска С., Илијовски З., 2007 Толкувач за хидрогеолошка карта, Лист Кратово 1: 100 000, ГИМ-Скопје